



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Evaluación de la presencia de microplásticos en bivalvos marinos
“

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Baltazar Flores, Domingo Cristobal (ORCID:0000-0002-0763-8707)

Reyes Rufino, Yeyson (ORCID:0000-0002-9343-1891)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzón José Alfredo (ORCID:0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

TRUJILLO-PERÚ

2021

Dedicatoria

Primeramente, este proyecto de tesis dedicamos especialmente: A Dios, por guiarnos en el camino de la sabiduría para así poder lograr nuestras metas, sueños y aspiraciones, por la paciencia, serenidad y tolerancia para la elaboración de nuestro proyecto de tesis y así superar las dificultades que se nos presentó. a nuestros padres, por ser nuestros motores que nos impulsan a seguir adelante día a día con su incondicional amor, apoyo y confianza, quienes siempre están a nuestro lado en todo momento sea bueno o malo, por darnos la oportunidad de estudiar una carrera profesional, la cual es la herencia eterna que nos pueden dejar. a nuestros hermanos, por darnos el ánimo y el apoyo para lograr en la vida nuestros objetivos.

Así mismo a nuestro asesor el Ingeniero José Alfredo Cruz Monzón por habernos brindado su apoyo, sabiduría y comprensión, así como también por haber tenido la entereza, dedicación y tolerancia para guiarnos en el transcurso de todo el proceso de nuestro desarrollo de tesis.

Los Autores.

Agradecimiento

Principalmente agradecemos a Dios, por brindarnos vida, salud y seguridad, siendo nuestro guía día a día en el camino del bien para poder seguir adelante con nuestras metas y sueños. a nuestros padres, por estar presentes durante este largo camino, por su apoyo incondicional y amor infinito, por ser quienes nos han motivado constantemente con sus consejos, por su comprensión y palabras de aliento en continuar con nuestros estudios universitarios, quienes nos han brindado sus esfuerzos diarios para una buena educación y formación profesional.

Agradecer a nuestro asesor el Ingeniero José Alfredo Cruz Monzón por compartirnos sus conocimientos, su buena voluntad y disponibilidad para apoyarnos, y darnos la oportunidad de realizar nuestro trabajo de investigación. a nuestros compañeros de estudio, por los buenos momentos vividos en su compañía, diversión, crecimiento y desarrollo mutuo en el trayecto de nuestra formación universitaria.

Los Autores

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización	13
3.3. Escenario de estudio.....	13
3.4. Participantes	14
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.6 Procedimientos	14
3.7 Rigor científico	15
3.8 Método de análisis.....	16
3.9 Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
V. CONCLUSIONES	31
VI. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS.....	33
Anexos	44

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Tipos y formas de microplásticos según la especie de bivalvos marino.....</i>	17
Tabla 2. <i>Nivel de microplásticos y especies de bivalvos marinos más afectada.....</i>	24
Tabla 3. <i>Familias de bivalvos marinos y sus niveles de afectación.</i>	27

Índice de figuras

<i>Figura 01. Estructura química del teraftalato de polietileno (PET)(Castañeda et al., 2020).....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 2. Resumen de la clasificación, fuentes y donde desembocan los MPs.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3. Resumen de criterios de búsqueda.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4. Especies de bivalvos marinos afectados vs. composición porcentual por tipo de microplásticos contaminante.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5. Porcentaje de presencia de formas de microplásticos vs. especies de bivalvos marinos contaminados.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6. Porcentaje de presencia de fibras vs. especies de bivalvos marinos contaminados.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7. Porcentaje de presencia de fragmentos vs. especies de bivalvos marinos contaminados.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8. Porcentaje de contaminación por MP en especies de bivalvos marinos.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 9. Especie y su nivel de contaminante MPs.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 10. Familia mas afectada por microplastico.....</i>	<i>28</i>

Resumen

La presente investigación es una revisión sistemática que evalúa el efecto que ocasiona la presencia de microplásticos en bivalvos marinos; para ello se realizó una investigación de tipo básica, recolectando la información mediante análisis documental. Encontrándose evidencia de que los microplásticos afectan a los bivalvos marinos de consumo humano, ocasionando efectos fisiológicos que alteran su reproducción, reduciendo fuertemente el número de ovocitos, el diámetro y la velocidad de los espermatozoides, el crecimiento en estado larval, por bloqueo del sistema digestivo y sensación de llenura, al confundir los Microplásticos como alimento, generando sensación de saciedad, menos ingestión de alimentos y hasta la muerte por inanición. En tanto, los tipos de microplásticos que afectan la mayoría de especies de bivalvas marinas de consumo humano, son el PE, ABS, Pp, PS y PET; SBR, PA, PC y CP; donde las fibras fueron la forma predominante. Los niveles de microplásticos que se encontraron como mínimo y máximo en las diversas especies de bivalvos marinos de consumo humano fueron para *Scapharca subcrenata* con 2.5 a 28.5 partículas de MP/individuo, en *Chlamys farreri*, 5,2 a 19,4 partículas de MP/individuo, *Crassostrea gigas*, 10,18 a 11,72 MP/individuo, *Siliqua patula*, 8,39 a 9,29 MP/individuo, *Mytilus galloprovincialis*, 6,20 a 7,20 MP/individuo, *Aulacomya. Atra*, 2,25 a 11,48 MP/individuo.

Palabras clave: Microplásticos, marinos, bivalvos, especies.

Abstract

This research set out to evaluate the effect caused by the presence of microplastics in marine bivalves; For this, a basic investigation was carried out, collecting the information through documentary analysis. Finding evidence that microplastics affect marine bivalves for human consumption, causing physiological effects that alter their reproduction, strongly reducing the number of oocytes, the diameter and speed of sperm, growth in larval state, by blocking the digestive system. and a feeling of fullness, by confusing the PM as food, generating a feeling of satiety, less food intake and even death from starvation. meanwhile, the types of microplastics that affect the majority of marine bivalve species for human consumption are PE, ABS, Pp, PS and PET; SBR, PA, PC and CP; where fibers were the predominant form. The levels of microplastics found in the various species of marine bivalves for human consumption were for *Scapharca subcrenata* with 2.5 a 28.5 PM particles / individual, in *Chlamys farreri*, 5,2 a 19,4 PM particles / individual, *Crassostrea gigas*, 10,18 a 11,72 PM /individual, *Siliqua patula*, 8,39 a 9,29 PM / individual, *Mytilus galloprovincialis*, 6,20 a 7,20 PM / individual, *Aulacomya. Atra*, 2,25 a 11,48 MP / individual.

Keywords: Microplastics, marine, bivalves, species.

I. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018. p.2) el año 2016 estableció que 800 especies acuáticas fueron contaminadas por microplásticos (MP), entre ellas a *Cardiomya planetica*; *Eurhomalea lenticularis*; *Pitar (Pitar) helenae Olsson*, entre otras; siendo esta un 69% más alto que del año 1977, Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP, 2019, p. 130). En el Perú, el 2018 se promulgó la ley que reglamenta el plástico de un solo uso, y los objetos o envases plásticos descartables, buscando reducir la contaminación plástica y microplástica (MP), dando un tiempo para su cumplimiento (El Peruano, 2018, p. 5), en Perú se encuentran 401 especies distribuidas a lo largo del litoral, las cuales pueden verse seriamente amenazadas por la presencia de estos MP (Paredes, et al., 2016).

En suma, algunos efectos perjudiciales por la ingestión de microplásticos fueron detectados en organismos acuáticos en laboratorio entre ellos *Scapharca subcrenata*, *Chlamys farreri* *Crassostrea gigas* *Aulacomya*. *Atra Mytilus galloprovincialis* *Siliqua patula*, observándose que los microplásticos alteran la reproducción, y crecimiento adecuado de los organismos estudiados. También, se han encontrado aditivos tóxicos relacionados a los microplásticos en mariscos los cuales se consumen enteros constituyendo esto un riesgo de contaminación humana, se han encontrado también en peces de consumo humano, estos por ser de gran tamaño por lo general se consume solo los filetes eliminando los intestinos donde se encuentran los microplásticos en mayor abundancia no siendo de mucho riesgo (ONU, 2019, p 2).

En tal sentido los objetos, productos elaborados de plástico de un solo uso como bolsa plásticas envases, botellas, utensilios de menaje, sumados a la falta de gestión de la disposición de los residuos sólidos, permite su acumulación en los ríos lagos y mares con el consecuente daño al medio y a las especies marinas (Delgado, 2019, p.4). La *International Agency for Research on Cancer* (IARC) considerando su toxicidad clasifica algunos plásticos como carcinógenos, algunos de sus derivados como el cloruro de vinilo se considera “cancerígeno para los seres humanos” (Bollain y Vicente, 2019, p. 4).

Una gran parte de plástico alcanza las aguas ocasionando contaminación física o química en el sistema acuático marino en el cual se ha demostrado su presencia. Estos plásticos, a través del tiempo, sufren la erosión física y química, convirtiéndose en partículas cada vez más pequeñas, llamados microplásticos y nanoplásticos (UNEP, 2015, p. 18).

El único responsable de contaminación por plásticos de los ecosistemas acuáticos es el hombre, esta contaminación puede ser directa o como insumo para la elaboración de accesorios plásticos o como consecuencia del desgaste y erosión física o química de unidades plásticas mayores, las cuales se van degradando en microplásticos y nanoplásticos (Browne, et al, 2011, p.3).

El reciclaje del plástico no es apropiado y el inmenso tiempo de degradación permiten su acumulación en diferentes medios del ambiente, considerándose un problema medioambiental emergente (UNEP, 2016, p. 17).

En el mundo, la producción de plástico ha aumentado logarítmicamente, se estima que en el año 2017 se ha producido más de 350 millones de toneladas. Los plásticos que no son biodegradables, se fragmentan por fricción, rozamiento y acción climática en unidades pequeñas llamadas microplásticos y nanoplásticos (tamaño de menos de 5 mm y entre 1 y 100 nm, respectivamente), los cuales son transportados por el aire, las lluvias, contaminando los ríos, el suelo y finalmente van a parar al mar. Estos son ingeridos por especies que viven en medios acuáticos, ocasionando asfixia, obstrucción o atragantamiento con la consecuente muerte de las especies, por estas razones se debe disminuir la producción, utilización de plástico al mismo tiempo debería generar una cultura de reciclado del plástico (Alimba y Faggio, 2019, p. 61 - 74).

Los microplásticos (MPs) representan un desafío a los ambientalistas, químicos analíticos y toxicólogos en las últimas décadas, mundialmente considerada contaminación creciente por su difícil degradación y permanencia en el medioambiente, así como ineficiente disposición de los residuos municipales, sumadas a la falta de buena disposición de los residuos industriales. Los MPs en la actualidad se encuentran en todo lugar en el mundo, en los mares, ríos, tierra, aire, especies vivas, en los alimentos y lugares recónditos de la tierra, aun en el ártico y glaciares montañosos (Castañeda, 2020, pp. 142-157).

Numerosas investigaciones ejecutadas reportan haber encontrado microplásticos en diferentes especies marinas, aun en peces (Lino, 2019, p. 1), camarones y bivalvos de consumo popular por humano (Benavides, 2017, p. 35); De manera específica, la GESAMP (2015-2016) da cuenta que más de 220 especies engullen microplásticos en ambientes naturales y alrededor del 55 por ciento de estos son invertebrados y peces comercializados, entre ellos están los mejillones, ostras, almejas, camarón pardo, sardinas y otras (Organización de las Naciones Unidas FAO, 2017).

Para realizar la investigación se propuso valorar la cantidad de microplásticos (MP) en bivalvos marinos. Por esto se planteó el siguiente problema general: ¿Qué efectos ocasiona la presencia de microplásticos en bivalvos marinos? Los problemas específicos fueron: ¿Qué tipo de microplásticos se han encontrado en las especies de bivalvos marinos de consumo humano?, ¿En qué nivel está presente el microplásticos en especies de bivalvos marinos?, ¿Qué familia de bivalvos marinos han sido más afectadas por la presencia de microplásticos?

Esta investigación buscó evidencia científica que afirme y explique la presencia de MP en las especies de bivalvos marinos en especial en los de consumo humano que pueden ocasionar los impactos negativos en la salud del hombre.

Esto permitió tener una visión más clara sobre la existencia de este contaminante ambiental y los peligros que representa la mala gestión de los residuos plásticos y evitar contaminación del ecosistema marino porque estaría alterando la vida acuática.

En la presente investigación se planteó como objetivo general: Evaluar el efecto que ocasiona la presencia de microplásticos en bivalvos marinos, y como objetivos específicos: Evaluar el tipo de microplásticos encontrado en las especies de bivalvos marinos de consumo humano, Evaluar los niveles de microplásticos presentes en las diversas especies de bivalvos marinos, Evaluar la familia de bivalvos marinos más afectadas por la presencia de microplásticos.

II. MARCO TEÓRICO

Según Li, 2018, algunas especies de bivalvos como *Cardiomya planctica*; *Eurhomalea lenticularis*; *Pitar (Pitar) helenae* Olsson, representan una amenaza a la seguridad alimentaria por su elevado consumo popular, razón por la cual son muy estudiados por ser muy apreciados para el consumo humano. Estos mejillones se consideran indicadores biológicos de la contaminación con microplásticos por su amplio hábitat mundial, se hospedan en lugares ecológicos vitales, son capaces de captar microplásticos y presentan una correlación inmediata con los depredadores marinos y la salud humana.

Oliver, Holmes, Killeen, y Turner, 2016, indican que un bivalvo generalmente presenta caparazón calcáreas convexas unidas dorsalmente y libres ventralmente. Los bordes están unidos a manera de bisagra por un ligamento no calcificado presentando dientes articulados. También presentan válvulas al lado izquierdo y derecho de la especie.

El plástico es un derivado del petróleo, cuya fórmula corresponde a la de un poliéster aromático, Polietileno Tereftalato o Politereftalato de etileno. Utilizado en la producción de botellas, películas, láminas, planchas y piezas, están constituidos por resinas, proteínas y otras sustancias, moldeables a cierta temperatura o adquiriendo formas permanentes (Gómez, 2016, p.20).

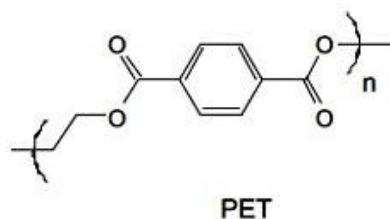


Figura 01. Estructura química del teraftalato de polietileno (PET)(Castañeda et al., 2020).

La Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas define los microplásticos por su tamaño, su naturaleza y sustancia, como polímeros sintéticos, biopolímeros modificados químicamente), por su estado, sólido, semisólido, su forma, esféricas, fibras o láminas (Hecha, 2018, p. 3). La utilización de plástico tiene un crecimiento exponencial, por presentar una buena resistencia y

estabilidad, son fragmentados física y químicamente en partículas menores comprendidos entre 100 nm a 5 mm a los que generalmente se le denomina microplásticos (Pastor y Agullo, 2020, p. 3).

En relación a los efectos tóxicos, la IARC (*International Agency for Research on Cancer*) considera ciertos plásticos, sus constituyentes o derivados en la relación de categorización como cancerígenos. Aun cuando el PVC (policloruro de vinilo) o el PS (poliestireno) son calificados en el Grupo 3 (“no clasificable como cancerígeno para las personas”), algunos de sus elementos o derivados están incluidos en otros grupos: el cloruro de vinilo en el Grupo 1 (“puede generar cáncer en las personas”), el estireno en el Grupo 2A (“con probabilidades de generar cáncer a las personas”) o algunos derivados de los ftalatos en el Grupo 2B “con probabilidades de generar cáncer a las personas” (Pastor y Agullo, 2019, p. 3).

Koelmans, 2016, en relación a la absorción de microplásticos, flamantes investigaciones muestran evidencias de su presencia en la fauna y sus efectos tóxicos por ingestión de sustancias químicas (plastificantes, aditivos, metales pesados, etc.) a la cadena trófica.

Von Moos et al. 2012, en bioensayos realizados con mejillones concluyeron que la ingestión de microplásticos produce variaciones histológicas y ocasionan inflamaciones en los intestinos como consecuencia de la formación de granulocitos.

Investigaciones realizadas por Mathalon y Hill, 2014 así como Davidson y Dudas, 2016 en *Ruditapes decussata* y *Mytilus edulis* respectivamente, concluyeron que la presencia de microplásticos en bivalvos cultivados son mayores que las extraídas del medio marino natural.

Cho et al. 2018, investigando encontró presencia de microplásticos en cuatro bivalvos (*Ostrea edulis*, *Argopecten gibbus*, *Mytilus platensis* y *Mesodesma mactroides*) procedentes de mercados pesqueros en Corea del Sur y estimándose la ingesta del poblador coreano en 212 partículas de microplásticos por persona cada año a partir del consumo de estos bivalvos.

Los moluscos que se alimentan por filtración se encuentran entre las especies clave en el medio marino que mantienen o mejoran la calidad del agua y el ciclo de nutrientes en este medio y los organismos que habitan en el fondo. La ingestión de microplásticos por estos organismos proporciona un posible paso para la transferencia de contaminantes y aditivos plásticos (Bollaín y Vicente 2019, p. 1).

La ingestión de microplásticos en la *Córnea Scapherca* se determinó y cuantificó en su estado natural. hábitat en el humedal de Setiu, Terengganu, Malasia. Un total de 120 bivalvos de *Córnea* fueron seleccionados a mano de tres estaciones. Los microplásticos se extrajeron mediante digestión con álcali (10 M de NaOH) y luego se identificaron visualmente según sus características físicas: forma, tamaño y densidad del color. La mayoría de las partículas de microplásticos presentes eran filamentos. El análisis de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier de los microplásticos mostró la presencia de fuertes picos asociados con polietileno y poliamida (Ibrahim, 2016, p. 7).

Esta investigación permitirá conocer los mecanismos de comportamientos asociados, permitirá comprender mejor los impactos para el medio marino. Sin embargo, se podría proporcionar un enfoque más prometedor y seguro para el medio ambiente explotando el potencial de los microorganismos, especialmente los de origen marino que pueden degradar los microplásticos mediante la biorremediación (Alimba y Faggio, 2019, pp. 61-74).

Se ha identificado y cuantificado las fuentes terrestres y marinas más importantes de microplásticos que se encuentran en el medio marino. Llegándose a determinar un conjunto de fuentes probables, pero para hacer estimaciones cuantitativas se descubrió que la cantidad de microplásticos marinos emitidos por ellos era una tarea difícil que involucra un alto grado de incertidumbre (FAO, 2017, p.4).

Magnusson et al., 2016, evaluaron las cantidades de microplásticos que llegan realmente al mar fue aún más difícil que estimar las emisiones de las fuentes. El desgaste de la carretera y los neumáticos se señaló como una de las fuentes de contaminación de partículas MP (por ejemplo, Sundt et al., 2014) como la fuente donde se emite la mayor cantidad de partículas. Aun así, se sabe muy poco sobre

si estas partículas también forman una parte sustancial de los microplásticos marinos.

GESAMP, 2016, concluye que haber encontrado MP en varios ecosistemas de la tierra, han ocasionado preocupación universal por la contaminación que ocasionan al ecosistema, especialmente el ecosistema marino, debido a su presencia en aguas superficiales como el lecho marino y desde la costa hasta los polos (Bergmann et al., 2017; Cincinelli et al., 2017; Maes et al., 2017; Savoca et al., 2019). Estas partículas por su reducido tamaño y baja densidad favorecen su desplazamiento (Cózar et al., 2017; Barboza et al., 2019) y se dispersen por el mundo (Cózar et al., 2014; Sauria et al., 2016; Auta et al., 2017), logrando mostrar su presencia por muchos años en el ecosistema (Strungaru et al., 2018; Barboza et al., 2019) facilitando la contaminación de una gran variedad de especies acuáticas, inclusive las especies de consumo humano (Gallo et al., 2018; Barboza et al., 2018, pp. 336-348).

Investigaciones realizadas por Jamieson, et al, 2019, encontraron MPs en una amplia gama de taxones como plancton, bivalvos, crustáceos, equinodermos, elasmobranquios, cetáceos, entre otros animales. Inclusive los MPs no respetan ni las profundidades de los océanos, ya que un estudio a 7.000- 10.890 m de profundidad un grupo de individuos de la especie *Lysianassidae* revelo que 70% de individuos contenía por lo menos una micropartícula ingerida.

Opitz, 2017, en su publicación reporta que se han encontrado en varias especies de filtradores la presencia de microplásticos, en algunos moluscos como el bivalvo *Choromytilus chorus*, ocasionando la disminución de su desarrollo, por bloqueo del sistema digestivo y sensación de llenura (Moore, 2008) causando deficiencia de energía, ocasionando perjuicios económicos pues en Chile constituye cerca de 1,600 millones de dólares al año. Los microplásticos engullidos por estos bivalvos marinos posiblemente al confundirlo con alimento, les causa sensaciones como: saciedad, menos ingestión de alimentos, disminución de su desarrollo y hasta la muerte por inanición.

Ding, et al, 2018, separaron microplásticos del sistema digestivo de algunos bivalvos como, *Chlamys farreri*, *Mytilus galloprovincialis*, *Chlamys*

farreri y *Mytilus galloprovincialis*, colectados el mercado local de Qingdao, China. Encontrando que los MPs estaban constituidos por polipropileno (PP), polietileno (PE), poliestireno (PS) y cloruro de polivinilo (PVC) en un 96,7% y el 98,6%. Así mismo estos resultados mostraron también la presencia de microplásticos en más del 80% de los individuos comprados en el mercado y en el 40% de los individuos recolectados en la naturaleza.

Así mismo, Ding, et al, 2018, estimó la abundancia promedio de MPs en *Chlamys farreri* comprado en diferentes mercados varió entre 5.2 y 19.4 partículas / individuo o entre 3.2 y 7.1 partículas / gramo (peso húmedo del sistema digestivo), mientras que en *Mytilus galloprovincialis*, entre 1.9 y 9.6 partículas / individuo o entre 2.0 y 12.8 partículas / gramo; en Mejillones cultivados (*Mytilus galloprovincialis*) encontraron, 1,9 partículas por individuo, 3,17 partículas / gramo, en mejillones silvestres 0,53 partículas por individuo, 2,0 partículas por gramo, . Se clasificaron los MPs en fibras, fragmentos y gránulos; los MPs fibrosos representaron el 84,11% del total, con tamaño medio de 0,66 mm mayor las otras dos formas. Microplásticos de menos de 500 μm se encontraban en un 26% al 84%, siendo el más común, el celofán (CP), seguido del polipropileno (PP).

Las especies marinas de bivalvos para consumo humano investigados presentaron MPs (Ferreira et al., 2016; Fossi et al., 2016; Hudak & Sette, 2019; Setälä et al., 2014), los bivalvos han sido ampliamente investigados en todo el mundo (Ding et al., 2018; Li et al., 2019; Rochman et al., 2015; Van Cauwenberghe et al., 2015), están con un promedio de 0,77 a 8,22 partículas por individuo, los mejillones *M. edulis* y *Perna Viridis* en China, con un promedio de *Viridis* 0.97 a 0.74 partículas por individuo, cuatro especies diferentes (Manila, Ostras, Vieiras y Mejillones) (Qu et al., 2018, pp. 679–686).

Cho et al., 2019, indican que, en las cercanías de ciudades muy pobladas en Corea del Sur, se encontraron a Vieiras con la mayor cantidad de MPs por individuo (1.21 ± 0.71 partículas por individuo) y mejillones con los valores más bajos (0.68 ± 0.64 partículas por individuo), las ostras presentaron menor cantidad de MP (0.07 ± 0.06 partículas por individuo).

En la costa de Italia, se verificó la presencia de MP en *Mytilus galloprovincialis*, principalmente microfilamentos en mejillones (tamaños entre 750 - 6000 μm) con

partículas de MPs por gramo de tejido crudo que oscilan entre 6.2 - 7.2 (Renzi et al., 2018, pp. 248-241).

Los efectos ocasionados en bivalvos por la ingestión de microplásticos recientemente estudiados, indica que fueron inducidos a estrés oxidativo y perjuicio a la peroxidación lipídica, concluyendo que la especie *Corbicula fluminea* con microplásticos ingeridos evidencian neurotoxicidad (Oliveira et al., 2018, pp. 155-163).

Investigación realizada en la especie *Crassostrea gigas* sobre el efecto de las micro esferas de poliestireno en su fisiología, demostró el efecto en la fisiología de la especie, ocasionando reducción importante en el número de ovocitos, disminución del diámetro y la velocidad de los espermatozoides, reducción del crecimiento en estado larval, en conclusión, se demostró que las microesferas de poliestireno alteran la alimentación causando perturbaciones en la reproducción con efectos en su descendencia (Sussarellu et al., 2016).

Estudios realizados en la especie *Choromytilus chorus*, con presencia de microplástico en sus tejidos blandos. mostraron efectos en el desarrollo de las valvas cuando se emplearon 1000 partículas de MP/l; del mismo modo, presento reducción del crecimiento potencial a la concentración 100 partículas de MP/l. (Opitz, 2017).

Ostras sometidas experimentalmente durante 60 días a la presencia de microplásticos presentaron reducción esclarecedora en la cantidad de ovocitos (-38%), en su diámetro (-5%) y el desplazamiento de los espermatozoides (-23%). El porcentaje de larvas y crecimiento de la descendencia de padres expuestos disminuyó en un 41% y 18%, respectivamente, comparadas con la descendencia control; concluyendo que los microplásticos de poliestireno ocasionan variaciones en la alimentación y deficiencias en la reproducción de las ostras, impactando significativamente en la descendencia (Sussarellu et al., 2016, pp. 2430-2435).

Es una realidad que actualmente las personas ingerimos microplásticos (Smith et al., 2018) mediante diferentes medios. Investigaciones muestran la presencia de microplásticos, tanto en especies marinas (como bivalvos y peces) y otros

alimentos de la dieta diaria como el agua potable, el agua embotellada, la miel, el azúcar, la cerveza y la sal de uso diario (Rist et al., 2018; Schymanski et al., 2018). Inclusive en el aire que respiramos, aun con estas evidencias no existe suficiente información del efecto que ocasionan estas micro y nanopartículas en la fisiología de mamíferos y los humanos, en particular (Dris, Gásperi, Saad, Mirande, & Tassin, 2016, pp. 290-293).

Según Yunga y Vélez, 2020, en las investigaciones realizadas se observó que el tipo de MPS denominado como “fibras”, en los bivalvos entre el 23,95 % y 99,00 %, en casi todas las especies un promedio de 66,55 % y de otras formas de partículas con predominio de los llamados “fragmentos”, estas fluctuaron entre el 0,39 % hasta 47,40 % con un promedio de 16,91 %. En las especies *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule* y *Aulacomya atra* no se reportó la presencia de fragmentos. Así mismo “partículas no identificadas” en las especies *M. edulis* y *C. edule* con porcentajes de 43,95 % y 36,75 %, respectivamente. Los “gránulos”, perlas o “pellets” también se encuentran presentes en diversos bivalvos estudiados, sus porcentajes de presencia oscilan entre 0,16 % y 26,00 %.

En el Perú se evaluaron tres especies, y solamente *Choromytilus chorus* “choro” no presentó gránulos, mientras que *Argopecten purpuratus* y *Aulacomya atra*, si presentaron. En el caso de China, de dos estudios con *M. galloprovincialis* y dos con *Mytilus edulis*, se observa que, en un estudio con cada especie, no se detecta la presencia de gránulos, y en los dos restantes se registran en muy bajo porcentaje para *M. galloprovincialis* (2 %) y *M. edulis* (1,82 %) (Yunga y Vélez, 2020, p. 88).

Investigaciones muestran que los tipos de MPs en bivalvos son las fibras, encontradas en las especies de todos los países con un 55,51 % y a continuación los fragmentos con un promedio de 27,13 %; los más altos porcentajes de fibras encontrados en bivalvos fueron en Estados Unidos (99,00 %), Perú (81,00 %), China (71,00 %) y Uruguay (52,60 %) y Nueva Zelanda con (13,00 %). Fragmentos se encontraron también en casi todos los países, a excepción de Francia con porcentaje que varía entre el 1 % y el 78,00 % (Yunga y Vélez, 2020, p. 89).

Los MPs originados por la degradación de polímeros, información científica consultada, indican que los tipos de polímeros encontrados en bivalvos son: Polipropileno (PP) Polietileno (PE) Poliestireno (PS) Poli (acrilonitrilo butadieno estireno) (ABS) Tereftalato de polietileno (PET) Caucho estireno-butadieno (SBR) Poliamida (PA) Policarbonato (PC) Cloruro de polivinilo (PVC) Poliestireno expandido (EPS) Celofán (CP) ver tabla 1 y Figura 1. Allí se observa que el polímero de polietileno (PE), se encuentra presente todas las especies estudiadas en un porcentaje que varía entre 14,00 % y 72,92 % y con un promedio de 38,56 %. El siguiente polímero que registra mayor frecuencia es el polipropileno (PP), con porcentajes desde 9,89 % hasta 47,00 % (Yunga y Vélez, 2020, pp. 91-92).

De acuerdo a las publicaciones de investigaciones realizadas, los MPs encontrados en los bivalvos investigados son: Polipropileno (PP) Polietileno (PE) Poliestireno (PS) Poli (acrilonitrilo butadieno estireno) (ABS) Tereftalato de polietileno (PET) Caucho estireno-butadieno (SBR) Poliamida (PA) Policarbonato (PC) Celofán (CP).

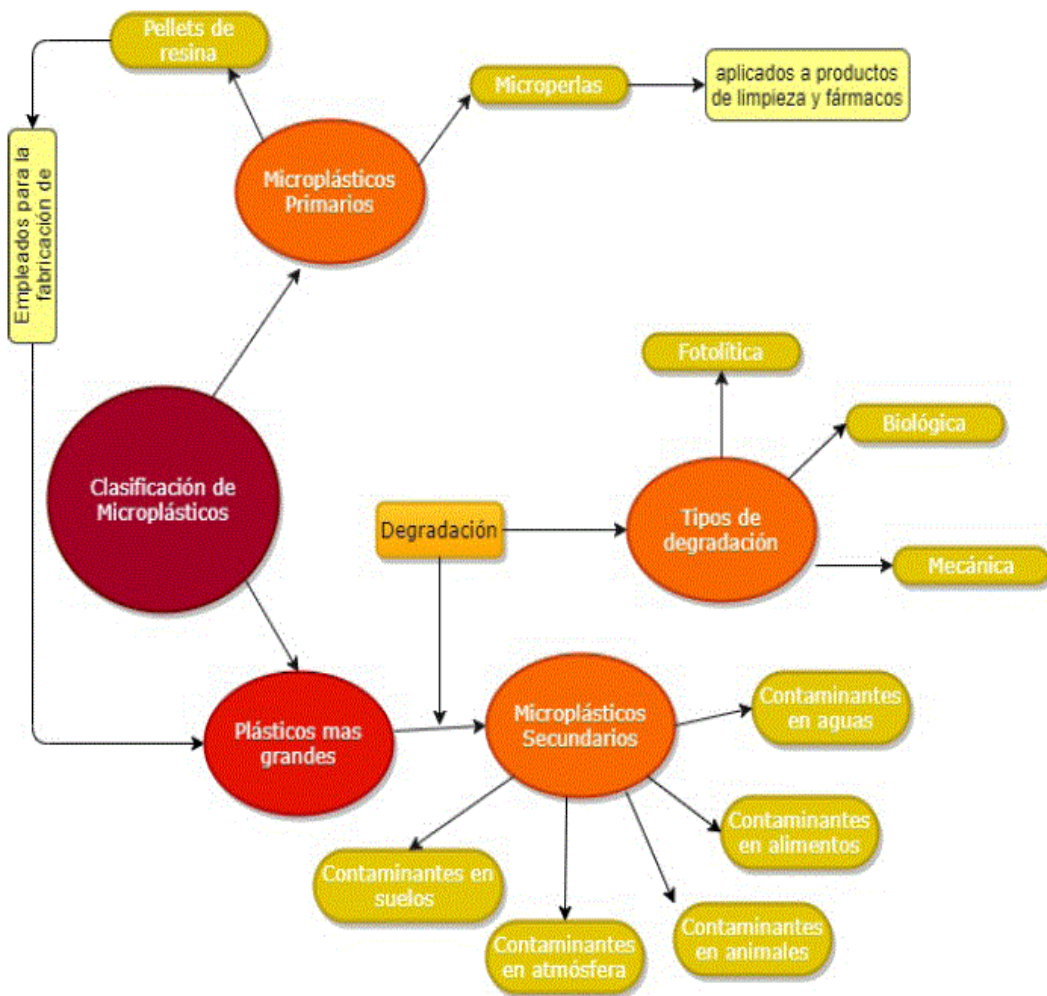


Figura 2. Resumen de la clasificación, fuentes y donde desembocan los MPs.

Concretamente, los impactos posibles que pueden ocasionar los microplásticos están argumentados en las publicaciones entre las que se mencionan las siguientes: ingesta por la biota marina, transferencia en la trama trófica, colonización epiplástica y transporte de especies, transporte de contaminantes, toxicidad e ingesta por el ser humano (López Monroy, 2019, pp. 66-81).

III METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

De acuerdo al propósito la investigación realizada fue tipo básica, por el grado de la investigación descriptiva, por la naturaleza de los antecedentes e información fue un tratado mixto (cuali-cuantitativo), por la forma de recolectar la información fue documental; porque no hubo manipulación de variables, no experimental y según la temporalidad en que fue realizada longitudinal tomando como referencia la información de los últimos 5 años. La investigación estuvo ajustada en el análisis de conceptos y argumentos elaborados por otros autores, lo cual implicó un análisis metodológico y crítico de investigaciones revisadas.

Diseño de investigación: fue cualitativa, narrativa de tópicos, tratando de comprender, situaciones, procesos, hechos mediante las descripciones narrativas de los que la experimentaron conectados cronológicamente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 18).

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

La matriz de categorización apriorística, categorías y subcategorías, se elaboró previamente a la recopilación de datos originados, estas categorías se relacionaron con el ámbito de estudio, los objetivos específicos, problemas específicos, categorías, subcategorías y unidades de análisis, previamente enunciados al momento de tomar las referencias significativas que parten de la misma investigación. (Anexo, Matriz de categorización apriorística).

3.3. Escenario de estudio

El escenario fue la información virtual en la cual llevamos a cabo el estudio o investigación. (López, 1999, p. 13). En esta investigación el escenario de estudio fue el conjunto de artículos referidos al tema de investigación que se encuentran en la base de datos indexados dentro de los criterios de inclusión.

3.4. Participantes

Para el presente estudio la fuente de información fueron cada uno de los artículos seleccionados en base al criterio de inclusión, mediante los cuales se realizó la revisión sistemática. Dichos artículos se encontraron indexados en los escenarios de búsqueda como EBSCO, SCOPUS, SCIENCE DIRECT, REDALYC, PROQUEST y DOAJ.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada en la recopilación de información fue el análisis documental, definido por Castillo (2015, p. 6) como “el conjunto de operaciones encaminadas a representar un documento y su contenido bajo una forma diferente de su forma original, con la finalidad posibilitar su recuperación posterior e identificarlo”. Se realizó el análisis documental de bibliotecas digitales y artículos indexados descargados de fuentes virtuales tales como EBSCO, SCOPUS, SCIENCE DIRECT, REDALYC, PROQUEST y DOAJ.

3.6 Procedimientos

La investigación se realizó por etapas, como se observa en la figura 2, en la primera se realizó la búsqueda de información en las redes virtuales, incluyendo palabras claves en la segunda etapa, se seleccionaron de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, tercera etapa, se realizó el análisis de la información referente a la presencia de microplásticos en bivalvos marinos, efectos que ocasiona, tipos y niveles de microplásticos encontrados, así como la familia de bivalvos más contaminada y en la última se presentaron de los resultado y artículo.

La información se registró en la ficha de investigación, se diferencié, el nombre y apellido del autor o autores, título del artículo investigado, página, fuente, año y lugar donde se encuentra disponible.

3.7 Rigor científico

Se acopio información verdadera de investigadores que experimentaron la investigación, esta investigación utilizó información publicada en bibliotecas virtuales que se obtuvieron experimentalmente, cumpliendo con el criterio de credibilidad (Salgado, 2007, p. 7).

Se logró el equilibrio de los datos obtenidos mediante el análisis e interpretación que nos permitió realizar comparaciones de datos, considerando la relación de ideas entre investigadores logrando que la investigación tenga consistencia lógica. (Noreña et al., 2012, p. 23).

Se tomaron fuentes de información que nos permitió cumplir con los objetivos planteados dando relevancia a la presente investigación (Noreña et al, 2012, p. 22).

La amplitud de los resultados encontrados; permite la transferencia y aplicación de estos descubrimientos identificados que pueden dar origen a otros estudios (Castillo y Vásquez, 2003, p. 11). Los resultados generados en la presente investigación pueden ser usados en estudios futuros, logrando de este modo la transferencia y aplicabilidad de esta investigación.

Se relacionaron e Identificaron los problema o realidad problemática con los objetivos de la investigación, garantizando la concordancia de las teorías utilizadas en todo el trabajo de investigación (Noreña, Alcaraz, Rojas y Rebolledo, 2012, p. 265-268)

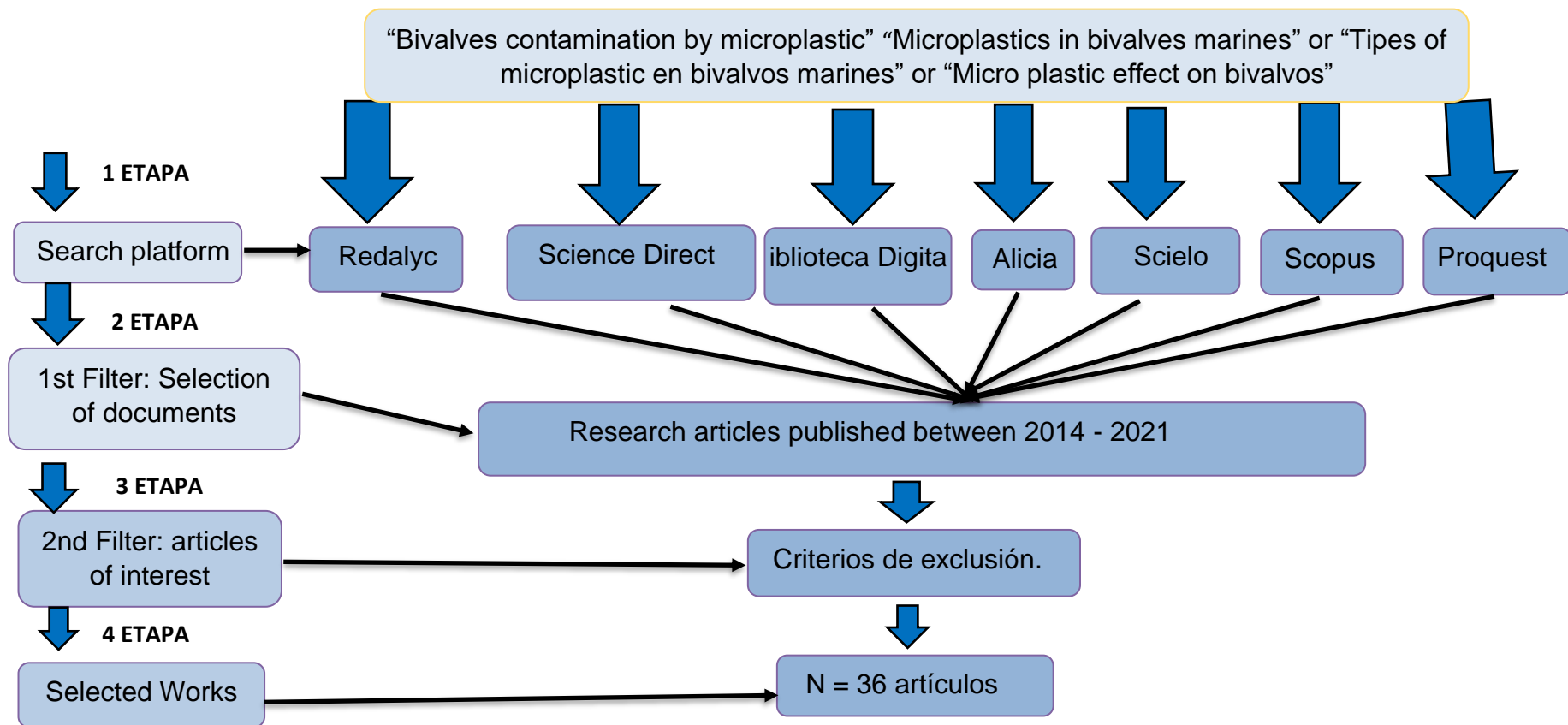


Figura 3. Resumen de criterios de búsqueda.

Fuente: Elaboración propia

3.8 Método de análisis.

Se administró la información recopilada en la investigación, procesando, clasificando todos los datos, analizándolos correctamente, este proceso de análisis de datos nos llevó a dar sentido a los fenómenos, encaminando a los objetivos la investigación. (Schettini, 2015, p. 4). En este método de análisis de datos se utilizaron fichas de análisis de contenido, de las cuales, se extrajeron toda información importante para la presente revisión sistemática.

Se realizó el análisis crítico, como condición esencial en la interpretación estricta de investigaciones revisadas, esto permitió verificar el cumplimiento de la investigación con ciertos criterios de inclusión y exclusión anticipadamente establecidos. En lo que respecta a la calidad metodológica, se analizó los artículos seleccionados según las categorías y subcategorías de la matriz apriorística en la Tabla 3, articulando los diversos enfoques de los artículos analizados (Araujo, 2012).

3.9 Aspectos éticos

La tesis de estudio se desarrolló considerando los derechos de auditoría de todos los autores citados, las normas serán cumplidas al citar cada una de los antecedentes en normas ISO 690 - 2013. Se evitará plagiar trabajos de otros investigadores, toda la información recabada será examinada y observada considerando el derecho de los autores citados.

La obtención de los documentos o trabajos realizados por los distintos autores, fueron extraídos de base de datos confiables y descargadas con fines académicos, luego estos trabajos pasaron por el filtro de plagio Turnitin, para ver el porcentaje de similitud de la información recopilada; también se siguió los lineamientos de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Microplásticos en especies de bivalvos marinos.

4.1. Respecto al objetivo específico 1, referido a evaluar el tipo de microplásticos encontrado en las especies de bivalvos marinos de consumo humano, cuya información se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Tipos y formas de microplásticos según la especie de bivalvos marino.

Autor	Nombre común	Género y Especie	Tipo de microplástico contaminante (%)										Formas (%)			
			PE	ABS	Pp	PS	PET	SBR	PA	PC	CP	Otros	Fibras	Fragmentos	Gránulos	otros
Ding et al., 2018	Vieira china	<i>Chlamys farreri</i>	46,8	14,5	31,7	2,4	1,4	-	-	-	-	3,2	92	5,5	-	2,5
	Mejillón mediterráneo	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	51,6	12,8	28,5	2,2	2,5	-	-	-	-	2,4	66,5	31,5	2	-
Cho et al., 2019	Vieira japonesa	<i>Patinopecten yessoensis</i>	23,1	15,3	7,9	2,1	12,7	-	5,6	3,2	30,1	-	66	27	0	7
Hermabessiere	Berbercho común	<i>C. edule</i>	36,46	23,96	12,5	1,57	-	25,5	-	-	-	0,01	24	0	76	0
Baechler et al	Ostra del Pacífico	<i>C. gigas</i>	24	14	8	2	13	-	4,5	-	34,5	-	66	27	0	7
Vélez y Yunga	Ostión Kumamoto	<i>C. sikamea</i>	22,97	-	9,89	2,47	15,19	-	4,95	1,8	41,30	1,43	60,67	1	0	38,33
Renzi et al, 2018	Mejillón mediterráneo	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	21,4	-	10,1	5,4	14,9	-	4,20	1,9	40,3	1,8	71	19	8	2
Wahdani et al	Almeja	<i>Venerupis philippinarum</i>	17,2	-	15,6	9,4	32,8	-	2,8	-	6,9	15,3	84,55	11,45	3,5	0,5
De la Torre, Mendoza y Laura	Concha de abanico	<i>Argopecten purpuratos</i>	23,1	11,4	9,8	2,4	16,9	-	5,9	1,9	20,3	8,3	60,5	30	9,5	0
Teng et al	Ostión	<i>Crassostrea gigas</i>	33,7	24,9	13,5	2,3	12,3	11,4	-	-	-	1,9	60,67	1	0	38,33

Reguera et al	Mejillon azul	<i>Mytilus edulis</i>	62,8	24,1	6,7	2,47	1,83	-	-	-	-	2,1	65,5	27,7	0	6,8
Opitz, T.	Choro zapato	<i>Choromytilus chorus</i>	52,8	23,9	6,4	3,4	2,8	8,2	-	-	-	2,5	90	8	2	0
Hermabessiere et al.	Choro	<i>Aulacomya atra</i>	14,1	-	18,1	4,5	38,3	2	4,70	-	7,8	10,5	93,5	0	6,5	0
Li, et al	Ostra encapuchada	<i>Saccostrea cucullata</i>	13,8	-	19,2	6,5	36,2	-	3,8	-	7,3	13,2	69,4	19,6	11	0

Fuente: Elaboración propia

Estudios realizados por el Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino – GESAMP (2015) los tipos de plástico más utilizados en el mundo son polietileno (PE), polipropileno (Pp), policloruro de vinilo (PVC), poliestireno (PS) y tereftalato de polietileno (PET); y de acuerdo a la información presentada en la tabla 1, se observa que son los mismos tipos de microplásticos encontrados en las especies de bivalvos marinos de consumo humano afectados como, *M. edulis*, *Chlamys farreri*, *Mytilus galloprovincialis* (Ding et al., 2018), coincidiendo con los tipos de MPs que afectan a la especie *Mytilus edulis*, *Mejillon azul* (Qu et al, 2018) estos tipos fueron PE, ABS, Pp, PS y PET; coincidiendo también con los tipos de MPs encontradas en las especies *Patinopecten yessoensis*, *Vieiras* (Cho et al., 2019), *C. edule* (Hermabessiere), *C. gigas* (Baechler et al), quienes además presentaron afectación por los tipos SBR, PA, PC y CP. Estos tipos de microplásticos han afectado a casi todas las especies de bivalvas investigadas en el mundo.

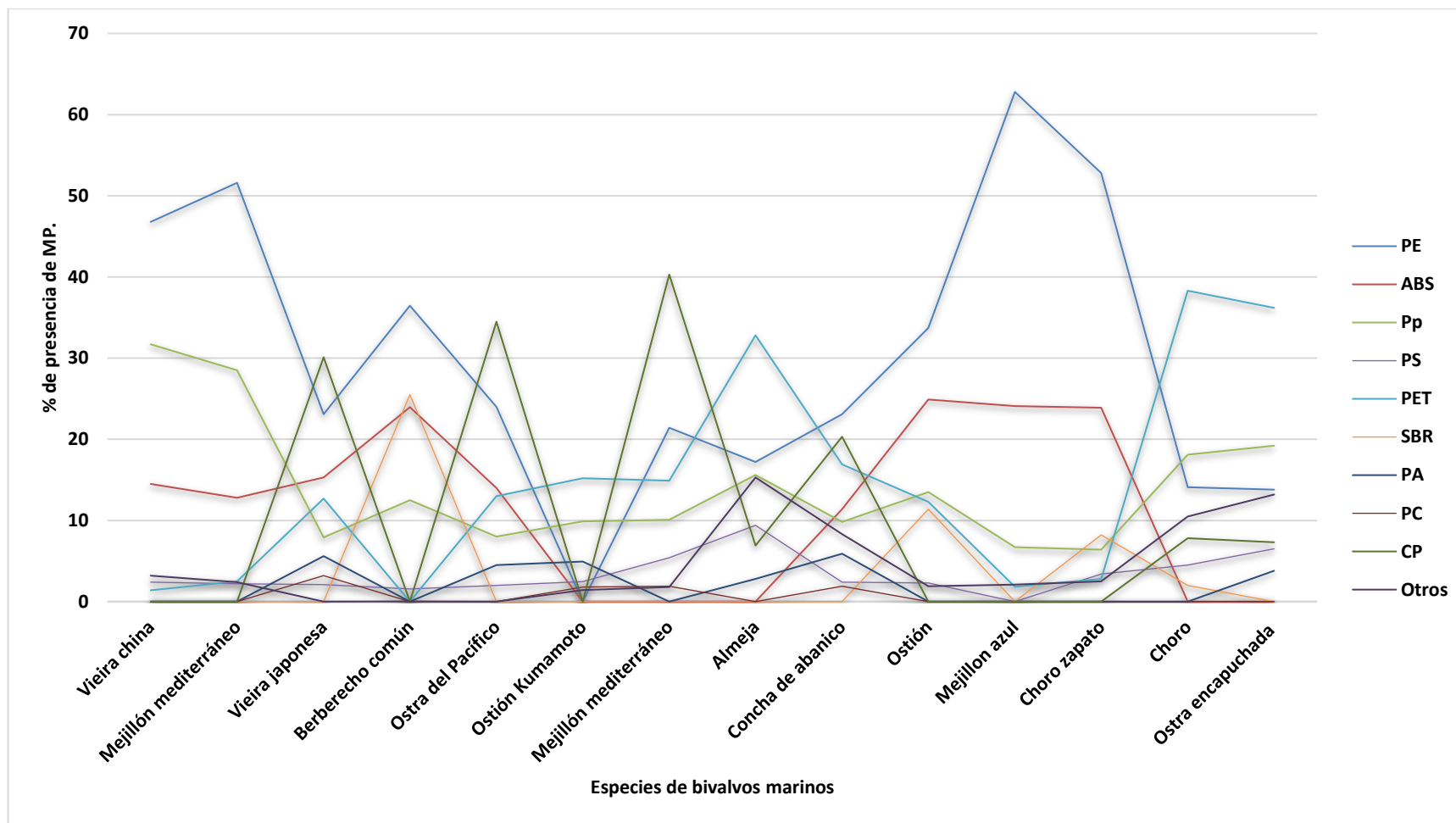


Figura 4. Especies de bivalvos marinos afectados vs. composición porcentual por tipo de microplásticos contaminante.
Fuente: Elaboración propia

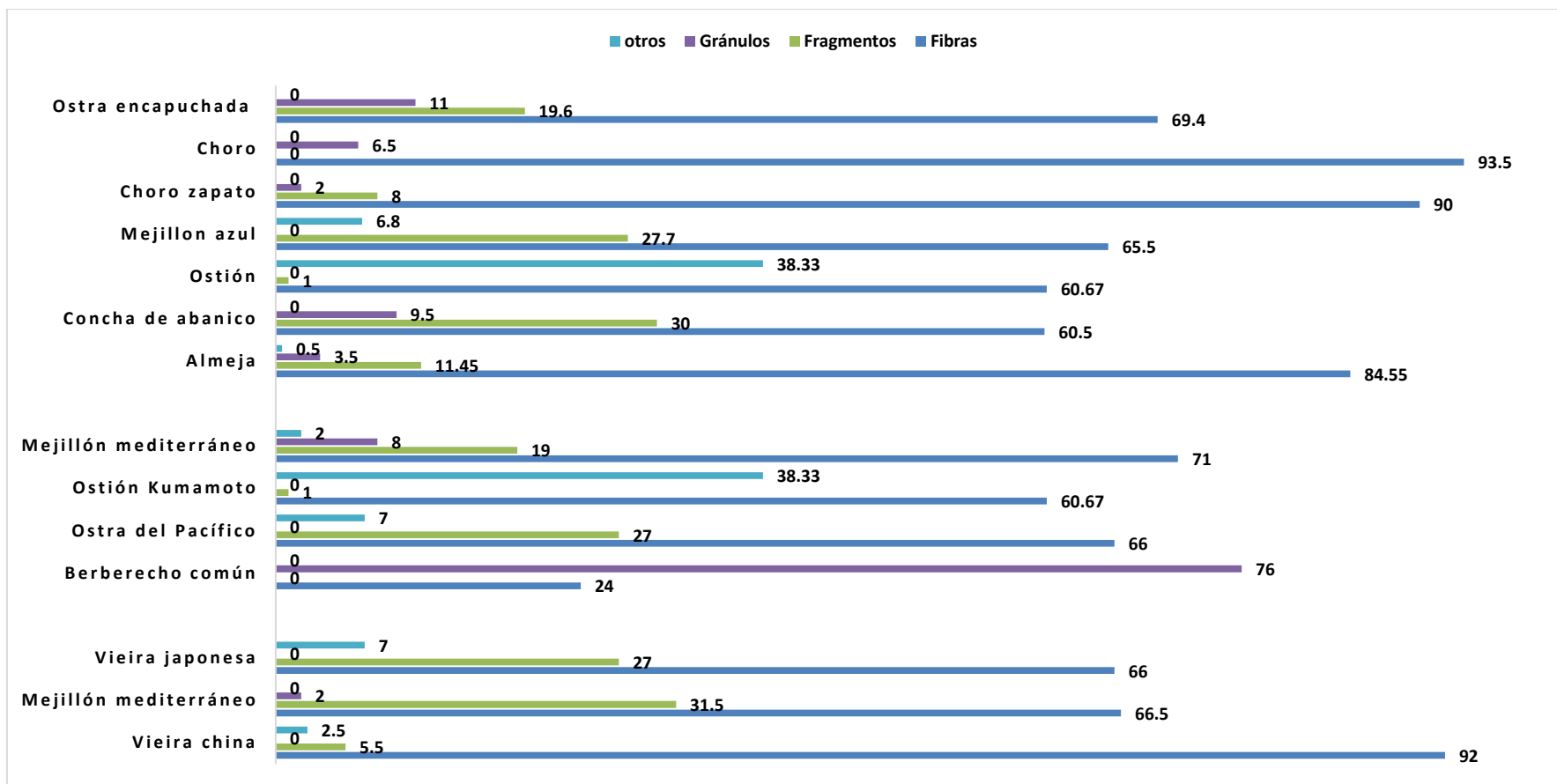


Figura 5. Porcentaje de presencia de formas de microplásticos vs. especies de bivalvos marinos contaminados.

Fuente: Elaboración propia.

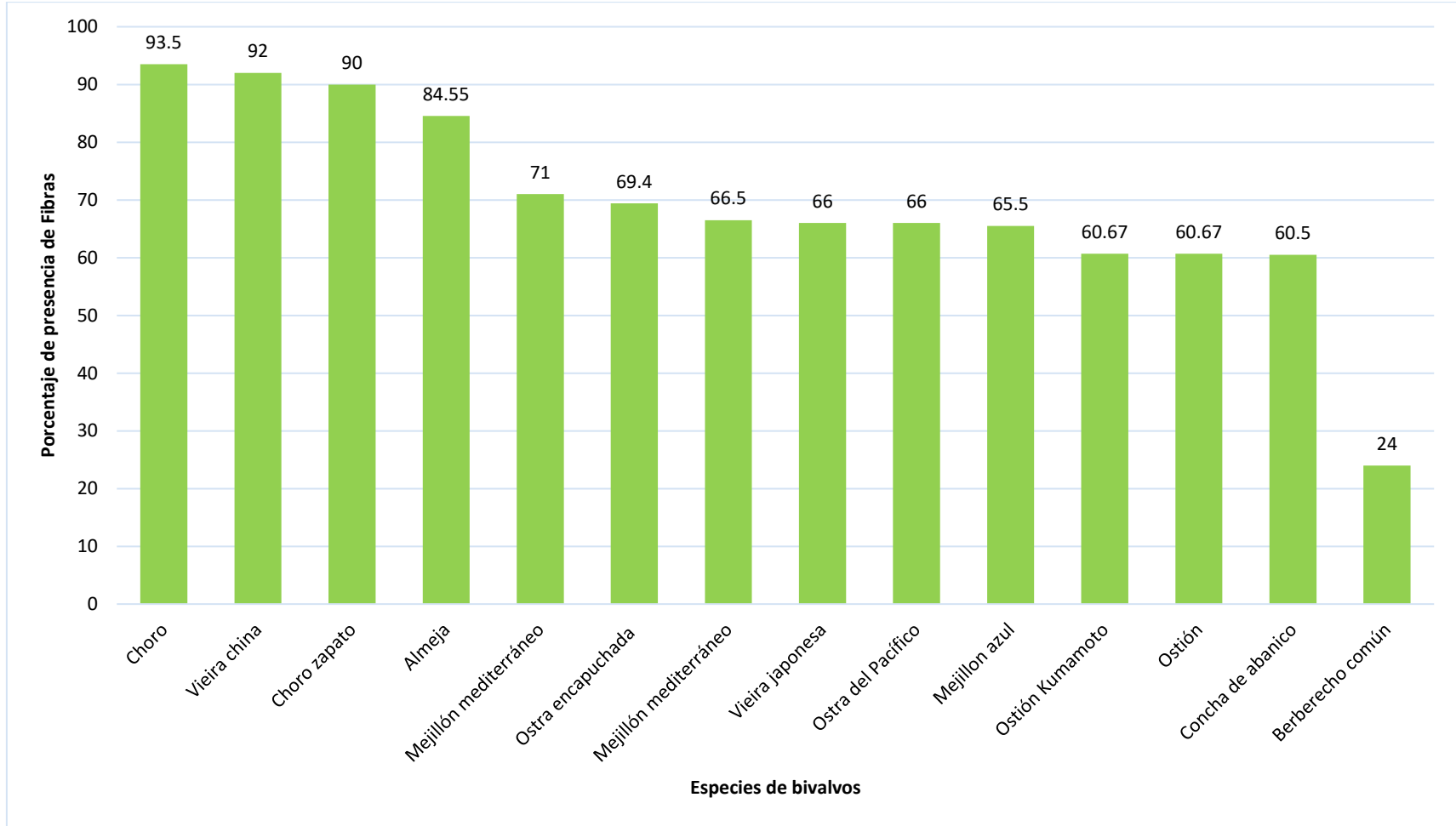


Figura 6. Porcentaje de presencia de fibras vs. especies de bivalvos marinos contaminados.

Fuente: Elaboración propia.

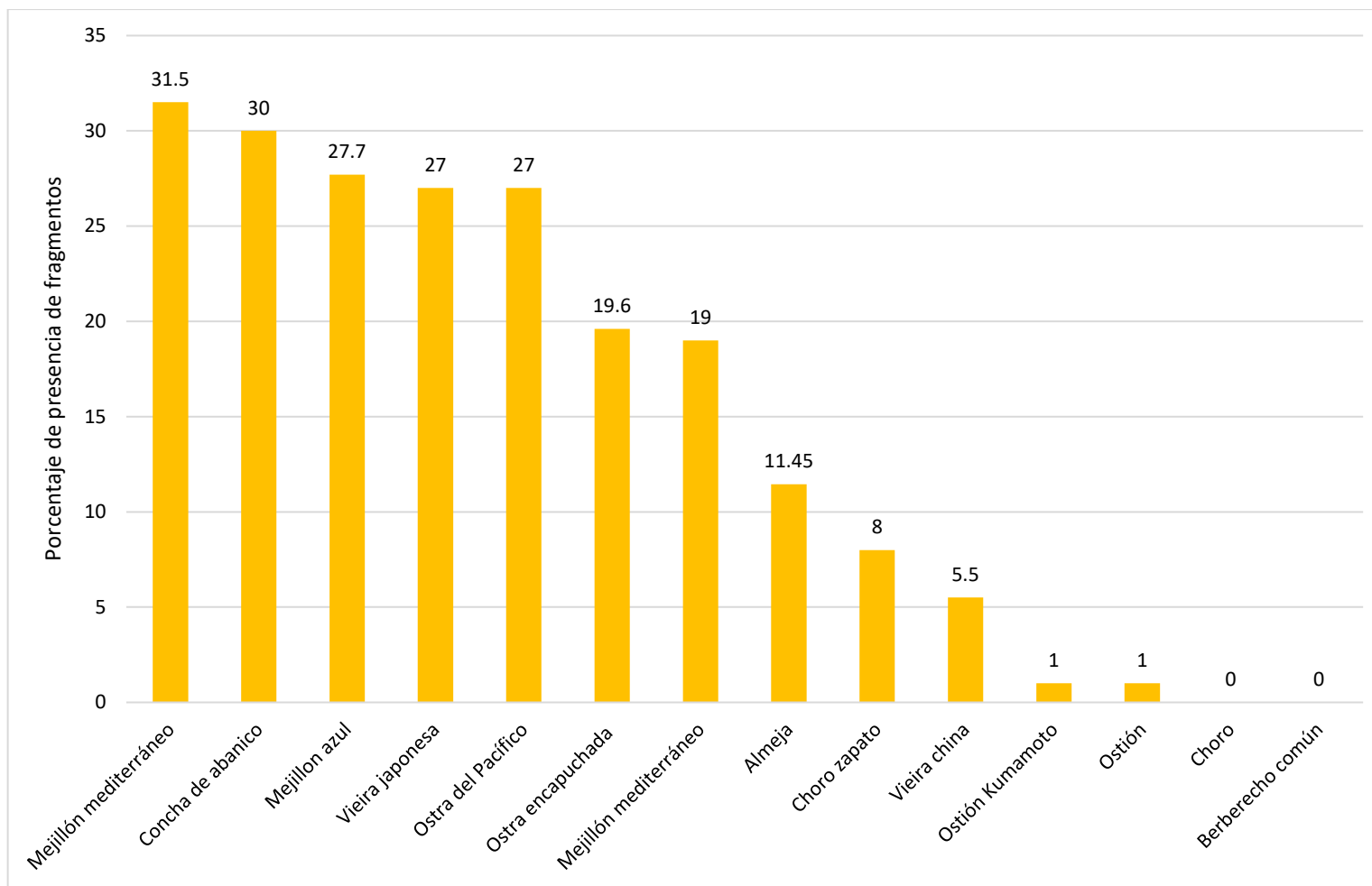


Figura 7. Porcentaje de presencia de fragmentos vs. especies de bivalvos marinos contaminados.

Fuente: Elaboración propia.

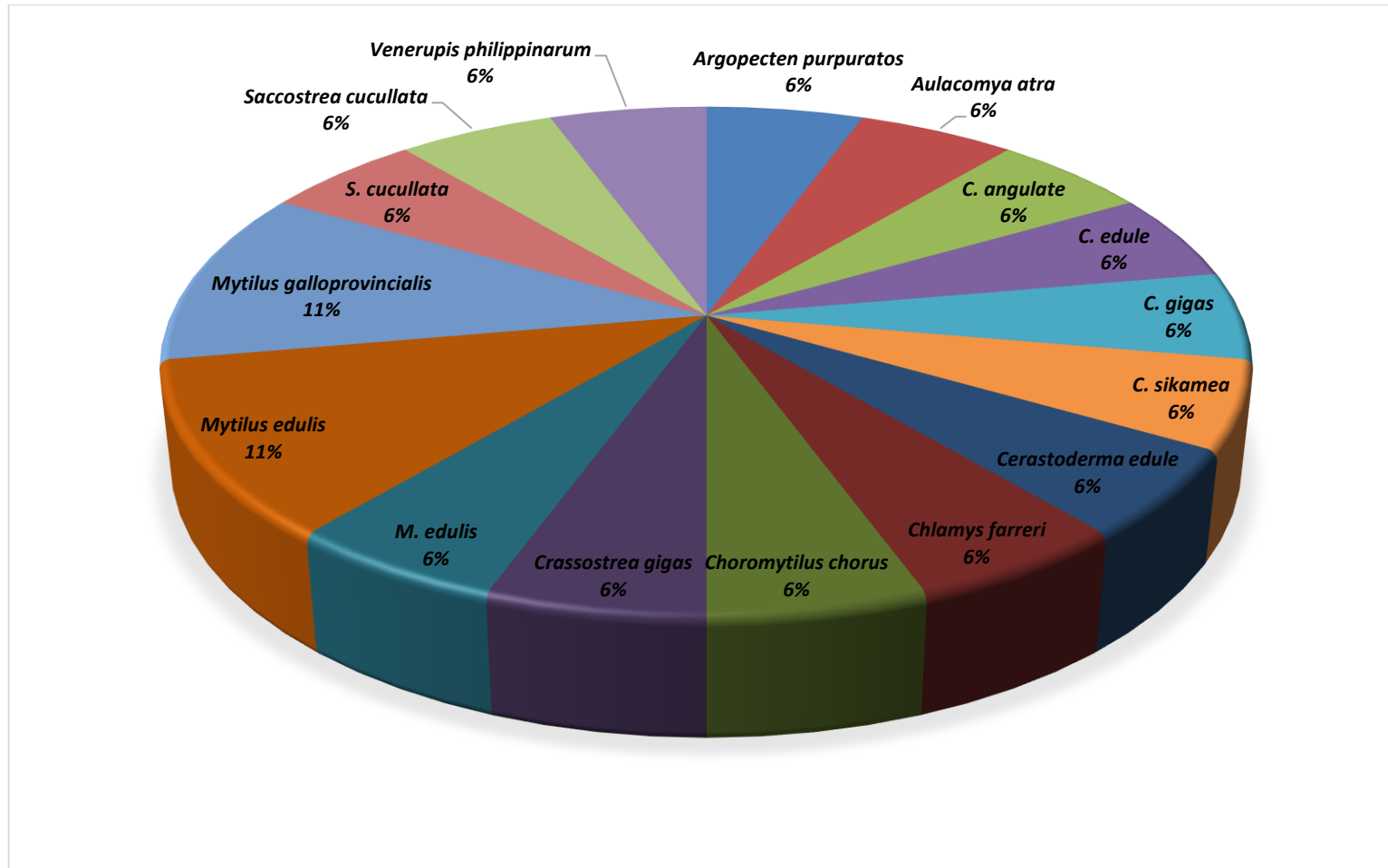


Figura 8. Porcentaje de contaminación por MP en especies de bivalvos marinos.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Respecto al objetivo específico 2, sobre evaluar los niveles de microplásticos presentes en diversas especies de bivalvos marinos, se propusieron los niveles alto, (8.84 a 15.5), intermedio (4.30 a 6,87) y bajo (0.07 a 2.46), en base a lo cual se tabulo la información tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Nivel de microplásticos y especies de bivalvos marinos más afectada.

Autor	Género	Especie	Nivel de microplástico		País
			N° partíc./individuo	nivel de MP	
Ding et al., 2018	<i>Chlamys</i>	<i>Chlamys farreri</i>	5,20 a 19,40	alto	China
Ding et al., 2018	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6,20 a 7,20	medio	China
Qu et al., 2018	<i>Mytilus</i>	Mejillones <i>M. edulis</i>	0,77 a 8,22	medio	China
Li, 2015	<i>Anadara</i>	<i>Scapharca subcrenata</i>	2,50 a 28,50	alto	China
Teng et al	<i>Magallana</i>	<i>Crassostrea gigas</i> (ostras)	0,07	bajo	China
Rahim, 2019	<i>Perna</i>	<i>Perna Viridis</i> (Mejillonj verde)	0,97 a 0,74	bajo	Indonesia
Cho et al., 2019	<i>Patinopecten</i>	<i>Patinopecten yessoensis</i> (Vieiras)	1,21	bajo	Corea
Renzi et al., 2018	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	1,90 a 9,60	medio	Italia
De la Torre, 2019	<i>Argopecten</i>	<i>Argopecten purpuratus</i>	1,71 a 2,79	bajo	Perú
Granek, 2020	<i>Magallana</i>	<i>Crassostrea gigas</i>	10,18 a 11,72	alto	EE UU
Granek, 2020	<i>Siliqua</i>	<i>Siliqua patula</i>	8,39 a 9,29	alto	EE UU
Granek, 2020	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus edulis</i> (Mejillon azul)	0,36 a 1,16	bajo	EE UU
Granek, 2020	<i>Cerastoderma</i>	<i>Cerastoderma edule</i> (Beberechos)	1,30 a 3,62	bajo	EE UU
Vélez, 2021	<i>Aulacomya</i>	<i>Aulacomya. atra</i>	2,25 a 11,48	medio	Perú

Fuente: Elaboracion propia

El número de partículas de MP/individuo se observa en la tabla 3. De acuerdo a los artículos revisados, el número de partículas de MP encontrados en las especies de bivalvos estudiados por Li Yang, 2015, quien muestra que el mayor número de partículas se encontró en la especie *Scapharca subcrenata* con 57,2 partículas de MP/individuo, coincidiendo con las investigaciones realizadas también en China por Ding, et al, 2018, en estudios realizados a la especie *Chlamys farreri*, 19,4 partículas de MP/individuo. Estudios realizados por Granek, 2020, en EE UU en la especie *Crassostrea gigas* 11,72 MP/individuo en Oregón, EE UU, coincidiendo con los resultados obtenidos por el mismo investigador en la especie *Siliqua patula*, con un nivel de afectación de 9,29 MP/individuo; coincidiendo con los resultados obtenidos por Renzi et al., 2018, en Italia estudiando la especie *Mytilus galloprovincialis*, con un nivel de afectación de 9.6 MP/individuo. Así mismo Vélez, 2021, determino que la especie *Aulacomya atra* presentan un nivel de afectación de 11,48 MP/individuo en el Perú.

Las especies que presentaron menor cantidad de partículas fueron la *Crassostrea gigas* (ostras) en China con 0,07 partículas MP/individuo en china y *Perna Viridis* (Mejillonj verde) con 0,97 MP/individuo en indonesia.

Los más altos niveles de afectación en las diferentes especies de bivalvos marinos fueron encontrados en *Scapharca subcrenata* con 57,2 partículas (Li, 2015), *Chlamys farreri* (Ding et al., 2018) con 19,4 partículas en China; seguidos de *Siliqua patula* con 11,72 y *Crassostrea gigas* con 11,48 partículas en EE UU (Granek, 2020).

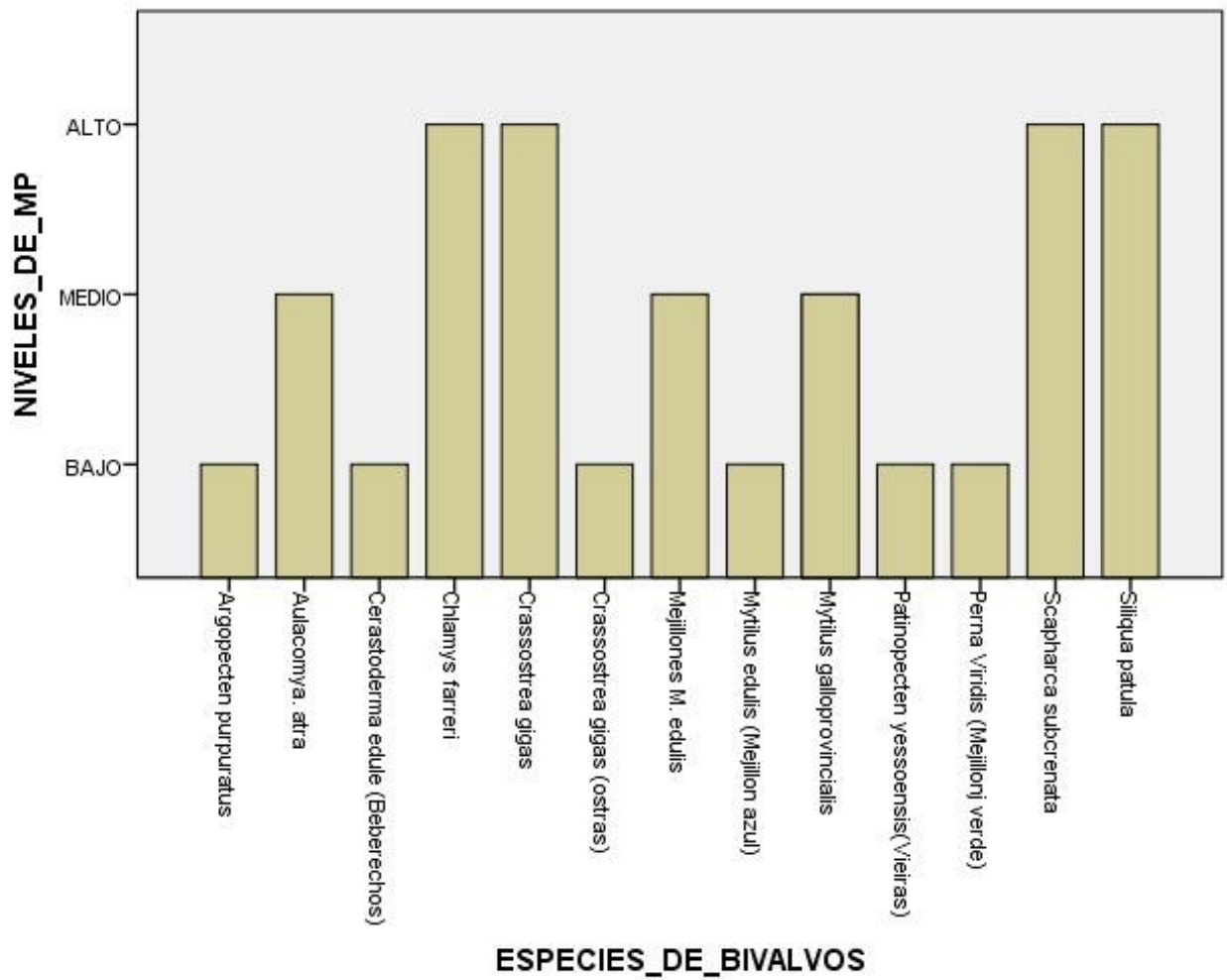


Figura 9. Especie y su nivel de contaminante MPs.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Respecto al objetivo específico 3, enfocado a evaluar la familia de bivalvos marinos más afectadas por la presencia de microplásticos, cuya información se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Familias de bivalvos marinos y valores de afectación.

Autor	Familia	genero	Especies	MP/individuo	País
Li, 2015	<i>Ostreidae</i>	<i>Anadara</i>	<i>Scapharca subcrenata</i>	57,20	China
Ding et al., 2018	<i>pectinidae</i>	<i>Chlamys</i>	<i>Chlamys farreri</i>	19,40	China
Granek, 2020	<i>Ostreidae</i>	<i>Magallana</i>	<i>Crassostrea gigas</i>	11,72	EE UU
Vélez, 2021	<i>Ostreidae</i>	<i>Aulacomya</i>	<i>Aulacomya. atra</i>	11,48	Perú
Renzi et al., 2018	<i>Mytilidae</i>	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	9,60	Italia
Granek, 2020	<i>Hiatellidae</i>	<i>Siliqua</i>	<i>Siliqua patula</i>	9,29	EE UU
Qu et al., 2018	<i>Mytilidae</i>	<i>Mytilus</i>	Mejillones <i>M. edulis</i>	8,22	China
Ding et al., 2018	<i>Mytilidae</i>	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	7,20	China
Granek, 2020	<i>Mytilidae</i>	<i>Cerastoderma</i>	<i>Cerastoderma edule</i> (Beberechos)	3,62	EE UU
De la Torre, 2019	<i>Pectinidae</i>	<i>Argopecten</i>	<i>Argopecten purpuratus</i>	2,79	Perú
Cho et al., 2019	<i>Pectinidae</i>	<i>Patinopecten</i>	<i>Patinopecten yessoensis</i> (Vieiras)	1,21	Corea
Granek, 2020	<i>Mytilidae</i>	<i>Mytilus</i>	<i>Mytilus edulis</i> (Mejillon azul)	1,16	EE UU
Rahim, 2019	<i>Mytilidae</i>	<i>Mytilus</i>	<i>Perna Viridis</i> (Mejillonj verde)	0,97	Indonesia
Teng, et al	<i>Mytilidae</i>	<i>Magallana</i>	<i>Crassostrea gigas</i> (ostras)	0,07	China

Fuente: Elaboración propia

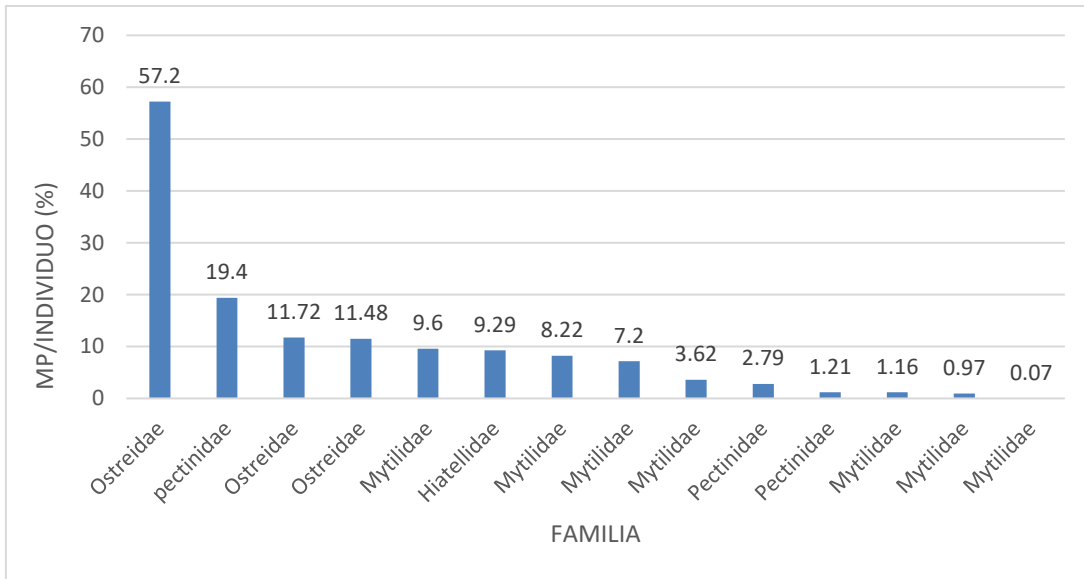


Figura 10. Familia mas afectada por microplastico.

Fuente: elaboración propia

Las familias y especies mas afectadas por la ingestion de MPs se han observado en China con un nivel maximo 57,2 partículas de MP/individuo en la familia *Ostreidae*, especie *Scapharca subcrenata*, seguido de la familia, *Pectinidae*, especie *Chlamys farreri* con 19,4 partículas de MP/individuo



Familia *Ostreidae* (*Scapharca subcrenata*) Familia *Pectinidae* (*Chlamys farreri*).

De acuerdo a la información recolectada, tabla N°3, podemos clasificar en niveles de afectación de las especies considerando afectación muy alta a aquellas que

presentaron número de partículas de MP/individuo, superiores a 30, afectación alta a las que presentaron número de partículas de MP/individuo comprendidas entre 16 a 30, afectación media a las que presentaron número de partículas MP/individuo comprendidas entre 15 a 8 y afectación baja a las que presentaron número de partículas de MP/individuo comprendidas entre 1 a 7.

Bajo estas consideraciones tenemos que en china en la familia *Ostreidae*, especie *Scapharca subcrenata* se observó la más alta afectación con 57 partículas MP/individuo y alta afectación en la familia, *Pectinidae*, especie *Chlamys farreri* con 19,4 partículas de MP/individuo (Li, 2015; Ding et al., 2018). Seguidos de los bivalvos estudiados en EE UU, Perú e Italia; *Crassostrea gigas* con 11,48 MP/individuo, *Aulacomya. atra* 11,48 MP/individuo y *Mytilus galloprovincialis* con 9,6 MP/individuo respectivamente.

Las investigaciones realizadas indican que los efectos que ocasionan la ingesta MPs en los bivalvos marinos son: Fisiológicos, alterando la reproducción, ocasionando reducción importante en el número de ovocitos, disminución del diámetro y la velocidad de los espermatozoides, reducción del crecimiento en estado larval, en conclusión, se demostró que las microesferas de poliestireno alteran la alimentación causando perturbaciones en la reproducción con efectos en su descendencia (Sussarellu et al., 2016). Coincidiendo con Moore, 2008, quien determina que ocasionan la disminución de su desarrollo, por bloqueo del sistema digestivo y sensación de llenura, al confundirlo con alimento, les causa sensación de saciedad, menos ingestión de alimentos, disminución de su desarrollo y hasta la muerte por inanición. Así mismo, en la investigación realizada por Von Moos et al. 2012, quienes concluyen que la ingestión de microplásticos produce variaciones histológicas y ocasionan inflamaciones como consecuencia de la formación de granulocitos. En suma, Opitz, 2017, concluye que los MP ocasiona la disminución del desarrollo, por bloqueo del sistema digestivo. Además, Moore, 2008 menciona que los MP causan sensación de llenura con una consecuente deficiencia de energía en estos bivalvos marinos. Del mismo modo Oliveira et al., 2018, señala que los efectos ocasionados en bivalvos por la ingestión de microplásticos fueron inducción a estrés oxidativo y perjuicio a la peroxidación lipídica, concluyendo que la especie *Corbicula*

fluminea con microplásticos ingeridos evidencian cuadros de neurotoxicidad (Oliveira et al., 2018, pp. 155-163).

Otras investigación realizada en la especie *Crassostrea gigas* sobre el efecto de las micro esferas de poliestireno en su fisiología, demostró la reducción importante en el número de ovocitos, disminución del diámetro de las valvas y la velocidad de los espermatozoides, reducción del crecimiento en estado larval, en conclusión, se demostró que las microesferas de poliestireno alteran la alimentación causando perturbaciones en la reproducción con efectos en su descendencia (Sussarellu et al., 2016), coincidiendo con los estudios realizados por Opitz, 2017, en la especie *Choromytilus chorus*, con presencia de microplástico en sus tejidos blandos, que mostraron efectos en el desarrollo de las valvas cuando se emplearon 1000 partículas de MP/l; del mismo modo, presento reducción del crecimiento potencial a la concentración 100 partículas de MP/l.

V. CONCLUSIONES

Los tipos de microplásticos afectan a casi todas las especies de bivalvas marinas de consumo humano investigadas en el mundo, son de variados polímeros, entre ellos, PE, ABS, Pp, PS y PET; SBR, PA, PC y CP; siendo las fibras la forma predominante en las especies afectadas y en las regiones estudiadas, seguida de fragmentos.

Los niveles de microplásticos encontrado en las diversas especies de bivalvos marinos de consumo humano, donde se encontró un nivel alto en las especies *Scapharca subcrenata* con 2,50 a 28,50 con un promedio de 15,50 partículas de MP/individuo, así como la especie *Chlamys farreri*, 5,20 a 19,40 con un promedio de 12,30 partículas de MP/individuo en China. Del mismo modo la especie de *Mytilus galloprovincialis*, con un nivel medio de 6,20 a 7,20 con un promedio de 6,70 MP/individuo en China, así también en la especie *Aulacomya atra* con un nivel medio de 2,25 a 11,48 MP/individuo en el Perú, y con un nivel bajo encontramos a la especie *Crassostrea gigas* (ostras) con un valor de 0,07.

La familia y especie de bivalvos marinos más afectadas por la presencia de microplásticos. se ha observado en China en la familia *Ostreidae*, especie *Scapharca subcrenata*, seguido de la familia, *Pectinidae*, especie *Chlamys farreri*, la especie *Crassostrea gigas* y la especie *Siliqua patula*, en Oregón, EE UU; la especie *Mytilus galloprovincialis*, en Italia, así mismo la especie *Aulacomya atra* en el Perú.

El efecto que presentarían los microplásticos en las especies de bivalvos marinas identificadas sería negativo, según la información consultada, se presentan problemas relacionados a la fertilidad, reducción del crecimiento y el desarrollo de individuos, neurotoxicidad, causando perturbaciones en la reproducción, variaciones histológicas y ocasionan inflamaciones en los intestinos como consecuencia de la formación de granulocitos, hasta la muerte por inanición. En un largo plazo se pondría en peligro la supervivencia de estas especies, donde las especies más contaminadas estarían condenadas a extinguirse.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones de la presencia de MPs en los humanos debido a su diámetro de tamaño nanométrico y al consumirlos crudos pueden afectar a estos y ocasionar efectos en su salud.

Reglamentar y no permitir el uso de materiales plásticos en la reproducción y crianza de bivalvos marinos en granjas y así evitar su afectación por MPs.

Revisar la normativa vigente respecto a la utilización y disposición de los objetos de plástico, reduciendo de esta manera la contaminación de MPs por la degradación y desgaste de estos.

Promover investigaciones en la elaboración de polímeros orgánicos biodegradables para sustituir progresivamente la utilización de plásticos sintéticos de difícil degradación.

REFERENCIAS.

ALIMBA, Chibuisi Gideon y FAGGIO, Caterina. Microplastics in the marine environment: Current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. *Environmental toxicology and pharmacology*, 2019, vol. 68, p. 61-74. Portugal Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/journal/environmental-toxicology-and-pharmacology/vol/68/suppl/C>

ARAUJO M. Fundamentos del análisis crítico: concepto de validez y condiciones básicas para el análisis. *Medwave* 2012 Ene;12(1) doi: 10.5867/medwave.2012.01.5293

AUTA HS, Emenike CU, Fauziah SH. 2017. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environ Int* 102: 165-176. doi: 10.1016/j.envint.2017.02.013

Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400003&lng=en

BAECHLER, B., Granek, E., & Hunter, M. y. (2020). Microplastic concentrations in two Oregon bivalve species: Spatial, temporal, and species variability. *Limnology and Oceanography Letters*, 5(2020), 54-65. doi:10.1002/lo12.10124

BARBOZA LGA, Vethaak AD, Lavorante BRBO, Lundebye AK, Guilhermino L, Reaimundo J, et al. 2018. Marine microplastic debris: an emerging issue for food security, food safety and human health. *Mar Pollut Bull* 133: 336-348. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.05.047 Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400005&lng=en

BENAVIDES, B. (2017). Evaluación del efecto de las partículas de microplástico sobre la alimentación del camarón blanco *Litopenaeus Bannamei* (Boone, 1931).

BOLLAIN Pastor, Clara y VICENTE Agullo, David. Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Revista Española. Salud Publica* [online]. 2019, vol.93 [citado 2021-04-15], e201908064. Disponible en:

<http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113557272019000100012&lng=es&nrm=iso>. Epub 07-Sep-2020.

BERGMANN M, Wirzberger V, Krumpfen T, Lorenz C, Primpke S, Tekman MB, Gerdt G. 2017. High quantities of microplastic in Arctic deep-sea sediments from the Hausgarten observatory. *Environ Sci Technol* 51: 11000-11010. doi: 10.1021/acs.est.7b0-3331 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400008&lng=en

BOLLAIN PASTOR, Clara y VICENTE AGULLO, David. Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Rev. Esp. Salud Publica* [online]. 2019, vol.93 [citado 2021-10-04], e201908064. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113557272019000100012&lng=es&nrm=iso>. Epub 07-Sep-2020. ISSN 2173-9110.

BROWNE MA, CRUMP P, NIVEN SJ, TEUTEN E, TONKIN A, GALLOWAY T, *et al.* Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environ Sci Technol*. [En línea] 2011;45(21):9175-9179. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S11355727201900010001200009&lng=en

CACERES Martinez, Carlos H.; ACEVEDO Rincon, Aldemar A. y SANCHEZ-Montano, Luis R.. Registros de plásticos en la ingesta de *Tremarctos ornatus* (Carnívora: Ursidae) y de *Nasua olivacea* (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. *Rev. Mex. Biodiv.* [online]. 2015, vol.86, n.3 [citado 2021-04-14], pp.839-842. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532015000300839&lng=es&nrm=iso>.

CASTANETA, Grover; GUTIERREZ, Abel F; NACARATTE, Fallón y MANZANO, Carlos A. Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Rev. Bol. Quim* [online]. 2020, vol.37, n.3 [citado 2021-10-11], pp.142-157. Disponible en:

<http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602020000300005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0250-5460.

CASTILLO, Edelmira; Vásquez, Martha Lucía El rigor metodológico en la investigación cualitativa Colombia Médica, vol. 34, núm. 3, 2003, pp. 164-167 Universidad del Valle Cali, Colombia.

CHO, Y.; Shim, W.J.; Jang, M.; Han, H.M.; Hong, S.H. 2019. Abundance and characteristics of microplastics in market bivalves from South Korea. Environmental Pollution 245: 1107-1116. ISSN 2007-8706. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.004>.

CINCINELLI A, Scopetani C, Chelazzi D, Lombardini E, Martellini T, Katsoyiannis A, Fossi MC, Corsolini S. 2017. Microplastic in the surface waters of the Ross Sea (Antarctica): occurrence, distribution and characterization by FTIR. Chemosphere 175: 391-400. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.02.024 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400015&lng=en

CONCYTEC (2018). Resolución de Presidencia N° 215-2018-CONCYTEC-P “Formalizan la aprobación del “Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de los Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - SINACYT”. Publicado el 25 de noviembre de 2018. Recuperado de: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/formalizan-la-aprobacion-del-reglamento-de-calificacion-cl-resolucion-n-215-2018-concytec-p-1716352-1>

CÓZAR A, Martí E, Duarte CM, Garcíade-Lomas J, van Sebille E, Ballatore TJ, Eguiluz VM, et al. 2017. The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation. Sci Adv 3: e1600582. doi: 10.1126/sciadv.1600582 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400020&lng=en

CÓZAR A, Echevarria F, GonzalezGordillo JI, Irigoien X, Ubeda B, Hernandez-Leon S, Palma AT, et al. 2014. Plastic debris in the open ocean. P Natl Acad Sci USA 111: 10239-10244. doi: 10.1073/pnas.1314705111 Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400019&lng=en

DAVIDSON, K.; Dudas, S.E. 2016. Microplastic Ingestion by Wild and Cultured Manila Clams (*Venerupis philippinarum*) from Baynes Sound, British Columbia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 71: 147-156.

DE LA TORRE, G.;Mendoza, L.;Laura, R. (2019). Contaminación con microplásticos en el bivalvo comercial *Argopecten purpuratus* de Lima Perú. *Manglar Revista de Investigación Científica Universidad Nacional de Tumbes Perú.*, 16(2), 85-89. doi:10.17268/manglar.2019.012

DRIS, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C., & Tassin, B. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: a source of microplastics in the environment? *Marine Pollution Bulletin*, 104(1–2), 290–293.

DING, J.-F., Li, J.-X., Sun, C.-J., He, C.-F., Jiang, F.-H., Gao, F.-L., Zheng, L. (2018): Separation and identification of microplastics in digestive system of bivalves. – *Chinese Journal of Analytical Chemistry* 46: 690-697.

EL PERUANO, 2018. Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. Ley N° 30884. *El Peruano*. Miércoles 19 de diciembre de 2018. En: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/leyque-regula-el-plastico-de-un-solo-uso-y-los-recipientes-ley-n-30884-1724734-1>

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA). Note on substance identification and the potential scope of a restriction on uses of microplastics. [On line] 2018. [Fecha de consulta, abril, 2021] Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1135-5727201900010001200007&lng=en

FAO, 2017. Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura: ¿que sabemos? ¿Deberíamos preocuparnos)? Disponible en: <http://www.fao.org/3/ca3540es/ca3540es.pdf>

FERREIRA, G. V. B., Barletta, M., Lima, A. R. A., Dantas, D. V., Justino, A. K. S., & Costa, M. F. (2016). Plastic debris contamination in the life cycle of *Acoupa weakfish*

(*Cynoscion acoupa*) in a tropical estuary . ICES Journal of Marine Science: Journal Du Conseil, 73(10), 2695–2707. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw108>

FOSSI, M. C., Marsili, L., Bains, M., Giannetti, M., Coppola, D., Guerranti, C., Caliani, I., Minutoli, R., Lauriano, G., Finoia, M. G., Rubegni, F., Panigada, S., Bérubé, M., Urbán Ramírez, J., & Panti, C. (2016). Fin whales and microplastics: The Mediterranean Sea and the Sea of Cortez scenarios. *Environmental Pollution*, 209, 68–78. Disponible en; <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.11.022>

GALLO F, Fossi C, Weber R, Santillo D, Sousa J, Ingram I, Nadal A, Romano D. 2018. Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. *Environ Sci Eur* 30: 1314. doi: 10.1186/s12302-018-0139-z Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400027&lng=en

GESAMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 2019. Guidelines or the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean (Kershaw, P.J.; Turra, A. & Galgani, F. eds.), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 99, 130p.

GESAMP Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. 2016. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment. In: Kershaw PJ, Rochman CM (eds). IMO/FAO/ UNESCOIOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. 220 p. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400029&lng=en

GREEN, D. S. 2016. Effects of microplastics on European flat oysters, *Ostrea edulis* and their associated benthic communities. *Environ. Pollut.*, 216: 95-103.

GREEN, D.S., Boots, B., Sigwart, J., Jiang, S. & Rocha, C. 2016. Effects of conventional and biodegradable microplastics on a marine ecosystem engineer (*Arenicola marina*) and sediment nutrient cycling. *Environ. Pollut.*, 208: 426-434. ISSN 1990-9233. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2016.24.06.23654, ISSN 1727-9933. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>.

GOMEZ Serrato, José Guillermo. Diagnóstico del impacto del plástico - botellas sobre el medio ambiente: un estado del arte, Tesis (trabajo de grado), Cundinamarca, Colombia, 2016. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10047/Gomez2016.pdf?sequence=1>.

HERMABESSIERE, L., Paul-Pont, I., Cassone, A., Himber, C., Receveur, J., Jezequel, R., . . . Soudant, P. (2019). Microplastic contamination and pollutant levels in mussels and cockles collected along the channel coasts. *Environmental Pollution*, 250(2019), 807-819. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.04.051>

HERNÁNDEZ, R., Fernández, C. y Baptista, P. Metodología de la investigación (6ª ed.). México D. F.: McGraw Hill. 2014.

HUDAK, C. A., & Sette, L. (2019). Opportunistic detection of anthropogenic micro debris in harbor seal (*Phoca vitulina vitulina*) and gray seal (*Halichoerus grypus atlantica*) fecal samples from haul-outs in southeastern Massachusetts, USA. *Marine Pollution Bulletin*, 145(February), 390–395. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.020>

IBRAHIM, Yusof Shuaib. Microplastics Ingestion by Scaph. arca cornea at Setiu Wetland, Terengganu, Malaysia. 2016. *Research* [En línea] 24 (6): 2129-2136, 2016. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Sabiqah_Anuar/publication/320146251_Microplastics_Ingestion_by_Scapharca_cornea_at_Setiu_Wetland_Terengganu_Malaysia/links/59d09e79aca2721f436710a4/Microplastics-Ingestion-by-Scapharca-cornea-at-Setiu-Wetland-Terengganu-Malaysia.pdf

JAMIESON, A.J., Brooks, L.S.R., Reid, W.D.K., Piertney, S.B., Narayanaswamy, B.E., Linley, T.D. **2019**, Microplastics and synthetic particles ingested by Deep-sea amphipods in six of the deepest marine ecosystems on Earth, *R.Soc.Open. Sci.* 6. 180667

KOELMANS, A. A., Bakir, A., Allen Burton, G. & Janssen, C. R. 2016, 'Microplastic as a Vector for Chemicals in the Aquatic Environment: Critical Review and Model-Supported Reinterpretation of Empirical Studies.' (Los microplásticos son portadores de sustancias químicas en el medio acuático: análisis crítico y una reinterpretación de los estudios empíricos respaldados por un modelo), *Environmental Science Technology*, DOI: 10.1021/acs.est.5b06069

LI, J.; Green, C.; Reynolds, A.; Shi, H.; Rothell J.M. 2018. Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom. *Environmental Pollution* 241: 35-44.

LINO, J. (2019). Microplástico en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard* (trabajo de titulación). Santa Elena: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/5246>

LÓPEZ Monroy, F. y. (2019). Microplásticos en el ambiente marino. Saber, Universidad de Oriente, 66-81

MAES T, Meulen MDVD, Devriese LI, Leslie HA, Huvet A, Frère L, Robbens J, et al. 2017. Microplastics baseline surveys at the water surface and in sediments of the north-East Atlantic. *Front Mar Sci* 4: 135. doi: 10.3389/fmars.2017.00135 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400038&lng=en

MAGNUSSON, Kerstin, [et al.]. Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment [On line]. *A review of existing data*. IVL, C, 2016, vol. 183. [Fecha de consulta, abril, 2021] Disponible en: https://www.ivl.se/download/18.7e136029152c7d48c205d8/1457342560947/C183+Sources+o%20f+microplastic_160307_D.pdf

MATHALON, A.; Hill, P. 2014. Microplastic fibers in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. *Marine Pollution Bulletin* 81: 69-79.

NOREÑA, Ana Lucía; Alcaraz-Moreno, Noemi; Rojas, Juan Guillermo; Rebolledo-Malpica, Dinora Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa Aquichan, vol. 12, núm. 3, diciembre, 2012, pp. 263-274 Universidad de La Sabana Cundinamarca, Colombia.

OLIVEIRA, P., Antao, L., Branco, V., Figueiredo, N., Carvalho, C., & Guilhermino, L. (2018). Effects of microplastics and mercury in the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): filtration rate, biochemical biomarkers and mercury bioconcentration. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 164(2018), 155-163. doi:www.elsevier.com/locate/ecoenv

OLIVER, P., Holmes, A., Killeen, I., & Turner, J. (6 de enero de 2016). National Museum Wales. Obtenido de Marine Bivalve Shells of the British Isles. Amgueddfa Cymru: <https://naturalhistory.museumwales.ac.uk/britishbivalves/home.php>

OPITZ Burgos, Tania Soledad. Evaluación de los efectos de la contaminación con microplástico, en el balance energético del recurso pesquero *Choromytilus chorus*, Tesis Universidad de Chile, 2017, Santiago, Chile.

ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2004-2020). Programa de información de especies acuáticas. *Mytilus edulis*. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (en línea). Recuperado el 30 de julio de 2020, de http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_edulis/es

QU, X., Su, L., Li, H., Liang, M., & Shi, H. (2018). Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels. *Science of the Total Environment*, 621, 679–686. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.284>

REGUERA, P., Viñas, L., & Gago, J. (2019). Microplastics in wild mussels (*Mytilus spp.*) from the north coast of Spain. *Scientia Marina*, 83(4), 337-347. doi:<https://doi.org/10.3989/scimar.04927.05A>

RENZI, M., Guerranti, C., & Blašković, A. (2018). Microplastic contents from maricultured and natural mussels. *Marine Pollution Bulletin*, 131(March), 248–251. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.035>

RIST, S., Almroth, B. C., Hartmann, N. B., & Karlsson, T. M. (2018). A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. *Science of the Total Environment*, 626, 720–726.

ROCHMAN, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., Teh, F. C., Werorilangi, S., & Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5(April), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep14340>

SALGADO LEVANO, Ana Cecilia. Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *liber*. [online]. 2007, vol.13, n.13 [citado 2021-10-04], pp.71-78. Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272007000100009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1729-4827.

SAURIA G, Avio CG, Mineo A, Lattin GL, Magaldi MG, Belmonte G, Moore CJ, Regoli F, Aliani S. 2016. The Mediterranean plastic soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters. *Sci Rep* 6: 37551. doi: 10.1038/srep37551 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400061&lng=en

SAVOCA S, Capillo G, Mancuso M, Bottari T, Crupi R, Branca C, Romano V, et al. 2019. Microplastics occurrence in the Tyrrhenian waters and in the gastrointestinal tract of two congener species of seabreams. *Environ Toxicol Phar* 67: 35-41. doi: 10.1016/j.etap.2019.01.011 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400056&lng=en

SCHETTINI, Patricia Análisis de datos cualitativos en la investigación social : procedimientos y herramientas para la interpretación de información cualitativa / Patricia Schettini ; coordinado por Patricia Schettini y Inés Cortazzo. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata, 2015. E-Book. ISBN 978-950-34-1231-2

SCHYMANSKI, D., Goldbeck, C., Humpf, H.-U., & Fürst, P. (2018). Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research*, 129, 154–162.

SETÄLÄ, O., Fleming-Lehtinen, V., & Lehtiniemi, M. (2014). Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental Pollution*, 185, 77–83. 41
7 Inserido ao protocolo 17.482.860-1 por: Suzane de Oliveira em: 26/03/2021 17:53.
Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.013>

SMITH, M., Love, D. C., Rochman, C. M., & Neff, R. A. (2018). Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current Environmental Health Reports*, 5(3), 375–386

STRUNGARU SA, Jijie R, Nicoara M, Plavan G, Faggio C. 2018. Micro (nano) plastics in freshwater ecosystems: abundance, toxicological impact and quantification methodology. *TRACTrend Anal Chem* 110: 116-128. doi: 10.1016/j.trac.2018.10.025 Disponível em http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1609-9117202100020002400060&lng=en

SUNDT 2014

SUSSARELLU, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Julie, P., . . . Huvet, A. (2016). Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 113(9), 2430-2435. doi:10.1073/pnas.1519019113

TENG, J., Wang, Q., Ran, W., Wu, D., Liu, Y., Sun, S., . . . Zhao, J. (2019). Microplastic in cultured oysters from different coastal areas of China. *Science of the Total Environment*, 653, 1282-1292. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.057>

UNEP, United Nations Environment Programme. Marine plastic debris and microplastics - Global lessons and research to inspire action and guide policy change. 2016. Disponível em: [Escombros plásticos marinos y microplásticos lecciones y investigación Global para inspirar acción y guía política cambio-2016Marine Plastic Debris and Micropla.pdf.](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.057) Disponível em: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1135-5727201900010001200002&lng=en

VAN Cauwenberghe, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193, 65–70. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>

VON Moos, N.; Burkhardt-Holm, P.; Köhler, A. 2012. Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environmental Science & Technology* 46: 11327-1133

WAHDANI, A., Yaqin, K., Rukminasari, N., Suwarni, N., Fajriyati, D., & Fachruddin, L. (2020). Konsentrasi mikroplastik pada kerang manila *Venerupis philippinarum* di Perairan Maccini Baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan. *Maspari Journal*, 12(2), 1-13.

YUNGA Córdova Kelly Brigitte, Vélez Reyes Eudy Fabrizzyo , Análisis de la contaminación por microplásticos en especies comerciales de bivalvos a nivel mundial entre los años 2010 a 2020, Tesis, Universidad Agraria del Ecuador, 2021.

Anexos

ANEXO N° 01: Matriz De Categorización Apriorística.

Ámbito Temático	Problema de Investigación	Preguntas de Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Categorías	Subcategorías
Evaluación de la presencia de microplásticos en bivalvos marinos de consumo humano.	¿Qué efectos ocasiona la presencia de microplásticos en bivalvos marinos?	¿Qué tipo de microplásticos se han encontrado en las especies de bivalvos marinos de consumo humano?	Evaluar el efecto que ocasiona la presencia de microplásticos en bivalvos marinos	Evaluar el tipo de microplásticos encontrados en las especies de bivalvos marinos de consumo humano	Microplásticos	Tereftalato de polietileno, Politereftalato, Poliamidas, Policloruro de vinilo, Polipropileno, Poliestireno
		¿En qué nivel está presente el microplásticos en especies de bivalvos marinos?		Evaluar los niveles de microplásticos encontrados en las diversas especies de bivalvos marinos	Presencia de MPs	n° de partículas, n° de fibras, n° de fragmentos
		¿Qué familia de bivalvos marinos han sido más afectadas por la presencia de microplásticos?		Evaluar la familia de bivalvos marinos más afectadas por la presencia de microplásticos	Especies de bivalvos	Almejas, Tapes philippinarum, Venerupis decussatus Venerupis pullastra, Mejillon, Mytilus edulis, Pectinidae Mytilidae, Almejas manila, Venerupis decussatus Venerupis pullastra, Choromytilus chorus, Mejillon azul, Mitilidae

Fuente: elaboración propia.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ MONZON JOSE ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la Presencia de Microplásticos en bivalvos marinos", cuyos autores son REYES RUFINO YEYSON, BALTAZAR FLORES DOMINGO CRISTOBAL, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 30 de Noviembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ MONZON JOSE ALFREDO DNI: 18887838 ORCID 0000-0001-9146-7615	Firmado digitalmente por: JACRUZM el 11-12-2021 18:15:42

Código documento Trilce: TRI - 0201109