



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Bioindicadores para identificar la presencia de microplásticos en  
el mar: Revisión sistemática**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Lizano Yañez, Marcia Lucia (orcid.org/0000-0002-7643-4871)

Pisconte Sarasi, Daniel Alonso (orcid.org/0000-0002-1142-244X)

**ASESOR:**

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (orcid.org/0000-0002-0750-2877)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus niveles

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedicamos nuestra tesis a nuestros padres por habernos forjado como las personas que somos en la actualidad; muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes entre los que se incluye este. Nos formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, nos motivaron constantemente para alcanzar nuestras metas y anhelos.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecemos a nuestros formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarnos a llegar al punto en el que nos encontramos.

El proceso no ha sido sencillo, pero gracias a las ganas de transmitirnos sus conocimientos y dedicación que los ha regido, hemos logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de nuestra tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

## Índice de Contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
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 .....	14
3.4. Participantes.....	14
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.6. Procedimiento .....	15
3.7. Rigor científico.....	16
3.8. Método de análisis de datos .....	16
3.9. Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
V. CONCLUSIONES .....	24
VI. RECOMENDACIONES .....	25
REFERENCIAS .....	26
ANEXOS.....	1

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Bioindicadores, especie y tipos de microplásticos .....	19
---	----

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Tipos de microplásticos utilizados en varios estudios con sus respectivos acrónimos y tamaño.....	7
Figura 2. Microplástico adherido o Ingerido por diferentes especies de corales de acuerdo con el tamaño, representado en porcentaje (%), miligramos (mg) y partículas (pt) y tamaño del pólipo .....	11
Figura 3. Procedimiento de búsqueda sistemática .....	15
Figura 4. Numero de investigaciones por año .....	18

## Resumen

El aumento de los residuos plásticos está generando efectos negativos al medio ambiente y a la salud humana, a consecuencia de su degradación se generan los llamados microplásticos los cuales están siendo ingeridos por algunas especies marinas y de esta manera ingresando a la cadena trófica. En este trabajo de investigación se planteó identificar los bioindicadores que permitan la identificación de microplásticos en el mar. La investigación se fundamenta en un enfoque cualitativo, en el cual se busca identificar y evaluar aquellas investigaciones ya realizadas por otros autores tanto del nivel nacional como internacional para poder realizar un análisis más profundo y obtener más información para una comparación de datos más exhaustiva en cuanto a los bioindicadores que nos permiten identificar los microplásticos en el mar. La investigación tiene como resultado, que, para la identificación de los microplásticos en el mar, las especies más comunes son dos especies *Loxechinus albus* (erizo de mar) y *Paracyclops nana* (copépodo marino). Se concluye que los bioindicadores nos permiten identificar y cuantificar los microplásticos presentes en el mar.

Palabras clave: Bioindicador, microplásticos, contaminación del mar, plásticos

## **Abstract**

The increase in plastic waste is showing negative effects on the environment and human health, as a result of its degradation, the so-called microplastics are generated, which are being ingested by some marine species and thus entering the food chain. In this research work, it was proposed to identify the bioindicators that allow the identification of microplastics in the sea. The research is based on a qualitative approach, which seeks to identify and evaluate those investigations already carried out by other authors both nationally and internationally in order to carry out a deeper analysis and obtain more information for a comparison of more exhaustive data in terms of to the bioindicators that allow us to identify microplastics in the sea. The research has as a result that, for the identification of microplastics in the sea, the most common species are two species *Loxechinus albus* (sea urchin) and *Paracyclopsina nana* (marine copepod). It is concluded that bioindicators do not allow the identification and quantification of microplastics present in the sea.

Keywords: Bioindicator, microplastics, sea pollution, plastics

## I. INTRODUCCIÓN

Según (Greenpeace, 2019, pág. 9), llegan 13 millones de toneladas de plásticos por año al mar, generando impactos ambientales y pérdidas económicas significativas; a su vez afecta un promedio 700 especies marinas.

A partir de los años de 1950 en adelante, los plásticos se están fabricando sin control, inclusive se evidencia que la fabricación de los plásticos está superando la fabricación de otro tipo de materiales. La mayor parte de plásticos fabricados se diseñan para que puedan ser desechados, es por ello que se le considera como plásticos de un solo uso. Es por ello que el resultado de tal acción está provocando que los plásticos de un solo uso se consideren como la mitad de los residuos que se generan en el mundo. (Chacón Aranda, y otros, 2019)

Los plásticos pueden estar presentes durante cientos de años a causa de su composición y plasticidad. Con el paso del tiempo los plásticos al estar expuesto al ambiente se fragmentan hasta alcanzar los 5 mm o menos de diámetro (Arriaza, y otros, 2019).

Como menciona en su investigación (Cerdán Contreras, y otros, 2020), se han identificado especies acuáticas con una cantidad de microplásticos altas. Estos microplásticos al ingresar al organismo son almacenados generando daños como abrasión interna e inflamatoria.

Algunos productos de cuidado personal como cremas exfoliantes, así como las fibras textiles liberadas por el lavado de telas, contienen esferas de plástico en menos cantidad, pero contribuyen con el aumento de plásticos en el mar (Sánchez Ramírez, 2018, pág. 1)

Respecto a lo mencionado por (Waddell, y otros, 2020), los microplásticos al ser ingeridos pueden conllevar en asfixia, reducción de la condición física y alteración del comportamiento, además de que pueden trasportar contaminantes como metales pesados o aditivos.

Según (Navarro, 2020, párr. 2), una gran cantidad de científicos consideran que los microplásticos debe ser tomados en cuenta como un contaminante atmosférico esto dado a que diversos estudios llevados a cabo en los últimos años han evidenciado que los microplásticos pueden ser trasladados por los factores meteorológicos. Lo que significa que los seres humanos los estamos bebiendo, respirando y estamos conviviendo con ellos más de lo pensado.

Para (Corona, y otros, 2020) los microplásticos tienden a ingresar al medio marino en microesferas o gránulos. Aunque se estima que grandes cantidades de microplástico ingresan al mar cada año, solo 1% de este plástico flota en la superficie del agua. Los microplásticos de un tamaño inferior a 1 mm. desaparecen de las aguas superficiales a causa de procesos de adhesión e ingesta de algunas especies marinas.

Según lo expresado por (Yi, y otros, 2021), ha surgido una creciente preocupación por la propagación de microplásticos en los ecosistemas marinos del mundo debido a sus posibles efectos negativos en las especies acuáticas y sus ecosistemas. Esto debido a la similitud en el tamaño entre los microplásticos, los alimentos de las especies marinas y los efectos que estos acarrearán en su organismo.

Teniendo en cuenta a (Lo, y otros, 2017), particularmente en altas concentraciones la exposición prolongada de los microplásticos puede ser perjudicial para las distintas especies marinas. Sin embargo, pocos estudios han examinado la naturaleza multifacética de los invertebrados marinos y examinado los efectos de los microplásticos durante el desarrollo temprano.

La necesidad de esta investigación respecto al contexto social surge de la necesidad de (Organización Mundial de la Salud, 2019, párr. 1), para realizar el análisis de microplásticos en el medio ambiente y en la salud debido a la publicación referente a la existencia de los microplásticos en el agua que consume la población. Además, exhorta a reducir el uso de plásticos y así minimizar la generación de microplásticos.

De acuerdo con (Mardiansyah Assuyuti, y otros, 2021), la contaminación por microplásticos son un problema de preocupación grave recién que supone un riesgo para la salud humana y la seguridad alimentaria.

Además, se ha encontrado evidencia de pequeñas cantidades microplásticos en los intestinos de algunas especies, pero pocos estudios han precisado sus efectos en la población. Estudios experimentales han evidenciado la posibilidad de los nocivos que pueden ser los microplásticos. (Quiñones, 2019)

Según (Escobar Cartagena, 2021) el plástico ha sido parte de nuestras vidas desde mucho antes de la revolución industrial, la naturaleza ha provisto al hombre de recursos exclusivos materiales para sus actividades diarias como caucho, madera de celulosa, caucho natural, látex y goma laca, pero produciendo nuevos polímeros sintéticos. La extracción de crudo ha aumentado exponencialmente desde 1950 alcanzó un total de 322 millones de toneladas en 2015; la previsión para 2025 es de unos 600 millones de toneladas y para 2050, se estima que habrá más de un millón de toneladas de plástico.

Según (Caguana Chiriboga, 2020) la existencia de los microplásticos está muy desarrollado, considerando como uno de los mayores problemas, es la ingesta de forma directa o de forma indirecta por parte de una gran cantidad de especies de animales marinos entre ellos tortugas, aves, peces, mamíferos e invertebrados, donde se presume que ingieren plásticos por tener parecido a sus presas, por el tamaño o también por que puede estar mezclado con compuestos orgánicos, de esta misma manera pueden ser consumidos por los animales por accidente por consumir organismos que ya han ingerido microplásticos. Es importante mencionar que en todas las actividades humanas se encuentra el uso de plásticos, estos son ubicuos, por lo que su impacto es más amplio en los aspectos bióticos y abióticos, la biología, su ciclo de vida es muy extenso y la contaminación de la fauna marina existente es muy dinámica, parte de la asimilación e intoxicación del individuo hasta la muerte por asfixia.

La ingestión de microplásticos es un fenómeno común en las especies marinas, lo cual incluye desde los organismos de nivel trófico bajo hasta los depredadores. Incluso el zooplancton se encuentra ingiriendo cantidades de microplásticos lo cual afecta la cadena trófica como consumidores primarios lo cual afectaría la supervivencia y la reproducción de distintas especies marinas (Jeong, y otros, 2017).

Esta investigación es importante para la carrera de Ingeniería Ambiental ya que (Toledo Martínez, 2019 pág. 6) los trabajos para la reutilización y el reciclaje no brindan los resultados que se esperados teniendo así mayor cantidad de plásticos como residuos generando una amenaza para el medio ambiente y su entorno. Debemos tomar alternativas de solución con urgencia, si continuamos así para el año 2050 los océanos tendrán más peso en plásticos que en peces. En el medio marino, el agente degradante más importante son los rayos UVB, que inician la fotooxidación seguida de la oxidación térmica. Los procesos de biodegradación e hidrólisis son pequeños en comparación con descomposición óptica.

Para la presente investigación se formuló el siguiente problema general: ¿Qué bioindicadores permiten identificar la presencia de microplásticos en el mar? Por ende, se plantean los siguientes problemas específicos: ¿Qué bioindicadores mostraron mayor cantidad de microplásticos en el mar?, ¿Cuáles fueron los bioindicadores principales para determinar la presencia de microplásticos en el mar?, ¿Qué cambios mostraron los bioindicadores ante la presencia de microplásticos en el mar?

Esta investigación se justifica en la importancia de conocer los impactos de los microplásticos en el medioambiente para la determinación de acciones preventivas. Además, fomentar las investigaciones en un mayor número de especies para comprender los efectos que generan los microplásticos y la difundir los resultados (Caguana Chiriboga, 2020 pág. iv).

Para (Darquea Arteaga, y otros, 2020 pág. 55), encontró evidencia de la ingesta de microplásticos en algunos peces pequeños. Pero se encontró una baja cantidad de microplásticos en su interior y esto no evidencio efectos adversos para esas especies, a pesar de ello la exposición prolongada y frecuencia de ingesta de los microplásticos ocasionaría una obstrucción y alteraciones endocrinas.

Para (Carmona Vásquez, y otros, 2021 págs. 2-3), este tipo de investigación se justifica en la búsqueda de ordenar y organizar la información sobre los impactos de los microplásticos en el medioambiente. Evidenciando la problemática de los microplásticos en su presencia en el interior de aves, peces y microorganismos en distintas ubicaciones geográficas.

El proyecto de investigación plantea como objetivo general: evaluar que bioindicadores permiten identificar la presencia de microplásticos en el mar. Y como objetivos específicos: describir que bioindicadores mostraron mayor cantidad de microplásticos, identificar cuáles fueron los bioindicadores principales para determinar la presencia de microplásticos en el mar, describir los cambios que mostraron los bioindicadores ante la presencia de microplásticos en el mar.

## II. MARCO TEÓRICO

El primer plástico de la historia fue producido en el año 1870, sin embargo, en 1907 fue que surge un material termoestable completamente sintético, elaborado por el Belga Leo Baekeland. Por otro lado, una de las fibras sintéticas más reconocidas es el nylon, elaborado por vez primera en el año 1933, pero fue patentada recién en el año 1938, en la actualidad se clasifican en 7 categorías de polímeros, de las cuales 6 se definen como las más frecuentes, y la restante es la de menor uso polietileno de baja densidad, poliestireno, polietileno de alta densidad, polietileno tereftalato, policloruro de vinilo, polipropileno (Fernández Bayo, y otros, 2020).

Los plásticos dado a sus propiedades de elasticidad, impermeabilidad, durabilidad y lo más resaltante su bajo costo, han dado una gran variedad de beneficios a la comunidad; pero no obstante a ello su nivel alto de producción y uso han originado considerables preocupaciones, uno de ellos es la existencia de microplásticos en el recurso hídrico, los cuales causan riesgos y afectaciones tanto a la salud como al medio ambiente. Según (Correa Pérez, 2020), en la actualidad cada vez es más evidente distinguir que todos los seres humanos han establecido una dependencia mayor a los materiales plásticos, que de forma general se muestran en los cuerpos de agua. Los microplásticos pueden reflejarse como un contaminante naciente en el recurso hídrico el cual puede generar un impacto negativo a la biota acuática y a la salud de los seres humanos.

Según (Molina Huaranga, y otros, 2019), Los plásticos al contactarse con el medio ambiente, se degradan de forma que se reducen en trozos pequeños que en ocasiones son tragados por las especies marinas (peces, mariscos). Dichos plásticos se comportan como esponjas absorbiendo las sustancias tóxicas del medio ambiente. Los plásticos que son consumidos por los animales marinos se acumulan en su cuerpo lo que origina que se integren en la cadena alimenticia. Es por ello por lo que durante su investigación utilizando la especie mejillón *Perna Perna* permitió identificar la existencia de microplásticos en el estuario de

Santos - Sao Paulo - Brasil. Se obtuvo como resultados, que el 75% de Perna ingirieron microplásticos.

Para (Caguana Chiriboga, 2020) considerando de forma general los polímeros más utilizados y de mayor abundancia son el polietileno de baja y alta densidad, el poliestireno, el polietileno tereftalato, el polietileno, polipropileno y el policloruro de vinilo, siendo estas sus abreviaturas (LDPE, HDPE, PS, PET, PE, PP y PVC), estos componen el 90% de los plásticos producidos a una escala global.

*Figura 1.* Tipos de microplásticos utilizados en varios estudios con sus respectivos acrónimos y tamaño.

Acrónimo	Nombre completo	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Producción (%)*	Ejemplos
PET (PETE)	Polietileno tereftalato	1.38 - 1.39	7%	Botellas de bebida
LDPE	Polietileno de baja densidad	0.91 - 0.93	21%	Bolsas, anillas de refrescos, pajitas, redes
HDPE	Polietileno de alta densidad	0.94	17%	Envases de detergentes, leche y zumos
PVC	Policloruro de vinilo	1.20 - 1.45	19%	Construcción, electrónica, automóviles, tuberías
PP	Polipropileno	0.89 - 0.91	24%	Tapones de botellas, cuerdas, redes
PS	Poliestireno	1.04 - 1.11	6%	Envases / utensilios de comida
PES	Poliéster	1.40	-	Ropa
PA	Poliamida	1.13 - 1.5	<3%	Cepillos de dientes, hilos de pesca (nailon)

Fuente: Fuente: (Campoy, y otros, 2019)

El ingerir partículas de microplásticos está causando un efecto negativo en los organismos, así como deterioro a los órganos, oclusión gastrointestinal, además de una limitación en el desarrollo o crecimiento. En la citada investigación se analizó la existencia de microplásticos en la especie marina Chelon Labrosus conocido comúnmente como Lisa, el muestreo fue en 6 individuos de la especie referida anteriormente en 3

diferentes tamaños. Como resultado del análisis de FTIR realizado se logró identificar 4 muestras diferentes de microplásticos (Chacón Aranda, y otros, 2019).

Para (Darquea Arteaga, y otros, 2020) la absorción y contención de los microplásticos en los peces provoca el taponamiento del tracto digestivo, así como a la vez genera alteraciones como la disminución de las reservas de energía, cambios en los niveles de hormonas, impedimento del crecimiento y dilatación de la madurez sexual.

Según (Opitz Burgos, 2017), durante el análisis de su investigación sobre la evaluación de los efectos que causa la contaminación con microplásticos del *Choromytilus chorus*, en la ciudad de Santiago – Chile, logro obtener como resultado la identificación de microplásticos en los tejidos blandos de las muestras de *Choromytilus chorus* adultas; con dicho resultado confirmo la presencia del contaminante buscado (microplástico) en la columna o sedimentos de la costa de Chile. De esta misma manera pudo registrar que en niveles mayores del contaminante (microplásticos) el desarrollo de las valvas de *Choromytilus chorus* disminuye considerablemente.

Para (Purca, 2019), recomienda dirigir la atención en las fuentes de generación de residuos marinos en el Perú, mediante estudios que se dirijan a las cuencas de los ríos de la costa; así mismo en los sedimentos marinos, debido a que la distribución de la existencia de microplásticos hallados en las playas antes estudiadas es de 522 frag/m<sup>2</sup>; 5%, y tomando en cuenta el giro del Océano Pacífico Sur tendrían que presentar por lo menos 104 frag/m<sup>2</sup>; 1%, a partir de esto se espera hallar 9880 frag/m<sup>2</sup> de microplásticos aproximadamente el 95%; retenidos en el fondo marino, originando la contaminación de las especies que siguen vivas a pesar de los cambios en la temperatura de la tierra.

Los microplásticos son originados por la descomposición mecánica y química de los plásticos. En la investigación de (Basurto Milla, y otros, 2020), se desarrolló un análisis acerca de la contaminación por

microplásticos existentes en el medio ambiente acuático de enero del 2010 al mes de setiembre del año 2020. El tipo de investigación es no experimental, teniendo como muestra a 3048 estudios de revistas Scopus y 147 revistas web of Science. Como resultados se obtuvo las 2 metodologías más usadas para la caracterización de microplásticos, los cuales fueron la espectroscopia infrarroja (FTIR) y la microespectroscopia raman (MRS).

Según (Álvarez Zeferino, 2020), en algunos estudios han logrado evidenciar la existencia de microplásticos en una variedad de compartimientos marinos, aunque, la falta de metodologías estandarizadas que posibiliten la comparación de resultados es evidente. A la vez se puede ver que el alto precio de los instrumentos de muestreo para la identificación de MP, hacen que las investigaciones solo estén al alcance de centros de investigación de los países desarrollados, ocasionando que haya zonas en las que las probabilidades en que existan graves daños por los MP no sean estudiadas.

En un estudio realizado por (Davila Lima, y otros, 2021), sobre el cálculo de microplásticos en especies de invertebrados e icticas del litoral en el puerto de Ilo, se realizó una investigación en 14 especies de invertebrados acerca de la existencia de microplásticos en su intestino, de gran consideración económica, correspondiente a la costa del puerto de Ilo. En mencionada investigación se constató la existencia del 56.2% de microplásticos del promedio de todas las especies. Los microplásticos de color transparente, blanco y naranja forman parte de los más predominantes; la investigación proporciono información sobre los tipos de microplásticos encontrados en mayor cantidad como el polipropileno en un 37%, el poliestireno en 25% y el tereftalato de polietileno en 21%, estos identificados por el uso del Espectrofotómetro (FT-IR).

Según (Padilla García, 2020 pág. 15), algunos organismos acuáticos han adquirido la habilidad de eliminación rápida para reducir los efectos de los microplásticos, pero esta depende mucho del tamaño de los

microplásticos ingeridos. Los microplásticos de menor tamaño tienden a permanecer un mayor tiempo que las de mayor tamaño.

Resultados de estudios concluyeron que la fauna marina es más afectada por los microplásticos siendo en muchos casos que estos no sobrevivieron a su ingesta. De igual forma indica que los microplásticos que se almacenan un mayor tiempo se biomagnifican afectando las cadenas tróficas marinas (Escobar Cartagena, 2021 pág. 62).

Para (Darquea Arteaga, y otros, 2020) en los experimentos realizados a especies de corales como la *Montastraea Cavernosa*, *Pocillopora Verrucosa* y *Acropora Formosa*, para determinar el porcentaje de absorción de microplásticos por parte de estas especies, en el cual utilizaron microplásticos de diferentes tamaños (3  $\mu\text{m}$ , 6  $\mu\text{m}$ , 11  $\mu\text{m}$ , 425-500  $\mu\text{m}$ , 850-1000  $\mu\text{m}$ , 1,7-2 mm; 2,4-2,8 mm, 1-2 mm; 2,75-3,23 mm) obtuvieron porcentajes del 100% de absorción de microplásticos de tamaño 425-500  $\mu\text{m}$ , 850-1000  $\mu\text{m}$ , 1,7-2 mm y un 90% de microplásticos de tamaño 2,4-2,8 mm por parte de la especie *Montastraea Carvernosa*, así como porcentajes de absorción del 79% de microplásticos de 10-100  $\mu\text{m}$  por parte de la especie *Pocillopora Verrucosa*, el tamaño de estos microplásticos se asimila al tamaño de su alimento natural, por parte de la especie *Acropora Formosa* se obtuvo una muestra de ingestión de 9-477 mg, de microplásticos de tamaño <100  $\mu\text{m}$ .

La dependencia de los plásticos va en aumento a causa de sus características útiles al igual que su mala gestión y mala disposición en el medio ambiente. Aun no se comprende los efectos toxicológicos y ecosistémicos de los plásticos. Para determinar la gravedad de los microplásticos se debe analizar las zonas donde se aglomerarán los plásticos dispuestos en el mar y las especies más vulnerables (A Global Perspective on Microplastics, 2020 pág. 29)

Estudios encontraron concentraciones significativas de microplásticos en el océano austral, lo cual evidencia que la movilidad de los microplásticos en los océanos hace que cada vez los espacios oceánicos libres de

microplásticos se vuelvan más escasos (Microplastics in the Southern Ocean, 2017 pág. 626).

Figura 2. Microplástico adherido o ingerido por diferentes especies de corales de acuerdo con el tamaño, representado en porcentaje (%), miligramos (mg) y partículas (pt) y tamaño del pólipo

Espece	Tamaño del Microplásticos	adherido o Ingesta (%; mg; pt)	Tamaño del Pólipo (mm)
<i>Aiptasia sp</i>	3 µm	> 500 Pt	50mm
	6 µm	280 pt	
	11 µm	147 pt	
	425-500um y 850-1000um	96,7%	
<i>Orbicella faveolata</i>	1,7-2mm y 2,4-2,8mm	20%	5mm
	425-500um, 850-1000um, 1,7-2mm	100%	
<i>Montastraea cavernosa</i>			5,5-7,5mm
<i>Pocillopora verrucosa</i>	2,4-2,8mm	90%	
<i>Acropora formosa</i>	10-100um	79%	1-2mm
<i>Acropora humills,</i>	<100um	9-477mg	2,75-3,23mm
<i>Acropora millepora</i>	37-163 µm		
<i>Pocillopora verrucosa</i>	37-163 µm	70-100% y 0%	1-2mm,
<i>Pocillopora damicomis</i>	65-410 µm		
<i>Porites lutea</i>	65-410 µm		
<i>Porites lutea</i>	37-163 µm	0 %	de 1,2-
<i>Porites cilindrica</i>	37-163 µm	0%	1,5mm

Fuente: (Caguana Chiriboga, 2020)

Según (Microplastics: Finding a consensus on the definition, 2019 pág. 146), es necesario caracterizar los microplásticos según su tamaño y clasificarlo con la finalidad de facilitar la comparación entre estudios. Además, aún se necesitarían mayores avances tecnológicos para dar con una solución a los problemas de la toma de muestra y procesamiento de información de los microplásticos.

La toxicidad de los microplásticos está vinculada directamente con el tamaño y su forma, además de la absorción y transporte de contaminantes. Aun no hay estudios precisos de los daños de los microplásticos en los seres vivos que pueden llevar a trastornos patológicos (Removal of microplastics from the environment. A, 2020).

Los productos del mar proporcionan alrededor del 20% de la proteína animal para casi 3 mil millones de personas en todo el mundo, y el consumo anual de mariscos en China es de 9,98 kg. Durante la

alimentación de bivalvos y percebes, se filtran grandes cantidades de agua de mar y, como resultado, se acumula microplásticos de agua de mar. Además, estudios previos han demostrado que los microplásticos están presentes en peces bivaldos cultivados en todo el mundo. Sin embargo, ha habido poca investigación sobre la contaminación por partículas de fragmentos de conchas naturales, especialmente aquellas adheridas a rocas intermareales, como los mariscos de fácil acceso. Así mismo, los bivaldos y los percebes juegan un papel importante en los ecosistemas costeros como parte importante de la cadena alimentaria. Algunas especies de percebes y bivaldos se consideran bioindicadores ideales para monitorear la contaminación por microplásticos (Zhang, y otros, 2022).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Este proyecto de investigación se fundamenta en un enfoque cualitativo, ya que usa diversos procedimientos y técnicas para la agrupación de la información para su análisis y predicción (Munarriz, 1992).

El tipo del presente proyecto de investigación es aplicada debido a que está orientada en usar el conocimiento existente en la práctica para ser aprovechados por la sociedad, además de la generación de nuevos conocimientos (Vargas Cordero, 2009).

El diseño de este proyecto de investigación es el narrativo, siendo que este diseño tiene como fundamento la experiencia humana y su comprensión bajo estudio (Blanco, 2011).

#### **3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización**

En el presente proyecto de investigación se trabajarán las siguientes categorías y subcategorías:

Categoría I: Tipos de bioindicadores que mostraron mayor adsorción.

Categoría II: Ventajas de los bioindicadores.

Categoría III: Clasificación de bioindicadores por la cantidad de cambios que presenten.

Subcategoría I: Adsorción física.

Subcategoría II: Adsorción química.

Subcategoría III: Efectividad.

Subcategoría IV: Métodos de muestreo.

Subcategoría V: Eficiencia de los bioindicadores.

Subcategoría VI: Tiempo de exposición.

### **3.3. Escenario de estudio**

Un escenario de estudio es una situación particular en la cual se presencia la potencialidad para motivar el desarrollo de trabajos de investigación. (Escenarios de investigación, 2000)

Para la elaboración del proyecto de investigación no se cuenta con un escenario de estudio porque se trata de una revisión bibliográfica. Por lo tanto, se tomó como escenario de estudio los artículos científicos y documentos relacionados a los bioindicadores en el mar para identificar la presencia de microplásticos.

### **3.4. Participantes**

Para el presente proyecto de investigación las fuentes de información son los artículos científicos, revistas, libros que cuentan con su Número Internacional Normalizado de publicaciones Seriadas (ISNN) y Número de Libro Estándar Internacional (ISBN).

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el desarrollo del presente proyecto de investigación se utilizó el análisis de documentos, en la investigación cualitativa el análisis de documentos radica en resumir, clasificar, recopilar y contrastar la información para conseguir un panorama completo de la realidad objeto de estudio. (Herrera, 2017)

Según (Hernandez Mendoza, y otros, 2020), el instrumento de recolección de datos está enfocado en establecer las situaciones para la medición de los datos. Para que los resultados sean legítimos y útiles los instrumentos deben ser confiables y tener validez.

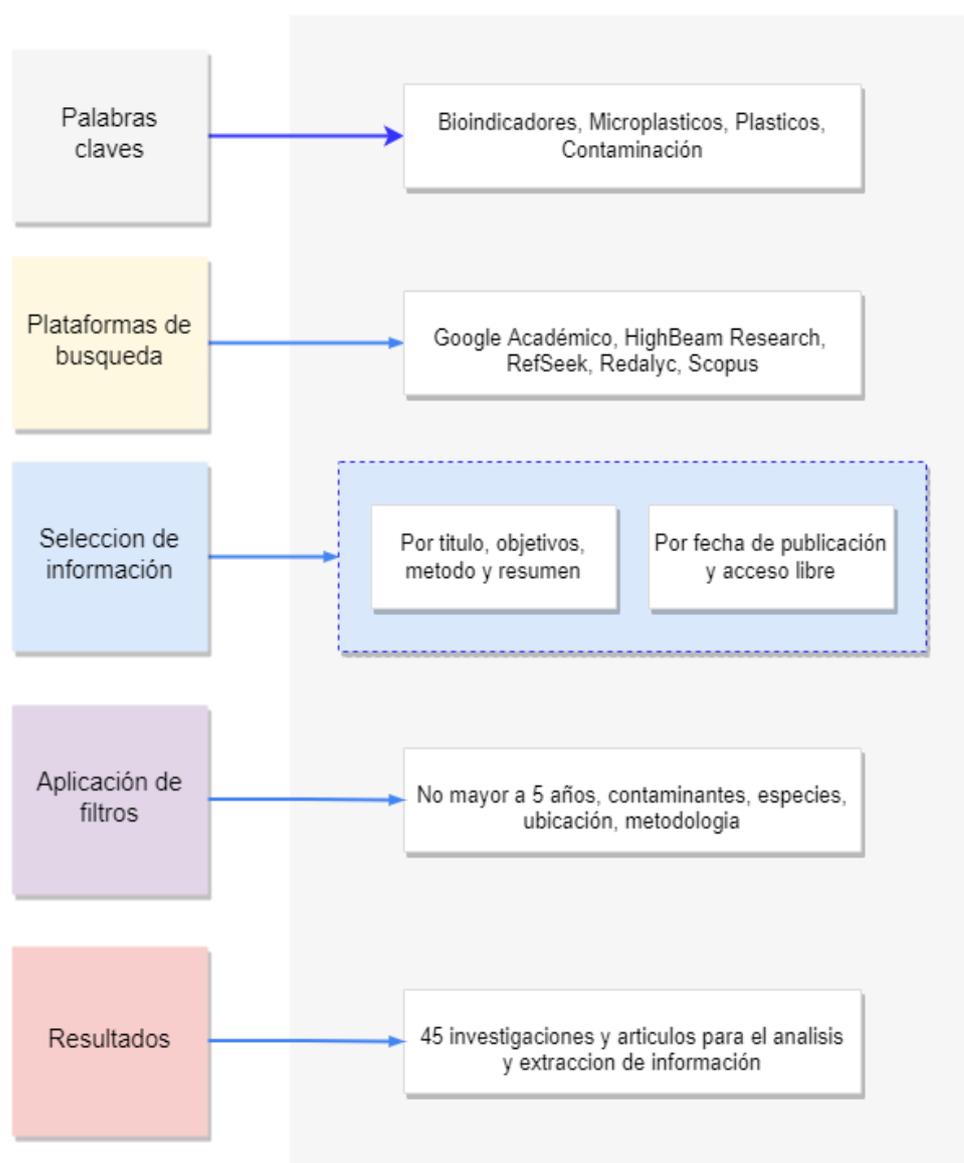
Por lo que para la presente investigación se utilizará una ficha bibliográfica de investigación, la cual contendrá el título, año de la publicación, objetivo, metodología y conclusiones.

### 3.6. Procedimiento

Para el presente proyecto de investigación se realizó la búsqueda sistemática de información mediante las palabras claves en las diversas plataformas de búsqueda, para lo cual se tomó en consideración la información en español e inglés.

Para la selección de la información recolectada se procedió a filtrar la información que haya sido publicada dentro de los 5 años, datos indexados, de carácter científico y acceso libre.

Figura 3. Procedimiento de búsqueda sistemática



Fuente: propia

### **3.7. Rigor científico**

El rigor científico es transversal para el desarrollo de los proyectos de investigación y permite evaluar su aplicación científica y escrupulosa de las técnicas de análisis y métodos de la investigación para el proceso de los datos. (Noreña, y otros, 2012). Por lo que el actual proyecto de investigación toma en consideración los siguientes:

La credibilidad nos permite demostrar los resultados de la investigación teniendo relación con el objeto observado, evitando conjeturas a priori sobre el estudio realizado.

La transferibilidad o aplicabilidad nos permite extender los resultados de la investigación para su uso, ya que permitirá aumentar los conocimientos de los bioindicadores de microplásticos en el mar.

La consistencia o dependencia permite la estabilidad de la información recolectada y su análisis sin dejar de lado la naturaleza de la investigación.

La conformabilidad o auditabilidad se refiere a la capacidad de tomar la información recopilada en la investigación y llegar a resultados similares a los expresados.

### **3.8. Método de análisis de datos**

Para este proyecto de investigación, se dio uso al método de análisis de las fichas bibliográficas de investigación, esto dado a que analizamos la información obtenida sobre nuestro tema de investigación de artículos científicos, investigaciones, revistas entre otros. Se analizó las características, capacidad de captación y desinfección de los bioindicadores de microplásticos en el mar. El análisis de la información se llevó a cabo en base a criterios que nos permitieron agrupar y comparar los datos recolectados.

### **3.9. Aspectos éticos**

Durante el desarrollo de redacción del actual proyecto de investigación no se incumple ni se viola ninguna ley, normas u otros documentos como el código de ética en investigación N° 0262-2020/UCV, en la formulación de este proyecto de investigación se dará cumplimiento a los máximos estándares de rigor científico, de la responsabilidad y la honestidad.

Así mismo en este proyecto de investigación se respeta la información obtenida de artículos y otras investigaciones, citando a los autores según lo establecido en la norma ISO 690, la misma que nos orienta al momento pertinente de citar y colocar las referencias bibliográficas de forma correcta.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la búsqueda efectuada en la base de datos utilizando una serie de palabras claves en relación al tema de tesis, dichas palabras permitieron encontrar 41 investigaciones relacionadas al tema, las cuales se detallan por año de publicación en la figura N°1.

Figura 4. Numero de investigaciones por año



Fuente: propia

Observando el Gráfico 1, notamos un aumento de investigaciones en los últimos años, dado al nivel de contaminación generado por los microplásticos en el mar y en las especies marinas.

De acuerdo con el objetivo principal de la presente investigación y el análisis llevado a cabo a las investigaciones recopiladas se identificaron varias especies marinas que dentro de su evaluación y estudios a las que fueron sometidas son considerados como bioindicadores para detectar la presencia de microplásticos en el mar. En la Tabla 1 se presentan los bioindicadores identificados y son las especies más comunes que han sido utilizadas en diversos estudios para la identificación de microplásticos en los medios marinos, los efectos de los microplásticos en las especies, la detección del nivel de adsorción y el microplástico captado.

**Tabla 1: Bioindicadores, especie y tipos de microplásticos**

<b>Bioindicador</b>	<b>Especie</b>	<b>Microplástico</b>	<b>Referencia</b>
Corales	-	PP, PS, LDPE, HDPE, PET, PC, PVC, PE	(Caguana Chiriboga, 2020)
peces	Scomber japonicus	LDPE, HDPE	(Darquea Arteaga, y otros, 2020)
	Auxis thazard		
	Opisthonema		
Peces	Mugilidae	PET, HDPE, PVC, PEBD, PP, PS	(Escobar Cartagena, 2021)
	Scyliorhinus canicula		
Cetáceo	Mesoplodon mirus		
Tortuga marina	Chelonia mydas		
Choro	Choromytilus chorus		
Molusco bivalvo	Mytilus Edutilis	PE, PP, PET, PS	(Cerdán Contreras, y otros, 2020)
Peces	Chelon labrosus	PVP	(Chacón Aranda, y otros, 2019)
Chita	Anisotremus scapularis	LDPE, HDPE, PP, PS, PET	(Davila Lima, y otros, 2021)
Lisa	Mugil cephalus		
Pintadilla	Cheilodactylus variegatus		
Corvina	Cilus gilberti		
Cabinza	Isacia conceptionis		
Pejerrey	Odontesthes regia		
Bonito	Sarda chiliensis		
Caballa	Scomber japonicus		

Lenguado	Paralichthys adspersus		
Jurel	Trachurus murphyi		
Choro	Aulacomya atra		
Almeja	Gari solida		
Erizo de mar	Loxechinus albus		
Jaiba	Cancer porteri		
Cangrejos azules	Callinectes sapidus	PS, PC, PE, PET	(Waddell, y otros, 2020)
Cangrejos	-	PET, PS, PE, PP, PA	(Yi, y otros, 2021)
Sepia	Sepia pharaonis	PP, PE	(Mardiansyah Assuyuti, y otros, 2021)
Percebes silvestres	-	CP, PP, PE, PET	(Zhang, y otros, 2022)
Bivalvos silvestres	Bivalvia		
Copépodo marino	Paracyclopina nana	PS	(Jeong, y otros, 2017)
Caracol de mar	Crepidula onyx	PS	(Lo, y otros, 2017)

Fuente: propia

Respecto a la identificación de bioindicadores que mostraron mayor cantidad de microplásticos, se establecieron mediante el análisis de la información que los corales (Caguana Chiriboga, 2020), el hongo coralino (Corona, y otros, 2020), percebes y bivalvos silvestres (Zhang, y otros, 2022), Fitoplancton y Moluscos bivalvos (Egbeocha, y otros, 2018) son las especies que demostraron que debido a la ingesta directa e indirecta y su morfología son más propensas a ingerir y retener una mayor cantidad de microplásticos acumulándolos en su organismo.

Se lograron determinar 123 partículas de microplásticos en los pólipos de los corales, de los cuales los más comunes eran las poliamidas, poliéster y cloruro de vinilo (Caguana Chiriboga, 2020). Mientras que (Corona, y otros, 2020) demostró que el hongo coralino debido a la característica rugosa de su esqueleto captura una mayor cantidad de microplásticos mediante el proceso de adhesión.

En la investigación de (Zhang, y otros, 2022) se identificó en los percebes y bivalvos silvestres una variación de microplásticos de 0 a 2,25 ítems/individuo y de 0 a 118,21 ítems/g. Con respecto a los resultados de la investigación de (Egbeocha, y otros, 2018), determino que incluso pasado un periodo de 72 horas de depuración, las especies de Fitoplancton y Moluscos bivalvos aun presentaban partículas de microplásticos en su interior.

De modo que analizada toda la información recabada se determinó que estas especies mencionadas son los bioindicadores que permiten determinar la mayor cantidad de microplásticos presentes en un espacio del mar debido a su capacidad de retención e ingesta de microplásticos.

En esta investigación al identificar cuáles fueron los bioindicadores principales para determinar la presencia de microplásticos en el mar, se determinó que el erizo de mar (Davila Lima, y otros, 2021) y el copépodo marino (Jeong, y otros, 2017) son las especies más representativas para ser identificado como bioindicador principal de microplásticos en el mar.

Se seleccionó al erizo de mar debido a que es una especie que se encuentra en diversas zonas del mar y a través de investigaciones se ha logrado encontrar diversas cantidades y tipos de microplásticos en su interior. Estos resultados son corroborados mediante la investigación de (Davila Lima, y otros, 2021), en el cual el análisis físico realizado en laboratorio, mediante el uso del Espectrofotómetro a la especie *Loxechinus albus* (erizo de mar), permitió determinar la presencia de microplásticos en el tracto intestinal en el 53.3% de las muestras recolectadas. Esto quiere decir que más de la mitad de las muestras

recolectadas para el análisis contenían la presencia de microplásticos en su tracto intestinal.

Además, la especie copépodo marino se seleccionó debido a que es una especie de crustáceo microscópico de vida libre que habita en todos los ecosistemas acuáticos y en la investigación de (Jeong, y otros, 2017) se ha logrado identificar la ingesta de microplásticos de diversos tamaños mediante la señalización de microesferas con fluorescencia, demostrando que las partículas de un tamaño de 0,05  $\mu\text{m}$  fueron retenidas por un mayor tiempo en el cuerpo de esta especie.

Analizando estos resultados el erizo de mar y el copépodo marino son especies que pueden ser encontrada en diferentes partes del mar y ecosistemas acuáticos, lo que permitiría utilizarlo como un bioindicador de microplásticos en el mar. Además de que se ha demostrado en otras investigaciones que estas especies ingieren una cantidad considerable de microplásticos.

En lo que se refiere a los cambios que se mostraron los bioindicadores ante la presencia de microplásticos en el mar, se registró que los corales (Caguana Chiriboga, 2020), los cangrejos (Yi, y otros, 2021), los moluscos bivalvos (Egbeocha, y otros, 2018), los copépodos marinos (Jeong, y otros, 2017) y los caracoles de mar (Lo, y otros, 2017) fueron las especies que mostraron mayores cambios físicos y fisiológicos al contener microplásticos en su organismo.

Según la investigación de (Caguana Chiriboga, 2020), los corales al ingerir partículas de microplásticos mostraron un déficit en su tasa de crecimiento, bloqueo gastrointestinal, reducción de su energía, abrasiones y heridas en sus tejidos derivando en el blanqueamiento de algunas zonas y necrosis. Mientras que los cangrejos mostraron un desarrollo lento y reducción en su fertilidad. Además del incremento de la mortalidad de las larvas de crustáceos, afectando severamente la tasa de supervivencia de los crustáceos. (Yi, y otros, 2021)

De acuerdo con lo planteado por (Egbeocha, y otros, 2018), los moluscos bivalvos al ingerir microplásticos se vería afectado su fecundidad y el uso de su energía, siendo que la energía de los moluscos bivalvos se priorizaría para su mantenimiento y crecimiento estructural dejando de lado la reproducción. Lo que conllevaría a generar efectos negativos en la población de esta especie y su supervivencia.

Con base en la investigación de (Jeong, y otros, 2017), los copépodos marinos no poseen una selectividad en sus alimentos. En consecuencia, estos terminan ingiriendo las partículas de microplásticos que reducen su desarrollo y su fecundidad.

En la investigación desarrollada por (Lo, y otros, 2017), los caracoles de mar que ingirieron microplásticos tuvieron una reducción relativa en su crecimiento y posteriormente se asentaron con un tamaño menor en comparación con otras de su misma especie. Incluso los individuos expuestos en su etapa larvaria mostraron un desarrollo más lento pese a estar en un ambiente ausente de microplásticos por 65 días. Lo que lleva a pensar que puede deberse a un efecto heredado por la exposición a microplásticos.

## V. CONCLUSIONES

En virtud de lo expresado en el capítulo anterior se llegaron a las siguientes conclusiones de acuerdo con los objetivos planteados.

De acuerdo con el objetivo principal de evaluar los bioindicadores que permiten identificar la presencia de microplásticos en el mar, se precisó una variedad de especies que tienen la capacidad de ingerir y acumular los microplásticos a través de su proceso de alimentación y adhesión.

En concordancia al primer objetivo específico de identificar los bioindicadores que mostraron mayor cantidad de microplásticos se identificaron 6 especies, las cuales demostraron una mayor capacidad de retención e ingesta de microplásticos permitiendo precisar la cantidad de microplásticos en un ecosistema.

Para el segundo objetivo específico que es identificar cuáles fueron los bioindicadores principales para determinar la presencia de microplásticos en el mar se identificó a dos especies *Loxechinus albus* (erizo de mar) y *Paracyclops nana* (copépodo marino), estas dos especies fueron consideradas debido a que se encuentran en diversas zonas del mar y a través de su proceso de alimentación ingieren una cantidad considerable de microplásticos, lo que permite realizar nuevas investigaciones.

Finalmente, en relación con el tercer objetivo específico el cual es describir los cambios que mostraron los bioindicadores ante la presencia de los microplásticos en el mar, se pudo definir que los cambios más significativos en los bioindicadores estuvieron relacionados con la reducción de su fertilidad y un desarrollo más lento. Lo que a largo plazo afecta en la supervivencia de muchas de estas especies expuestas a los microplásticos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta lo analizado durante el presente proyecto de investigación se dan las siguientes recomendaciones.

Se debe realizar un mayor número de investigaciones referente al impacto de los microplásticos en un mayor número de especies marinas para catalogar la cantidad, las consecuencias y efectos que suponen los microplásticos para la vida.

Establecer un formato respecto a la unidad utilizada para cuantificar la cantidad de microplásticos encontrados en un bioindicador, ya que así se podrían comparar con mayor facilidad los resultados obtenidos de las futuras investigaciones.

Definir un número de especies principales para la identificación de microplásticos mediante bioindicadores, dado que de esta manera se realizarían estudios con especímenes similares que aportarían un resultado veraz.

Fomentar las investigaciones con la finalidad de determinar los impactos negativos que están teniendo las especies marina, siendo que las especies analizadas en estos estudios han demostrado tener cambios que pueden afectar su supervivencia.

## REFERENCIAS

*A Global Perspective on Microplastics*. **Hale, Robert C., y otros. 2020.** [ed.] John Wiley and Sons. 1, 6 de Enero de 2020, Journal of Geophysical Research: Oceans, Vol. 125, pág. 29.

**Álvarez Zeferino, Juan Carlos. 2020.** Factores que inciden en la presencia de microplásticos en playas mexicanas. [Tesis (Doctor en Ciencias)]. Mexicali : s.n., Noviembre de 2020.

**Arriaza, José Miguel, y otros. 2019.** Un Mar de Micro Plásticos en Chile: Propuestas para minimizar sus efectos en Salud y el Medioambiente. *Introducción*. [Tesis Doctoral (Tesis de grado)]. s.l., Chile : Universidad San Sebastian, 2019.

**Basurto Milla, Victoria Luzmaria y Flores Zapata, Limhi Sariah. 2020.** Análisis bibliométrico sobre la contaminación microplástica en ambientes acuáticos. [Tesis (Título Profesional de Ingeniería Ambiental)]. Lima, Perú : s.n., 2020.

**Blanco, Mercedes. 2011.** Investigación narrativa: una forma de generación de conocimientos. [Artículo de revista]. México : s.n., Setiembre-Diciembre de 2011. Vol. 24, 67, págs. 135-156. ISSN 0187-5795.

**Caguana Chiriboga, Estrella Margoth. 2020.** Efecto de microplástico sobre las comunidades coralinas. *Efecto de microplástico sobre las comunidades coralinas*. [Tesis de Licenciatura]. La Libertad, Ecuador : Universidad Estatal Península de Santa Elena, 3 de Diciembre de 2020. pág. iv.

**Carmona Vásquez, Eduardo Antonio y Huanachea Bordon, Abigail Alexandra. 2021.** Revisión Sistemática: problemática de la generación de microplásticos y sus principales impactos en el medio marino. [Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental)]. Lima, Perú : s.n., 2021. págs. 2-3.

**Cerdán Contreras, Juan Carlos y Quiroz Sánchez, Jorge André. 2020.** Evaluación de la incidencia de microplásticos y su afectación en especies marinas. Trujillo, Perú : Universidad César Vallejo, 2020.

**Chacón Aranda, María Fernanda y Fanarraga Tasayco, Gianella Beatriz. 2019.** Evaluación de la presencia de Microplásticos en *Chelon labrosus* (lisa) del Puerto

de pescadores, Chorrillos - 2019. [Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental)]. Lima, Perú : s.n., 2019.

**Corona, Elena, y otros. 2020.** Passive and Active Removal of Marine Microplastics by a Mushroom Coral (*Danafungia scruposa*). [ed.] Universidad de Australia Occidental, Australia Julia Reisser. [Artículo de Investigación]. s.l. : *Frontiers in Marine Science*, 5 de Marzo de 2020. pág. 128.

**Correa Pérez, Jefferson Alexis. 2020.** Revisión de la problemática de la contaminación por microplásticos en el recurso hídrico. [Trabajo de monografía (Titulo de Especialista en manejo y gestión del agua)]. Medellín, Colombia : s.n., 2020.

**Darquea Arteaga, Jodie Jéssica y Lino Domínguez, Janín Grisell. 2020.** Microplástico en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, provincia de Santa Elena-Ecuador. [Tesis de licenciatura (Titutlo de Biólogo Marino)]. La Libertad, Ecuador : Universidad Estatal Península de Santa Elena, 22 de Enero de 2020. pág. 55.

**Davila Lima, Yordy Armando y Montalvan Vásquez, Romy Lizett. 2021.** DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ESPECIES ÍCTICAS E INVERTEBRADOS DEL LITORAL, PUERTO DE ILO - PERÚ. [Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental)]. Moquegua, Perú : s.n., 25 de Junio de 2021.

**Egbeocha, Chidi Onyema, y otros. 2018.** Feasting on microplastics: ingestion by and effects on marine organisms. s.l. : Victor Benno Meyer-Rochow, Oulu, Finland, 19 de Setiembre de 2018. Vol. 27, págs. 93-106. 1864-7790.

*Escenarios de investigación.* **Skovsmose, Ole. 2000.** 1, 2000, *Revista EMA*, Vol. 6, págs. 3-26.

**Escobar Cartagena, Paulo Cesar. 2021.** Análisis del impacto de los macro y microplásticos sobre la fauna marina: Estado del Arte. [Tesis (Titulo de Ingeniería Ambiental)]. Guayaquil, Ecuador : Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil, Marzo de 2021. pág. 62.

**Fernández Bayo, Ignacio y Jiménez, Mercedes. 2020.** La mar de plástico. *La biodiversidad marina. Riesgos, amenazas y oportunidades*. [Artículo]. s.l. : Mediterráneo económico, 2020. 33. ISSN 1698-3726.

**Greenpeace. 2019.** *Estudio sobre el impacto de la contaminación por microplásticos en peces de México*. Mexico : s.n., 2019.

**Hernandez Mendoza, Sandra y Duana Avila, Danae. 2020.** Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 5 de Diciembre de 2020. Vol. 9, 17, págs. 51-53. ISSN: 2007-4913.

**Herrera, Juan. 2017.** La investigación cualitativa. [Documento electrónico]. Julio de 2017. pág. 5.

**Jeong, Chang-Bum, y otros. 2017.** Adverse effects of microplastics and oxidative stress-induced MAPK/Nrf2 pathway-mediated defense mechanisms in the marine copepod *Paracyclopsina nana*. [Informe científico]. 24 de Enero de 2017. Vol. 7, 1, págs. 1-11.

**Lo, Hau Kwan Abby y Chan, Kit Yu Karen. 2017.** Environmental Pollution. *Negative effects of microplastic exposure on growth and development of *Crepidula onyx**. [Artículo]. Noviembre de 2017. págs. 588-595.

**Mardiansyah Assuyuti, Yayan, Prasetyo, Dimas y Eka Putri, Lily Surayya . 2021.** Cuttlefish (*Sepia pharaonis* Ehrenberg, 1831) as a bioindicator of microplastic pollution. [Artículo]. s.l. : AACL Bioflux, Abril de 2021. Vol. 14, 2, págs. 918-930.

*Microplastics in the Southern Ocean*. **Isobe, Atsuhiko, y otros. 2017.** 1, 15 de Enero de 2017, Marine pollution bulletin, Vol. 114, pág. 626. 0025-326X.

*Microplastics: Finding a consensus on the definition*. **Frias, J.P.G.L. y Nash, Roisin. 2019.** Enero de 2019, Marine pollution bulletin, Vol. 138, pág. 146. ISSN 0025-326X.

**Molina Huaranga, Brigitte Adriana y Rosales Oscco, Kely Claudia. 2019.** Caracterización de microplásticos y su identificación en peces de orilla en la playa Naplo - Lima 2019. Lima, Perú : s.n., 2019.

**Munarriz, Begoña. 1992.** Metodología educativa I. Jornadas de Metodología de Investigación Educativa. [ed.] Universidade da Coruña. *Técnicas y métodos en Investigación cualitativa*. 1992. págs. 101-116. ISBN: 84-600-8006-4.

**Navarro, Andrea Arredondo. 2020.** Catedra Unesco. [En línea] 7 de Mayo de 2020. <https://blogcatedraunesco.udlap.mx/micro-plasticos-haciendose-camino-en-nuestro-planeta/>.

**Noreña, Ana Lucía, y otros. 2012.** Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. [Artículo Científico]. Bogotá : s.n., Diciembre de 2012. Vol. 12, 3, págs. 263-274. ISSN 1657-5997.

**Opitz Burgos, Tania Soledad. 2017.** Evaluación de los Efectos de la Contaminación con Microplásticos, en el Balance Energético del Recurso Pesquero *Choromytilus Chorus* . [Tesis Doctoral]. Santiago, Chile : UNIVERSIDAD DE CHILE, 2017.

**Organización Mundial de la Salud. 2019.** La OMS anima a investigar sobre los microplásticos y a reducir drásticamente la contaminación por plásticos. [En línea] 22 de Agosto de 2019. <https://www.who.int/es/news/item/22-08-2019-who-calls-for-more-research-into-microplastics-and-a-crackdown-on-plastic-pollution>.

**Padilla García, Adrián. 2020.** Microplásticos en el medio ambiente. [Trabajo de fin de Grado]. Jaén, Perú : Universidad de Jaén, 21 de Octubre de 2020. pág. 15.

**Purca, Sara. 2019.** Presencia de microplásticos en el mar peruano. Lima, Perú : s.n., 7 de Junio de 2019.

**Quiñones, Laura. 2019.** Naciones Unidas. [En línea] 31 de Julio de 2019. <https://news.un.org/es/story/2019/07/1460041>.

*Removal of microplastics from the environment. A. Padervand, Mohsen, y otros. 2020.* 3, 17 de Marzo de 2020, Environmental Chemistry Letters, Vol. 18, págs. 807-828.

**Sánchez Ramírez, Javier Eduardo. 2018.** Plásticos y microplásticos en agua, un problema mundial que afecta nuestros sistemas acuáticos. [Revista Ingeniería y Región]. s.l. : Universidad Surcolombiana, Enero-Junio de 2018. Vol. 19, págs. 1-1.

**Toledo Martínez, María Ángeles. 2019.** Revisión bibliográfica de los métodos de análisis de micro(nano)plásticos en el medioambiente y en la biota marina. [ed.] Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Facultad de Ciencias. Departamento de Química Analítica. [Trabajo de Fin de Máster]. 8 de Julio de 2019. pág. 6.

**Vargas Cordero, Zoila Rosa. 2009.** La Investigación Aplicada: Una Forma de Conocer las Realidades con Evidencia Científica. [Artículos de revistas electrónicas]. 2009. Vol. 33, 1, pág. 159. ISSN: 0379-7082.

**Waddell, Elijah N., Lascelles, Nigel y Conkle, Jeremy L. 2020.** Limnology and Oceanography Letters. *Microplastic contamination in Corpus Christi Bay blue crabs, Callinectes sapidus*. [Artículo]. Texas : Limnology and Oceanography Letters, 9 de Enero de 2020. Vol. 5, págs. 92-102.

**Yi, Yau Zi, y otros. 2021.** The 6th Proceeding of Civil Engineering. *Microplastic Ingestion by Crabs*. Malaysia : s.n., Diciembre de 2021. 2756-8970.

**Zhang, Tao, y otros. 2022.** Distribution and Characteristics of Microplastics in Barnacles and Wild Bivalves on the Coast of the Yellow Sea, China. [ed.] Universidad de Tsinghua, China Xiaoshan Zhu. *Plastic Pollution in the Bay Areas*. [Artículo]. 13 de Enero de 2022.

## ANEXOS

### Anexo I: Matriz de Categorización Apriorística

MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN APRIORÍSTICA								
Ámbito Temático	Problema de Investigación	Problemas Específicos	Objetivo General	Objetivos Específicos	Categoría	Subcategoría	Autores	
Bioindicadores para identificar la presencia de Microplásticos en el mar: revisión sistemática	¿Qué bioindicadores permitirán identificar la presencia de microplásticos en el mar?	¿Qué bioindicadores mostraran mayor cantidad de microplásticos en el mar?	Evaluar que bioindicadores permitirán identificar la presencia de microplásticos en el mar	Describir que bioindicadores mostraran mayor cantidad de microplásticos	Tipos de bioindicadores que mostraran mayor adsorción	Adsorción física	Caguana Estrella, 2021; Domínguez, Lino, Grisell, Janín, 2020; Cerdán, Juan Carlos, Quiroz, Jorge, 2020; Molina, Brigitt; Rosales, Kely, 2019; Chacón, María, Fanarraga, Gianella, 2019; Savage, Georgie; Porter, Adam, Simpson, Stephen, 2022.	
						Adsorción química		
		¿Cuáles serán los bioindicadores principales para determinar la presencia de microplásticos en el mar?		Identificar cuáles serán los bioindicadores principales para determinar la presencia de microplásticos en el mar	Ventajas de los bioindicadores	Efectividad		Purca, Sara, 2019; Toledo, María, 2019;
						Métodos de muestreo		
		¿Qué cambios mostraran los bioindicadores ante la presencia de microplásticos en el mar?		Describir los cambios que mostraran los bioindicadores ante la presencia de microplásticos en el mar	Clasificación de bioindicadores por la cantidad de cambios que presente	Eficiencia de los bioindicadores		Baltazar, Domingo, Reyes, Yeyson, 2021; Bhuyan, 2022; Hankins, Cheryl, Raimondo, Sandy, Lasseigne, Danielle, 2022, Egbeocha, Chidi Onyema, 2018; Burgos, Tania, 2017.
						Tiempo de exposición		

Anexo II: Ficha de Análisis de Contenido

 <b>Universidad César Vallejo</b>		<b>FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO</b>	
<b>Año de Publicación</b>			
<b>Lugar de Publicación o Zona de Estudio</b>			
<b>Autor (es)</b>			
<b>Tipo de Investigación</b>			
<b>Palabras claves</b>			
<b>Problema</b>		<b>Objetivo</b>	
<b>Tipo de Bioindicador</b>			
<b>Técnica o Procedimiento</b>			
<b>Resultados</b>			
<b>Conclusiones</b>			