



EXTENSIÓN PEDERNALES

Carrera De Biología

TEMA

ESTUDIO DE LA PRESENCIA DE MACRO Y MICROPLÁSTICOS EN PECES
MARINOS DE INTERÉS COMERCIAL: *SELENE PERUVIANA*, *CENTROPOMUS*
ROBALITO

EN PEDERNALES, ECUADOR 2025

AUTOR (A)

CLEVEZ QUIÑONEZ YISELA PATRICIA

TUTOR (A):

BLGA. CECIBEL MONSERRATE TENELEMA DELGADO, MSc

PEDERNALES

2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutora de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Pedernales, **CERTIFICO:**

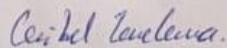
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Clevez Quiñonez Yisela Patricia**, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2025-1, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la modalidad de proyecto de investigación cuyo tema del proyecto es: **"Estudio de la presencia de macro y microplásticos en peces marinos de interés comercial: *Selene peruviana*, *Centropomus robalito* en Pedernales, Ecuador 2025"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de ley en contrario.

Pedernales, 30 de julio de 2025

Lo certifico,



Blga. Cecibel Monserrate Tenelema Delgado, MSc

DOCENTE TUTORA

**CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

El tribunal evaluador

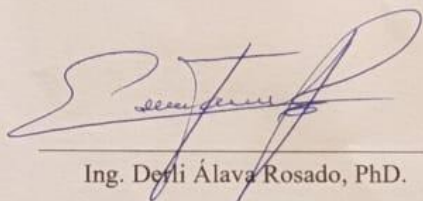
Certifica:

Que el trabajo de carrera de modalidad Proyecto de investigación titulado: **“Estudio de la presencia de macro y microplásticos en peces marinos de interés comercial: *Selene peruviana*, *Centropomus robalito* en Pedernales, Ecuador 2025”** realizado y concluido por la Sra. **Clevez Quiñonez Yisela Patricia**, ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 4 de septiembre 2025

Para dar testimonio y autenticidad firman:



Ing. Derli Álava Rosado, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Luis Madrid Jiménez, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. María Santana Faubla, MSc

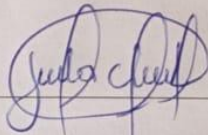
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Clevez Quiñonez Yisela Patricia**, con cédula de identidad No **131299060-7**, declaro que el presente trabajo de titulación "**Estudio de la presencia de macro y microplásticos en peces marinos de interés comercial: *Selene peruviana*, *Centropomus robalito* en Pedernales, Ecuador 2025**", ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello, me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 4 de septiembre 2025



Clevez Quiñonez Yisela Patricia

C.I.: 131299060-7

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias infinitas a Dios, porque “el principio de la sabiduría es el temor de Jehová” y por guiar mi camino y permitirme alcanzar este logro académico.

A mi madre, Luisa Cortez, a Rocío Quiñonez, y a mi padre, Oscar Clevez,

por su amor incondicional y sus palabras de aliento, que me impulsaron a superarme, y por enseñarme día a día que la perseverancia y la honestidad son la base de todo éxito.

A mi esposo, Rolando Castañeda, agradezco profundamente su apoyo incondicional, su paciencia ante mis prolongadas jornadas de estudio y la compañía brindada en las largas noches de trabajo, sin cuya comprensión y respaldo este logro no habría sido posible.

A mi familia, hermanos y amigos, por su compañía, aliento y gestos de solidaridad que hicieron más llevadero este proceso. De manera especial, expreso mi gratitud a mi amigo y compañero de estudio, Miguel Valencia, por su apoyo constante y valiosa colaboración durante la culminación de esta tesis.

Mi gratitud también a todos los docentes que me formaron a lo largo de la carrera, y de manera muy especial a mi tutora, Blga. Cecibel Monserrate Tenelema Delgado, MSc, por su orientación, tiempo y paciencia que han sido esenciales para la calidad de este trabajo.

Clevez Yisela

DEDICATORIA

A mis padres,

por su amor incondicional y por enseñarme que la constancia y la pasión son el camino hacia el logro de los sueños.

A mi esposo, familia y amigos, por su aliento constante y su comprensión en cada paso de mi formación académica.

Clevez Yisela

RESUMEN

Este estudio examinó la presencia de plásticos en dos especies marinas de interés comercial *Selene peruviana* y *Centropomus robalito* capturadas en 2025 en el puerto pesquero de la Chorrera, Pedernales (Ecuador). El objetivo fue identificar y cuantificar los distintos fragmentos plásticos ingeridos por los peces, dada la creciente contaminación del océano y su posible impacto en la salud humana.

El muestreo se llevó a cabo entre mayo y julio de 2025, mediante la colecta de 25 ejemplares de *Selene peruviana* y 18 de *Centropomus robalito*. En el laboratorio se aplicó un tratamiento con KOH al 10% y H₂O₂ al 30% para digerir la materia orgánica y posteriormente se realizó filtración y análisis microscópico. Se detectaron microplásticos en ambas especies: 205 partículas en *Selene peruviana* y 218 en *Centropomus robalito*, principalmente fibras y fragmentos de polipropileno, con colores predominantes negro, transparente y rojo. Los resultados evidencian la presencia de contaminación plástica en peces de importancia comercial, lo que representa un riesgo tanto para los ecosistemas marinos como para la seguridad alimentaria de las comunidades que dependen de ellos.

Palabras Claves

Contaminación, microplásticos, salud marina, peces comerciales, polímeros, ecosistemas costeros.

ABSTRACT

This study examined the presence of plastics in two commercially important marine species, *Selene peruviana* and *Centropomus robalito*, captured in 2025 in the fishing port of La Chorrera, Pedernales, Ecuador. The objective was to identify and quantify the various plastic fragments ingested by the fish, given the increasing ocean pollution and its potential impact on human health.

Sampling was carried out between May and July 2025, with the collection of 25 specimens of *Selene peruviana* and 18 of *Centropomus robalito*. In the laboratory, a treatment with 10% KOH and 30% H₂O₂ was applied to digest the organic matter, followed by filtration and microscopic analysis. Microplastics were detected in both species: 205 particles in *Selene peruviana* and 218 in *Centropomus robalito*, mainly polypropylene fibers and fragments, with predominant colors of black, transparent, and red. The results show the presence of plastic contamination in commercially important fish, which represents a risk to both marine ecosystems and the food security of the communities that depend on them.

Keywords

Pollution, microplastics, marine health, commercial fish, polymers, coastal ecosystems.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	IV
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Identificación de las variables	4
1.2.2. Formulación del problema.....	4
1.2.2.1. Pregunta(s) de investigación:	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación del proyecto.....	5
1.5. MARCO TEÓRICO.....	6
1.5.1. Antecedentes	6
1.5.2. Bases teóricas.....	7
1.5.3. Bases legales	18
CAPÍTULO 2: DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)	19

2.1. Enfoque de la investigación	19
2.2. Diseño de investigación	20
2.3. Tipo de investigación, nivel o alcance.....	20
2.4. Métodos de investigación	21
2.5. Población y/o muestra	21
2.7. Operacionalización de variables	28
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
3.1. Resultados de métodos y técnicas de investigación utilizados.....	30
Limitaciones del estudio	45
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
Anexos.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de plásticos contaminantes comúnmente encontrados en el entorno.....	9
Tabla 2: Efectos de los plásticos en la Fauna Marina.....	12
Tabla 3: Lista de materiales, equipos y reactivos	23
Tabla 4: Variable dependiente: Presencia de macro y micro plásticos en los peces.....	28
Tabla 5 Comparativa de la abundancia absolutas de los tipos de microplásticos.....	40
Tabla 6 Comparativa de índices de diversidad y riqueza.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Escala para los plásticos y productos derivados	8
Figura 2: Tamaños de MPs de acuerdo con los muestreos y tipo de detección	13
Figura 3: Vista lateral de <i>Selene peruviana</i>	14
Figura 4: Vista lateral de <i>Centropomus robalito</i>	17
Figura 5: Mapa de la ubicación.	22
Figura 6: Tipos de microplásticos presentes en <i>Selene peruviana</i> y <i>Centropomus robalito</i> : Diamantina (a): Caucho (b): Film (c): Fragmentos (d, e, f, g, h) y fibras (i, j, k, l).....	30
Figura 7: Talla promedio de la especie <i>Selene peruviana</i>	31
Figura 8: Composición de los microplásticos por tipos de polímeros en <i>Selene p.</i>	31
Figura 9: Abundancia total por polímero (comparación horizontal) en <i>Selene p.</i>	32
Figura 10: Abundancia absoluta de microplásticos según su forma en <i>Selene p.</i>	32
Figura 11: Abundancia relativa en porcentajes de los microplásticos según su forma en <i>Selene p.</i>	33
Figura 12: Abundancia absoluta de microplásticos según su color en <i>Selene p.</i>	34
Figura 13: Abundancia relativa en porcentajes de microplásticos según su color en <i>Selene p.</i>	34
Figura 14: Composición de los microplásticos por tipos de polímeros en <i>Centropomus robalito</i>	36
Figura 15: Abundancia relativa porcentual por tipos de polímeros en <i>Centropomus robalito</i>	36
Figura 16: Abundancia absoluta de microplásticos según su forma en <i>Centropomus robalito</i>	37
Figura 17: Abundancia relativa porcentual según su forma en <i>Centropomus robalito</i>	37
Figura 18: Abundancia absoluta de microplásticos según su color en <i>Centropomus robalito</i>	38
Figura 19: Abundancia relativa en porcentajes de microplásticos según su color en <i>Centropomus robalito</i>	38

CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La contaminación plástica en los entornos marinos se ha convertido en un motivo de preocupación creciente, debido a sus efectos negativos en la biodiversidad y la inocuidad de los alimentos. Los macros y microplásticos tienen la posibilidad de ser consumidos por peces del océano comercialmente importantes, lo cual afecta su salud y puede que tenga un impacto en los consumidores humanos.

Los polímeros que se emplean con mayor frecuencia son aquellos de gran peso molecular y carecen de la capacidad para descomponerse de manera biodegradable. En el medio ambiente oceánico, estos materiales experimentan una degradación por foto-oxidación por radiación ultravioleta debido a la exposición a la luz solar, la cual es seguida por procesos de descomposición térmica y/o química. Sánchez F. (2022).

Diversos estudios han analizado la presencia de microplásticos en especies marinas. Se realizó un estudio en el Parque Nacional Marino Las Baulas, donde se hallaron microplásticos no solo en peces pelágicos, sino también en crustáceos bentónicos. En Ecuador, la Universidad Estatal Península de Santa Elena hizo lo propio al caracterizar microplásticos en varias especies marinas. Todos estos trabajos coinciden en un mismo mensaje: si no gestionamos mejor los residuos plásticos y no implementamos políticas firmes para frenar la contaminación, nuestros océanos seguirán sufriendo graves consecuencias. Astorga-Pérez et al. (2021). La adecuada gestión de los residuos plásticos es indispensable. En la costa de Pedernales, concretamente en el puerto artesanal de La Chorrera (provincia de Manabí), la pesca artesanal constituye un pilar económico y alimentario para la comunidad. Sin embargo, la creciente acumulación de plásticos en los ecosistemas marinos pone en riesgo esta actividad al afectar la calidad e inocuidad de los productos pesqueros. A pesar de la relevancia ambiental y económica de esta localidad, aún existen escasas investigaciones sobre la contaminación por plásticos que restringen las decisiones relacionadas con la conservación y la administración del entorno. El presente estudio tiene como propósito evaluar la presencia y los tipos de macro y microplásticos en el contenido estomacal de *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*. Dado que estas especies poseen una gran importancia comercial para el país, surge la necesidad de investigar cómo los contaminantes plásticos pueden estar afectando su salud y, en consecuencia, el recurso pesquero que representan.

1.2. Planteamiento del problema

En los últimos años, la producción de plásticos ha aumentado significativamente debido a la demanda de plásticos, en 1950, se producían acerca de dos millones de toneladas de plástico en todo el mundo. Sin embargo, la producción aumentó y llegó a 381 millones de toneladas en 2015. El 50% de estos plásticos tienen un solo uso, lo que genera un crecimiento acelerado de desechos que se acumulan en hábitats terrestres, acuáticos y atmosféricos (Castañeta, et al., 2020).

La contaminación marina por plásticos, tanto en forma de macroplásticos como de microplásticos, es un problema ambiental que afecta a los ecosistemas acuáticos a nivel global. (Perilla & Quiroz, 2023) señalan que, por diversas fuentes humanas, estas partículas plásticas, terminan en los océanos, donde se descomponen en partículas más pequeñas o permanecen como residuos visibles, afectando a las especies que habitan en estos entornos causando efectos nocivos en el medio ambiente. Pese a los esfuerzos internacionales y nacionales, incluida en Ecuador la Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de un Solo Uso (2020), las acciones implementadas aún resultan insuficientes para frenar esta problemática.

Diversos estudios señalan los riesgos de la ingesta de microplásticos y macroplásticos por parte de los organismos marinos, representando un impacto toxicológico significativo. Yagual (2023) señala que diferentes especies de peces pelágicos como *Thunnus alalunga*, *Selene peruviana* y *Diplectrum conceptione*, que representan una parte importante de la pesca comercial en el país, enfrenta una amenaza por el impacto de los plásticos en su entorno natural y por el consumo posterior de estos materiales.

Estos peces, al ser parte de la dieta humana, pueden actuar como vectores de contaminación hacia los consumidores finales. La ingesta de plásticos, incluso en pequeñas cantidades, puede tener efectos nocivos para la salud humana, ejemplos. Pueden causar inflamación, toxicidad celular y afectar el sistema inmunológico además de aumentar el riesgo de cáncer y afectar el sistema nervioso, lo que hace urgente la evaluación de los niveles de plásticos presentes en estas especies (Urrutia, 2022).

Asimismo, Bailón y Banchón (2023) llevaron a cabo un estudio sobre la contaminación provocada por microplásticos en especies como *Cynoscion Spp*, *Opisthonema libertate* y *Mugil cephalus*, identificando una notable concentración de

microplásticos en las muestras analizadas, aproximadamente un total de 449 unidades en la muestra de estudio siendo así un 83% de ocurrencia, este estudio fue realizado a diferentes niveles de calado, No obstante, no se observaron microplásticos en organismos que fueron recolectados en alto calado, lo que sugiere que un posible factor determinante es la habilidad de estos organismos para filtrar.

En la provincia de Manabí la situación resulta aún más preocupante debido a la fuerte dependencia que existe de la pesca artesanal y comercial. Investigaciones recientes han evidenciado la presencia de microplásticos tanto en las playas de San Vicente como en el Refugio de Vida Silvestre Pacoche, en Manta, donde fueron encontrados en el agua y la arena. Esto refleja que la contaminación plástica ya forma parte del ecosistema costero manabita. A esto se suma que, durante las jornadas de limpieza realizadas en 2024 en Pedernales, Jama y San Vicente, se recolectaron más de 384.16 kilos de desechos sólidos, principalmente plásticos, lo que muestra con claridad la magnitud del problema que enfrenta la zona costera.

En el cantón Pedernales, especies como *Selene peruviana* y *Centropomus robalito* representan un recurso de gran valor tanto comercial como alimenticio para la comunidad. No obstante, hasta el momento no se han desarrollado estudios que analicen de manera específica la presencia de micro y macroplásticos en estos peces, a pesar de que forman parte esencial de la dieta diaria y de la economía local.

Con lo anterior expuesto, se considera la necesidad de investigar la presencia de macro y microplásticos en especies clave para el comercio y el consumo, a fin de comprender mejor los riesgos asociados y proporcionar datos concretos que permitan la toma de decisiones adecuadas en términos de manejo y conservación ambiental. Por lo tanto, se plantea la siguiente interrogante: ¿Existirá presencia de macro y microplásticos en peces marinos de interés comercial: *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*, ¿en Pedernales -Manabí- Ecuador 2025?

1.2.1. Identificación de las variables

Variable Dependiente: Presencia de macro y micro plásticos en los peces.

Variables Independientes: Peces de interés comercial (Carita y Robalo).

1.2.2. Formulación del problema

Hipótesis Nula (H₀): No existe presencia de macro y microplásticos entre las dos especies de peces marinos estudiadas (*Selene peruviana*, *Centropomus robalito*) en Pedernales.

Hipótesis Alterna (H₁): Si existe presencia de macro y microplásticos entre las dos especies de peces marinos estudiadas (*Selene peruviana*, *Centropomus robalito*).

1.2.2.1. Pregunta(s) de investigación:

1. ¿Hay diferencias significativas en la cantidad y tipo de plásticos encontrados en cada especie de pez?
2. ¿Qué tipos de plásticos son más comunes en los peces estudiados?
3. ¿Cuál es el riesgo potencial para la salud humana asociado con el consumo de peces contaminados con macro y microplásticos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la presencia de macro y microplásticos en los peces marinos de interés comercial: *Selene peruviana*, *Centropomus robalito*, capturados en Pedernales, Ecuador, durante el periodo 2025 para determinar el nivel de contaminación por plástico en los organismos de los peces.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar los tipos y composición de macro y microplásticos presentes en las especies de *Selene peruviana*, *Centropomus robalito*, capturados en Pedernales, Ecuador.
2. Determinar la abundancia de macro y microplásticos encontrados en los peces marinos de interés comercial.
3. Establecer la especie que ocupa mayor presencia de microplásticos, durante el periodo 2025.

1.4. Justificación del proyecto

Una de las principales actividades económica más importante en Pedernales es la pesca, ya que constituye una fuente principal de alimentos para la zona. Teniendo en cuenta que conforme al artículo 13. de la Constitución de la República del Ecuador (2008), se establece que "los individuos y grupos tienen el derecho a disfrutar de un acceso seguro y constante a alimentos saludables, suficientes y nutritivos; que, de ser posible, deben ser producidos localmente y estar en sintonía con sus diversas identidades y costumbres culturales".

Diversos estudios han demostrado que los macro y micro plásticos se han convertido en uno de los principales contaminantes de los ecosistemas marinos. Estos residuos, provenientes en gran parte de actividades humanas como la pesca, el turismo y el manejo inadecuado de desechos, se fragmentan y persisten durante décadas en el medio acuático. Su presencia en el tracto digestivo de peces de interés comercial, como *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*, evidencia la magnitud de la problemática y su impacto en el equilibrio ecológico y en la cadena trófica marina.

De acuerdo con (Gomez, 2025), menciona que la presencia de los microplásticos no solo es visible en el cuerpo, sino también en especies de alto consumo humano. Un análisis de Greenpeace México en conjunto con el Centro para la Diversidad Biológica, Barco Lab, la Universidad Autónoma de Baja California Sur, el Laboratorio de Biodiversidad y Conservación Arrecifal de la UNAM, y el Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana, reveló que el 20% de los 755 peces muestreados, los cuales pertenecen a especies que se comercializan habitualmente, contienen microplásticos en el estómago.

Aunque el estómago no es una parte comestible del pescado, los microplásticos actúan como vectores de sustancias químicas tóxicas como ftalatos, bisfenol A (BPA), PCB y metales pesados que podrían transferirse a los tejidos comestibles, afectando directamente la salud humana (Gomez, 2025) .

La evidencia científica indica que la acumulación de plásticos en los organismos marinos puede alterar sus procesos biológicos, como la alimentación, el crecimiento y la reproducción. Estos efectos no solo comprometen la salud de las especies, sino también la disponibilidad y calidad del recurso pesquero que sustenta a la comunidad local. Así, generar datos específicos sobre la cantidad y tipo de plásticos presentes en estas especies

permitirá establecer estrategias de manejo más efectivas, así como planes de educación y sensibilización dirigidos a pescadores, consumidores y autoridades locales.

El presente trabajo sobre la presencia y abundancia de plásticos en peces marinos, servirán de soporte para futuras investigaciones, políticas ambientales y campañas de educación comunitaria orientadas a la reducción de la contaminación plástica y la protección de los recursos marinos de interés comercial.

1.5. MARCO TEÓRICO

1.5.1. Antecedentes

La problemática de los microplásticos en ambientes marinos ha sido reconocida a nivel internacional. (Astorga-Pérez et al., 2021), evidenciaron su presencia en peces pelágicos y crustáceos bentónicos en el Parque Nacional Marino “Las Baulas” (Costa Rica), confirmando que este contaminante afecta a diferentes niveles tróficos. De manera similar, Villamar (2022) investigó su ocurrencia en organismos marinos en Ecuador, destacando la necesidad de ampliar los estudios locales. En el ámbito global, la Lusher et al. (2017) advirtió sobre los efectos de los microplásticos en la pesca y la acuicultura, señalando riesgos para la seguridad alimentaria y la productividad pesquera Lusher et al. (2017).

En Ecuador, si bien los estudios son aún limitados, se han reportado evidencias claras de contaminación. Zambrano Witong et al.(2022) registraron en la provincia de Manabí una concentración de 16,5 unidades/kg de arena en la playa de San Vicente, donde predominaron fragmentos plásticos entre 1 y 4 mm, lo que evidencia que incluso zonas cercanas a Pedernales presentan una contaminación significativa. Asimismo, Capparelli et al. (2021) documentaron microplásticos en aguas costeras y ríos de Esmeraldas, mientras que Segarra Vera et al. (2025) confirmaron acumulaciones estacionales en la playa de General Villamil en Guayas. Estos hallazgos reflejan que la costa ecuatoriana está expuesta a una contaminación plástica creciente, resaltando la necesidad de investigaciones específicas en Pedernales, un sitio estratégico por su relevancia pesquera y turística en Manabí.

En septiembre de 2023, la Prefectura de Manabí llevó a cabo un operativo en toda la provincia que comenzó en Cojimíes (Pedernales) y abarcó a varias playas; el informe oficial indica que se retiraron aproximadamente 15 mil kilogramos de residuos durante el mes de la campaña. Simultáneamente, se llevaron a cabo mingas en el malecón de

Pedernales, organizadas junto al Municipio, y otra jornada provincial reportó 907,5 kilogramos de basura y 10,500 kilogramos de palizadas o escombros recolectados en lugares como Cojimíes, La Chorrera, Canoa y el malecón de Pedernales. Estas cifras posicionan a Pedernales como un área clave de intervención en la zona norte de Manabí y subrayan la necesidad de un seguimiento local sobre los plásticos en la biota (Conservación Internacional 2024).

Acciones complementarias respaldan la naturaleza recurrente de la situación. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), organizó una jornada de limpieza en Cojimíes (Pedernales) con una gran participación de la comunidad, y en octubre de 2024 se llevaron a cabo tres eventos en Pedernales, Jama y San Vicente, donde se retiraron 384,16 kg de basura, destacando que las corrientes y el intenso uso de la playa contribuyen a la acumulación de plásticos en el cantón. Estas observaciones a nivel local apoyan el enfoque basado en ecosistemas del estudio y la relevancia de establecer líneas base en los peces de interés comercial en Pedernales (Conservación Internacional, 2024).

1.5.2. Bases teóricas

Plásticos

Los plásticos son compuestos sintéticos basados en polímeros de alto peso molecular cuya versatilidad y bajo costo han impulsado su producción sostenida en las últimas décadas. Su lenta degradación en el ambiente marino dominada por foto-oxidación UV, procesos térmicos y químicos que favorece su persistencia y acumulación en ecosistemas costeros (López et al., 2020; F. Sánchez., 2022; Villamar, 2022). En consecuencia, los plásticos constituyen hoy la fracción dominante de los residuos marinos a escala global y regional.

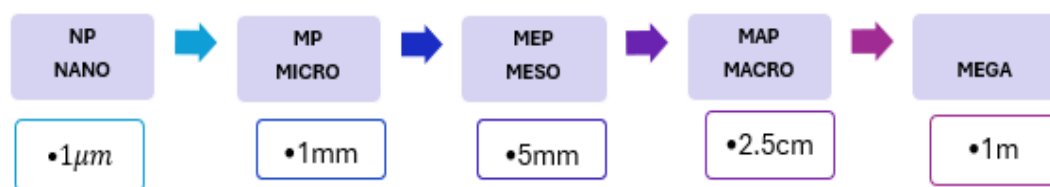
Por tamaño, se distinguen macroplásticos (> 5 mm) y microplásticos (MP, 1 μ m–5 mm). Los MP pueden ser primarios (p. ej., pellets industriales, micro perlas) o secundarios por fragmentación de objetos mayores sometidos a radiación solar, abrasión y envejecimiento (Astorga et al., 2022; Marcovecchio et al., 2020). En el medio marino se observan sobre todo como fibras y fragmentos, además de film, esferas y caucho, asociados a polímeros de uso cotidiano (PE, PP, PS, PET, PA/nylon) presentes en empaques, textiles y artes de pesca (Castañeta et al., 2020; López et al., 2020; Mendoza & Mendoza, 2020). Adicionalmente, la superficie de los plásticos puede adsorber y transportar contaminantes químicos, favoreciendo su distribución y disponibilidad en la biota marina (Martínez et al., 2023). Esta combinación de persistencia, fragmentación y

movilización explica su amplia detección incluso en áreas con algún grado de protección (Sánchez F. , 2022).

Tipología: Características de macroplásticos y microplásticos

Los plásticos se clasifican por tamaño. Los fragmentos que superan los 5 mm se denominan macroplásticos e incluyen objetos como botellas, bolsas y redes de pesca, habituales en los ecosistemas marinos (Castañeta et al., 2020). Estos residuos generan impactos visibles: pueden enredar a los organismos, obstruir sus sistemas digestivos y, en casos extremos, provocar su muerte. Además, los macroplásticos tienden a ser las principales fuentes de microplásticos, ya que con el transcurso del tiempo se fragmentan en partículas menores por la influencia de elementos ambientales. (Ronda et al., 2020). Los microplásticos se encuentran en diferentes formas en el medio ambiente tales como fragmentos, microesferas (o micro perlas), pellets, fibras, espuma y film. Estas partículas tan diminutas, que se originan a partir de la descomposición de objetos plásticos más grandes o se crean directamente en productos como micro perlas, representan un peligro considerable para los ecosistemas de agua (López et al., 2020).

Figura 1: Escala para los plásticos y productos derivados



Nota. *Adaptado de Microplásticos: un contaminante que aumenta en todas las esferas del ecosistema, sus características y posibles consecuencias para la salud pública por exposición, por Revista Boliviana de Química (2020).*

En la siguiente tabla descrita en un estudio realizado por Mendoza & Mendoza, 2020, se presenta una categorización detallada de los tipos de plásticos que comúnmente se encuentran en el medio ambiente marino, junto con sus principales fuentes de origen y aplicaciones típicas. Primero, hablemos del polietileno de baja densidad (PEBD), un material que se usa mucho en la fabricación de bolsas plásticas, anillos de empaques de seis unidades, botellas, redes de pesca y pajitas. Este tipo de plástico es muy común

gracias a su flexibilidad y resistencia, lo que lo convierte en una opción económica y práctica para la industria del embalaje y el consumo masivo. Por otro lado, el polietileno de alta densidad (PEAD), que se utiliza en jarras de leche y jugo, se distingue por su mayor rigidez y resistencia, lo que lo hace perfecto para crear recipientes duraderos y reutilizables en el sector alimentario.

Tabla 1: Tipos de plásticos contaminantes comúnmente encontrados en el entorno

Tipo de plástico	Productos derivados	Tiempo de biodegradación
PEBD	Polietileno de baja densidad: Fundas plásticas, anillos de 6 paquetes, botellas, mallas, popotes.	50 a 100 años
PEAD	Polietileno de alta densidad: Jarras de leche y jugo.	50 a 100 años
PP	Polipropileno: Cuerda, tapas de botellas, redes.	20 a 30 años
PS	Poliestireno: Utensilios de plástico, envases de alimentos.	500 a 1000 años
EPS	Poliestireno espumado: Flotadores, cajas de espuma, vasos de espuma.	500 a 1000 años
PA	Nylon: Mallas y trampas.	30 a 40 años
PET	Poliéster Termoplástico: Botellas de bebidas de plástico.	100 a 500 años
PVC	Poli (cloruro de vinilo): Film plástico, botellas, vasos.	100 a 500 años
CA	Acetato de celulosa: Filtros de cigarrillos.	1 a 10 años

Fuente: (Mendoza & Mendoza, 2020).

Otros plásticos comunes incluyen el polipropileno (PP), utilizado en cuerdas, tapas de botellas y redes, y el poliestireno (PS), que se emplea principalmente en utensilios de un solo uso y envasado de alimentos. Estos plásticos están por todas partes y se aferran al agua durante años porque casi no se degradan. El nylon de las redes y trampas de pesca, junto con el PET de las botellas, son de los mayores culpables de la basura que vemos flotando en el mar. Ambos materiales pueden enredar a los animales marinos y atraparlos, dañando desde un solo individuo hasta poblaciones enteras. Y, como si fuera poco, el acetato de celulosa de los filtros de cigarrillos añade otra montaña de residuos que acaba bajando por ríos y terminando en los océanos.

Composición en los diferentes plásticos

Los plásticos son, básicamente, collares larguísimos de cuentas diminutas: los polímeros están formados por pequeños eslabones llamados monómeros. La mayoría de esos eslabones sale del petróleo o del gas natural, aunque los bioplásticos parten de materia vegetal (biomasa).

Para que el plástico obtenga la elasticidad, el brillo o la resistencia que conocemos, se le añaden sustancias especiales llamadas aditivos. Según cómo se comporten al calentarse, los plásticos se dividen en dos grandes familias, (termoplásticos) se ablandan con el calor y pueden fundirse y moldearse una y otra vez, como la cera, (termoestables) se endurecen de forma permanente; una vez moldeados, no hay vuelta atrás. Algunos ejemplos:

- **Polietileno (PE):** el plástico de las bolsas del súper y de muchos envoltorios.
- **Polipropileno (PP):** el material de los tupper, las pajitas y ciertas telas sintéticas.
- **Poliestireno (PS):** la espuma de los vasos desechables y el aislante que mantiene el calor (o el frío).
- **Cloruro de polivinilo (PVC):** las tuberías blancas y el recubrimiento de los cables.

La contaminación plástica en el océano nos toca a todos. Cada red de pesca abandonada, cada botella que se tira en la playa y cada residuo industrial que llega al mar suma al problema. Esos desechos flotantes forman un ciclo que amenaza la vida marina y, en última instancia, nuestra propia salud.

Contaminación plástica: vertidos en el océano

La invasión de plásticos en el océano se ha convertido en un problema mundial. Lo agravamos con descargas directas procedentes de nuestras propias actividades: la pesca, el turismo en la playa y las industrias instaladas junto a la costa. Según Nagy (2023), cada año llegan al mar entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas de plástico, y buena parte proviene de tierra firme: desechos mal gestionados en ciudades y zonas costeras. Redes abandonadas, envases de un solo uso y otros objetos arrojados durante recreaciones o faenas comerciales terminan flotando o hundiéndose, alimentando una marea de residuos que amenaza la vida marina y, a la larga, nuestra propia salud (Marcovecchio et al., 2020).

No todo el plástico termina en el mar de forma directa. Mucho viaja de manera silenciosa: los sistemas de alcantarillado, los drenajes pluviales y los ríos actúan como

auténticas autopistas que arrastran residuos desde zonas urbanas y rurales hasta el océano (Flores , 2024).

De acuerdo con Cuatrecasas & Duch (2021), mencionaron que un total de diez ríos, predominantemente ubicados en Asia y África, son los encargados de transportar hasta el 95% de los desechos plásticos que terminan en los océanos, lo que, según los autores, esto es el resultado de una inadecuada administración de desechos sólidos en estas áreas y del vertido descontrolado de basura en los ríos, que los transforma en vías de contaminación plástica hacia los océanos

Los autores Gutiérrez & Cortés también señalan que el plástico que llega al agua de forma no directa podría venir de vertederos mal gestionados, desde donde el viento o la lluvia arrastran los residuos plásticos a los ríos, que terminan llevándolos al mar. Una vez en el agua, estos plásticos se fragmentan en microplásticos, lo que perjudica la vida marina en todo el planeta. Rivas et al., (2023)

Contaminación oceánica a nivel mundial

De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas (PNUMA, 2025), la contaminación del océano incluye los residuos sólidos, ya sean procesados o fabricados, que terminan acumulándose en los océanos. la contaminación oceánica abarca aquellos desechos sólidos, procesados o manufacturados, que acaban depositados tanto en los océanos similar a lo que ocurre en las playas, ya sea de manera directa o de forma indirecta. Basándose en datos de diversos ministerios de algunos países y en estudios científicos, se ha estimado que entre un 60% y 80% de los residuos presentes en el mar están compuestos por plásticos. De igual forma, se estima que el 20% de los plásticos provienen de actividades marítimas como la pesca o transportes de carga, mientras que el 80% restante tiene su origen en fuentes terrestres.

La contaminación plástica del mar es más grave de lo que parece. Apenas un 15 % de los residuos flota a la vista; otro 15 % queda suspendido entre dos aguas, y un aplastante 70 % se hunde hasta el lecho oceánico. Allí, las capas de sedimentos los sepultan, el frío es intenso y no llega la luz del sol, de modo que el plástico apenas se degrada (Yagual, 2023).

Un estudio realizado por la Royal Society y la Universidad Estatal de New York, mostró que se han detectado al menos 4.000 millones de piezas de plástico por kilómetro cuadrado en aguas dulce y salada de los cinco continentes, encontradas en playas,

arrecifes de coral y la superficie del mar; Además, el 83% del agua potable presenta contaminación por microplásticos (Montilla & Rodríguez, 2021).

Consecuencias de los plásticos en el ecosistema marino

La contaminación plástica en los océanos representa una amenaza seria para toda la vida marina, desde los diminutos microorganismos hasta las especies más grandes. Cuando el plástico llega a estos ecosistemas, provoca múltiples impactos: los animales pueden enredarse en redes y otros desechos, y tanto los microplásticos como los fragmentos más grandes son ingeridos accidentalmente. Esta combinación de enredos e ingestión compromete la salud de las especies y altera el equilibrio del medio marino (Bayo & Jiménez, 2020).

Cuando los peces ingieren microplásticos, no solo dañan su propio organismo; al mismo tiempo, las toxinas pegadas a esas partículas se cueban en la cadena alimentaria y pueden terminar en nuestro plato cuando consumimos pescado o mariscos (Castro & Ronquillo, 2021). A continuación, se presenta los efectos documentados de la contaminación plástica en diferentes especies de fauna marina:

Tabla 2: *Efectos de los plásticos en la Fauna Marina*

Especies	Problemas comunes	Consecuencias	% de afectación
Tortugas marinas	Ingestión de plásticos	Obstrucción intestinal, muerte	52%
Aves marinas	Ingestión de fragmentos plásticos	Desnutrición, mortalidad	90%
Mamíferos marinos (focas)	Enredos en redes y desechos	Lesiones, inmovilización, muerte	30%
Peces	Ingestión de microplásticos	Acumulación de toxinas en tejidos, alteración hormonal	36%
Delfines	Ingestión y enredo	Muerte por asfixia o problemas respiratorios	26%

Fuente: (Castro & Ronquillo, 2021)

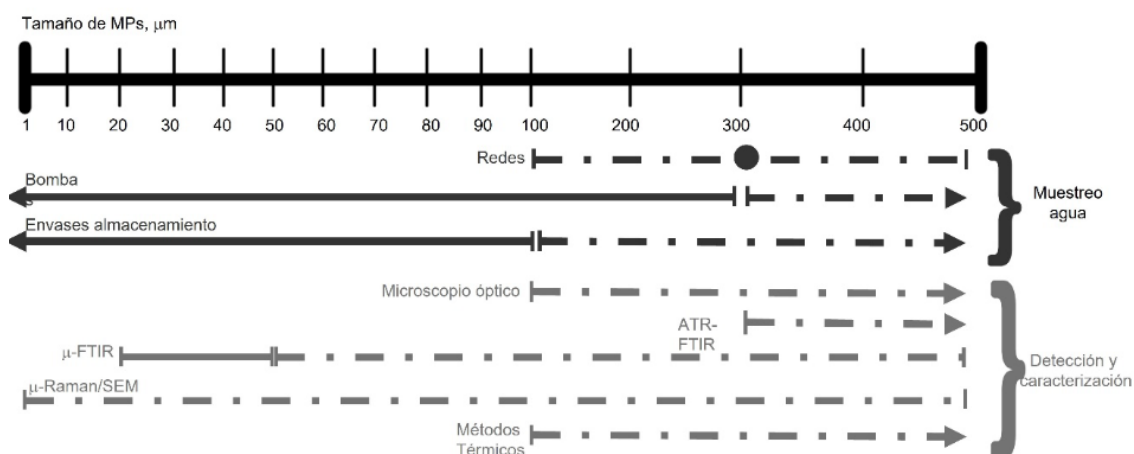
Se puede observar claramente en la tabla anterior, estos datos evidencian la necesidad urgente de implementar medidas de control para reducir el impacto de los plásticos en los ecosistemas marinos, así como proteger las especies afectadas.

Microplásticos en peces: Toxicidad

Según Castrillón y Méndez (2022) Los micro- y nanoplásticos resultan especialmente dañinos para la vida marina por su diminuto tamaño. Al ser casi invisibles, una amplia variedad de organismos los ingiere sin darse cuenta, con efectos graves para su salud. Las partículas de menos de 10 micrómetros son las más peligrosas: pueden atravesar tejidos, acumularse en el interior de los animales, provocar inflamación y alterar su metabolismo. Estos plásticos, al actuar como vectores de contaminantes orgánicos, aumentan la toxicidad cuando son ingeridos, afectando tanto a la vida marina como a la salud humana (Castrillón et al., 2024).

A continuación, se muestra el rango de tamaños de microplásticos y los diferentes métodos de muestreo de agua y técnicas de detección y caracterización, que van desde el uso de redes y bombas hasta métodos térmicos y ópticos, dependiendo del tamaño de los plásticos en el agua (Navarro y Flores, 2023).

Figura 2: Tamaños de MPs de acuerdo con los muestreos y tipo de detección



Nota. Las líneas punteadas representan la capacidad, mientras las líneas rectas representan la recomendación de uso conforme lo revisado, por Tecnología y Ciencia del Agua, 2023.

Los autores Sotomayor & Vera (2020), indican que la dimensión de los microplásticos afecta de manera directa su dispersión y toxicidad en los ecosistemas acuáticos, donde las partículas más diminutas presentan una mayor capacidad para penetrar las membranas celulares, lo que genera una mayor concentración de toxinas en el organismo, provocando desde un estrés oxidativo hasta disfunciones reproductivas, Lo que afecta de manera más significativa a las especies que habitan en las etapas más bajas de la red alimentaria.

Por otro lado, Navarro & Flores concluyen que los microplásticos, en la mayoría de los casos registrados, actúan como sustratos para contaminantes peligrosos como los disruptores endocrinos. Estos contaminantes se adhieren a la superficie de los microplásticos y luego son liberados dentro de los organismos que los ingieren, interfiriendo en su desarrollo y reproducción.

Ingestión plástica: Mecanismos y frecuencia de ingesta en peces

Los peces acaban tragando plásticos tanto por accidente como porque los confunden con su alimento, por ejemplo, con el plancton. El problema se agrava con la cantidad de basura que flota en el mar. Los microplásticos se han vuelto tan comunes que ya aparecen en las mismas especies que consumimos los seres humanos (Jiménez , 2022). Además, en la última década, hemos visto un aumento notable en la cantidad de plásticos que se ingieren. Las especies filtradoras, al buscar su alimento, tienden a tragar más microplásticos mientras filtran el agua. Por desgracia, los peces no pueden distinguir bien entre las partículas plásticas y su comida, este mecanismo de filtración facilita la acumulación de plásticos en sus sistemas digestivos (Quirós, et al., 2021).

Caracterización de *Selene peruviana*

Selene peruviana, de la familia Carangidae, luce un cuerpo delgado y comprimido lateralmente, recubierto por un llamativo brillo plateado que le confiere gran agilidad en el agua. En muchas costas se le conoce como “ojón” o “pez ojón” y es valorado tanto por la pesca artesanal como por su papel en la cadena alimentaria marina. Su dieta se basa en pequeños invertebrados y crustáceos que captura con rapidez en su hábitat natural. Su tamaño mediano y su capacidad de adaptación a diferentes condiciones del hábitat lo hacen una especie resaltante en los ecosistemas costeros (Mendoza et al., 2023).

Figura 3: Vista lateral de Selene peruviana



Fuente: (Instituto de Investigación de Acuicultura y Pesca, 2020)

Distribución Geográfica

Selene peruviana se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico, desde México hasta el norte de Chile, incluyendo territorios de Ecuador y Perú. Esta especie vive en aguas cálidas tanto tropicales como subtropicales y prefiere zonas cercanas a la orilla, como los estuarios y las plataformas continentales en donde las profundidades varían entre los 10 y 50 metros (Mendoza, et al., 2023). La rica corriente de Humboldt funciona como una “autopista” de nutrientes que alimenta a esta especie y facilita su presencia a lo largo del Pacífico sudamericano. Además, suele refugiarse en bahías, donde el ambiente es más tranquilo y abundan los recursos necesarios para su desarrollo.

Clasificación Taxonómica

Selene peruviana forma parte de los peces óseos de aletas radiadas, una familia célebre por su increíble habilidad para adaptarse a casi cualquier hábitat marino (García, et al., 2022). Este tipo de pez pertenece a la familia Carangidae, que ya fue mencionada, y se caracteriza por incluir especies que son importantes desde el punto de vista ecológico y comercial. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Chordata
- **Clase:** Actinopterygii
- **Orden:** Carangiformes
- **Familia:** Carangidae
- **Género:** Selene
- **Especie:** *Selene peruviana*

Alimentación

Se alimenta de pequeños organismos marinos como crustáceos, moluscos y zooplancton, también suele consumir peces más pequeños. La variedad en su alimentación depende de la disponibilidad de alimentos en su entorno, la cual fluctúa de acuerdo a las estaciones y las condiciones del agua. En su papel como cazador, desempeña un papel fundamental en el control y la estabilidad del ambiente natural al que está asociado (García et al.,2022).

Reproducción y Ciclo de Vida

La reproducción de *selepe peruviana* tiene lugar en zonas costeras con temperaturas moderadas y poca profundidad, características de regiones marítimas. Es una especie ovípara, esto significa que pone huevos que son liberados en el agua. En el transcurso de la temporada de reproducción los adultos se desplazan hacia áreas cercanas a la costa, donde las condiciones son óptimas para el desarrollo de los huevos y las larvas. Las crías jóvenes suelen habitar en estuarios, donde encuentran refugio y alimento en abundancia hasta que son lo suficientemente grandes para avanzar hacia aguas más profundas (Instituto de Investigación de Acuicultura y Pesca, 2020).

Caracterización de Centropomus robalito

Centropomus robalito, que forma parte de la familia Centropomidae, se caracteriza por su cuerpo alargado y esbelto de un hermoso tono plateado. Tiene una línea lateral bien definida, una franja oscura en la base de la aleta pectoral, y sus aletas anales y pélvicas presentan un color amarillento.

Tamaño

En cuanto a su tamaño, su coloración plateada le otorga una ventaja de camuflaje en su hábitat natural. Esta especie puede alcanzar hasta 1.40 metros, lo que la convierte en uno de los róbalo más grandes. Gracias a su musculatura desarrollada, este pez se destaca como un cazador hábil, lo que lo hace muy apreciado tanto en la pesca comercial como en la recreativa (Sánchez S. , 2020).

Figura 4: *Vista lateral de Centropomus robalito*



Nota: (Florida Museum, 2023)

Distribución Geográfica

Esta clase de especie se encuentra sobre todo en el océano Pacífico, siendo más abundante en aguas cálidas y templadas, lo que les facilita la adaptación a diferentes hábitats acuáticos. Es común en estuarios y manglares debido a su capacidad para adaptarse a distintas concentraciones de salinidad. Los ejemplares juveniles tienden a encontrarse en áreas más tranquilas, como ríos y lagunas en la costa, mientras que los ejemplares adultos se desplazan hacia aguas abiertas, cerca de arrecifes y sedimentos arenosos (Oliveira & Moura, 2024).

Clasificación Taxonómica

Pertenece al grupo de los peces óseos, los mismos que son identificados por su estructura esquelética fuerte y su adaptación a diversos hábitats acuáticos (Sánchez S. , 2020) Esta especie forma parte de la familia Centropomidae, un grupo destacado de peces carnívoros. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

- **Reino:** Animalia
- **Filo:** Chordata
- **Subfilo:** Vertebrata
- **Clase:** Actinopterygii
- **Orden:** Carangiformes
- **Suborden:** Centropomoidei
- **Familia:** Centropomidae
- **Género:** Centropomus
- **Especie:** *Centropomus robalito*

Alimentación

Este tipo de especie carnívora, por lo tanto, su régimen alimenticio está compuesto principalmente por peces más pequeños y una variedad de invertebrados acuáticos, como camarones y cangrejos. Es un cazador activo que aprovecha las primeras horas de la mañana y el atardecer para alimentarse. En esos momentos, utiliza su aguda capacidad de percepción para acechar y atrapar a sus presas. Este estilo de caza lo convierte en un depredador clave en los ecosistemas costeros, ayudando a mantener el equilibrio de las poblaciones de otras especies en su entorno natural (Oliveira & Moura, 2024).

Reproducción y Ciclo de Vida

Centropomus robalito prefiere reproducirse en aguas salobres sobre todo en estuarios cuando la temperatura se eleva. Lo curioso de su ciclo vital es que son hermafroditas secuenciales: comienzan su vida como machos y, con el tiempo, se convierten en hembras, lo que les permite generar una mayor cantidad de huevos. Cuando llega la época de desove, los adultos nadan hacia zonas costeras resguardadas para liberar allí sus huevos., los adultos se trasladan a áreas protegidas cerca de la costa para liberar sus huevos en el agua. Después de la eclosión, las larvas y los robalos jóvenes se desarrollan en entornos como los manglares, donde tienen suficiente alimento y protección hasta que crecen lo suficiente para moverse a aguas más abiertas (Mendes, et al., 2021).

1.5.3. Bases legales

Constitución de la República del Ecuador 2008

El presente estudio tiene como objetivo recopilar información actual que permita analizar la situación de la contaminación ambiental, incluyendo no sólo los microplásticos, sino también cualquier tipo de contaminación que se presente en la localidad de la (Chorrera cantón Pedernales) y la salud humana.

Por lo tanto, se rige por la nueva ley constitucional de la República del Ecuador, la cual explica:

Derecho a un ambiente sano

La Constitución del Ecuador, en su Artículo 14, menciona que toda persona tiene el derecho a vivir en un ecosistema sano y sostenible. En este sentido, el gobierno asume la obligación de resguardar y mantener el entorno natural. De igual manera, se determina que es de interés común la protección del Ambiente, la protección de los ecosistemas y la diversidad biológica, así como la defensa del patrimonio genético nacional. También se define la responsabilidad de evitar el daño ambiental y rehabilitar los espacios naturales que hayan sufrido deterioro (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Derecho a la biodiversidad

La Constitución de la República del Ecuador, en su Artículo 401 establece que el Estado garantizará la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, lo cual es fundamental en estudios que involucran vida marina (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Derechos de la naturaleza

La Constitución de la República del Ecuador, en su Artículo 71 establece que la naturaleza tiene derecho a existir, mantenerse y regenerarse, el cual es fundamental al abordar el impacto de los microplásticos en el ecosistema marino (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

CAPÍTULO 2: DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)

2.1. Enfoque de la investigación

Un enfoque de investigación es esencialmente el ángulo desde el cual abordaremos el asunto que deseamos estudiar. Este enfoque determina la esencia de la investigación. Está determinado por nuestros intereses, por el campo de estudio, nuestra fundamentación teórica y por aquellos elementos que influyen en el problema de investigación y que fueron articulados en la justificación del mismo (Santos, 2023).

La metodología cuantitativa que se utilizó para investigar la presencia de macro y microplásticos en organismos marinos de interés comercial se basó en la recolección y análisis de datos numéricos. El objetivo fue identificar patrones y tendencias. Este

enfoque de investigación nos permitió evaluar la cantidad de plásticos en los seres acuáticos y examinar su impacto en la cadena alimentaria.

2.2. Diseño de investigación

El estudio se planteó como una investigación puramente observacional ya que no se alteraron variables ni se aplicaron tratamientos experimentales. Las muestras se recolectaron y analizaron tal cual estaban en su entorno natural, sin interferir en los procesos biológicos de los organismos. Al no incluir grupos de control, se reafirma el carácter no experimental y descriptivo del diseño.

Una investigación se basa en un diseño que se entiende como el esquema o el marco general que orienta la ejecución del trabajo. Este elemento es crucial dentro del proceso investigativo y actúa como un patrón para decidir la manera en que se desarrollará un examen, abarcando las estrategias y métodos a emplear en la recogida y evaluación de la información. Contar con un diseño de estudio sólido es fundamental para asegurar que se logran los propósitos establecidos y que las conclusiones sean precisas y confiables (Jain, 2023).

2.3. Tipo de investigación, nivel o alcance.

Los tipos de investigación son los diferentes métodos o enfoques a través de los cuales se puede llevar a cabo una indagación, ya sea en el ámbito científico, académico, tecnológico o profesional. Cada variedad de investigación implica un grupo de procesos orientados a lograr un resultado u obtener un saber (Gayubas, 2025).

Esta investigación utilizó un enfoque mixto y no experimental para estudiar de manera integral, la presencia de microplásticos en el contenido estomacal de especies marinas capturadas en el puerto artesanal de La Chorrera, en Pedernales (Manabí).

El componente cuantitativo recogió y analizó estadísticamente datos biométricos como la longitud total, la longitud precaudal y el peso de los ejemplares. Por otro lado, la vertiente cualitativa permitió interpretar el contexto ecológico y las implicaciones ambientales de los hallazgos, ofreciendo así una visión completa del problema. También abarcó el conteo y la categorización numérica de las partículas plásticas encontradas en sus sistemas digestivos. Este método ayuda a reconocer patrones, tasas y frecuencias importantes para el estudio.

El aspecto cualitativo, a su vez, añadió valor a la investigación a través de la observación directa de los microplásticos obtenidos, permitiendo evaluar atributos como la forma, el color, la textura y posibles indicios de degradación. Estas observaciones se realizaron utilizando instrumentos ópticos como el microscopio, permitiendo una descripción detallada de los contaminantes presentes.

2.4. Métodos de investigación

Los métodos de investigación son los variados enfoques y procesos que pueden ser utilizados en un estudio. La selección de un enfoque depende de las características del fenómeno a estudiar y de las cuestiones que el investigador desea contestar (Gayubas, 2025).

El método analítico para el estudio de la presencia de macro y microplásticos en peces marinos de interés comercial se basa en técnicas avanzadas de identificación y cuantificación de partículas plásticas en muestras biológicas.

2.5. Población y/o muestra

Población

La población de este estudio está conformada por las especies marinas *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*, capturadas por pesca artesanal en el puerto pesquero de La Chorrera, ubicado en Pedernales, Manabí, entre mayo y julio de 2025. Estos ejemplares fueron elegidos por su relevancia comercial y su aporte significativo a la alimentación de la zona. Todos los peces capturados durante el período de estudio pertenecen a la población total, independientemente de su tamaño, edad o sexo.

Consideraciones muestrales

El tamaño muestral se consideró exploratorio y adecuado para una primera aproximación local; no obstante, reconocemos que incrementos en el número de ejemplares por especie y estación mejorarían la potencia estadística para detectar diferencias sutiles entre especies y periodos. Esta limitación se aborda en el apartado de Limitaciones y se integra en las recomendaciones para estudios futuros.

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el puerto pesquero artesanal de La Chorrera, en el cantón Pedernales (provincia de Manabí). Para muchas familias de la zona, la pesca es un

pilar económico; salen a faenar a diario y dependen de lo que obtienen del mar para sostenerse. Allí capturan una amplia variedad de especies, desde peces demersales y grandes pelágicos hasta camarones, conformando así la base de su sustento y de la economía local.

Figura 5: Mapa de la ubicación.



Fuente: Google Earth. Imagen satelital de la Chorrera, Pedernales-Manabí

2.5.1. Materiales, equipos y reactivos

Tabla 3: *Lista de materiales, equipos y reactivos*

Materiales	Equipos	Reactivos
Bandejas plásticas	Kit de filtración	Agua destilada
Cinta rotuladora	Bomba al vacío	Hidróxido de potasio (KOH) al 10%
Cinta métrica	Microscopio óptico/ estereomicroscopio marca Labomed	Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) al 30%,
Marcador/	Balanza digital marca CAMRY.	
Libreta de apuntes		
Guantes		
Bureta de 50ml		
Papel filtro		
Kit de disección		
Vasos de precipitados		
Papel aluminio		

Fuente: Autoría propia (2025).

Fase de campo

Colecta de muestra y almacenamiento

Para la recolección de las especies objeto de estudio, se realizaron visitas semanales al puerto pesquero artesanal de La Chorrera. Durante los meses de mayo a julio, se obtuvieron un total de 43 muestras, distribuidas de la siguiente manera, 25 ejemplares de la especie: *Selene peruviana* y 18 de la especie *Centropomus robalito*. Estas muestras fueron empleadas en el análisis correspondiente, con el fin de cumplir los objetivos planteados en la investigación.

Para el proceso de almacenamiento y transporte de las muestras biológicas, estas fueron colocadas en recipientes con hielo, garantizando así su adecuada conservación

hasta su llegada al laboratorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Al llegar al laboratorio, se inició el registro de datos biométricos, seguido de la disección de los especímenes, en la cual se localizó y sacó el sistema digestivo. Las muestras se conservaron en frascos de vidrio, cada uno rotulado con el nombre de la especie y su respectivo código. Después, se revisaron en el microscopio para obtener datos precisos sobre el tipo y la forma de los materiales encontrados.

2.6. Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación son los métodos y herramientas que se emplean para explorar y analizar un fenómeno específico, un evento, un individuo o una comunidad. A través de estas técnicas, los investigadores tienen la capacidad de reunir, investigar, evaluar y presentar los datos que han obtenido. Es a través de estos procedimientos que las investigaciones logran cumplir su meta fundamental, que es el de obtener nuevos saberes y fomentar el avance científico (Rubio, 2024).

Fase de laboratorio

Primero medimos a cada pez con una cinta métrica flexible, anotando en centímetros tanto la longitud total como la precaudal. Después los pesamos en una balanza digital CAMRY de alta precisión. Siguiendo el protocolo de Gallardo et al. (2016), abrimos suavemente la parte ventral de cada ejemplar con instrumentos estéril: así pudimos identificar su sexo y extraer por completo el tracto digestivo. Se llevó a cabo con mucho cuidado para evitar dañar los órganos y así prevenir la contaminación de la muestra. Además, se calculó el porcentaje de contenido estomacal en cada ejemplar como parte del análisis cuantitativo necesario.

Luego, el aparato digestivo de los peces fue cortado en porciones pequeñas y depositadas en frascos de vidrio con capacidad de 450 a 500 ml debidamente rotulados con el nombre y número correspondiente a cada especie, y posteriormente ser sometido al proceso de digestión química.

Este enfoque consistió en emplear una combinación de una disolución de hidróxido de potasio (KOH) al 10% y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 30%, con la finalidad de oxidar y desintegrar la materia orgánica, manteniendo intactas eventuales partículas de plástico que pudieran existir. Inicialmente, se añadieron 40 ml de H_2O_2 al 30% y 2,5 ml de KOH al 10% por frasco. Al día siguiente, se repitió la aplicación de estos reactivos en las mismas proporciones para favorecer el avance del proceso de digestión.

Filtración

Después de llevar a cabo la digestión química y la descomposición del material, se realizó la separación de las partículas utilizando un sistema de filtrado al vacío con una capacidad de 1 litro (marca Faruijie), empleando papel de filtro de alta porosidad (15–20 µm) proporcionado por la marca Labasics. Una vez que se completó la filtración, se retiró el papel con cuidado usando pinzas estériles y se colocó sobre cajas Petri que habían sido desinfectadas previamente, todo para reducir al mínimo el riesgo de contaminación externa. Luego, las cajas Petri se sellaron herméticamente y se etiquetaron según la especie y el número de muestra correspondiente. Finalmente, se almacenaron en un lugar seco durante un periodo de 24 a 36 horas, con el fin de preservar las partículas hasta que se realice el análisis microscópico.

Identificación y composición de microplásticos

Para identificar los tipos de microplásticos y composiciones presentes en el tracto digestivo de *Selene peruviana* y *Centropomus robalo*, se emplearon imágenes capturadas mediante un microscopio óptico (Labomed LX 400). La identificación visual se realizó conforme a la metodología establecida en la guía de (Markley, 2024). Cada partícula fue clasificada según su tipo (fibra, fragmento, film, caucho, diamantina y esfera), su color visualmente.

Posteriormente, se contabilizó exhaustivamente la cantidad de microplásticos por tipo y color en cada una de las muestras analizadas, registrando el recuento total por categoría para cada organismo examinado.

Para realizar una clasificación morfológica visual de los microplásticos, se siguió el esquema de (Markley, 2024).

- **Fibras:** Partícula delgada, puede parecer deshilachada. Estas, fibras sintéticas generalmente se encuentran lisas y consistentes en anchura.
- **Fragmentos:** Semi flexible, semirrígida o dura con forma irregular, la apariencia puede variar - Partículas flexibles (Se pueden doblar/aplastar fácilmente).
- **Películas - film:** Partícula delgada y plana que generalmente puede doblarse sin romperse.
- **Microesferas:** Pequeña, ovaladas y dura. Puede estar ligeramente deformada o tener colores brillantes.
- **Caucho:** Se puede comprimir, textura esponjosa, color oscuro, áspera e irregular.

En el caso de las categorías que se usaron para los colores fue en base a lo propuesto por Hidalgo et al. (2012): Transparente, Blanco, Rojo, Naranja, Azul, Negro, Gris, Verde, Amarillo y en cuanto a los tamaños se consideraron rangos de acuerdo con las descripciones de Hidalgo et al. (2012) que fueron entre:

1mm a 2mm	2 mm a 3mm
3mm a 4mm	4 mm a 5mm

2.6.1. Análisis estadístico

Los datos biométricos, así como las características morfológicas y cantidades de microplásticos, fueron organizados en una base de datos en Microsoft Excel. A partir de esta información, se elaboraron gráficos descriptivos para facilitar la interpretación de los resultados. Además, para cuantificar la diversidad y abundancia de microplásticos presentes, se emplearon índices ecológicos basados en características como forma, tamaño y color. El análisis metodológico incluyó:

Índice de Margalef

Para realizar el cálculo de la diversidad de microplásticos encontrados en las especies de *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*, se utilizó el índice de Margalef (Moreno, 2001). En el cual se contabilizaron los microplásticos presentes en cada una de las muestras y este dato se lo ubicó como N, mientras que el número de tipos de microplásticos como valor S.

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{1nN}$$

donde:

S = número de tipos de microplásticos

N = número total de ítems de microplásticos

Índice de Simpson

Se empleó el índice de Simpson para lograr determinar la dominancia de los diferentes tipos de microplásticos. La diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ porque su valor es inverso a la equidad (Moreno, 2001).

p_i = abundancia proporcional de los tipos de especie, es decir, el número de tipos de microplásticos dividido entre el número total de ítems de encontrados.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Índices de Shannon-Wiener

Para evaluar la variabilidad en la composición de microplásticos entre especies, se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), cuya fórmula es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

Donde:

- H' : Índice de Shannon-Wiener
- S : Número de tipos de microplásticos identificados
- p_i : Proporción del tipo i respecto al total de microplásticos

Este índice permitió analizar la riqueza y equitatividad en la distribución de los diferentes tipos de microplásticos dentro del tracto digestivo de las especies evaluada.

Comparación entre especie

Para determinar si existían diferencias significativas en la composición de microplásticos entre las dos especies analizadas (*Centropomus robalito* y *Selene peruviana*), se aplicó una prueba de Chi-cuadrado de independencia. Para ello, se construyó una tabla de contingencia con las frecuencias absolutas de los tipos de microplásticos (fibras, fragmentos, film, esferas y diamantina) identificados en el contenido estomacal de cada especie. Posteriormente, se compararon las frecuencias observadas con las esperadas bajo la hipótesis nula de que no existen diferencias en la distribución de microplásticos entre especies. El análisis estadístico permitió establecer si la variación observada era producto del azar o si representaba una diferencia significativa entre las especies evaluadas.

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 4: Variable dependiente: Presencia de macro y micro plásticos en los peces

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Técnica/ Instrumento
Variable dependiente: Presencia de macro y microplásticos en peces	Contaminación interna en peces marinos, mediante partículas plásticas de distintos tamaños, formas y colores, localizadas en su tracto digestivo.	Tipos de plásticos Composición Cantidad Color	Fragmentos, fibras, películas, esferas, caucho Tipo de polímero: polipropileno, poliestireno, nylon, etc. Número total de microplásticos por pez Transparente, azul, rojo, negro, etc.	Observación bajo microscopio óptico. Clasificación visual / guía de identificación (Markley, 2024). Registro Microscopio.
Variable independiente: Especie marina de interés comercial	Organismos pesqueros relevantes por su valor alimenticio y económico en Pedernales: <i>Selene peruviana</i> y <i>Centropomus robalito</i> .	Identidad taxonómica Parámetros biométricos Frecuencia de ingesta	Nombre científico y común de la especie. Longitud (LT cm- LP), peso (gr). Porcentaje de ejemplares con presencia de plásticos.	Clasificación biológica y verificación en campo. Medición con cinta métrica y balanza digital. Recuento de casos positivos sobre total de muestras.

Fuente: Autoría propia (2025).

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

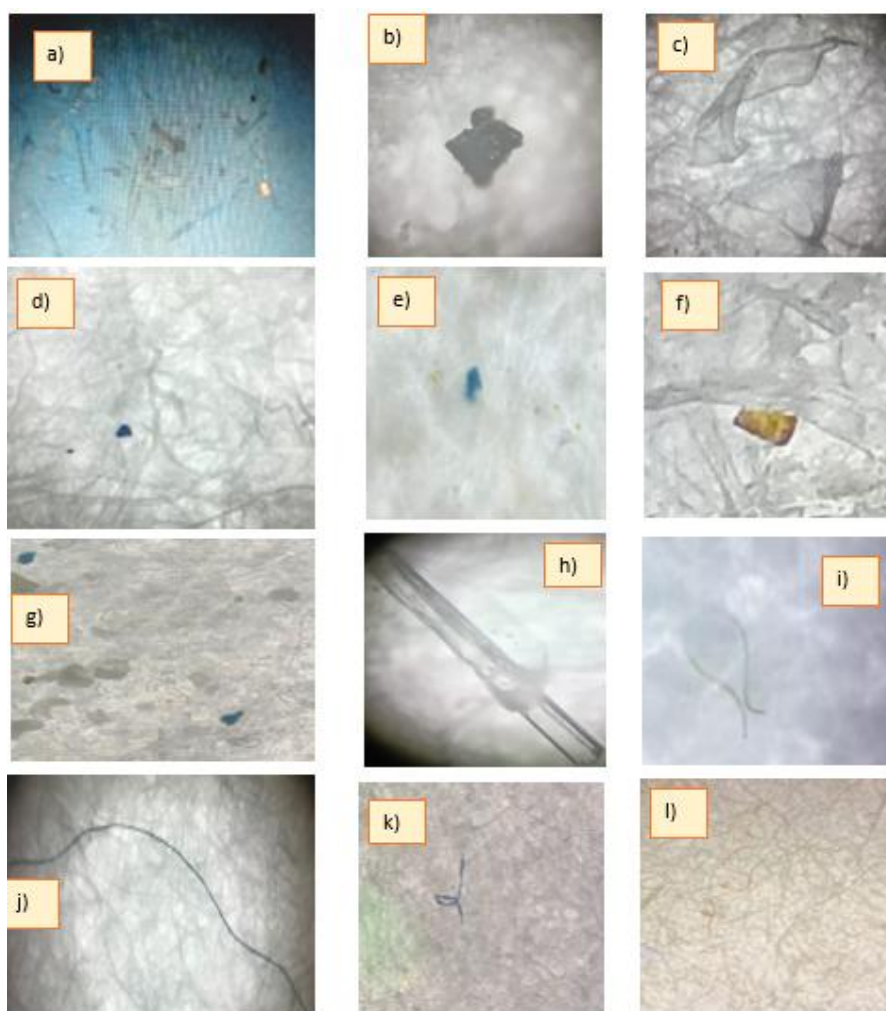
Este capítulo presenta que los resultados obtenidos mostraron que el 100 % de las muestras de *Selene peruviana* y *Centropomus robalito* contenían microplásticos en su sistema digestivo, evidenciando la gravedad del asunto en especies destinadas al consumo humano en Pedernales. Se determinó que las formas predominantes son fibras y fragmentos, siendo el polipropileno el tipo de plástico más común, lo que indica que tanto los residuos domésticos como las actividades pesqueras son las principales causas de esta contaminación. Además, se notó que *Selene peruviana* presentó una mayor cantidad de partículas en comparación a *Centropomus robalito*, una diferencia que podría relacionarse con sus hábitos alimenticios y su hábitat. Estos resultados no solo evidencian la prevalencia de microplásticos en peces con relevancia comercial, sino que también funcionan como una alerta sobre los riesgos ambientales y de salud vinculados a esta problemática.

3.1. Resultados de métodos y técnicas de investigación utilizados

Caracterización de los microplásticos de *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*

En las 25 muestras examinadas de la especie *Selene peruviana* se encontró microplásticos en el 100% de las muestras, con un número total de 205 partículas (Fig. 6).

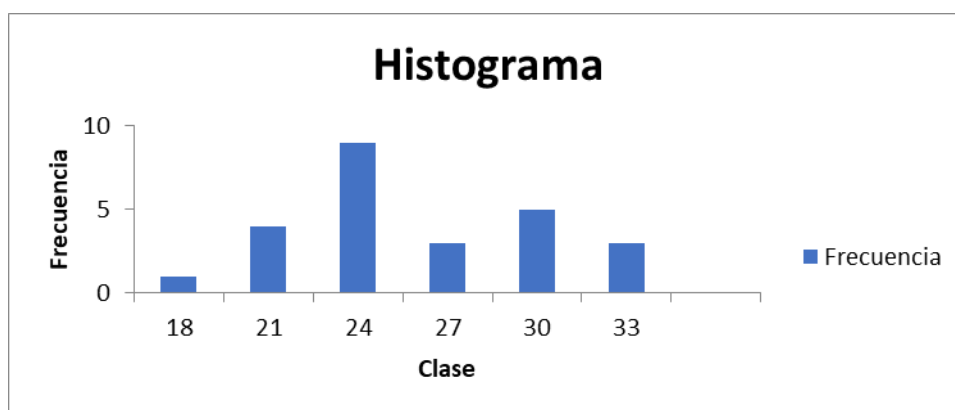
Figura 6: Tipos de microplásticos presentes en *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*: Diamantina (a): Caucho (b): Film (c): Fragmentos (d, e, f, g, h) y fibras (i, j, k, l)



Fuente: Autoría propia (2025).

Los especímenes analizados presentaron una longitud comprendida entre los 18 y 32 cm, con una talla promedio de 24,84 cm. Del total, 16 organismos fueron hembras y 9 machos (Fig. 7).

Figura 7: Talla promedio de la especie *Selene peruviana*

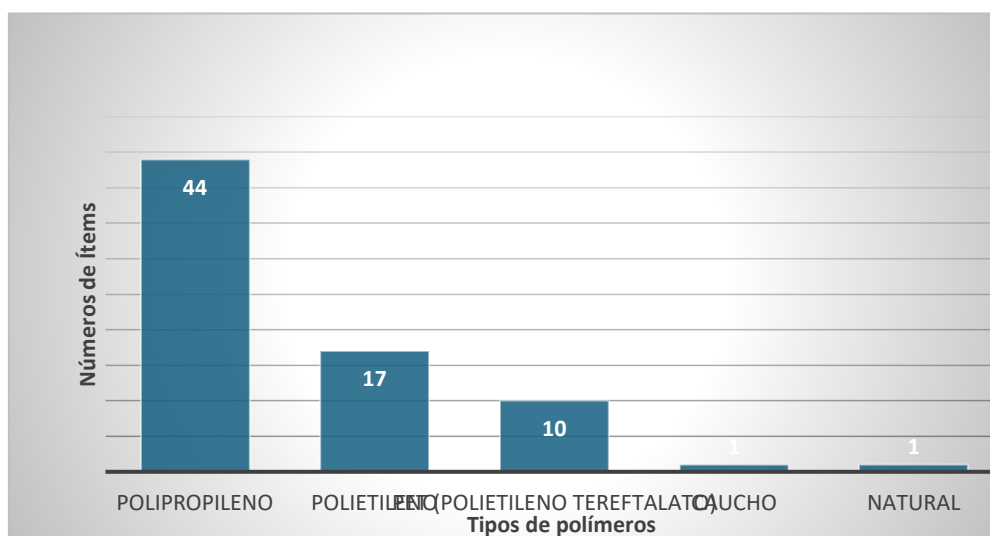


Fuente: Autoría propia (2025).

Abundancia de la Composición de los microplásticos

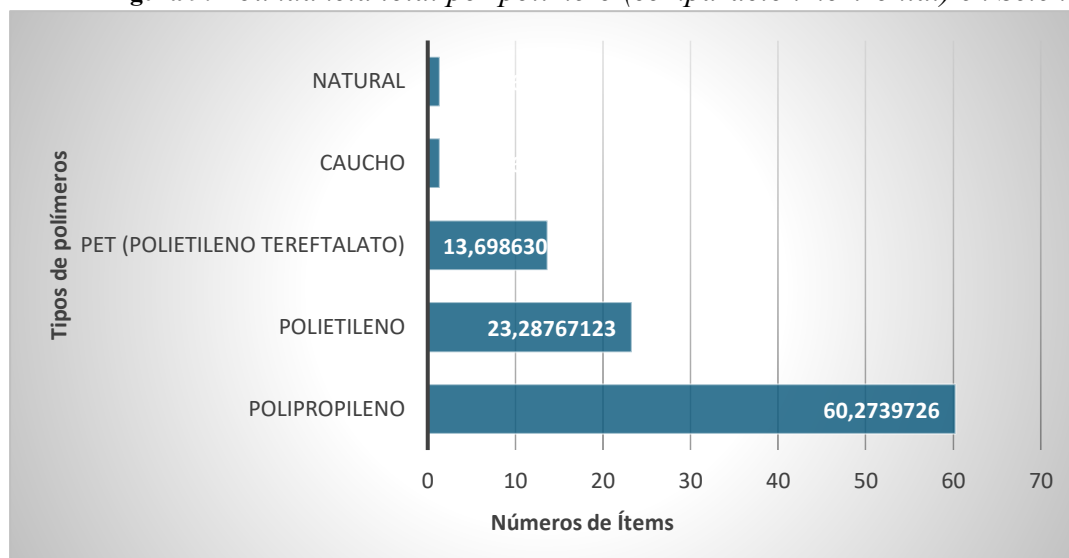
En cuanto a la composición de los microplásticos encontrados en *Selene peruviana*, se observó que el polipropileno fue el material más frecuente, con un total de 44 ítems (Fig. 8-9), representando la principal fuente de contaminación plástica ingerida por esta especie. En contraste, los materiales menos abundantes fueron el caucho y los microplásticos de origen natural, con apenas 1 ítem cada uno, lo que indica una baja incidencia de estos compuestos en el ambiente estudiado, posiblemente por su menor durabilidad o menor uso local.

Figura 8: Composición de los microplásticos por tipos de polímeros en *Selene p.*



Fuente: Autoría propia (2025).

Figura 9: Abundancia total por polímero (comparación horizontal) en Selene p.

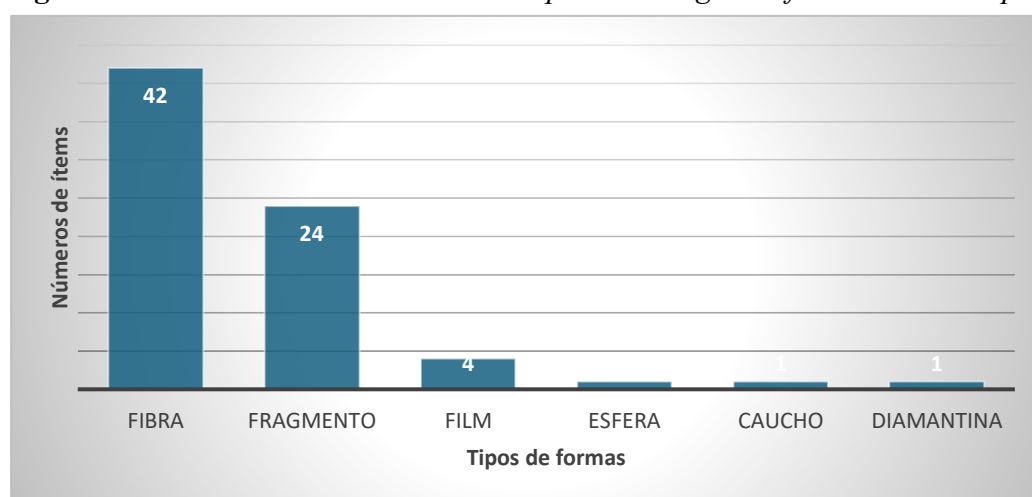


Fuente: Autoría propia (2025).

Formas de microplásticos

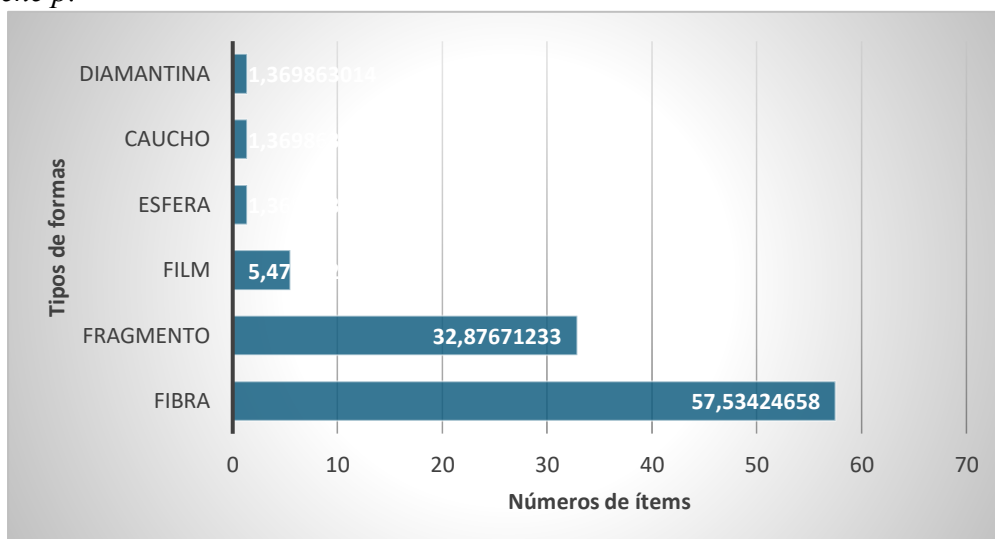
Respecto a la forma de los microplásticos, predominó la fibra, con 42 ítems representando cerca del 60 % del total, siendo el tipo de partícula más abundante, seguidas por fragmentos con 24 ítems aproximadamente un 33 % (Fig.10-11). Por otro lado, las formas menos comunes fueron las esferas, caucho y diamantina, cada una representada por un solo ítem, lo que indica una presencia marginal de estos tipos de microplásticos, posiblemente relacionados a productos cosméticos o residuos industriales específicos.

Figura 10: Abundancia absoluta de microplásticos según su forma en Selene p.



Fuente: Autoría propia (2025).

Figura 11: *Abundancia relativa en porcentajes de los microplásticos según su forma en Selene p.*

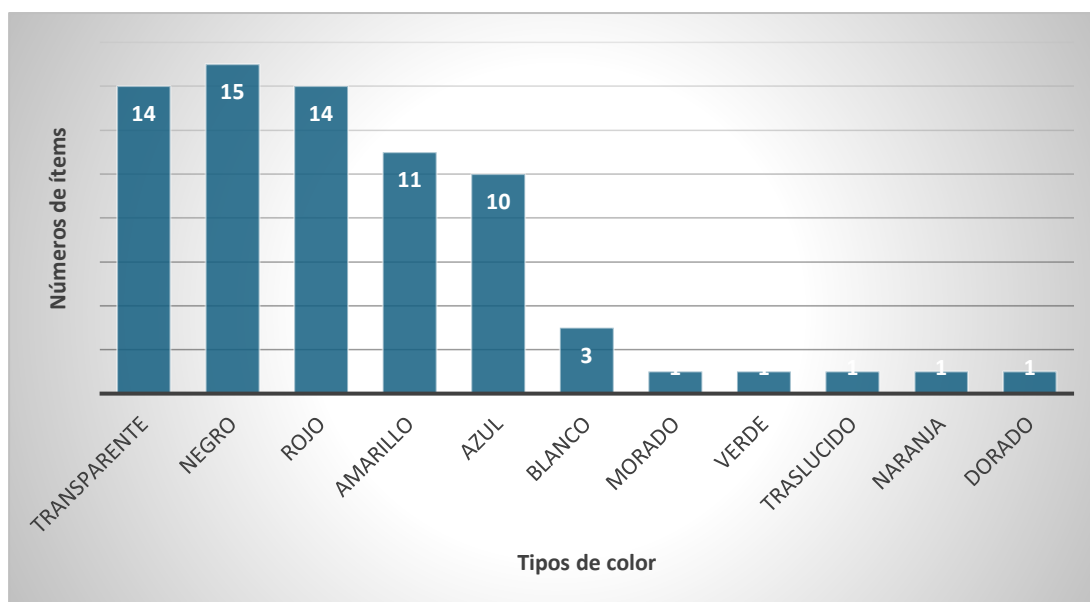


Fuente. Autoría propia (2025).

Color de microplásticos

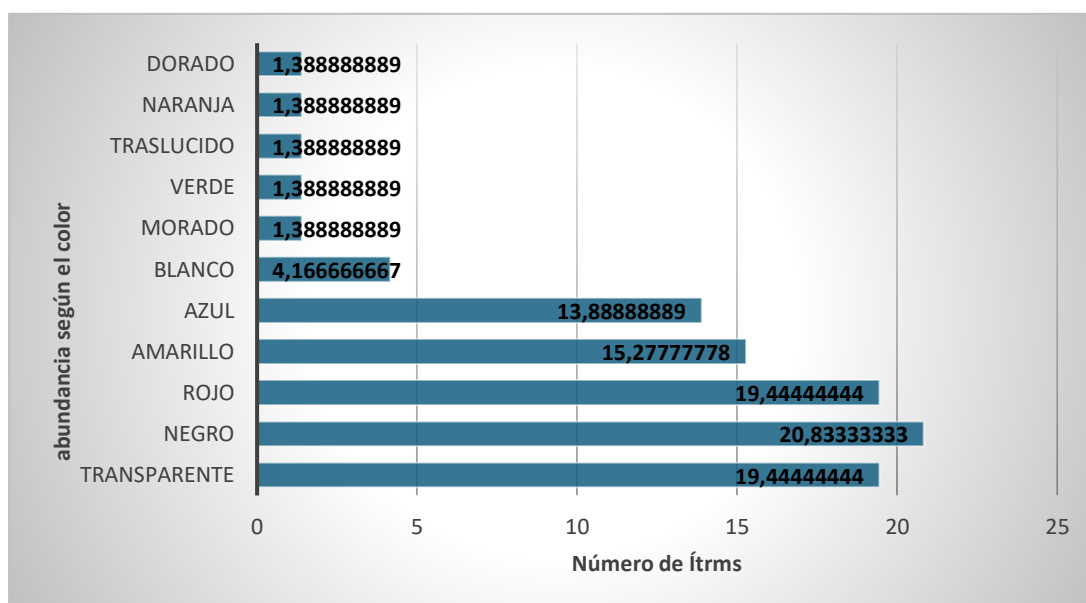
En cuanto al color de las partículas, los microplásticos transparentes, negros y rojos fueron los más abundantes, con 14, 14 y 15 ítems respectivamente (Fig,12). Esta variedad de colores podría relacionarse con una alta diversidad de fuentes de contaminación, como empaques, textiles y residuos pesqueros. El color puede influir también en la ingesta accidental por parte de los peces, debido a la similitud visual con alimentación natural. En cambio, los colores menos frecuentes fueron morado, verde, traslúcido, naranja y dorado, cada uno con solo 1 ítem, reflejando una menor disponibilidad o una baja tasa de ingestión de estas partículas por la especie analizada.

Figura 12: *Abundancia absoluta de microplásticos según su color en Selene p.*



Fuente: Autoría propia (2025).

Figura 13: *Abundancia relativa en porcentajes de microplásticos según su color en Selene p.*



Fuente: Autoría propia (2025).

Diversidad de la Composición de los microplásticos

El análisis de la diversidad de microplásticos ingeridos por *Selene peruviana* muestra que hay una moderada riqueza y diversidad en los tipos de polímeros.

Los índices de Shannon (1.49) y Simpson ($1-D = 0.71$) indican que, aunque un tipo de polímero (el polipropileno) es claramente dominante, hay otros que contribuyen a la variedad del conjunto. El índice de Margalef (0.83) respalda esta idea al indicar que existen varios tipos de microplásticos, aunque su distribución no es muy equitativa (tab. 6). Estos hallazgos sugieren que hay múltiples fuentes de contaminación, siendo el polipropileno el más común.

Formas de microplásticos

Los hallazgos sobre la diversidad y riqueza de los microplásticos, según su forma, revelan una diversidad moderada. Los índices de Shannon (1.29) y Simpson ($1-D = 0.65$) muestran que hay cierta variedad, aunque dos formas son las más comunes: los fragmentos y las fibras, que juntas representan el 79% del total. El índice de Margalef (0.67) indica una riqueza media, con siete formas diferentes identificadas (tab.5). Estos resultados reflejan las diversas fuentes o procesos que han llevado a la degradación de los plásticos en el entorno marino.

Color de microplásticos

El análisis del color muestra la mayor diversidad entre las categorías evaluadas. Los índices de Shannon (2.18) y Simpson ($1-D = 0.85$) reflejan una alta diversidad, sin que ningún color sea claramente dominante. Aunque el transparente, el azul y el negro son los más frecuentes, los demás colores también tienen una presencia significativa. El índice de Margalef (2.03) (tab.5) indica una alta riqueza, con nueve tipos de color identificados, lo que sugiere que el plástico original proviene de múltiples fuentes y usos en el ambiente.

Caracterización de los microplásticos de *Centropomus robalito*

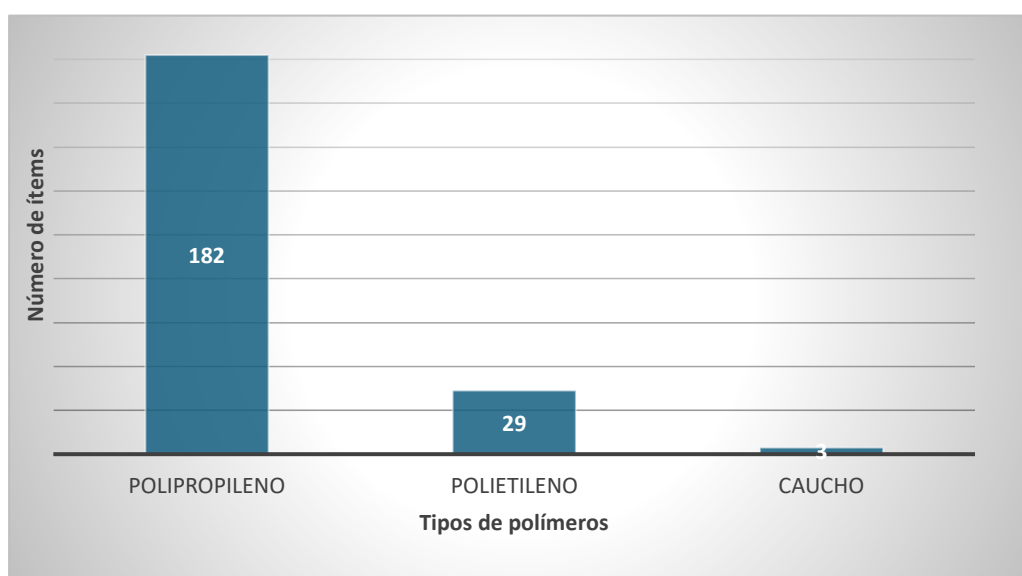
En las 18 muestras analizadas de la especie *Centropomus robalito* se encontró microplásticos en el 100% de las muestras, con un total de 218 partículas.

Abundancia de composición de los microplásticos

En cuanto a la composición de los microplásticos encontrados en el tracto digestivo de *Centropomus robalito*, se identificó que el polipropileno fue el polímero más abundante, con 182 partículas, representando el 83.49%

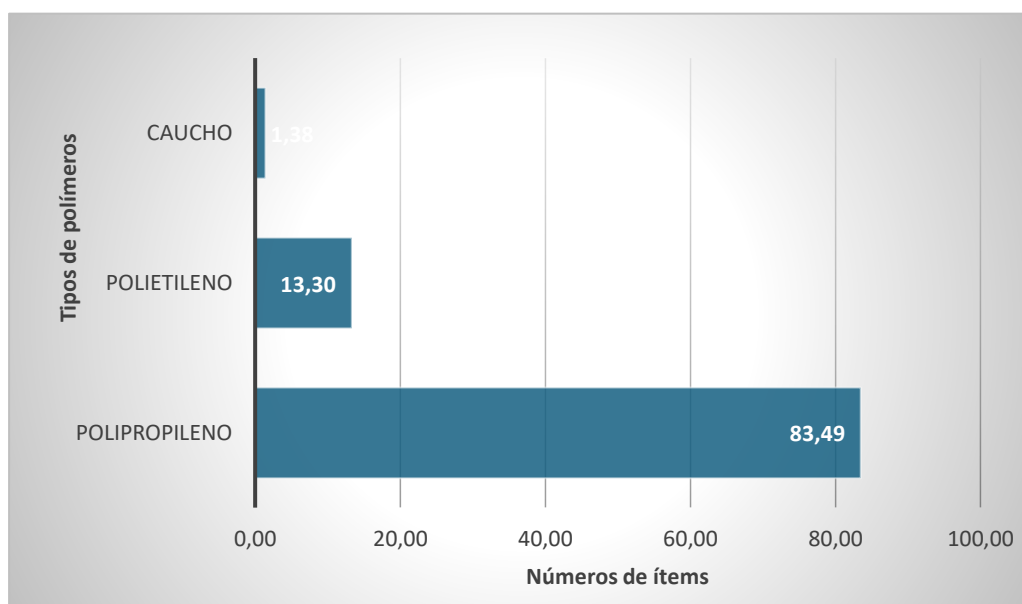
49% del total de microplásticos encontrados (fig. 14). Este alto porcentaje sugiere que la mayor parte de la contaminación proviene de productos plásticos que usamos a diario, como envases, cuerdas, redes de pesca y textiles sintéticos. En contraste, el caucho fue el menos frecuente, con solo 3 partículas (1.38%), probablemente derivadas de materiales industriales o residuos de automóviles. Esta diferencia resalta que la contaminación de microplástico en el área de estudio está más vinculada a desechos domésticos y de pesca que a fuentes industriales.

Figura 14: *Composición de los microplásticos por tipos de polímeros en Centropomus robalito*



Fuente: Autoría propia (2025).

Figura 15: *Abundancia relativa porcentual por tipos de polímeros en Centropomus robalito*

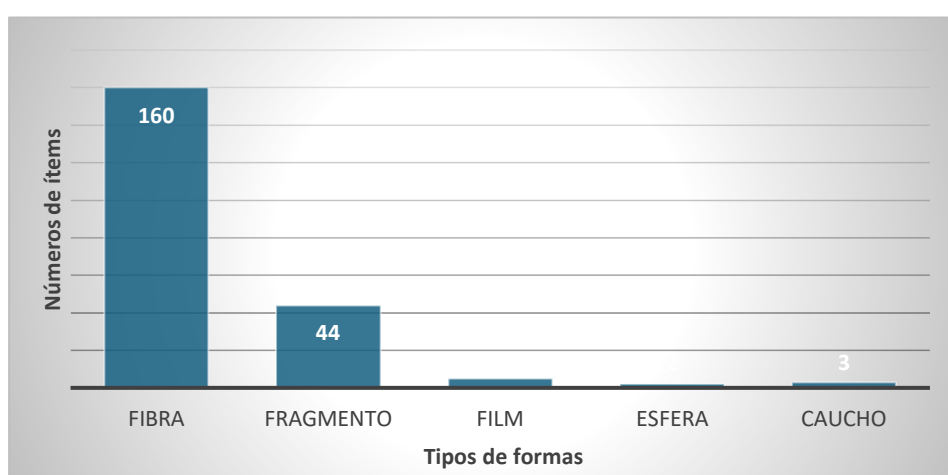


Fuente: Autoría propia (2025).

Forma de microplásticos

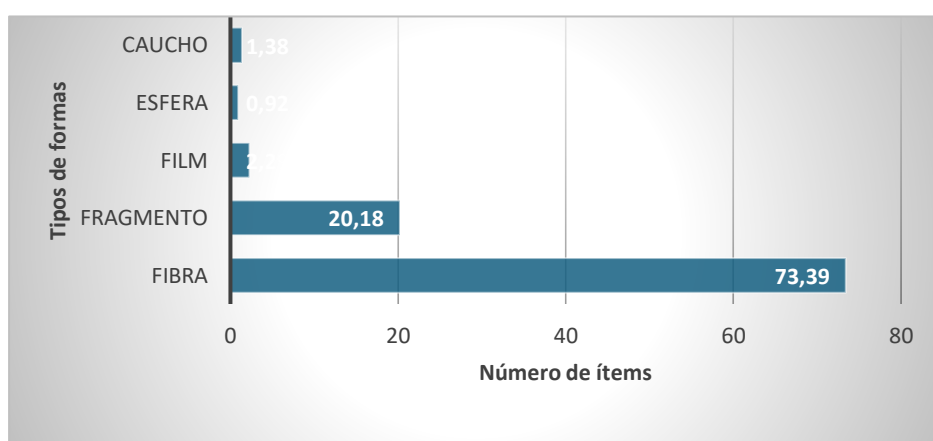
En cuanto a la forma de los microplásticos, se observó que las fibras fueron las más presentes, con 160 unidades, lo que equivale al aproximadamente 73.39% del total (fig. 16). Esta forma suele provenir de textiles sintéticos y redes de pesca, lo que sugiere una influencia humana significativa, principalmente de origen relacionado con la pesca y el uso doméstico. Por otro lado, las formas menos frecuentes incluyeron esferas (2 unidades, 0.92%) y film (5 unidades, 2.29%). Las fibras, debido a su forma y ligereza, son más propensas a ser ingeridas accidentalmente por los peces.

Figura 16: *Abundancia absoluta de microplásticos según su forma en Centropomus robalito*



Fuente: Autoría propia (2025).

Figura 17: *Abundancia relativa porcentual según su forma en Centropomus robalito*

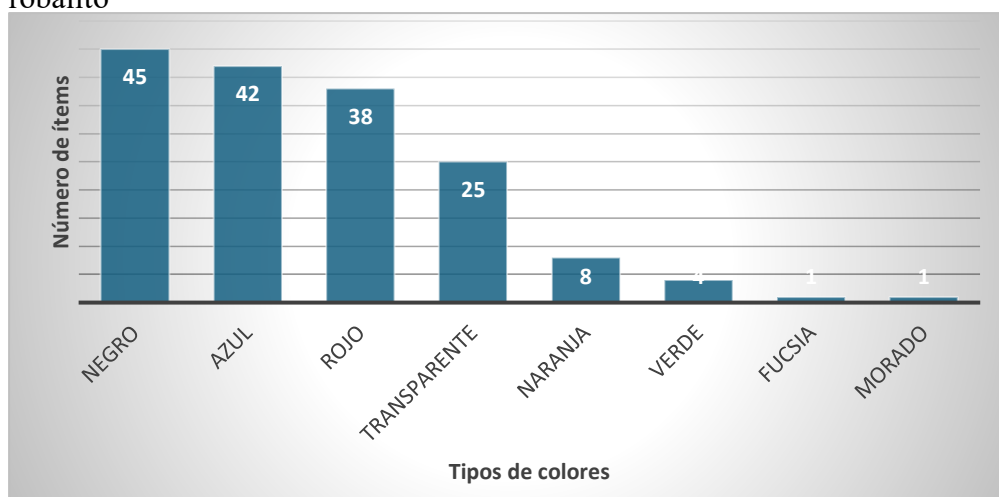


Fuente: Autoría propia (2025).

Color de microplásticos

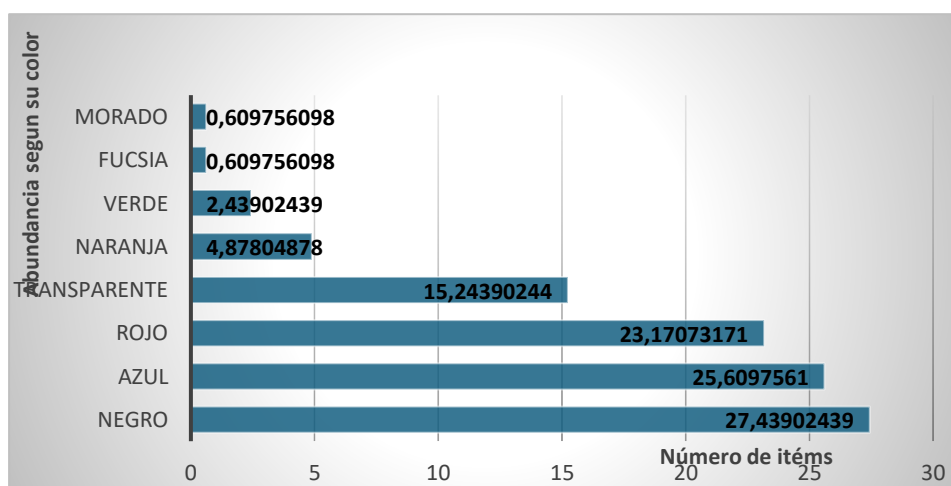
En cuanto al color, los microplásticos de color negro fueron los más abundantes con 45 ítems, seguidos de cerca por los colores azul (42 ítems) y rojo (38 ítems) (fig. 18). Esto refleja la alta presencia de residuos textiles y redes de pesca, materiales que comúnmente presentan estos colores. El color más escaso fue el fucsia y el morado, con solo 1 ítem cada uno, indicando que microplásticos de colores menos convencionales son ingeridos con menor frecuencia. Este patrón puede estar relacionado con el colorido de los materiales disponibles en el ambiente y con las preferencias o confusiones visuales del pez al alimentarse.

Figura 18: Abundancia absoluta de microplásticos según su color en *Centropomus robalito*



Fuente: Autoría propia (2025).

Figura 19: Abundancia relativa en porcentajes de microplásticos según su color en *Centropomus robalito*



Fuente: Autoría propia (2025).

Diversidad de composición de los microplásticos

El estudio de la variedad de tipos muestra que hay poca diversidad y pocos tipos diferentes. Los índices de Shannon (0.544) y Simpson (0.303) indican que un solo tipo de polímero domina, el polipropileno, que representa más del 83% de todos los encontrados. El índice de Margalef (0.309) también muestra que hay muy pocos tipos diferentes de polímeros, solo tres. Estos resultados sugieren que la contaminación proviene de una fuente principal, muy probablemente relacionada con actividades pesqueras y residuos plásticos comunes.

Diversidad de forma de los microplásticos

En cuanto a la forma de los microplásticos, se observa una moderada diversidad, evidenciada por un índice de Shannon de 0.948 y un Simpson de 0.444. Aunque las fibras predominan ampliamente (74.77%), existe una mayor heterogeneidad que en la composición, con presencia de fragmentos, films, esferas y caucho. La riqueza específica también aumenta ligeramente (Margalef = 0.619), reflejando una diversidad de formas plásticas ingeridas por los peces, lo que podría indicar múltiples fuentes de contaminación como redes, textiles, empaques y cosméticos.

Diversidad de color de los microplásticos

El color de los microplásticos representa el componente más diverso. El índice de Shannon (1.878) y Simpson (0.856) indican una alta heterogeneidad en los colores ingeridos, lo cual puede influir en la selección visual de los peces durante la alimentación. A diferencia de la composición y forma, en lo antes mencionado no existe un color absolutamente dominante. La riqueza de colores es también la mayor (Margalef = 1.509), lo que sugiere múltiples fuentes de residuos plásticos y una posible atracción visual de los organismos hacia ciertos tonos, como el negro, azul y rojo.

Comparación entre *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*

El análisis de Chi-cuadrado ($\chi^2 = 10.53$; $p = 0.062$) indicó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en la distribución de los tipos de microplásticos entre *Centropomus robalito* y *Selene peruviana*. Aunque se observó una mayor proporción de fibras en *C. robalito* en comparación con *S. peruviana*, las diferencias detectadas no alcanzaron significancia estadística, lo que sugiere que ambas especies presentan un patrón de ingestión de microplásticos relativamente similar en cuanto al tipo de partícula ingerida.

Tabla 5 Comparativa de la abundancia absolutas de los tipos de microplásticos

Tipo de microplásticos	<i>C. robalito</i> (n)	<i>S. peruviana</i> (n)	Total
Fibras	26	18	44
Fragmentos	10	14	24
Películas	7	5	12
Esferas	4	6	10
Espumas	3	2	5
Total	50	45	95

Fuente: Autoría propia (2025).

Ambas especies presentan la misma riqueza (5 tipos de polímeros), pero *Selene peruviana* mostró una mayor diversidad (Shannon = 1.492 vs. 1.437) y mayor equitatividad (Simpson = 0.719 vs. 0.692). Esto indica que los tipos de polímero están más equilibradamente distribuidos en *S peruviana*.

En cuanto a la forma, aunque la riqueza es igual (4 tipos), *C. robalito* presenta un índice de Margalef ligeramente superior (0.753 vs. 0.679), se observa una mayor diversidad relativa de microplásticos; aun así, *S peruviana* sigue siendo la especie que acumula el mayor número absoluto de ellos (N = 61).

Mientras que en color se observa la diferencia más notable. *S. peruviana* presenta una mayor riqueza de colores (11 vs. 9), mayor diversidad (Shannon = 2.187 vs. 1.899) y mayor equidad en la distribución (Simpson = 0.856 vs. 0.822), lo que sugiere que ha estado expuesta a una gama más diversa de fuentes de contaminación (tabla 6).

Tabla 6 Comparativa de índices de diversidad y riqueza

Componente	Índice	<i>Selene peruviana</i>	<i>Centropomus robalito</i>
Composición	Riqueza (S)	5	5
	Total (N)	61	45
	Shannon (H')	1,492	1,437
	Simpson (1-D)	0,719	0,692
	Margalef	0,833	0,86
Forma	Riqueza (S)	4	4
	Total (N)	61	45
	Shannon (H')	1,295	1,269
	Simpson (1-D)	0,653	0,641
	Margalef	0,679	0,753
Color	Riqueza (S)	11	9
	Total (N)	97	45
	Shannon (H')	2,187	1,899
	Simpson (1-D)	0,856	0,822
	Margalef	2,039	1,795

Fuente: Autoría propia (2025).

3.2 Análisis de Resultados

Cumplimiento de hipótesis

En relación con la hipótesis planteada en la formulación del problema, los resultados obtenidos permiten rechazar la hipótesis nula (H0), que sostenía la inexistencia de macro y microplásticos en las especies analizadas, y aceptar la hipótesis alterna (H1). Esto se debe a que el 100 % de los ejemplares de *Selene peruviana* y *Centropomus robalito* presentaron partículas plásticas en su tracto digestivo, evidenciando de forma concluyente la presencia de contaminación plástica en peces marinos de interés comercial capturados en Pedernales.

Respuestas a las preguntas de investigación

Pregunta 1: ¿Hay diferencias significativas en la cantidad y tipo de plásticos encontrados en cada especie?

No. La prueba de Chi-cuadrado no fue significativa ($p > 0,05$), por lo que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre especies. Aun así, se registraron variaciones descriptivas: en *Selene peruviana* se registraron 205 partículas, mientras que en *C. robalito* se contabilizaron 218. En cuanto a las firmas, las fibras predominaron en ambas

especies, con 60 % en *S. peruviana* y 73,39 % en *C. robalito*; y en relación a los colores, *S. peruviana* mostró mayor riqueza (11 colores) frente a *C. robalito* (9). Estas diferencias no alcanzaron significancia, por lo que se interpreta una afectación similar en ambas especies.

Pregunta 2: ¿Qué tipos de plásticos son más comunes en los peces estudiados?

El polipropileno (PP) fue el polímero predominante, frecuente en redes de pesca, envases y textiles sintéticos, representando más del 40 % en *S. peruviana* y 83 % en *C. robalito*. En cuanto a formas, las fibras fueron las más abundantes, seguidas por fragmentos. Los colores más comunes fueron negro, azul, rojo y transparente, coincidiendo con los materiales más usados en el entorno costero y portuario.

Pregunta 3: ¿Cuál es el riesgo potencial para la salud humana asociado con el consumo de peces contaminados con macro y microplásticos?

El riesgo existe, aunque aún es difícil de cuantificar con precisión. La mayor parte de las partículas se concentra en el sistema digestivo del pez y suele retirarse al eviscerar, lo que probablemente reduce la exposición directa del consumidor. Sin embargo, se ha demostrado que los micro y nanoplasticos pueden migrar hacia tejidos comestibles, como el músculo, donde podrían ocasionar efectos oxidativos o daño genético Barboza et al., 2020.

Con lo que sabemos hoy, lo más prudente es reconocer esa posibilidad y seguir generando más datos para entender mejor cuánto aporta realmente el pescado a la exposición total de microplásticos en las personas.

3.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de esta investigación muestran una señal clara en Pedernales, ocurrencia del 100 % de microplásticos en *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*, con fibras y fragmentos como formas dominantes y polipropileno (PP) como polímero principal. Aunque hubo variaciones descriptivas entre especies, no se detectaron diferencias significativas en la carga total ($p > 0,05$), por lo que la afectación es comparable en el área muestreada.

Primero, Yagual (2023) hizo un estudio en el puerto pesquero del cantón Santa Rosa, provincia de Santa Elena, donde encontró microplásticos en el 76% de especies como *Thunnus alalunga*, *Selene peruviana* y *Diplectrum conceptione*. Frente a ese 76 %, nuestro 100 % sugiere mayor presión local o diferencias metodológicas/temporales; en todo caso, confirma que la presencia de microplásticos en peces no es un evento aislado en la costa ecuatoriana.

En ese estudio se encontraron 760 partículas de microplásticos, siendo uno de los primeros en señalar que hay un alto nivel de contaminación en peces del litoral ecuatoriano. La magnitud de partículas puede variar por esfuerzo de muestreo, artes de pesca, temporada y tamaño de los ejemplares; sin embargo, el patrón de ocurrencia se mantiene alto en ambos trabajos.

En cuanto a las formas de microplásticos, se encontraron principalmente fibras, que representaron el 60 por ciento en *S. peruviana* y el 73 por ciento en *C. robalito*. Esto coincide con lo que encontraron (Castrillón et al., 2024) en Colombia. Su estudio, basado en revisiones científicas entre 2010 y 2023, recopiló información de varios estudios en América Latina y el Caribe, donde también encontraron que las fibras son el tipo más común. Estas fibras vienen del desgaste de ropa, redes de pesca y textiles sintéticos. Como son pequeñas y flotan, se dispersan fácilmente en el océano. La dominancia de fibras en nuestras muestras es coherente con un aporte continuo ligado a operación portuaria y uso intensivo de la franja costera, lo que explica su alta disponibilidad en zonas de alimentación.

En cuanto al tipo de plástico, el polipropileno fue el más común en ambas especies. Este resultado se vincula con empaques y aparejos (cuerdas, redes), materiales frecuentes en el entorno de desembarque y comercio local.

Este hallazgo coincide con lo encontrado por Bailón y Banchón (2023) en el Pacífico Oriental Tropical, donde investigaron especies como *Cynoscion spp*, *Opisthonema libertate* y *Mugil cephalus*. En su estudio se encontró que el 83% de las partículas eran de polipropileno, proveniente de envases, cuerdas y empaques de uso doméstico. La convergencia en PP entre estudios sugiere una señal regional dominada por materiales de empaque y cordelería, reforzando la trazabilidad hacia fuentes antrópicas cercanas.

Los colores más frecuentes de las partículas fueron negro, azul y transparente. Estos tonos se asocian a textiles, cabos y film de uso común, y pueden favorecer la confusión trófica en condiciones de baja visibilidad.

Esto también se encontró en un estudio de Villamar (2022) en la costa de Santa Elena, donde se concluyó que la diversidad de colores refleja el origen múltiple de los microplásticos, como residuos domésticos, cosméticos, redes y plásticos industriales. Los colores oscuros pueden confundirse con el zooplancton, lo que puede hacer que los peces los coman por error. Estos tonos se asocian a textiles, cabos y film de uso común, y pueden favorecer la confusión trófica en condiciones de baja visibilidad.

Los índices de diversidad ecológica en esta tesis, como Shannon = 1.49, Simpson = 0.69 y Margalef = 1.67 en *Selene peruviana*, muestran una diversidad moderada con dominancia de un tipo principal, el Polipropileno. Resultados similares se reportaron por Bizarro et al., (2023), quienes investigaron micro y nanoplásticos en el Pacífico mexicano. Allí se encontró que a pesar de la presencia de varios tipos de microplásticos, los derivados de envases y textiles dominaban. En nuestro caso, la diversidad moderada con dominancia sugiere un aporte repetido de las mismas fuentes (empaque/cordelería), más que eventos puntuales.

Esta investigación también da soporte a estudios como el de Astorga et al. (2022), realizado en el Parque Nacional Marino Las Baulas, en Costa Rica.

En ese estudio se encontró una mayor concentración de microplásticos en peces cercanos a áreas urbanas, lo cual está en línea con lo observado en Pedernales, lo que sugiere que la cercanía a zonas habitadas y a descargas de pesca influye en la exposición de los peces a microplásticos. La proximidad del área de captura a puertos y asentamientos en Pedernales es un factor plausible que explica la homogeneidad y elevada ocurrencia observadas.

Desde el punto de vista de toxicología y salud pública, esta investigación respalda los hallazgos de Perilla y Quiroz (2023) en Colombia, quienes señalaron que los microplásticos ingeridos por peces pueden transportar compuestos tóxicos como (ftalatos y bisfenol A) a los tejidos musculares. En el presente trabajo, no medimos filetes ni aditivos, por lo que cualquier implicación sanitaria debe tomarse con cautela; la prioridad es seguir midiendo y comparar en el tiempo.

Finalmente, el análisis sobre la diversidad de colores (Shannon = 2.00 en *S. peruviana*) indica múltiples fuentes de exposición. Este aspecto fue discutido por Navarro y Flores (2023) en México, quienes destacaron que la diversidad en colores, tamaños y formas de microplásticos afecta su identificación, y que hay una relación entre el tipo de color ingerido y el comportamiento alimentario de los peces. Para Pedernales, esta heterogeneidad respalda la idea de una disponibilidad constante de partículas en la zona de alimentación y subraya la necesidad de monitoreos estacionales para evaluar variaciones en la oferta de microplásticos.

Limitaciones del estudio

Este trabajo constituye una aproximación exploratoria a la problemática de los microplásticos en peces comerciales de Pedernales. El tamaño muestral, aunque suficiente para establecer tendencias iniciales, limita la capacidad de detectar diferencias más finas entre especies y periodos. La cobertura temporal se restringió a un solo trimestre, por lo que no se contemplan posibles variaciones estacionales. Asimismo, la identificación polimérica se basó en criterios morfológicos bajo microscopía óptica, sin apoyo instrumental como FTIR o Raman, lo que restringe la confirmación química de los polímeros. Pese a estas limitaciones, los resultados constituyen una línea base confiable y necesaria que servirá de punto de partida para estudios posteriores con mayor resolución espacial, temporal y analítica.

CONCLUSIONES

1. En cuanto al primer objetivo específico, que fue identificar los tipos de microplásticos presentes en las especies analizadas (*Selene peruviana* y *Centropomus robalito*), se concluye que los fragmentos y fibras se identificaron como las formas dominantes de microplásticos en *Selene peruviana* y *Centropomus robalito*, siendo el polipropileno el polímero más común.
2. En relación con el segundo objetivo específico, referido a determinar la incidencia de microplásticos en peces de consumo humano, los resultados La contaminación por microplásticos estuvo presente en el 100 % de los ejemplares analizados.
3. En relación con el tercer objetivo, Aunque se detectaron variaciones en el color y en la proporción de fibras entre ambas especies, estas diferencias no resultaron estadísticamente significativas en cuanto a la carga total de microplásticos ($p > 0,05$).

RECOMENDACIONES

1. Ampliar el tamaño muestral e incorporar muestreos estacionales que permitan comparar variaciones temporales.
2. Implementar técnicas instrumentales (como FTIR o Raman) para confirmar la composición química de los polímeros detectados.
3. Fortalecer la regulación del uso de plásticos e incentivar prácticas pesqueras sostenibles.
4. Establecer un sistema de monitoreo continuo de microplásticos en peces de interés comercial, como los lenguados (asociados al bento) y las pinchaguas (asociadas a ambientes pelágicos).
5. Implementar puntos de recolección diferenciada de desechos plásticos en el puerto artesanal de La Chorrera y en las principales playas de Pedernales.

BIBLIOGRAFÍA

- Astorga-Perez, A., Ulate-Naranjo, K., & Abarca-Guerrero, L. (2022). *Presencia de microplásticos en especies marinas del Parque Nacional Marino las Baulas*. Revista Tecnología En Marcha, 35(2), Pág. 27–38. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i2.5466>
- Bailón, A., & Banchón, C. (01 de enero de 2023). *Contaminación por microplásticos en Cynoscion spp, Opisthonema libertate y Mugil cephalus del Pacífico Oriental Tropical*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9138726>
- Barboza LGA, Lopes C, Oliveira P, Bessa F, Otero V, Henriques B, Raimundo J, Caetano M, Vale C, Guilhermino L. *Microplastics in wild fish from North East Atlantic Ocean and its potential for causing neurotoxic effects, lipid oxidative damage, and human health risks associated with ingestion exposure*. Sci Total Environ. 2020 May 15; 717:134625. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134625. Epub 2019 Nov 14. PMID: 31836230.
- Castañeta, G., Gutiérrez, A., Nacaratte, F., & Manzano, C. (01 de Julio de 2020). *Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición*. Obtenido de Revista Boliviana de Química, vol. 37, núm,3, pp. 160-175 Universidad Mayor de San Andrés Bolivia <https://www.redalyc.org/journal/4263/426365043004/426365043004.pdf>
- Castrillón Gutiérrez, M. C., Gómez Méndez, L. D., & Mejía Chica, S. M. (2024). *Microplásticos, amenaza invisible en el océano: una revisión desde la química y la biología*. Revista Facultad De Ciencias Básicas, 18(2), 41–61. <https://doi.org/10.18359/rfcb.7046>
- Constitución de la República del Ecuador. (20 de octubre de 2008). *Capítulo Segundo, Derechos del Buen Vivir*. Obtenido de Ecuador en cifras: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/LOTAIP/2017/DIJU/octubre/LA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf

Cuatrecasas, E., & Duch, A. (2021). *Sistemas de recolección de plásticos en el medio marino y propuesta de plan alternativo*. (Tesis de Pregrado), *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona*, Barcelona. <https://hdl.handle.net/2117/355655>

Lusher Amy., Peter Hollman., & Jeremy Mendoza-Hill. (2017) Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Rome: Fao Technical Paper No. 615. ISBN 978-92-5-109882-0 Obtenido De <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a9a298e0-9db6-4769-beac-37325be3e280/content>

Flores, I. (2024). *Creación de mochila ecológica “Unifypack” para disminuir la contaminación de residuos sólidos en ciudadanos que asisten a la playa agua dulce*. Chorrillos de Lima-Perú. Obtenido de <https://repositorio.tls.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12826/913/Trab%20Invest%20-%20Creaci%C3%B3n%20de%20mochila%20ecol%C3%B3gica%20%E2%80%98%E2%80%99Unifypack%E2%80%99%E2%80%99....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Florida Museum. (2023). *Descubre los peces*. Museo de Florida. Obtenido de Museo de Florida: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/centropomus-undecimalis/>

García-Alcalde, M., Minaya, D., Alvarino, L., & Iannacone, J. (2022). *Parasitic fauna of the Peruvian moonfish *Selene peruviana* (Perciformes: Carangidae) from the north coast of Peru*. *Revista De Biología Marina Y Oceanografía*, 57(2), 80–88. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2022.57.2.3526>

Gayubas, A. (20 de mayo de 2025). *Métodos de investigación*. Obtenido de Enciclopedia Concepto: <https://concepto.de/metodos-de-investigacion/>

Gayubas, A. (25 de agosto de 2025). *Tipos de investigación*. Obtenido de Enciclopedia Concepto: <https://concepto.de/tipos-de-investigacion/>

Gomez, J. (26 de mayo de 2025). *Microplásticos en el cuerpo: ¿Qué consecuencias tiene sobre la salud humana?* Obtenido de Greenpeace: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/56956/microplasticos-en-el-cuerpo-que-consecuencias-tiene-sobre-la-salud-humana/>

Instituto de Investigación de Acuicultura y Pesca. (2020). Investigación de los Recursos Biocuatricos y su Ambiente. Guayaquil: IPIAP. Obtenido de <https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/FICHA-048-Selene-peruviana1-en-revisio%CC%81n.pdf>

Conservación Internacional, (28 de octubre de 2024). 384,16 kg de desechos recolectados de playas de Manabí. Obtenido de Conservación Internacional Ecuador: <https://www.conservation.org/ecuador/noticias/2024/11/12/384-16-kg-de-desechos-recolectados-de-playas-de-manab%C3%AD>

Jain, N. (08 de septiembre de 2023). ¿Qué es un diseño de investigación? Definición, tipos, métodos y ejemplos. Obtenido de Ideascala: <https://ideascale.com/es/blogs/que-es-el-diseno-de-la-investigacion/#:~:text=Un%20dise%C3%B1o%20de%20investigaci%C3%B3n%20se,conseguir%20o%20investigar%20la%20investigaci%C3%B3n?>

Marcovecchio, Jorge Eduardo; Ronda, Ana Carolina; Arias, Andres Hugo; Las consecuencias de la sobrecarga de plásticos en el ambiente: la zona costera marina como receptor final; libro. *Residuos plásticos en Argentina. Su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular de Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*; 16; 2020; 140-149. ISBN: 9789874111159

Markley, L. D. (01 de marzo de 2024). *Guia para la identificación y clasificación de microplásticos*: doi:10.13140/RG.2.2.22628.76166

Martínez, F. R., Sánchez, A. B., & Guzmán, A. B. (2023). *Micro y nanoplásticos en mares y océanos*. Vínculos, sociología, análisis y opinión, 4(7), 91-121. doi: <https://doi.org/10.32870/vinculos.v4i7.7658>

Mendes, I., Pinhero, J., Pereira, J., & Fortes, R. (2021). *Bioecología alimentaria y reproductiva como subsidio al cultivo del pez Centropomus undecimalis (Teleostei: Centropomidae) en Brasil: una revisión sistemática*. Revista de Investigaciónn, Sociedad y Desarrollo, X (16). doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23893>

Mendoza, K., Soriguer, M., & Carrera, M. (2023). *Ciclo reproductivo y talla de madurez sexual de Selene peruviana (Perciformes: Carangidae) desembarcadas en las costas del*

- Pacífico ecuatoriano*. Revista SCIELO Ciencias Marinas, XXVIII, 1-10. doi: <https://doi.org/10.7773/cm.y2023.3363>
- Mendoza, M., & Mendoza, K. (2020). *Presencia de microplásticos en peces pelágicos de mayor comercialización, en el mercado de “Playita Mía” de la ciudad de Manta. (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta.* Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1327/1/TTMA08D.pdf>
- Molina, R., Gómez, W., & De la Cruz, J. (2021). *Contaminación marina por desechos plásticos en países del perfil costero del Pacífico Sur, 2016-2021. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(5), 458-478. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016951>
- Montilla, T., & Rodríguez, H. (2021). *Icopor, asesino silencioso de la vida humana. (Tesis de Pregrado), Universidad Libre. Colombia.* Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19206>
- Moreno, C. (2001). *Manuales y Tesis SEA*. Obtenido de Métodos para medir la biodiversidad: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Nagy, D. (2023). Desarrollo de metodologías para la cuantificación de residuos plásticos que ingresan al océano y su influencia en el agotamiento de recursos abióticos. (Tesis de Doctorado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Obtenido de <https://www.proquest.com/openview/c5bca3f498a21931ba9a158719f399e1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Oliveira, D., & Moura, E. (2024). *Enfoque de tabla de vida para evaluar el estado de la población y las prioridades de conservación del róbalo común (Centropomus undecimalis) en el Atlántico Sur Tropical Occidental del Nordeste de Brasil. Revista ELSEVIER, LXX*. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103385>
- PNUMA. (2025). Contaminación plástica. Obtenido de ONU: <https://www.unep.org/topics/chemicals-and-pollution-action/plastic-pollution>

- Puente, M., & Silbernagel, C. (2021). *El estatus del fletán de California, Paralichthys californicus, como especie tecnológicamente viable para la acuicultura marina en Estados Unidos*. *Revista de Sociedad Mundial de Acuicultura*, LII (3). Obtenido de: <https://doi.org/10.1111/jwas.12768>
- Quirós-Rodríguez, J. A., Nisperuza-Pérez, C. & Yepes-Escobar, J. (2021). *Los microplásticos, una amenaza desconocida para los ecosistemas marinos de Colombia: perspectivas y desafíos a enfrentar*. *Gestión y Ambiente*, 24(1), 91615. <https://doi.org/10.15446/ga.v24n1.91615>
- Rivas Gutiérrez Jesús, Gracia Cortés María del Carmen, & Gómez Bañuelos José Ricardo. (2023). *Los plásticos y el daño a la salud de los seres vivos y a los ecosistemas*. *Biocenosis*, 34(1), 93–103. <https://doi.org/10.22458/rb.v34i1.4828>
- Rubio, N. M. (02 de marzo de 2024). *Los 12 tipos de técnicas de investigación: características y funciones*. Obtenido de *Psicología y Mente*: <https://psicologiymente.com/cultura/tipos-tecnicas-investigacion>
- Sánchez, F. (2022). *Reciclaje, clamor de esperanza para combatir la contaminación por plásticos en los mares y océanos*. *Unapec verde*, 3(3), 5-8. Obtenido de <https://bvearmb.do/handle/123456789/6083>
- Sánchez, S. (2020). *Captura de una presa inesperadamente grande por el pez Centropomus undecimalis (Perciformes: Centropomidae)*. *Cuadernos de Investigación UNED*, XII (2), 1-7. <http://dx.doi.org/10.22458/urj.v12i2.2835>
- Santos, D. J. (19 de noviembre de 2023). *La selección del enfoque de investigación*. Obtenido de Blog: <https://proyectoacademico.com/la-seleccion-del-enfoque-de-investigacion/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20enfoque%20de,los%20criterios%20muestrales?%2C%20etc%C3%A9tera>.
- Sotomayor, M., & Vera, G. (2020). *Revisión bibliográfica del estudio de los microplásticos presentes en el aire*. Repositorio Digital Institucional. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53192>

- Urrutia, I. B. (01 de abril de 2022). *Contaminación por microplásticos*. Obtenido de Ciencia Revista de la academia Mexicana de Ciencias: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/Ciencia_73-2.pdf
- Villamar, J. (08 de noviembre de 2022). *Análisis de la presencia de microplásticos en diferentes organismos marinos del Ecuador 2018-2021*. Obtenido de UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/items/d212b883-9b33-4de6-89d1-1137f7d07f1a>
- Yagual, E. (24 de mayo de 2023). *Caracterización y determinación de microplásticos en el tracto digestivo de *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum* capturados en el puerto pesquero de Santa Rosa, Salinas- Ecuador*. Obtenido de UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/items/58a54574-36c8-4ca8-a549-a3d849b41c0d>
- Zambrano Witong, L. S. (2022). *Evaluación de microplásticos en arena y agua de la playa de San Vicente, Manabí*. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 9(2), 53–61. Obtenido de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/826>

Anexos

Anexo 1. *Peso*



Anexo 2. *Estómago*



Anexo 3. Digestión



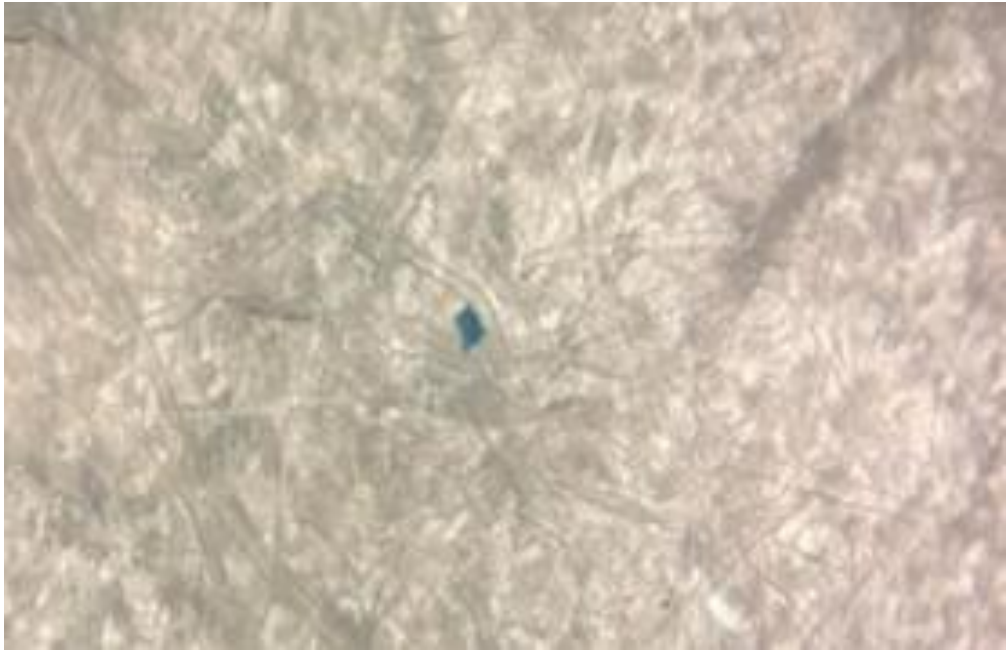
Anexo 4. Filtración



Anexo 5. Análisis de las muestras



Anexo 6. *Fragmento*



Anexo 7. *Caucho*



Anexo 8. *Fibra*

