



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Evaluación de la incidencia de microplásticos y su afectación en
especies marinas

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Cerdán Contreras, Juan Carlos (ORCID: [0000-0003-2124-5675](https://orcid.org/0000-0003-2124-5675))

Quiroz Sánchez, Jorge André (ORCID: [0000-0002-6135-6559](https://orcid.org/0000-0002-6135-6559))

ASESOR:

Dr. Cruz Monzón, José Alfredo (ORCID: [0000-0001-9146-7615](https://orcid.org/0000-0001-9146-7615))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Trujillo-Perú

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mis padres por el gran apoyo que me dieron a lo largo de mi carrera profesional. Así también a mis hermanos que me ayudaron y estuvieron en este largo camino de aprendizaje de este trabajo de investigación y así mismo a todas las personas que me apoyaron para seguir creciendo como profesional.

En primer lugar, dedico este trabajo de investigación a mi padre celestial, por siempre darme sabiduría y salud en estos tiempos de prueba espiritual; a mi esposa e hijo por darme las fuerzas emotivas a seguir en este arduo camino, a mis padres por a pesar de todo siempre ser mis mejores amigos y a mis asesores, por compartir sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento en primer lugar es a Dios, que con su bendición y salud pude llevar a cabo mi trabajo. A mis padres Celso Cerdán y Gladys Contreras por el gran apoyo económico y la confianza que me tuvieron para poder realizar mi trabajo de investigación. Así también un gran agradecimiento al Dr. Cruz Monzón, José Alfredo por apoyarnos y brindarnos sus conocimientos para así permitir la realización de mi trabajo de investigación.

Agradezco principalmente a mis padres Alberto Jorge Quiroz y María Elena Sánchez por siempre apoyarme en esta hermosa travesía llamada universidad, así mismo un agradecimiento especial al Dr. José Alfredo Cruz Monzón y al Mg. Misael Villacorta González por compartirme los conocimientos necesarios, su disponibilidad para con mi persona y su confianza en que terminaré mi trabajo de investigación con éxito. Gracias.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO	3
II. METODOLOGIA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Escenario de estudio	9
3.3. Participantes	9
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	9
3.5. Procedimiento.....	10
Criterios de inclusión.....	11
3.6. Rigor científico	11
3.7. Método de análisis de datos.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
V. CONCLUSIONES.....	27
VI. RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla N° 1 Búsqueda utilizada para el proceso de revisión sistemática	11
Tabla N° 2 Criterios de inclusión	11
Tabla N° 3 Artículos en base a la Identificación de especies marinas con presencia de microplásticos	16
Tabla N° 4 Niveles altos de las especies marinas con microplásticos	19
Tabla N° 5 Órganos de la especie marina afectada por los microplásticos.....	21

Índice de figuras

Figura N° 1 Diagrama de flujo para la búsqueda de los artículos en General.....	10
Figura N° 2 Artículos de bases de datos utilizando las palabras	12
Figura N° 3 Artículos sobre especies marinas en base de datos	13
Figura N° 4 Polímeros consumidos por especies marinas.....	14
Figura N° 5 Rutas de microplásticos en el entorno marino	23
Figura N° 6 Mapa de ingestión de microplásticos en cada especie marina	25

Resumen

La presencia de microplásticos sobre todo en los cuerpos de agua, se ha convertido en un problema de mucha actualidad, debido a las investigaciones que señalan su presencia en las diferentes cadenas tróficas sobre todo de especies marinas, es por ello que, la presente investigación que corresponde a una revisión sistemática, tiene como objetivo, evaluar e identificar que especies marinas de mayor afectación por presencia de microplásticos. Para la obtención de la información se realizó una búsqueda primaria utilizando palabras clave en las bases de datos ResearchGate, ScienceDirect, Medline y Scielo, después de lo cual se aplicaron criterios de inclusión, logrando retener 21 artículos que formaron parte de la investigación. Se identificaron a las nueve especies marinas más afectadas que corresponden a la *Scomber scombrus* (Caballa), *Turtles marine* (Tortugas Marinas), *Sardina pilchardus* (Sardinias de Escamas), *J Belangereii* (Corvina Belanger), *S gracilis* (Arenque), *Gadus morhua* (Bacalao), *Trachurus trachurus* (Jurel), *Merluccius merluccius* (Merluza Europea) y *Mytilus Edulys* (Mejillón). Asimismo, los órganos más afectados reportados fueron tracto gastrointestinal, hígado, bronquios y estómago, de los cuales se obtuvo que el órgano tracto gastrointestinal es el más afectado por presencia de microplásticos. Finalmente, la especie más afectada posiblemente sea el Arenque, quien presenta un 100% de afectación de las especies recolectadas y reportadas alcanzando valores de concentración de 36.7 partículas de microplásticos/individuo.

Palabras clave: Microplásticos, ingestión, peces, especies marinas, afectación

Abstract

The presence of microplastics, especially in water bodies, has become a very current problem, due to the research that indicates their presence in the different food chains, especially of marine species. For this reason, the present research, which corresponds to a systematic review, has the objective of evaluating and identifying which marine species are most affected by the presence of microplastics. To obtain the information, a primary search was carried out using key words in the Research Gate, ScienceDirect, Medline and Scielo databases, after which inclusion criteria were applied, managing to retain 21 articles that formed part of the research. The nine most affected marine species were identified as *Scomber scombrus* (Mackerel), *Turtles marine* (Sea turtles), *Sardina pilchardus* (Scale sardines), *J Belangereii* (Corvina Belanger), *S gracilis* (Herring), *Gadus morhua* (Cod), *Trachurus trachurus* (Horse mackerel), *Merluccius merluccius* (European hake) and *Mytilus Edulyis* (Mejillón). Likewise, the most affected organs reported were the gastrointestinal tract, liver, bronchial tubes and stomach, from which it was obtained that the gastrointestinal tract organ is the most affected by the presence of microplastics. Finally, the most affected species is probably the herring, which presents a 100% of affectation of the collected and reported species, reaching concentration values of 36.7 microplastics particles/individual.

Keywords: Microplastics, ingestion, fish, marine species, affectation

I. INTRODUCCION:

Actualmente la contaminación global del plástico, va creciendo cada día y sigue siendo una amenaza ambiental, afectando a la biota marina y los ecosistemas marinos (Walker, 2018, p.1). En el año 2015 se arrojaron 335 millones de toneladas métricas a nivel mundial, por lo tanto, se estima que cada año se ingresan 4.8 y 12.7 millones de toneladas métricas de plástico al océano pacífico (Jambeck et al.; 2015, p.1). Por esta razón, el 75% de los desechos marinos contienen plástico, provocando que 800 especies marinas se encuentren afectadas a través de enredos e ingestión (Worm et al 2017, p. 2). Por otra parte, el incremento de microplásticos en los océanos cada día va aumentando por la actividad humana (Galgani et al .2015, p. 1). El plástico es un material polímero semisintético caracterizado por una gran versatilidad, fuerza, ligereza, estabilidad (Eriksen et al.; 2014, p. 16). En el año 2017 supero los 350 millones de toneladas plástica, lo cual, el 40% de esta cantidad se utilizaron como productos desechables (o de un solo uso) (PlasticEurope, 2018, p.1). Alrededor del 10% de mortandad de las especies han sucedido por consumo de desechos marinos ingiriendo microplástico (FMAN, 2012, p. 1). El microplásticos es un contaminante emergente en ambientes marinos (Li et al, 2016, p.1). Los organismos tienen la capacidad de ingerir microplásticos, afectando en su salud (Matthew y Cole, 2014,p.1) provocando necrosis celular y laceraciones tisurales en el tracto gastrointestinal (Rochman et al, 2015,p.2) asimismo se han encontrado plástico en especies marinas que son alimentos para seres humanos, camarones, ostras y mejillones (Setala et al. 2014,p.2) Seguidamente el tamaño de los microplásticos, permiten ser ingeridos en una gama de organismos dentro del medio marino como por ejemplo bivalvos, zooplancton, peces, gusanos, copépodos y ballenas, (Cole et al.,2013 ; Lusher et al,2015 ; Ferreira et al 2016, p. 1). Es un gran riesgo para el organismo, mediante la ingestión de pequeñas partículas de microplásticos, sobre todo causan estrés patológico, complicaciones reproductivas, y la tasa de crecimiento muy reducido (Sutton et al, Fossi et al, 2016, p. 2). Los estudios experimentales realizados demostraron que los plásticos convencionales y biodegradable afectan a las especies marinas

(Green, 2016; Green et al., 2017, p.1). Los efectos nocivos de la ingestión de microplásticos se han observado que los organismos acuáticos superan los niveles muy altos de concentración (FAO, 2017, p. 8). Una vez ingerido las partículas de microplásticos, pueden ser expulsado del cuerpo o almacenado en el tracto gastrointestinal sin embargo puede ocasionar abrasión interna e inflamatoria (Von Moos y Col 2012, p. 1). Los microplásticos son pequeñas partículas menores de cinco diámetros (5mm), asimismo los microplásticos marinos son formados por la descomposición, mediante la radiación ultravioleta o abrasión mecánica (OMI, 2015, p. 2). Las micropartículas de plástico ingresan más al medio marino, mediante varias actividades, drenaje doméstico o industrial y plantas de tratamientos de aguas residuales (Cole et al. 2011; Murphy et al 2016, p. 1). Por esta razón varios estudios han detectado que los peces pueden ingerir microplásticos a pequeños como a grandes escalas, más aún se acumulan en los tejidos, provocando muchos daños como cáncer (World Economic Forum, 2016, p.1). ¿En qué especies marinas se han demostrado mayor afectación por presencia de microplásticos? Esta investigación tiene gran importancia debido a que las personas no conocen los índices de contaminación de microplásticos y el riesgo al que estarían expuestos. Por ello, reconocemos que, el comportamiento de las personas aporta significativamente al ingreso de los plásticos en los océanos (GESAMP, 2015, p.1). Por lo cual, se advierte que esta situación es preocupante, especialmente cuando las consecuencias para el medio ambiente y la salud humana son desconocidas (Dan Thornhill, 2019, p.1). Se planteó como objetivo general, realizar una revisión sistemática de la literatura científica existente en bases de datos indexadas de acceso libre para evaluar e identificar que especies marinas han mostrado mayor afectación por presencia de microplástico. Asimismo, como objetivos específicos identificar que especies marinas son las más afectadas por la presencia de microplásticos, identificar y analizar los efectos derivados por presencia de microplásticos en el órgano de las especies y, por último, identificar las principales rutas de entradas de los plásticos y microplásticos en el agua marina.

II. MARCO TEORICO

De La Torre, G. (2019) En su investigación "*Abundancia Microplástica en tres peces comerciales de la costa de Lima, Perú*" Determino la contaminación microplásticas en tres peces generalizados y altamente comerciales de la costa de Lima. Pejerrey peruano (*Odontesthes regia*), Morwong peruano (*Chellodactylus variegatus*), y gruñido peruano (*Anisotremus scapularis*) especímenes fueron capturados en la costa de Lima. Gran abundancia de microplásticos tipo y color. Es por esto que la especie *variegatus* fue el pez más contaminado igual a *A. scapularis* Las fibras fueron el tipo de microplástico más abundante en general y el color azul fue el más dominante.

Pérez, D. (2020) En su investigación "*Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts*" se determine la contaminación microplástica en la dieta marina pinnípedos. Se analizaron 205 excrementos de cuatro especies pinnípedas, subespecie en cinco ubicaciones diferentes en el Océano Pacífico sur (Perú y Chile). Se concluyó que todas las muestras contenían microplásticos, el 68% de las cicatrices examinadas contenían fragmentos y fibras de color azul, asimismo que el 81.5% de los fragmentos fibras eran de origen antropogénico, pero solo el 30% eran polímeros.

Fernandez, C. (2019) En su investigación "*Plastic ingestion by blue shark Prionace glauca in the South Pacific Ocean (South of the Peruvian Sea)*". Se determinó por primera vez datos sobre la ingestión de plásticos por *Prionace glauca* en el Pacífico Sur. Se examinaron un total de 136 personas fueron estudiadas entre el 2015 y 2016, variando en el tamaño de 61.5 a 255.0 cm. Llegando a encontrar trozos de bolsas de plástico en su estómago correspondientes al 2.2% de los individuos, la cantidad de plásticos ingeridos fue de 0.02. Se utilizó para identificar el tipo de polímero el instrumento FTIR encontrando con abundancia el polietileno.

Guzmán, L. (2019) En su evaluación "*Microplastic ingestion by a herring Opisthonema sp., in the Pacific coast of Costa Rica*". Determino la

presencia de MP en el contenido gastrointestinal en 30 peces de hilo arenque, complejo *Opisthonema* (Clupeiformes: Clupeidae) del centro de la Costa del Pacífico. Se llegó a la conclusión que la especie arenque ingesto al 100% de microplásticos con un promedio de 36.7 piezas por pez de las cuales el 79.5% eran fibras y el 20.5% eran partículas, los microplásticos están teniendo efectos directos sobre la vida marina de Costa Rica.

Neves, D. (2015) En su investigación "*Ingestión of microplastics by commercial fish off the Portuguese Coast*" se evaluaron los contenidos del tracto digestivo de 263 individuos de 26 peces comerciales. Se llegó a la conclusión que 17 especies corresponden al 19.8% de los cuales el 32.7% habían ingestado más de una partícula, de todos los peces que ingirieron microplásticos el 63,5% eran bentónico y el 36.4% eran pelágico se registró un total de 73 partículas 48 son fibras y 25 son fragmentos, siendo así los polímeros más el polipropileno y el polietileno, cada tamaño que ingirió cada pez fue de 0.27 – 0.63 por pez.

Karbalaei, S. (2019) En su investigación "*Abundance and characteristics of microplastics in comercial marine fish from Malaysia*" se determine la abundancia de desechos en estas especies de peces de Malasia. Se utilizó el método de karimí que consiste en el escisado de Gans y branquias de pescado. Se concluyó que de 11 especies contenían desechos plásticos, tenían 56 partículas aisladas, 76.8% eran polímeros, 5.4% fueron pigmentos, el tamaño de las partículas eran entre 200 y 34,900 μm y la media era de 2600 $\mu\text{m} \pm 7.0$ SD por cada especie analizada.

Medio Ambiente, área en donde actualmente se presenta una tasa creciente de acumulación de microplásticos a nivel global (Woodall et al., 2014, p. 2). Ambientes marinos hábitat de especies marinas y almacén de micropartículas de plástico (Gall, 2015, p. 8). Océano, masa de agua en donde se encuentran una gran población de especies marinas y característica por tener la capacidad de hacer flotar a las partículas del plástico (Barán, 2015, p. 23). Medio marino, también llamado ecosistema marino, en donde se caracteriza por tener presencia de especies animales, flora, microplástico y agentes químicos (Massos et a., 2017, p. 8). Especies

marinas, abarca a toda la flora y fauna de los ecosistemas marinos, ya sea habiten en el fondo o superficie del mar, de los cuales, el microplásticos está vulnerando su continuidad en sus ecosistemas (Asoh, 2014, p. 27). Biodegradable, estudios han demostrado que los plásticos de gran tamaño y biodegradables pueden afectar la riqueza alimenticia de los peces y la productividad primaria de los hábitats (Green, 2016, p. 5). Concentración, refleja una tendencia de microplásticos en distintas geo localizaciones del ecosistema marino (Foekema, 2014, p.1). Plástico, es un objetivo físico inanimado, ligero, higiénico y compacto de alto uso en nuestra rutina diaria, el cual presenta una alta gama de usos debido a que es moldeable de distintas maneras y de acuerdo a la necesidad que se presente (ONU MEDIO AMBIENTE, 2018, p.2). Microplastico, termino relacionado con los desechos marinos, el cual se presenta en pequeños fragmentos de plástico con un diámetro menor a 5 mm, presentes usualmente en el lecho marino (GESAMP, 2015, Masura et al., 2015. p.2). Partículas, partículas de plástico, las cuales pueden ser tóxicas para las especies u organismos que la ingieran (Bakir et al., 2014, p. 8). Micropartículas, fragmentos microscópicos de plástico, presentes en un gran porcentaje de especies marinas (PLASTIC, 2017, p.12). Contaminación Plástica, distribuida globalmente en todos los océanos del mundo, debido a sus propiedades de flotabilidad y durabilidad (Eriksen, 2014, p. 3). Salud humana, la salud humana es afectada por el consumo de peces que contienen microplásticos siendo un problema global para la humanidad (Sutherland et al., 2010; Caruso 2015; Wang et al., 2016, p.2). Ingestión es la entrada de la comida mediante el aparato digestivo en los peces asimismo se ha reflejado en regiones oceánicas a nivel mundial en una amplia gamas de especies marinas que contienen microplásticos (Ferreira et al., 2016; Setala et al., 2015; Devreise et al., 2015; Verde et al., 2015, p.2). Vías de ingreso, son vías de ingreso de rutas de los microplásticos de diferentes maneras hacia el ecosistema marino, afectando a las especies y todas las partes del mundo (Shim y Thompson 2015, p.2). Caballa, son alimentadores oportunistas que pueden ingerir presas ya sea por selección individual de organismos o por alimentación por filtro pasivo, se ubican usualmente en

áreas costeras de los océanos pacífico y atlántico (Pepín et al, 2018, p. 6). Tortugas marinas, especie marina de la cual existen pruebas en que están siendo amenazadas por los desechos sólidos de microplásticos; siendo las tortugas marinas más pequeñas las más vulnerables (Duguy et al., 2018, p. 11).Sardinas de escama, es de gran importancia comercial, donde a su vez ha habido reportes de un alto índice de ingestión de microplásticos debido a que se presentan en diferentes hábitats (GESAMP, 2015, p. 2).Arenque, es un alimentador de filtro no selectivo, su porcentaje de ingestión de plástico es muy alta, sin embargo, por lo cual la mayoría de sus tractos digestivos están llenos. Donde se evidencio en américa central cerca de las costas de Costa Rica (Damme et al., 2019, p. 6).Bacalao especie acuática, la cual presenta una alimentación no selectiva, esto quiere decir que puede ingerir lo que se le presente en el momento, ya sea un objeto plástico o una presa animal; lo cual hace que tenga una menor frecuencia de ingestión de plástico en su organismo (Lusher et al., 2013, p. 6).Corvina de Belanger, especie acuática que se encuentra en las costas sin embargo la cual representa una alimentación moderada, se encontraron microplásticos en carne de las vísceras de la corvina (Abbasi et al., 2018, p.7).Merluzas europeas, son especies acuáticas que se encuentran cerca de las costas en donde se encontraron partículas microplásticas en los análisis del laboratorio. (Woodall et al., 2014, p.3). Jurel, es una especie acuática su habita es en las costas marinas en donde se analizó y se le encontró microplásticos, una cierta cantidad necesaria. (Woodall et al., 2014.p.3). Mitylus Edulys especie acuática (mejillón) que se encuentran en las costas donde se le encontraron microplásticos de baja densidad como polímeros. Polietileno, abreviado como PE, es un tipo de plástico de baja y alta densidad utilizado frecuentemente en la fabricación de envases, recubrimiento de cables, etc. (GESAMP, 2015, p. 2). Polipropileno, abreviado como PP, es un tipo de plástico flexible y de mayor resistencia al impacto que el polietileno (GESAMP, 2015, p.2). Poli estireno, es un material plástico duro y sólido (GESAMP, 2015, p.2). Hígado, el hígado es un órgano donde almacena grasas, pero sin embargo se encontraron en los análisis en el laboratorio microplásticas de 5 de tamaño de diámetro (Lu

et al., 2016, p.7).Bronquios, son vías de respiratorio donde ingresan una cierta cantidad de oxígeno con el agua permitiendo ingresar pequeñas partículas de polímeros (Watts et al., 2014, p.6).Tracto Gastrointestinal, están definidos por el estómago los intestinos, donde se encontraron partículas plásticas en peces pelágicos de 1 y 15 piezas (Neves y Col., 2015, p.7).Estómago, los organismos marinos ingesta microplásticos y se han encontrado con abundancia en el estómago de muchas especies analizadas en el laboratorio (Rochman et al., 2013; Fossi et al., 2016; Cole et al., 2013; Caron et al., 2016; Rehse y Col, 2016, p.2).Tracto digestivo, es el sistema digestivo que llega al estómago y al esófago permitiendo ingerir microplásticos causando efectos mecánicos en su cuerpo por los polímeros (Setala et al., 2016, p2).Tripas, es un órgano en base a tubos digestivos donde se encontró pequeñas partículas de microplásticos (Lu et al., 2016, p.7).Cerebro, se encontraron pequeños microplásticos en el cerebro a partir de la ingestión de polímeros (Auta, Emenike, Fauziah., 2017, p.9).Sistema circulatorio, es un sistema donde permite la circulación de la sangre, donde se encontraron microplásticos pequeños (Murphy et al., 2017, p.9).Sistema digestivo, es la vía principal donde ingieren su alimentación confundiendo su comida por partículas de microplásticos en las especies pelágicas (Santillo et al., 2017, p.1).Intestino, se encontró microplásticos en los intestinos de los peces pelágicos con una cierta cantidad partículas pequeñas de diferentes colores (Rochman et al., 2015, p.1)Reducción en su crecimiento, se basa en su reducción de crecimiento debido a que ingesta microplásticos en sus partes del órgano afectando su crecimiento y reproducción (Sutton et al., 2016; Fossi et al 2016., 2016, p.2).Lesiones hepáticas, se encontró lesiones hepáticas por ingerir microplásticos en las especies marinas (Galgani et al., 2015, p.1).Estrés emocional, la estrés emocional se deriva de una enfermedad, por consumir partículas de plásticos acumulándose en sus órganos del pez (Sutton et al., 2016; Fossi et al 2016., 2016, p.2).Bloqueo intestinal, se dice que al ingerir los microplásticos se puede bloquear toda la parte de los intestino de los peces (Fokema et al., 2013, p.1). Abrasión intestinal, se encontraron microplásticos perjudicando la

abrasión intestinal de las especies marinas mayormente las que se encuentran en las costas marinas (Browne y Col. 2018, p.2). Lesiones estomacales, se encontraron microplásticos en el estómago ocasionando lesiones en las paredes del estómago de las especies marinas pelágicas (Fischer et al., 2015, p.1). Afectación intestinal, se afectó el intestino al ingerir microplásticos de la clase de polímeros, afectando su rendimiento de crecimiento (Karimí et al., 2017, p.1). Perforación del tracto digestivo, se encontraron microplásticos donde perforan el tracto digestivo ocasionándoles la muerte de las especies marinas (Avió et al., 2017, p.1). Ríos, es un flujo de agua, una corriente natural que fluye con continuidad por el cauce de la tierra, permitiendo el ingreso de los microplásticos hacia el ecosistema marino, el río Clyde en Glasgow libera alrededor de 65 millones de partículas microplásticas, por lo cual permite el ingreso, a los océanos (Gouin et al., 2011, p.3). Aguas Residuales, son vías de aguas residuales que consisten en una serie de procesos físico, químico y microbiológico, de las actividades industriales y domésticas, como el lavado de ropa, fragmentos así permitiendo el ingreso de las partículas de microplásticos hacia el ecosistema marino (Murphy et al., 2016, p.3). Vientos, son flujos de masas de aire mediante su fuerza y dirección, permitiendo el ingreso de los microplásticos hacia él, ecosistema marino (costas) y así también hacia el ártico y el antártico (Cole et al., 2011, Eriksen et al 2014, OMI, 2015, Van Cauwenberghe et al., 2015, Setälä y Col., 2015; Ferreira et al., 2016, p.2). Alcantarillados, es una vía de ingreso mediante una red de alcantarillado permitiendo el ingreso de los microplásticos al medio marino, llegando hacia las costas marinas (Zelasiewicz et al., 2016; Murphy y Col., P.3). Drenaje doméstico, son vías de transporte mediante tuberías donde se trasladan las aguas domésticas, ingresando de las siguientes actividades, limpiadores faciales, pastas de dientes, bolsas, asimismo permitiendo una vía de ingreso al ecosistema marino (Cole et al., 2011, Murphy et al., 2016, p.2). Drenaje Industrial, es un sistema de red industrial en base a las tuberías, transportando las aguas negras de las actividades industriales fabricación de bolsas, tenedores, depósitos, permitiendo así el ingreso de los plásticos

y microplásticos al ecosistema marino (Murphy et al., 2016, p.2). Escorrentía, son escorrentía de aguas o escurrimiento a la corriente del agua, pueden ser naturales o artificiales, permitiendo el ingreso de los plásticos como bolsas blancas y también partículas de microplásticos de baja densidad hacia el mar (Cole et al., 2011, p.2). Lodos residuales, son vías de ingreso esto consiste en una mezcla de agua y de sólidos separadas de aguas residuales que se transportan al ecosistema marino (Leslie et al., 2012; Alomar et al., 2016, p.2).

II. METODOLOGIA:

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo básica, debido que las conclusiones solo aportan información para otras investigaciones.

El diseño es no experimental cualitativa y corresponde a una revisión sistemática sin metaanálisis.

3.2. Escenario de estudio

Estuvo conformado por los artículos recuperados de revistas indexadas relacionadas con el tema de investigación.

3.3. Participantes

Se identificaron 350 artículos a través de la búsqueda primaria que posteriormente al aplicar los criterios de inclusión se retuvieron 21 artículos que se relacionaron con el tema microplásticos y su afectación en especies marinas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizó a través de una revisión de la literatura científicas en bases de datos previamente seleccionados en donde se utilizaron palabras claves para la identificación de los artículos que formaron parte de la presente investigación.

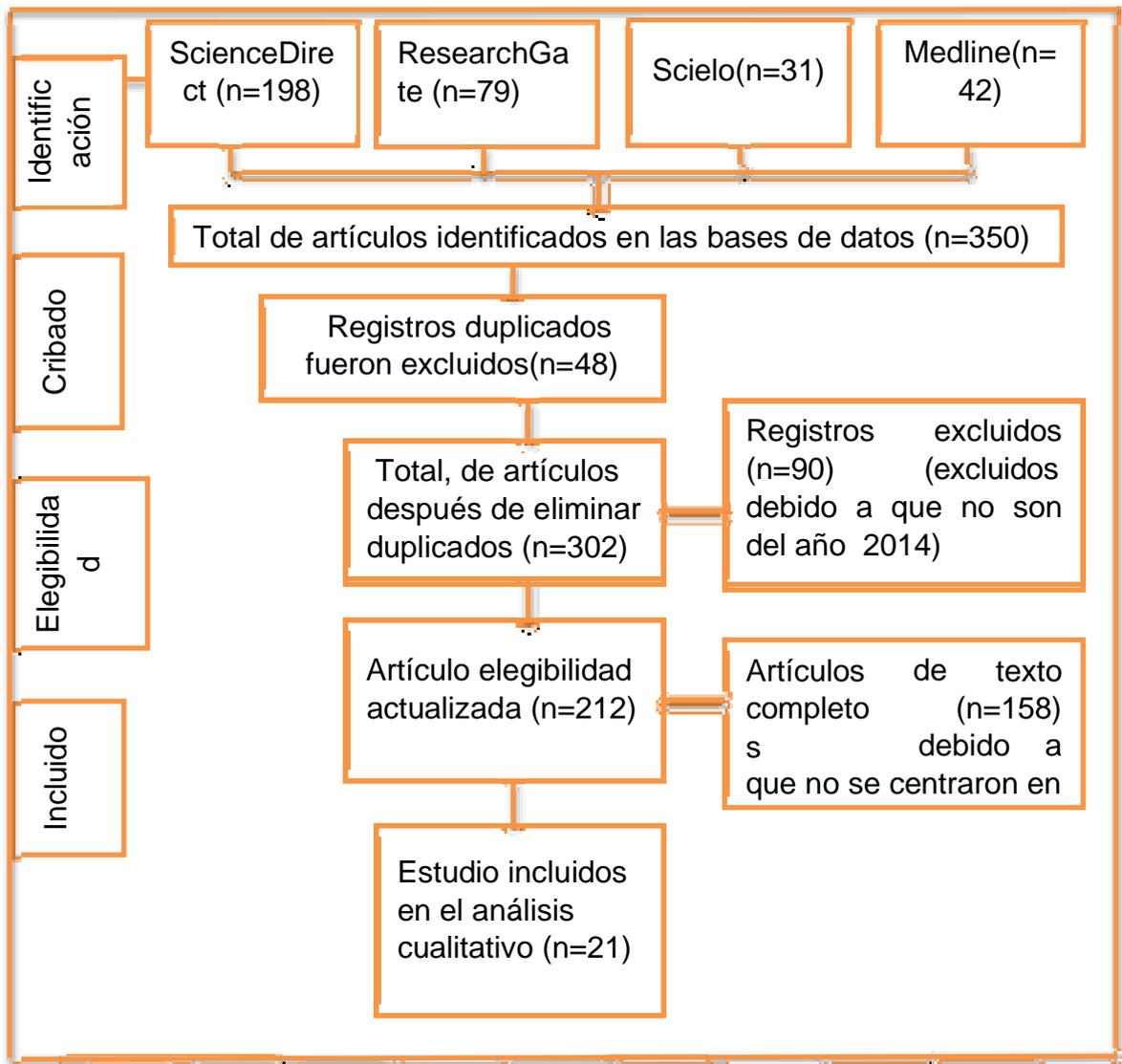


Figura N° 1 Diagrama de flujo para la búsqueda de los artículos en General.

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimiento

Se realizó la recolección de artículos de acceso libre, provenientes de revistas electrónicas tales como: ScienceDirect, ResearchGate y Scielo y Medline asimismo incluyendo la literatura en inglés.

Tabla N° 1 Búsqueda utilizada para el proceso de revisión sistemática

Bases de Datos	Palabras Claves
ScienceDirect	"Microplastics, fish, ingestion.
ResearchGate	Microplastics, fish, ingestion.
Scielo	Microplastics, fish, ingestion.
Medline	Microplastics, fish, ingestion.

Fuente: Elaboración propia

Criterios de inclusión

Asimismo, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión

Tabla N° 2 Criterios de inclusión.

Criterios	Inclusión
Tipo de literatura	Artículos científicos
Idioma	Ingles
Años de publicación	2014 - 2020
Acceso de literatura	abierto

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Rigor científico

Se utilizó artículos que pertenecen a revistas indexadas cuyos estándares de revisión garantizan la validez y confiabilidad de los mismos, asimismo se han utilizados criterios sistematizados para la obtención de la información que cumplen con los criterios de validez.

3.7. Método de análisis de datos

Se utilizaron tablas, figuras matrices en Excel para poder sistematizar el procesamiento de la información recopilada de los artículos de las revistas.

3.8. Aspectos éticos

Se respetará a los autores de las fuentes consultadas, citándolas en las referencias. Durante el desarrollo de la investigación se respetará los valores éticos, morales, religiosos. Proteger la identidad de los individuos que participan en el estudio, honestidad, para que sirva de ejemplo para las futuras generaciones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Resultados del proceso de búsqueda

La búsqueda en base de datos indexados usando las palabras claves descritas permitió identificar 350 artículos cuyas publicaciones por año se detallan en la Figura 1.

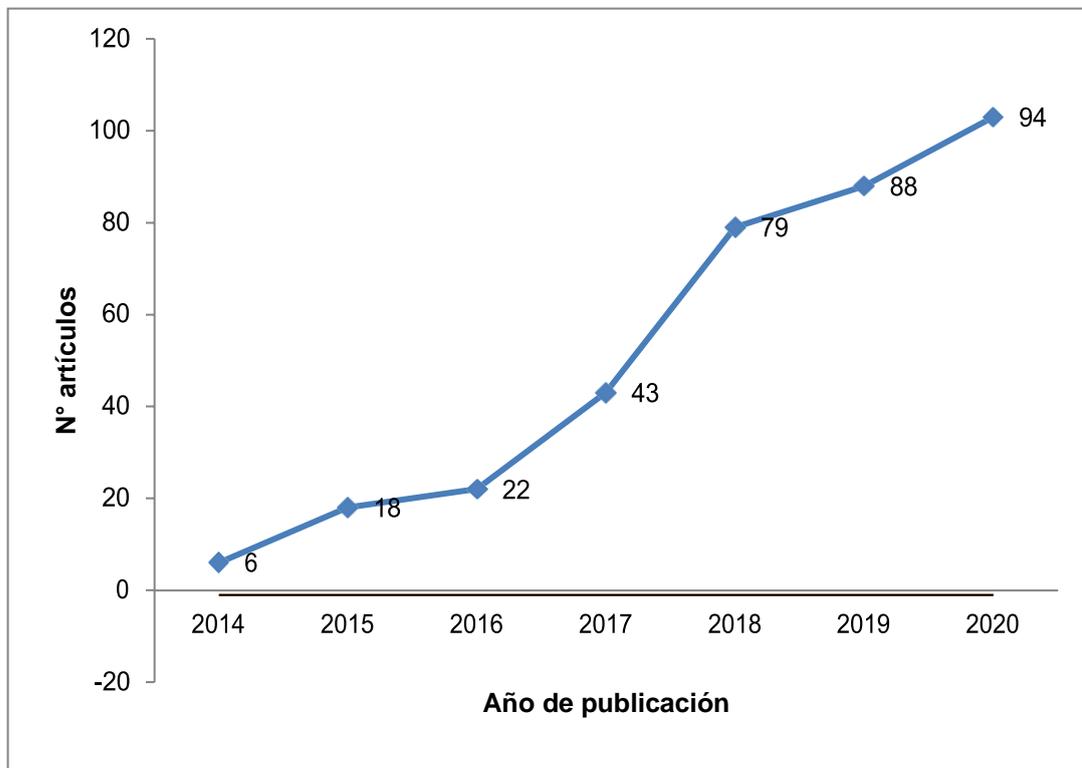


Figura N° 2 Artículos de bases de datos utilizando las palabras claves.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la figura N°2, se observa que en los últimos años, hay un incremento de investigaciones, debido al alto grado de contaminación detectados en los diferentes ecosistemas marinos (Eriksen et al., 2014), lo cual también ha sido reportado por la presencia de microplásticos en algunas especies (Rojo y Montoto, 2017), lo cual justifica el incremento en el números de investigaciones encontradas (Germanoy et al., 2014), tema que preocupa a la comunidad científica (Col et al., 2015; Hall et al., 2015; Rocha-Santos y Duarte, 2015).

Así mismo, la evaluación basada en el tipo de especie afectada, reportada en los artículos de la búsqueda primaria se muestra en la Figura N° 3.

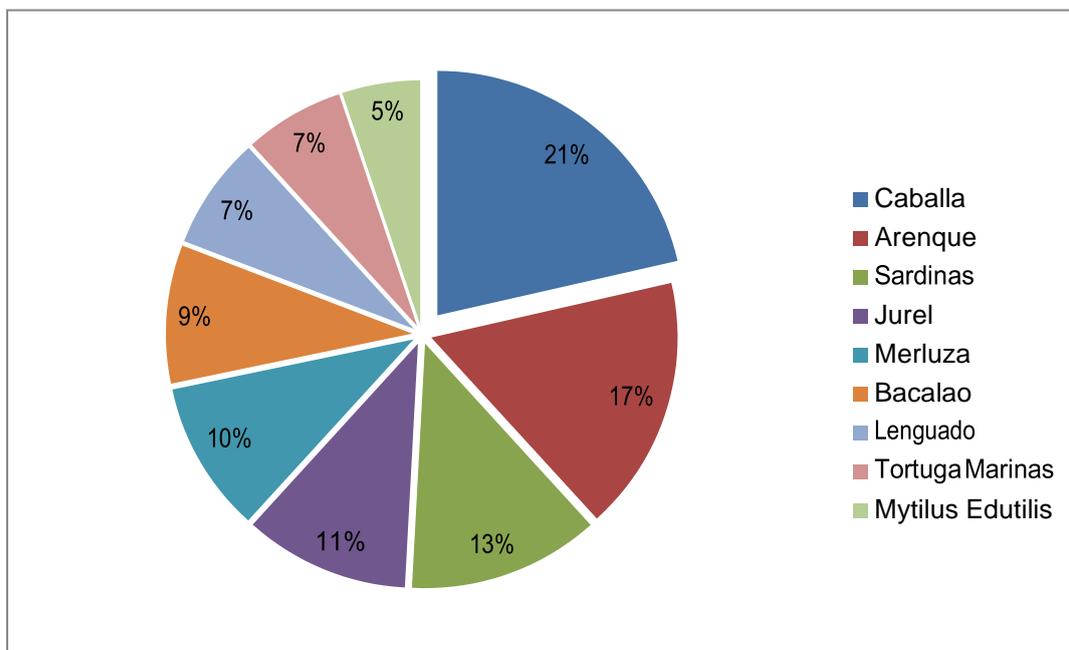


Figura N° 3 Artículos sobre especies marinas en base de datos

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la figura N° 3, se observa que las especies más afectadas, que han sido reportadas en los artículos recopilados en la búsqueda primaria corresponden a la Caballa (Rochman et él., 2015), debido a que posiblemente esta especie se ubique en áreas en donde existen alto grado de contaminación (Avio y Col 2016; Carr et al., 2016), lo cual genera una preocupación constante en la comunidad científica por la detección de

microplásticos en especies marinas en diversas partes del mundo (Col et al., 2015; Hall et al., 2015; Rocha-Santos y Duarte, 2015). Otro factor, es el hecho que la caballa al ser una especie costera es atraída por aguas que tengan una temperatura entre los 19 °C a 30°C (Ory et al, 2017), siendo así que, al tener más cercanía a las zonas urbanas e industriales se ven más afectadas por la contaminación indiscriminada de microplásticos (Auta, Emenike y Fauziah., 2017).

Considerando los 350 artículos seleccionados para la presente revisión sistemática se evaluó el tipo de polímero reportado con mayor frecuencia en las especies marinas, resultados que se muestran en la Figura N° 4.

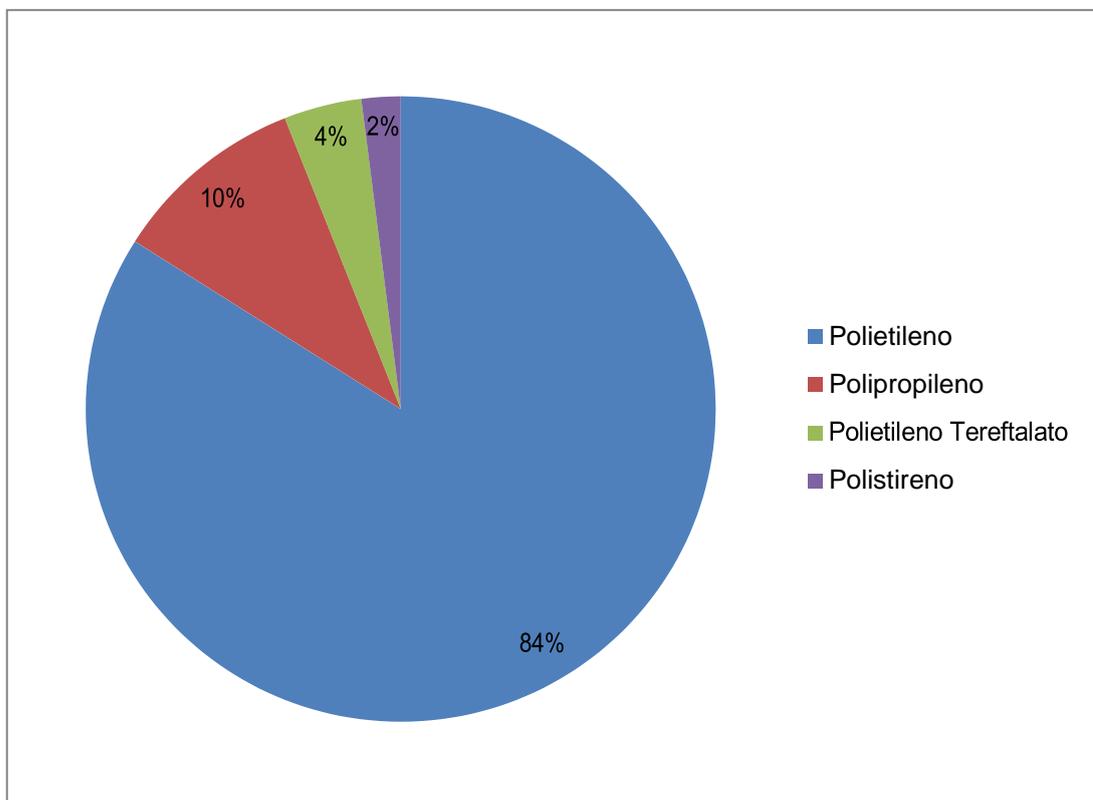


Figura N° 4 Polímeros consumidos por especies marinas

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la figura N° 4, se observa que los polímeros más consumidos por las especies marinas son polietileno y polipropileno (PlasticsEurope, 2017), posiblemente debido a que estos polímeros son los más utilizados y finalmente van a parar a los cuerpos de agua marina (Ivar

y Sul y Costa 2014) producidos en su mayoría por la actividad industrial (Guven et al., 2017).

A continuación, se presentan los 21 artículos seleccionados en nuestro estudio de investigación.

Tabla N° 3 Artículos en base a la Identificación de especies marinas con presencia de microplásticos.

Identificación de especies marinas con presencia de microplásticos												
N°	Artículo	nombre común	nombre científico	Número de muestra	Porcentaje de especies ingeridas por muestra	Identificación	Longitud en cm rango (k-g)	peso (g)	Lugar (País)	color	Polímero	Referencia
1	Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast.	Merluza	(<i>Scomber merluccius</i>)	7-2	29	FTIR	85-728	344	Portugal	rojo, azul y blanco	PE Y PP	Neves et al (2015)
									océano	rojo, azul		Ogono
2	Ingested microplastic is not correlated to HOC concentrations in Baltic Sea Herring.	Arenque	(<i>s. gracilis</i>)	10-4	40	Microscopico	80-300	250	atlántico	y blanco opaco	PP	wski et al (2017)
3	Microplastic and mesoplastic contamination in farmed sardines and sprats.	Sardinias de escamas	(<i>sardina pilchardus</i>)	21-6	29	Microscopico	40-101	77	Indonesia	rojo, azul y amarillo	PE Y PP	Karami et al (2018)
									mar del	blanco,		Rumm
4	Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea.	Caballa	(<i>Scomber scombrus</i>)	51-9	17.7	Microscopico	141-236	191	norte y báltico	rojo y azul	PE	el et al (2015)
5	Microplastic ingestion ubiquitous in marine turtles.	Tortuga	(<i>turtles</i>)	100-100	100	Microscópico	40-60	40	Mediterráneo	rojo, azul y negro	PE	Duncan et al (2018)
	Microplastic ingestion by herring					Microscópico			costa	rojo, azul		Bermu
6	Opisthonema sp., in the pacific coast of	Costa Rica.				Arenque	(<i>s. gracilis</i>)	30-30		100		

o

80-300

250

rica

y blanco opaco

P

E
e
z
e
t
a
l
(
2
0
1
9
)

7	Microplastic fiber uptake, ingestion, and egestion rates in the blue mussel (<i>Mytilus edulis</i>).	Mejillón	(<i>Mytilus edulis</i>)	11202-19	0.16	FTIR	2-7	5.6	Estados Unidos	rojo y azul	PE Y PP	Woods et al (2018)
	Low plastic ingestion rate in Atlantic Cod								Canadá	blanco		Libeiro
8	(<i>Gadus morhua</i>) from Newfoundland destined for human consumption collected through citizen science methods.	Bacalao	(<i>gadus morhua</i>)	205-5	2.4	Microscópico	40-45k	40	á	opaco y verde	PE	n et al (2016)
9	Low prevalence of microplastic contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean.	Caballa	(s. <i>japonicas</i>)	30-1	3.3	FTIR	141-236	190	Perú	blanco, rojo y azul	PE	Ory et al (2018)
10	Selective Ingestion and Egestion of plastic Particles by the Mussel (<i>Mytilus edulis</i>) and Eastern Oyster (<i>Crassostrea virginica</i>): Implications for Using Bivalves as Biondi.	Mejillón	(<i>Mytilus edulis</i>)	12005-5	0.04	FTIR	2-7	5.6	Estados Unidos	rojo y azul	PE	Ward et al (2019)
11	Trophic level transfer of microplastic: <i>Mytilus edulis</i> (L) to <i>Carcinus maenas</i> (L).	Mejillón	(<i>Mytilus edulis</i>)	15033-7	0.04	FTIR	2-7	5.6	Estados Unidos	rojo y azul	PE	Farrel y Nelson (2013)
12	Occurrence and amount of microplastic ingested by fishes in watersheds of the Gulf of Mexico.	Caballa	(<i>Scomber scombrus</i>)	30-10	33	FTIR	141-236	190	México	blanco, rojo y azul	PE	Phillips y Bonner (2015)
13	Abundance and characteristics of microplastics in commercial marine fish from Malaysia.	Corvina	(<i>j. Belanger eii</i>)	30-15	50	FTIR	90-400	350	Mar del Norte y Báltico	rojo, azul y blanco opaco	PE	Karbalaie et al (2019)

14	Microplastics in commercial bivalves from china.	Mejillón	(<i>Mytilus edulis</i>)	11202-10	0.08	FTIR	2-8	5.6	Estados Unidos	rojo y azul	PE	Li et al (2015)
----	--	----------	---------------------------	----------	------	------	-----	-----	----------------	-------------	----	-----------------

15	Double trouble in the South Pacific subtropical gyre: Increased plastic ingestion by fish in the oceanic accumulation Zone.	Merluza	(<i>Merluccius merluccius</i>)	31-1	3.2	FTIR	85-728	206.7	Pacifico del Sur	rojo, azul y blanco opaco	PE Y PP	Markic et al (2018)
16	Microplastic in coastal areas and seafood; implications for food safety.	Sardinas de escamas	(<i>Sardina Pilchardus</i>)	7-4	57	Microscópico	40-101	77	México	rojo, azul y amarillo	PE	Hantoro et al (2019)
	The uptake of macroplastic y microplastic								Océano	negro,		Murphy et al (2017)
17	by demersal y pelagic fish in the Northeast Atlantic around Scotland.	Jurel	(<i>trachurus trachurus</i>)	44-3	7	FTIR	85-720	90	Océano Atlántico	azul y blanco	PE Y PP	Brate et al (2017)
	Mytilus spp. As sentinels for monitoring								Mar			Brate et al (2015)
18	microplastic pollution in Norwegian coastal waters.	Mejillón	(<i>Mytilus edulis</i>)	11205-15	0.13	Microscópico	2-6	5.6	Mediterráneo	rojo y azul	PE	Güven et al (2017)
	Microplastic litter composition of the	Sardinas								rojo, azul		Güven et al (2017)
19	Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the Gastrointestinal tract of fish.	de Escamas	(<i>sardina pilchardus</i>)	7-4	57	Microscópico	40-101	77	Mediterráneo	y amarillo	PE	Autmenik et al (2017)
	Distribution and importance of								Océano	rojo, azul		Autmenik et al (2017)
20	microplastics in the marine environment A review of the sources, fate, effects and potential solutions.	Arenque	(<i>S.gracilis</i>)	8-4	40	Microscópico	80-300	250	Océano Atlántico	y blanco opaco	PE	Fauziah (2017)
21	Details of plastic ingestion and fibre contamination in North Sea fishes.	Caballa	(<i>Scomber scombrus</i>)	131-2	53.2	FTIR	141-236	183.1	Mar del Norte y Báltico	blanco, rojo y azul	PE	Kuhn et al (2019)

A continuación, se presentan los resultados en base a nuestro primer objetivo demostrado en la tabla N° 4

Tabla N° 4 Niveles altos de las especies marinas con microplásticos.

Especies Marinas	Peso promedio por especie		Longitud en cm de la especie (rango)	Me = N° de muestras por especie	Promedio total de partículas / Me	Total de partículas	color	Tipo de Polímero	Porcentaje de especies ingestoras en muestra (%)
	kg	g							
Caballa	-	190	29(27-32)	13-4	0.46	1.84	blanco, rojo y azul	PE y PP	31
Tortugas Marinas	40	-	70(60-130)	100-100	8.11	811	rojo, azul y negro	PE y PP	100
Sardinias de Escamas	-	77	18(15-21)	7-2	0.29	0.58	rojo, azul y amarillo	PE y PP	29
Corbina Belamger	1	-	30(25-130)	30-15	0.5	15	rojo, azul, y blanco opaco	PE y PP	50
Arenque	-	250	22(20-25)	30-30	36.7	1101	rojo, azul y blanco opaco	PE y PP	100
Bacalao	40	-	200(120-250)	205-5	0.00143	0.00715	blanco opaco y verde	PE y PP	2.4
Jurel	1	-	25(16-30)	44-3	0.13	5.72	negro, azul y blanco	PE y PP	7
Merluza Europea	-	344	34(23-46)	7-2	0.29	0.58	rojo, azul y blanco	PE y PP	29
Mitylus edulys	-	5.6	4(4-8)	11202-19	0.0016	0.0288	rojo y azul	PE y PP	0.16

Fuente: Elaboración propia.

PE: Polietileno – PP: Polipropileno

Con respecto a la tabla N°3, se observa que la especie con mayor nivel de microplásticos reportados es el arenque (Bermúdez et al., 2019), debido a que posiblemente esta especie se ubica usualmente en áreas costeñas, donde existen una alta concentración de microplásticos (Jiménez et al., 2019). Otro factor, es que la especie Arenque se alimenta de organismos como plancton el cual contiene microplásticos, originando así que la ingesta de partículas se incremente (Jiménez et al., 2019); este fenómeno podría explicar los altos niveles de microplásticos detectados en el Arenque. Otra causa que podría influir es la cercanía de esta especie con las costas y que se relaciona por el consumo de microplásticos en dichas zonas formando así parte de la cadena trófica alimentaria (McNeish et al., 2018); por lo cual, el arenque confunde el tipo de color de la partícula de microplásticos al de su alimento (Bermúdez et al., 2019). Debido a esto, se realizaron estudios en otros países como en Japón con (77%), Chile (islas de Pascua) (80%) y en California Estados Unidos (35%) (Law y Thompson, 2014) sin embargo en los países como Colombia, Perú y Panamá no se pudieron detectar microplásticos (Ory., et al 2018; Tanaka y Takada, 2016) debido a que las corrientes marinas son un factor importante que transportan los microplásticos hacia América Central y América del Norte (Law, 2018) por lo cual, se ha evidenciado que el crecimiento de la población es un factor que permite abastecer de plásticos a los océanos (Jiménez et al., 2019) las cuales se convierten en una fuente de contaminación perjudicial para las especies (Law, 2018); es por esto que, los microplásticos ingresan por medio de las actividades terrestres (Hauta, Emenike y Fauziah, 2017), y debido al alto grado de contaminación de microplásticos se monitorean de forma continua la actividad y el estado del Arenque (Moore et al., 2016).

A continuación, se presentan los resultados en base a nuestro segundo objetivo demostrado en la tabla N° 5

Tabla N° 5 Órganos de la especie marina afectada por los microplásticos

N°	Especies marinas	Órganos afectados por microplásticos	Efecto
1	Sardinias de Escamas	Hígado, Bronquios, tracto gastrointestinal, estomago	Reducción en su crecimiento, lesiones hepáticas, bloqueo intestinal.
2	Tortugas Marinas	Tracto gastrointestinal, tracto digestivo, tripas y su Hígado.	Lesiones hepáticas, reducción en su crecimiento
3	Caballa	Hígado, Bronquios, cerebro y sistema circulatorio.	Estrés emocional, bloqueo intestinal
4	Corvina Belanger	Bronquios, Hígado y su sistema digestivo.	Reducción en su crecimiento.
5	Arenque	Estómago, Tracto gastrointestinal.	Abrasión intestinal, lesiones estomacales.
6	Jurel	Intestino, Estomago y su Bronquios.	Afectación intestinal, lesiones de bronquios.
7	Merluza	Estómago, Intestino y su Hígado y su sistema circulatorio.	Lesiones hepáticas, perforación del tracto
8	Bacalao	Tracto Gastrointestinal y su Estómago.	Estrés emocional.
9	Mytilus edulis	Estómago.	Abrasión estomacal.

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la tabla N°4 se observa que los órganos más afectados de las especies marinas mediante el proceso de análisis en el laboratorio son: Hígado, Bronquios, Tracto Digestivo, Tracto Gastrointestinal, Estomago y su Sistema Circulatorio (Karimí et al., 2017) (Neves et al., 2015) (Browne et al., 2018) debido a que posiblemente sean los órganos más sensibles así como el hecho de ubicar a estas especies en las costas marinas (Hidalgo- Ruz et al.,2012), donde la actividad humana es un factor importante de contaminación (Auta, Emenike y Fauziah., 2017) y su acumulación de

microplásticos es en base al tiempo de exposición y tamaño (Wright et al., 2013). Siendo así se detectó una gran cantidad de microplásticos en el Tracto Gastrointestinal y Digestivo ya que es la vía principal de alimentación de todas las especies marinas (Carvalho y Souza, 2016) (Karbalaei, 2019) esto podría deberse a la transferencia trófica de especies más pequeñas que son presas de otras especies (Farrel y Nelson, 2013). Asimismo, se examinaron 5 especies pelágicas, donde el órgano del Tracto Gastrointestinal fue el que obtuvo mayor porcentaje de acumulación de 36.5%, debido que es una vía principal de ingestión de los alimentos (Lusher et al., 2013). Otro factor es que las especies que se alimentan de microplásticos ingieren más partículas antropogénica de baja densidad, como polietileno y polipropileno (Hidalgo-Ruz et al., 2012) es por eso que las especies más afectadas es la caballa ya que son peces comerciales y están más contaminadas con microplásticos en su órgano Tracto Gastrointestinal, Tracto Digestivo, Branquias, Hígado y Musculo, conteniendo en sus órganos grandes cantidades de microplásticos (Karbalaei, 2019) por lo cual el consumo de microplásticos puede ocasionar grandes efectos muy severos en las especies como dificultad de movilidad, obstrucción en Tracto Digestivo, estrés Hepático, disminución en el crecimiento, abrasión estomacal y perforación del Tracto Digestivo (Setala et al., 2016).

Por lo consiguiente, la presente evaluación es basada en el tipo de rutas de ingreso de los plásticos y microplásticos, demostrada en la figura 5.

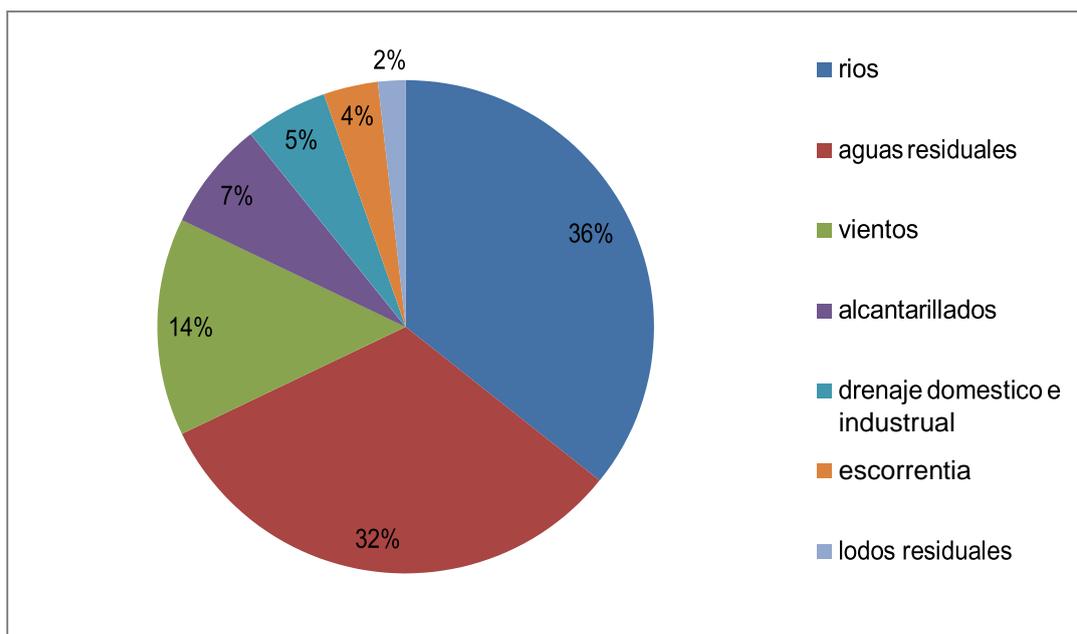


Figura N° 5 Rutas de microplásticos en el entorno marino.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la tabla N°5, se observa que las principales rutas de entrada de los microplásticos hacia el medio marino son: Ríos, Aguas Residuales y los Vientos (Auta, Emenike y Fauziach, 2017), esto es debido a la informalidad que existen en las empresas de todo el mundo las cuales arrojan sus desechos de forma indiscriminada a las rutas de contaminación ya mencionadas (Cole et al., 2014). Es por ello que los microplásticos que ingresan se encuentran en todo el océano del mundo como en las costas marinas, sedimentos en el fondo marino y playas (Balaguer et al., 2015). Asimismo, cabe recalcar que el tamaño de los microplásticos son de 5 mm es por eso que su baja densidad facilita el transporte y distribución a través de corrientes de aguas marinas (Erikson et al., 2015), lo cual se ha evidenciado que los Ríos son una vía bastante amplia donde se puede abarcar gran cantidad de microplásticos como el polietileno y el polipropileno debido a que son de baja densidad (Avio y col, 2016; Carr et al., 2016) Asimismo otra vía muy importante son las Aguas Residuales debido que al finalizar su tratamiento son liberadas a los Ríos aledaños como ejemplo el río de Clyde en Glasgow que libera un total de 65 millones de partículas de microplásticas diariamente (Gouin et al., 2011)

por lo cual justifica que el incremento de la población es un factor muy importante, es por esto, que en Estados Unidos durante el año emite una cantidad muy elevada de 263 toneladas de polietileno, debido a que este polímero es de uso personal (Auta, Emenike y Fauziah, 2017)

Ubicación de cada especie marina y el nivel de afectación en porcentaje, mostrada en la figura 6.

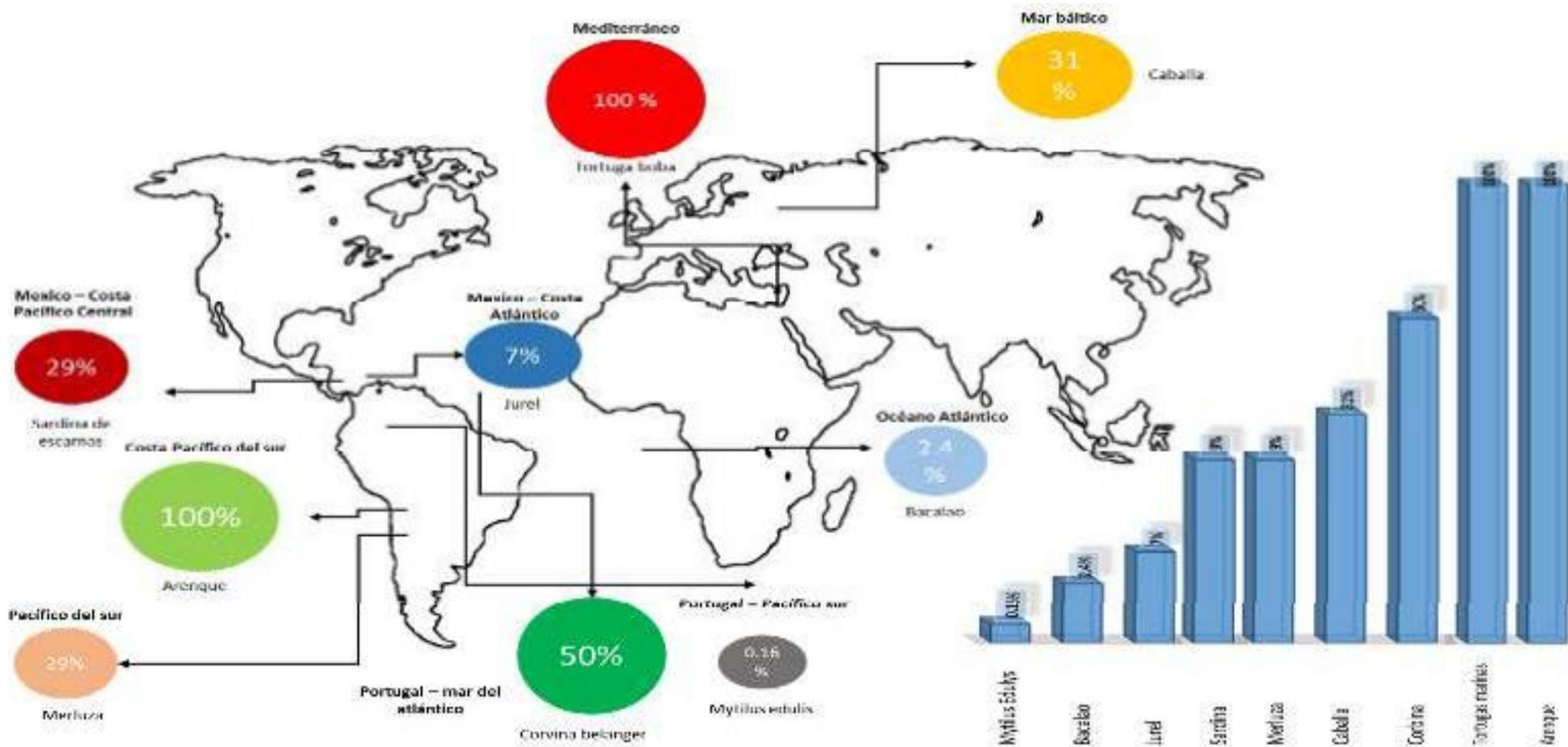


Figura N° 6 Mapa de ingestión de microplásticos en cada especie marina

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la figura N°6, se observa que el mapa de porcentaje de riesgos nos permite identificar los puntos más críticos de ingestión por especie (Schuyler et al., 2015), de acuerdo a ello, se observa que las especies que tienen mayor porcentaje de ingestión y afectación son la tortuga y el Arenque (Bermúdez et al., 2019), debido a que estas especies se ubican en áreas marinas costeras de América Central y Europa (Jiménez et al., 2019). Debido a esto se evidencia que el mayor porcentaje de ingestión de microplásticos es del 100% para ambas especies (Hastuti et al., 2019). En este sentido, se han identificado diferentes factores como el viento, las mareas y las corrientes oceánicas como agentes que contribuyen a la dispersión de plásticos y su entrada al medio marino (PlasticEurope, 2016). Del trabajo que se ha realizado, se puede afirmar que muchos del macro y microplásticos se han centrado en zonas marinas costeras, debido principalmente a la presencia cercana de las fuentes de alimentación de estos residuos (PlasticsEurope, 2016).

V. CONCLUSIONES

Las especies identificadas como las más afectadas por microplásticos son el arenque, las tortugas marinas, corvina Belanger, la caballa, jurel, sardinas de escamas, Merluza europea, Mitylus Edulis y el Bacalao, siendo la especie más afectada el arenque, que alcanza niveles del 100% de afectación con valores de 36.7 partículas/individuo.

Los órganos más afectados son el hígado, bronquios, tracto gastrointestinal, el tracto digestivo, tripas, estomago, intestino y su sistema circulatorio, de los cuales, se identificó que el denominador común del órgano más afectado de las especies estudiadas es el tracto gastrointestinal en donde se pudo evidenciar que el tipo de polímero de ingestión predominante es el polietileno y polipropileno.

Las principales rutas de entrada de los plásticos y microplásticos hacia las costas marinas son los Ríos, sistemas de drenajes Industriales y Domésticos, Aguas Residuales, Alcantarillados, Escorrentía, Vientos y Lodos Residuales, de los cuales, el 36% de los artículos de investigación afirman que la ruta de entrada preponderante son los ríos.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar campañas de concientización sobre los peligros de la indiscriminada liberación de los materiales plásticos al ambiente.

Para investigaciones futuras se recomienda tener en cuenta las diferentes condiciones climáticas, con el objetivo de definir la ingestión de micropásticos en peces pelágicas.

También tener una metodología similar o adaptada a su realidad, para poder hacer las comparaciones respectivas de los efectos de los microplásticos en las especies marinas, como también tener un mínimo de 50-60 muestras de una sola especie para tener una parte representativa de su población.

Hacer varios monitoreos de estas especies marina durante el año y en diferentes lugares para comparar el porcentaje de ingestión.

Y, por último, realizar talleres y/o charlas informativas referentes al tema, y de esta forma sumar más investigaciones para así ir obteniendo un análisis más certero referente a los microplásticos y sus efectos en las especies marinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AUTA, H, EMENIKE, C, FAUZIAH, S. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environmental International* [en línea]. Diciembre 2016-marzo 2017. [Fecha de consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Distribution+and+importance+of+microplastics+in+the+marine+environment%3A+A+review+of+the+sources%2C+fate%2C+effects%2C+and+potential+solutions&btnG.

ISSN: 0160-4120

BERMÚDEZ, Luis [et al]. Microplastic ingestion by herring *Opisthonema* sp., in the pacific coast of Costa Rica. *ResearGate* [en línea]. Junio 2019. [Fecha de consulta: 14 de mayo 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/333772459_Microplastic_ingestion_by_a_herring_Opisthonema_sp_in_the_Pacific_coast_of_Costa_Rica

ISSN: 670-679

BRATE, Inger [et al]. *Mytilus* spp. As sentinels for monitoring microplastic pollution in Norwegian coastal waters. *Environmental pollution* [en línea]. Agosto 2018. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/search?qs=Mytilus%20spp.%20As%20sentinels%20for%20monitoring%20microplastic%20pollution%20in%20Norwegian%20coastal%20waters>.

ISSN: 0269-7491

DAN, T, (2019). Más plástico en los océanos. *Infobae* [en línea]. Diciembre 2019. [Fecha de consulta: 22 de mayo 2020]. Disponible en <https://www.infobae.com/tendencias/2019/12/22/microplasticos-cientificos-observan-que-son-millones-de-veces-mas-abundantes-en-el-oceano-de-lo-que-se-pensaba/>.

ISSN: 41467-03465

DE-LA-TORRE, Gabriel [et al]. Microplastic Abundance in three commercial fish from the coast of Lima, Peru. *Brazilian Journal of Natural Sciences* [en línea]. Setiembre 2019. [Fecha de consulta de: 03 de junio 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/search/publication?q=Microplastic%20abundance%20in%20three%20commercial%20fish%20from%20the%20coast%20of%20Lima%2C%20Peru>.

ISSN: 2595-0584

DUNCAN, Emely [et al]. Microplastic ingestion ubiquitous in marine turtles. *Global Change Biology* [en línea]. Octubre 2018. [Fecha de consulta: 14 de mayo 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/329417635_Microplastic_ingestion_ubiquitous_in_marine_turtles

ISSN: 145-190

DAWSON, Amanda [et al]. Turning microplastics into nanoplastics through digestive fragmentation by Antarctic Krill. *Nature Communications* [en línea]. Noviembre 2017- marzo 2018. [Fecha de consulta: 9 de mayo 2020]. Disponible en https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Turning+microplastics+into+nanoplastics+through+digestive+fragmentation+by+Antarctic+krill&btnG=.

ISSN: 145-190

Eriksen, Roberth [et al]. Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. *Ecologistas en Acción* [en línea]. Enero 2017. [Fecha de consulta: 21 de mayo 2020]. Disponible en <https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>.

FARREL, Paul, NELSON, Kathryn [et al]. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L) to *Carcinus maenas* (L). *Environmental*

pollution [en línea]. Junio 2013. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. Disponible en

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Trophic+level+transfer+of+microplastic%3A+Mytilis+edulis+%28L%29+to+Carcinus+maenas+%28L%29.&btnG=

ISSN: 0269-7491

FAO, 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture. Fisheries and Aquaculture Technical. P. 8. Disponible en <http://www.fao.org/3/ca3540es/ca3540es.pdf>

FERNÁNDEZ, César y ANASTASOPOULOU, Aikaterini. Plastic ingestion by blue shark *Prionace glauca* in the South Pacific Ocean (south of the Peruvian Sea). *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. Febrero 2020. [Fecha de consulta: 01 de junio 2020]. Disponible en

[http://web.b.ebscohost.com/ehost/results?vid=4&sid=c5ee403b-7a10-4699-b04c-dee6d4285e0e%40pdc-vsessmgr04&bquery=Plastic+ingestion+by+blue+shark+Prionace+glauca+in+the+South+Pacific+Ocean+\(south+of+the+Peruvian+Sea\)&bdata=JmRiPWE5aCZkYj1hZnQmZGI9YnRoJmRiPWNtcyZkYj1paWgmZGI9ZTAwMHh3dyZkYj1ubGViaYzYj1ldWUmZGI9ZW9haCZkYj1IZ3MmZGI9ZW50JmRiPVVpaCZkYj1lcmliJmRiPWZ1YSZkYj04Z2gmZGI9aGpoJmRiPWxpciZkYj1saWgmZGI9Y21lZG0mZGI9bmZoJmRiPW5zbSZkYj1kZHUUmZGI9YndoJmRiPWI5aCZkYj1zaWgmZGI9dGV0JmRiPXNlciZkYj13cHlmZGxpMD1OTCZkbHYwPVkmZGxkMD1ubGViaYzYsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzZWZyY2hNb2RlPVN0YW5kYXJkbnNpdGU9ZW9hvc3QtbGI2ZQ%3d%3d](http://web.b.ebscohost.com/ehost/results?vid=4&sid=c5ee403b-7a10-4699-b04c-dee6d4285e0e%40pdc-vsessmgr04&bquery=Plastic+ingestion+by+blue+shark+Prionace+glauca+in+the+South+Pacific+Ocean+(south+of+the+Peruvian+Sea)&bdata=JmRiPWE5aCZkYj1hZnQmZGI9YnRoJmRiPWNtcyZkYj1paWgmZGI9ZTAwMHh3dyZkYj1ubGViaYzYj1ldWUmZGI9ZW9haCZkYj1IZ3MmZGI9ZW50JmRiPVVpaCZkYj1lcmliJmRiPWZ1YSZkYj04Z2gmZGI9aGpoJmRiPWxpciZkYj1saWgmZGI9Y21lZG0mZGI9bmZoJmRiPW5zbSZkYj1kZHUUmZGI9YndoJmRiPWI5aCZkYj1zaWgmZGI9dGV0JmRiPXNlciZkYj13cHlmZGxpMD1OTCZkbHYwPVkmZGxkMD1ubGViaYzYsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzZWZyY2hNb2RlPVN0YW5kYXJkbnNpdGU9ZW9hvc3QtbGI2ZQ%3d%3d)

ISSN: 0025-326

GESAMP, 2015. Mar de plástico. Grupo de expertos en la polución marina – GESAMP, Argentina. Disponible en https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDEP27_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

GUVEN, Olgac [et al]. Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution* [en línea]. Noviembre 2016-enero 2017. [Fecha de consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/312671197_Microplastic_litter_composition_of_the_Turkish_territorial_waters_of_the_Mediterranean_Sea_and_its_occurrence_in_the_gastrointestinal_tract_of_fish

ISSN: 0269-7491

HANTORO, Inneke [et al]. Microplastics in coastal áreas and seafood: Implications for food safety. *Food Additives y Contaminants* [en línea]. Diciembre 2018-abril 2019, n°5. [Fecha de consulta: 14 de mayo 2020]. Disponible en [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Microplastics+in+coastal+areas+and+seafood%3A+implications+for+food+safety&btnG=.](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Microplastics+in+coastal+areas+and+seafood%3A+implications+for+food+safety&btnG=)

ISSN: 1944-0049

HERRERA, A [et al]. Microplastic by Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the Canary Islands coast. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. Diciembre 2018. [Consultado 03 de mayo 2020]. Disponible en [https://www.sciencedirect.com/search?qs=Microplastic%20ingestion%20by%20Atlantic%20chub%20mackerel%20%28Scomber%20colias%29%20in%20the%20Canary%20Islands%20coast&articleTypes=FLA.](https://www.sciencedirect.com/search?qs=Microplastic%20ingestion%20by%20Atlantic%20chub%20mackerel%20%28Scomber%20colias%29%20in%20the%20Canary%20Islands%20coast&articleTypes=FLA)

ISSN: 0025-326

KARAMI, Ali [et al]. Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats. *Science of the Total Environment* [en línea]. Junio 2017-enero 2018. [Fecha de consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/319713950_Microplastic_and_mesoplastic_contamination_in_canned_sardines_and_sprats

ISSN: 0048-9697

KARBALAEI, Samaneh [et al]. Abundance and characteristics of microplastics in commercial marine fish from Malaysia. *Marina Pollution Bulletin* [en línea]. Mayo-Julio 2019. [Fecha de consulta: 11 de mayo 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/334769683_Abundance_and_characteristics_of_microplastics_in_commercial_marine_fish_from_Malaysia/link/5ed66776299bf1c67d33193c/download
ISSN: 0025-326

KUHN, Susanne [et al]. Details of plastic ingestion and fibre contamination in North Sea fishes. *Environmental pollution* [en línea]. Noviembre 2019. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/search?q=Details%20of%20plastic%20ingestion%20and%20fibre%20contamination%20in%20North%20Sea%20fishes>
ISSN: 0269-7491

LIBOIRON, Max [et al]. Low plastic ingestion rate in Atlantic Cod (*Gadus morhua*) from Newfoundland destined for human consumption collected through citizen science methods. *Memorial University of Newfoundland* [en línea]. Octubre 2016. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/309328121_Low_plastic_ingestion_rate_in_Atlantic_cod_Gadus_morhua_from_Newfoundland_destined_for_human_consumption_collected_through_citizen_science_methods
ISSN: 1039-0041

LI, Jiana [et al]. Microplastics in commercial bivalves from china. *Environmental Pollution* [en línea]. Abril-Setiembre 2015. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. Disponible en [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Microplastics+in+commercial+bivalves+from+China&btnG=.](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Microplastics+in+commercial+bivalves+from+China&btnG=)
ISSN: 0269-7491

MARKIC, Ana [et al]. Double trouble in the South Pacific subtropical gyre: Increased plastic ingestion by fish in the oceanic accumulation zone. *Marina Pollution Bulletin* [en línea]. Junio-Setiembre 2018. [Fecha de consulta: 14 de mayo 2020]. Disponible en

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Double+trouble+in+the+South+Pacific+subtropical+gyre%3A+Increased+plastic+ingestion+by+fish+in+the+oceanic+accumulation+zone&btnG=.

ISSN: 0025-326

MURPHY, Fionn [et al]. The uptake of macroplastic y microplastic by demersal y pelagic fish in the Northeast Atlantic around Scotland. *Marina Pollution Bulletin* [en línea]. Febrero-junio 2017. [Fecha de consulta: 14 de mayo 2020]. Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/318322111_The_uptake_of_macroplastic_microplastic_by_demersal_pelagic_fish_in_the_Northeast_Atlantic_around_Scotland

ISSN: 0025-326

NEVES, Diogo [et al]. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marina Pollution Bulletin* [en línea]. Mayo-noviembre 2015. [Fecha de consulta: 11 de mayo 2020]. Disponible en

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Ingestion+of+microplastics+by+commercial+fish+off+the+Portuguese+coast&btnG=.

ISSN: 0025-326

OGONOWSKI, M. Ingested microplastic is not correlated to HOC concentrations in Baltic Sea herring. *International Conference on Environmental Science and Tecgnology*. [en línea]. Agosto-Setiembre 2017. [Fecha de consulta: 13 de mayo 2020]. Disponible en

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Ingested+microplastic+is+not+correlated+to+HOC+concentrations+in+Baltic+Sea+herring&btnG=.

ISSN: 0007-1004

ORY, Nicolas [et al]. Low prevalence of microplastic contamination in planktivorous fish species from the Pacific Ocean. *Marina Pollution Bulletin* [en línea]. Noviembre-diciembre 2018. [Fecha de consulta: 12 de mayo

2020]. Disponible en

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Low+prevalence+of+microplastic+contamination+in+planktivorous+fish+species+from+the+southeast+Pacific+Ocean&btnG=.

ISSN: 0025-326

PLASTIC Europe, 2018. Plásticos, principal componente de las basuras marinas, España, p.14-18. Disponible en <https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>.

PEREZ, Diego [et al]. Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. Febrero 2020. [Fecha de consulta: 02 de junio 2020]. Disponible en <http://web.b.ebscohost.com/ehost/results?vid=1&sid=c5ee403b-7a10-4699-b04c-dee6d4285e0e%40pdc-v-sessmgr04&bquery=Monitoring+the+occurrence+of+microplastic+ingestion+in+Otariids+along+the+Peruvian+and+Chilean+coasts&bdata=JmRiPWE5aCZkYj1hZnQmZGI9YnRoJmRiPWNtcyZkYj1paWgmZGI9ZTAwMHh3dyZkYj1ubGViaYzYj1ldWUmZGI9ZW9haCZkYj1lZ3MmZGI9ZW50JmRiPWWpaCZkYj1lcmliJmRiPWZ1YSZkYj04Z2gmZGI9aGpoJmRiPWxpciZkYj1saWgmZGI9Y21lZG0mZGI9bmZoJmRiPW5zbSZkYj1kZHUUmZGI9YndoJmRiPWI5aCZkYj1zaWgmZGI9dGV0JmRiPXNlciZkYj13cHlmZGxpMD1OTCZkbHYwPVkmZGxkMD1ubGViaYzYsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzZWVY2hNb2RIPVN0YW5kYXJkbnNpdGU9ZWVhvc3QtbGI2ZQ%3d%3d>

ISSN: 0025-326

PHILLIPS, Melissa, BONNER, Timothy [et al]. Occurrence and amount of microplastic ingested by fishes in watersheds of the Gulf of Mexico. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. Setiembre 2015. [Fecha de consulta: 14 de mayo 2020]. Disponible en <https://www.researchgate.net/search?context=publicSearchHeader&q=Occurrence+and+amount+of+microplastic+ingested+by+fishes+in+watersheds+of+the+Gulf+of+Mexico>.

ISSN: 0025-326

RUMMEL, Christoph [et al]. Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. Octubre-noviembre 2015. [Fecha de consulta: 8 de mayo 2020]. Disponible en

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Plastic+ingestion+by+pelagic+and+demersal+fish+from+the+North+Sea+and+Baltic+Sea&btnG=.

INSS: 0025-326

WARD, Evan [et al]. Selective Ingestion and Egestion of plastic particles by the Blue Mussel (*Mytilus edulis*) and Eastern Oyster (*Crassostrea virginica*): Implications for Using Bivalves as Biodicators of Microplastic Pollution.

Environmental Science y Technology [en línea]. Abril-Julio 2019. [Fecha de consulta: 11 de mayo 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/334477009_Selective_Ingestion_and_Egestion_of_Plastic_Particles_by_the_Blue_Mussel_Mytilus_edulis_and_Eastern_Oyster_Crassostrea_virginica_Implications_for_Using_Bivalves_as_Bioindicators_of_Microplastic_Pollut.

ISNN: 3344-7700

WOODS, Medelyn [et al]. Microplastic fiber uptake, ingestion, and egestion rates in the blue mussel (*Mytilus edulis*). *Marina Pollution Bulletin* [en línea]. Julio-octubre 2018. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2020]. Disponible en https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Microplastic+fiber+uptake%2C+ingestion%2C+and+egestion+rates+in+the+blue+mussel+%28Mytilus+edulis%29&btnG=.

ISNN: 0025- 326