



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TEMA:

**ESTUDIO DE MICROPLÁSTICOS EN EL TRACTO DIGESTIVO Y EN
TEJIDOS DE *Selene peruviana* Y *Lepophidium negropinna* QUE
DESEMBARCAN EN EL PUERTO PESQUERO ANCONCITO – SANTA
ELENA, ECUADOR.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

BIOLOGO

AUTOR:

FLORES PIGUAVE JURGEN STALIN

TUTOR (A):

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ PH.D.

2022

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**ESTUDIO DE MICROPLÁSTICO EN EL TRACTO DIGESTIVO Y
EN TEJIDOS DE *Selene peruviana* Y *Lepophidium negropinna* QUE
DESEMBARCAN EN EL PUERTO PESQUERO ANCONCITO – SANTA
ELENA, ECUADOR.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIÓLOGO**

**AUTOR
FLORES PIGUAVE JURGEN STALIN**

**TUTOR
BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ PH.D.**

LA LIBERTAD – ECUADOR

2022

DEDICATORIA

Esta dedicatoria va dirigida a mí, y sobre todo le dedico el éxito y mi fracaso a las personas que me apoyan sin importar el resultado.

AGRADECIMIENTO

Es muy interesante cómo en esta etapa parecía que todas las cosas se iban complicando más y más, sin embargo, el hecho de tratar de completar todo por mi cuenta no fue suficiente, por tal razón agradezco a todos los que me apoyaron, al Instituto Público de Investigación Acuicultura y Pesca, y a las entidades que prestaron su colaboración y como dijo Gustavo Cerati, GRACIAS TOTALES.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

A handwritten signature in brown ink, appearing to read "Jurgen Flores P.", with a horizontal line drawn through it.

Flores Piguave Jurgen Stalin

C.I. 2450644667

DECLARACIÓN EXPRESA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena



Blgo. Richard Duque Marín M.Sc.

Decano

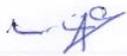
Facultad de Ciencias del Mar



Ing. Jimmy Vilhón Moreno M.Sc.

Director

Carrera de Biología



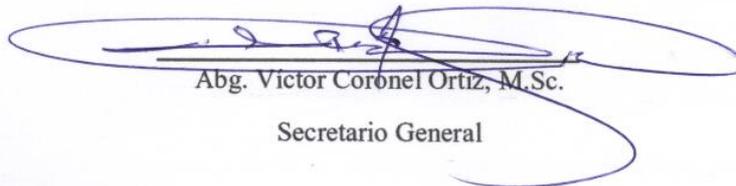
Blga. María Cornejo Rodríguez, Ph.D.

Docente Tutor



Blga. Jodie Darquea Arteaga M.Sc.

Docente de Área



Abg. Victor Coronel Ortiz, M.Sc.

Secretario General

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 JUSTIFICACIÓN:	2
1.3 OBJETIVOS:	5
1.3.1 Objetivo general:	5
1.3.2 Objetivos específicos:	5
CAPITULO II	7
2.1 MARCO TEÓRICO	7
2.1.1 Micro plásticos	7
2.2.2 Micro plásticos en peces	8
2.2.3 Origen del micro plástico	10
2.2.4 Efectos del micro plásticos en los peces.	11
2.2.5 Principal tipo de plástico encontrado	12
2.2.6 Destino de los plásticos.	13
2.2.7 La fauna marina, amenazada por el plástico	14
2.2.8 Descripción de las especies propuestas en la investigación	16
2.2.8.1 <i>Selene peruviana</i>	16
2.2.8.1.1 Taxonomía:	16
2.2.8.1.2 Carcaterísticas	16

2.2.8.1.3 Distribución	17
2.2.8.1.4 Reproducción	17
2.2.8.1.5 Hábitat	17
2.2.8.1.6 Importancia	17
2.2.8.2 <i>Lepophidium negropinna</i>	18
2.2.8.2.1 Características	18
2.2.8.2.2 Distribución	19
2.2.8.2.3 Reproducción	19
2.2.8.2.4 Hábitat	20
CAPITULO III	21
3.1 MARCO METODOLÓGICO	21
3.1.1 Área de estudio.....	21
3.1.2 Fase campo	22
3.1.2.1 Toma de muestra:	22
3.1.3 Fase laboratorio	23
3.1.3.1 Análisis biométrico:	23
3.1.3.2 Disección:	23
3.1.3.3 Extracción de microplásticos:	24
3.1.3.4 Medida de bioseguridad	25
3.1.3.5 Análisis de los Microplásticos (MPs)	25

3.1.3.6 Análisis estadísticos	26
CAPITULO IV	28
4.1 ANÁLISIS Y DICUSION DE LOS RESULTADOS	28
4.1.1 Datos biométricos de sexo y longitud	28
4.1.2 Relación longitud-peso.....	30
4.1.3 Presencia o ausencia de microplástico en el tracto digestivo y tejidos muscular esquelético, epitelial de <i>Selene peruviana</i> y <i>Lepophidium negropinna</i>	31
4.1.4 Determinar el tipo de microplástico presente en los tejidos y el tracto digestivo de las especies de estudio a través de análisis microscópico. .	35
4.1.5 Relacion entre los datos biometricos y la presencia de microplástico.....	38
4.1.5.1 <i>Lepophidium negropina</i>	38
4.1.5.2 <i>Selene peruviana</i>	42
CAPITULO V	46
5.1 DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1.1 Discusión	46
5.1.2 Conclusiones	48
5.1.3 Recomendaciones.....	50
BIBLIOGRAFÍA	51

Índice de gráficos

Gráfico 1: a) Frecuencia de machos y hembras de acuerdo a la talla en individuos de <i>S. peruviana</i> . b) Boxplot de las tallas en relación a la frecuencia de individuos por sexo.	28
Gráfico 2: a) Frecuencia de machos y hembras en relación a la longitud de los peces. b) Diagrama de caja y bigotes del sexo de los individuos en relación a la Talla (cm).	29
Gráfico 3: Correlación Longitud-Peso de <i>Lepophidium negropinna</i>	30
Gráfico 4: Correlación lineal entre la longitud y el peso de <i>Selene peruviana</i>	31
Gráfico 5: Porcentajes de ausencia y presencia de plástico en ambas especies.	32
Gráfico 6: Porcentaje de presencia de microplásticos en intestinos y músculos de e) <i>Lepophidium negropinna</i> y f) <i>Selene peruviana</i>	33
Gráfico 7: Frecuencia de individuos Hembras y machos de <i>Lepophidium negropinna</i> , que presentan y no plásticos según los tejidos estudiados,	34
Gráfico 8: Individuos de <i>Selene peruviana</i> en los que se evidenció plástico en sus tejidos.	35
Gráfico 9: Número de individuos según el tipo de microplástico encontrado.	36

Gráfico 10: Frecuencia de individuos en los observaron microplásticos, según la especie.....	36
Gráfico 11: Abundancia de los tipos de microplásticos en tejido muscular-epitelial e intestino de las diferentes especies.	37
Gráfico 12: Flotabilidad de los tipos de fragmentos expresado en porcentajes.....	38
Gráfico 13: Diagrama de correlación de la frecuencia de plásticos y el Peso (g).	39
Gráfico 14: Diagrama de correlación, Longitud y frecuencia de microplásticos en <i>L. negropinna</i>	41
Gráfico 15: Matriz de correlación de las tres variables. Longitud, Peso y total de polímeros.	41
Gráfico 16: Diagrama de correlación de la frecuencia de plásticos y la Longitud (cm).	43
Gráfico 17: Diagrama de correlación de la frecuencia de plásticos y el peso (g).	44
Gráfico 18: Matriz de correlación de las tres variables. Longitud, Peso y total de polímeros.	45

Índice Tablas

Tabla 1: Valores de la correlación de Pearson para el peso y la frecuencia de microplásticos <i>Lepophidium negropinna</i>	56
Tabla 2: Valores de la correlación de Pearson para la Longitud y la frecuencia de microplásticos <i>L. negropinna</i>	56
Tabla 3: Valores de la correlación de Pearson para la Longitud y la frecuencia de microplásticos <i>S. peruviana</i>	56
Tabla 4: Valores de la correlación de Pearson para el peso y total de microplásticos.	57

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Fibras de microplástico del intestino.	57
Ilustración 2: Fibras de microplásticos.....	58
Ilustración 3: Fibra de microplástico.....	58
Ilustración 4: Concha y restos de sedimento del estómago de <i>L. negropinna</i>	59
Ilustración 5: Fragmento de microplástico.....	59
Ilustración 6: Fragmento	60

GLOSARIO

Micro plástico: Residuo de la fragmentación de plásticos, su tamaño oscila entre 1 y 5 mm.

Dilución: Es un procedimiento por el cual se disminuyen las concentraciones de los componentes.

Solución: Mezcla homogénea de una sustancia o reactivos.

Disolución: Mezcla homogénea de una sustancia o reactivos en un medio.

Fragmentación: Proceso de separación y degradación de materiales.

Organismos pelágicos: Son animales acuáticos que se encuentran distribuidos en aguas medias y cercanas a la superficie.

Demersal: Se definen como demersales a los organismos que están asociados a las profundidades del medio marino.

Bentopelágico: Son los organismos cuya distribución es cerca de los fondos, sin embargo, no habitan en ellos.

Biométrico: Datos estadísticos que provienen de las características físicas de los individuos.

ABREVIATURAS

NaOH: Hidróxido de Sodio

H₂O₂: Peróxido de Oxígeno/Agua oxigenada

KOH: Hidróxido de Potasio

MPs: Micro plástico

cm: centímetros

g: gramos

IPIAP: Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca.

RESUMEN

Los micro plásticos presentes en los ecosistemas acuáticos y terrestres son productos de la fragmentación de los desechos sólidos producidos por los humanos. Se los puede encontrar a lo largo de la columna de agua, por tal motivo la preocupación dentro de la comunidad científica se ve intensificada debido a la posibilidad de afectación de los recursos marinos por estas partículas. En el presente trabajo se buscará “Analizar la presencia de micro plásticos en diferentes tejidos de *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna* colectadas en el puerto Anconcito, a través de la disección de sus órganos, para descartar o afirmar la contaminación por residuos en los organismos de los peces.”

Para llevar a cabo este trabajo, se utilizó la dilución de tejido en soluciones químicas, tales como el NaOH al 30% para el tejido estomacal y el H₂O₂ para la dilución de tejido muscular, el periodo de espera de acción química fue de 2 semanas y de 3 días para cada reactivo, respectivamente. Al finalizar los datos obtenidos fueron analizados en tablas estadística y correlacionados en el programa estadístico de software libre “R”.

Como resultados se obtuvo que no existió una correlación entre la presencia de micro plástico con los datos biométricos de los organismos, debido a que los valores de correlación de Pearson estuvieron entre 0,01 y 0,08. Además, se evidenció que la forma de micro plástico más frecuente fueron fibras, y la flotabilidad de estas estuvieron entre positivas y negativas.

Palabras clave: Micro plástico, tejido muscular, intestinos, correlación.

ABSTRACT

Microplastics in aquatic and terrestrial environments are products of fragmentation of solid waste produced by humans. They can be found throughout all the water columns; this is the reason for the increase in concern in the scientific community. Because there's a huge possibility of affecting marine resources by these kinds of particles. The present work was emphasized in the "Analyze the presence of microplastics in different tissues of *Selene peruviana* and *Lepophidium negropinna* collected in the Anconcito, through the dissection, in fact to discard or confirm contamination in fish organisms."

To carry out this work, the tissue's dilutions were for chemical ways, 30% NaOH for stomach tissue and H₂O₂ for muscle tissue, the period for chemical action was 2 weeks and 3 days for each reagent, respectively. The data obtained, were analyzed in statistical tables, and correlated in "R" program.

The principal results obtained were a no correlation between the presence of microplastics and the biometric data of the organisms, the Pearson correlation values were between 0.01 and 0.08. In addition, it was evidenced that the most frequently microplastic were fibers, and their buoyancy was between positive and negative.

Keys words: Microplastics, muscular tissue, intestines, correlations.

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La producción de plástico a nivel mundial para el 2019 había alcanzado aproximadamente 368 millones de toneladas, en el 2020 y debido a la pandemia por COVID-19, se redujo en un 0,3 % es decir 367 millones de toneladas de plástico se habrían producido en ese año. (Ulibarri, 2021). La cantidad de este polímero ha excedido la producción durante las últimas décadas; sin embargo, no toda esta producción es reciclada, aproximadamente solo un 9% del plástico que se ha producido en el mundo ha cumplido su etapa de vida y ha sido vuelto a utilizar. (Greenpeace, 2021). Un gran porcentaje (79 %), termina en quebradas, llanuras, ríos, vertederos, etc., hablando de la basura marina, el 80% de los residuos contaminantes en el mar provienen de las zonas continentales, esto es debido a que los desechos son arrastrados por los ríos que desembocan en el océano.

El problema del plástico en el mar es la fragmentación de su estructura, al momento de empezar a deteriorarse, estos fragmentos por su tamaño van a interactuar con la cadena trófica de los organismos marinos, debido a que las

especies pequeñas que se alimentan del plancton, los van a ingerir y acumular en sus órganos y tejidos, posteriormente la cadena de acumulación de estos fragmentos va a incrementar a lo largo de la red trófica (Fernández, 2021).

Un grupo de investigadores en el 2012 evidenció que los micro plásticos tienen la capacidad de absorber y acumular residuos tóxicos y compuestos persistentes en el mar como tereftalato, PBT, poli butileno, generando problemas por los contaminantes químicos como por su presencia física (Rochman et al., 2013). Adicional a lo anterior Wieczorek et al. (2018) indican que además de esto varios organismos y bacterias sirven como andamio, por lo que estos se agrupan y forman biopelículas, las cuales son nocivas para distintas formas de vida.

Alrededor del mundo diferentes autores como Sajjad Abbasi (2016), Carlo Giacomo (2016), Lin Zhu han (2017), estudiado la presencia de micro plásticos en tejido de peces; para el caso de Latinoamérica, Purca y Henostroza en el 2017, evidenciaron varios reportes de ingestión por plásticos en organismos marinos, dentro de este contexto Ecuador no es ajeno a este problema, dentro de las costas ecuatorianas se ha encontrado una gran cantidad de contaminantes plásticos entre los que destaca el plástico PET y polipropileno, fragmentado (El Comercio, 2018).

En el caso de los puertos pesqueros de la provincia de Santa Elena, específicamente en Anconcito, existe una gran contaminación visual de desechos plásticos en sus playas y en sus aguas, incluidas en las zonas de faena donde los pescadores realizan sus actividades. Debido a la gran importancia económica de estas zonas pesqueras, nace la pregunta de esta investigación, “¿Los organismos desembarcados en el Puerto pesquero Anconcito presentan en sus tejidos contaminantes como micro plásticos?”.

1.2 JUSTIFICACIÓN:

La contaminación por plásticos es un problema a nivel mundial, estos desechos se los puede encontrar en múltiples formas y tamaños (Fernández, 2021). En el medio terrestre el comportamiento de degradación de los plásticos es más rápido que en el ambiente acuático (Foekema et al, 2013), debido a la temperatura y a la cantidad de exposición de luz, sin embargo, los plásticos que flotan en la superficie se degradan en pequeñas partículas o fibras por acción de los rayos ultravioletas y las condiciones ambientales.

Estos plásticos se clasifican como productos secundarios debido a que proceden de la degradación de materiales más grandes, como bolsas, y de las emisiones durante el transporte terrestre, artes de pesca, etc. (Quiñonez, 2019). El interés en los micro plásticos ha incrementado en la comunidad científica, debido a la gran afectación sobre las especies marinas, tanto para peces pequeños, depredadores como tiburones, aves, mamíferos marinos, etc. Dentro del margen de incidencia y de afectación a los ecosistemas y específicamente a los seres vivos, evidenciamos que existen múltiples registros de presencia de fibras o micro plásticos en diferentes organismos de la cadena alimenticia como bivalvos, crustáceos, peces (Pontanza, 2019).

En la provincia de Santa Elena – Ecuador, existen puertos de gran importancia comercial a nivel de pesca, como Santa Rosa, Anconcito y Chanduy. Con relación a análisis de contaminantes en organismos, se han realizado investigaciones con relación a los micro plásticos en especies de interés comercial, sin embargo, existe la necesidad de seguir ampliando el conocimiento en relación con la posible presencia de estos contaminantes. Así como continuar con las investigaciones de autores como Janin Lino Domínguez, acerca de la presencia de micro plásticos en los recursos pesqueros de importancia comercial.

En este caso el presente trabajo propone como objeto de estudio a dos organismos, *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna* que son capturadas y desembarcadas en el Puerto Anconcito, estas dos especies son comercializadas dentro del mercado local, y sirven de sustento para las familias del puerto; su captura se da durante todo el año y en ocasiones es pesca dirigida y en otros casos como pesca acompañante de otras pesquerías (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2019). Por tal motivo, el estudio de posibles contaminantes en estos individuos puede contribuir a entender la relación de los micro plásticos con especies de mayor importancia comercial desde un análisis de su pesca acompañante.

Al finalizar este estudio los resultados obtenidos podrán contribuir a propuestas de acciones con respecto al tema de la basura en las zonas de pesca de estas especies, además de beneficiar a la población con el conocimiento del estado actual de los organismos que consumen.

1.3 OBJETIVOS:

1.3.1 Objetivo general:

Analizar la presencia de micro plásticos en diferentes tejidos de *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna* colectadas en el puerto Anconcito, a través de la disección de sus órganos, para descartar o afirmar la contaminación por residuos en los organismos de los peces.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Definir los datos biométricos y sexo de los ejemplares de *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna* que desembarcan en el Puerto Pesquero Anconcito.
- Identificar la presencia o ausencia de micro plástico en el tracto digestivo y tejidos muscular esquelético, epitelial de *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna* que desembarcan en el Puerto Pesquero Anconcito.
- Determinar el tipo de micro plástico presente en los tejidos y el tracto digestivo de las especies de estudio a través de análisis microscópico y pruebas de densidad.
- Establecer la posible relación entre los datos biométricos y la presencia de micro plástico en los tejidos y el tracto digestivo de las especies de estudio mediante un análisis estadístico de correlación.

Hipótesis:

Ho: Se evidencia presencia de microplásticos en el tracto digestivo y en el tejido de *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna*, a su vez, no existe una correlación entre los datos biométricos con la presencia de microplásticos.

CAPITULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Micro plásticos

Los micro plásticos, son pequeñas piezas de plástico de menos de 0,5 centímetros de largo, que contaminan el ambiente, donde, en lo que respecta al océano, estos se encuentran a lo largo de toda la columna de agua. Estos pequeños trozos, muchos imperceptibles, no sólo amenazan el ecosistema marino, sino también a los humanos a través de las redes tróficas, destacando que más del 80 de los plásticos que se encuentran en el mar provienen de fuentes terrestres y el restante de la pesca y el turismo (Recytrans, 2019).

El Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (2017) indicó que la contaminación de los mares y océanos por basuras se ha convertido en un problema de magnitud planetaria en poco más de medio siglo. Se estima que 6,4 millones de toneladas de basura ingresan al océano cada año. Viaja a una velocidad de unos 200 kilómetros por segundo y está hecho en su mayor parte de plástico, el 80% del cual proviene de la actividad terrestre.

Según Orbayaba (2020), durante su investigación analizó muestras de agua dulce y de mar de los cinco continentes y encontró al menos 4.000 millones de piezas de escombros por kilómetro cuadrado de playa, coral y nivel del mar. Mientras que,

el 83% del agua de grifo está contaminada con este residuo. Galván y Reyes (2009) publicó un artículo con cifras que alarmaron a las principales autoridades en medio ambiente, en especial a la Agencia de Protección Ambiental, ya que en Estados Unidos encontraron el índice más elevado de contaminación con un 94%, seguido del Líbano (93,8%), India (82,4%) y Ecuador (79,2%).

Hay que recordar que, de acuerdo con Shawns (2018), si no se toman las medidas necesarias, en el 2050 en los océanos del mundo habrá más de doce mil millones de toneladas de desechos plásticos, teniendo en cuenta que anualmente 13 millones de toneladas de dicho material son vertidas en los océanos, pero además existe un agravante debido al incremento de la población, lo que duplicaría dicha producción. Según la información del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (2018) los micro plásticos constituyen una gran amenaza para la alimentación de animales marinos como tortugas, peces, mamíferos marinos e invertebrados, pues estos tienden a confundir con alimento a estos desechos, provocando la muerte.

2.2.2 Micro plásticos en peces

En cuanto a la presencia de micro plásticos en peces, se ha observado que más de 220 especies diferentes ingieren desechos micro plásticos en condiciones

naturales. Las aves, las tortugas y los mamíferos no fueron considerados en el estudio anterior, el 55% de los cuales fueron especies comercialmente importantes como mejillones, ostras, almejas, camarones, cigalas, anchoas, sardinas, arenque del Atlántico, estornino del Atlántico, caballa, bacalao azul, Bacalao atlántico, carpa y corvina amarilla, etc. (Martínez, 2020).

Es importante, considerar que hasta el momento en el Ecuador se han realizado estudios entorno a peces pelágicos de mayor importancia, además el tamaño de los micro plásticos observados varían entre 0.5 mm y los 5 mm teniendo 1 mm como tamaño más frecuente (DOMÍNGUEZ, 2020) (Mendoza et al. & Mendoza, 2020). Eso sí hay que recalcar que los estudios de este tipo son escasos y los científicos han establecido, su impacto a nivel poblacional. En la actualidad, existe muy poco conocimiento, al respecto, pero los estudios experimentales en laboratorio han demostrado, que, si pueden ser nocivos, para la salud humana, en caso de ser consumidos. (Martínez, 2020)

Según los datos recolectados de la FAO en 2017, la supervivencia en la etapa larval y de desarrollo de los organismos se puede ver mermada debido a una exposición a los micro plásticos. Sin embargo, se sabe poco sobre la capacidad de

los micro plásticos para alterar los procesos ecológicos y acumularse en condiciones naturales.

2.2.3 Origen del micro plástico

Los micro plásticos provienen de una variedad de fuentes y se pueden dividir en primarios y secundarios. La primera categoría principalmente son gránulos, polvos, abrasivos domésticos e industriales utilizados en cosméticos y productos de cuidado personal, textiles y prendas de vestir, etc., que se fabrican intencionalmente en tamaños específicos. (FAO, 2019). La segunda categoría incluye partículas resultantes de la descomposición de materiales más grandes como bolsas y materiales que se *pierden* durante el transporte terrestre, especialmente por el desgaste de las llantas de los automóviles durante el uso (FAO, 2019).

En el sector de la pesca y la acuicultura, los plásticos son ampliamente utilizados en la fabricación de artes de pesca, jaulas y boyas, y en la construcción y mantenimiento de embarcaciones. Las cajas y embalajes de plástico también se utilizan en el transporte y distribución de pescados y mariscos (FAO, 2019). Además, los aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados son una fuente importante de desechos plásticos en el mar. Sin embargo, no hay datos cuantitativos sobre la cantidad de micro plásticos que liberan.

2.2.4 Efectos del micro plásticos en los peces.

La acumulación de micro plásticos en los peces tiene tres efectos principales: obstrucción interna, daño al tracto digestivo y exposición a químicos contaminantes. La acumulación interna provoca la obstrucción del sistema digestivo, impidiendo la circulación normal de los alimentos y la eliminación de los productos de desecho. Abbasi et al. (2018), mencionan que, en un individuo, encontraron un fragmento globular en forma de tapón al comienzo del intestino, que se parecía mucho a las huevas de pescado. A esto precisamente se refería Andrea Luna comenta, en su escrito. “Fue impactante descubrir que los peces contenían plástico y que no estaba solo en la literatura”. Comparar esta situación en los peces con el cuerpo humano podría aclarar el problema (Abbasi et al., 2018). Además, se encontraron grandes cantidades de plástico en hembras. Para Valeria Jiménez, esto se puede explicar por los mayores requerimientos energéticos que tienen las hembras para el proceso reproductivo y la producción de ovocitos sanos, tardan un año más en alcanzar la madurez, lo que provoca que consuman más alimento y posiblemente más plástico”. (FAO, 2017).

2.2.5 Principal tipo de plástico encontrado

En este punto, se resaltan, cilindros y esferas pequeñas (pellets), espumas de poliestireno, filamentos derivados de artes de pesca y numerosos fragmentos más grandes de plástico de estructura química variada se cuentan entre los materiales encontrados en las costas mediterráneas. En el ámbito de la indagación, se han examinado alrededor de 2.500 muestras de materiales plásticos conseguidos en diferentes campañas oceanográficas durante un eje norte-sur en todas las superficies de análisis (Universitat de Barcelona, 2019). En cada una de las regiones estudiadas, abundan los fragmentos de polietileno (54,5 %), polipropileno (16,5 %) y poliestireno (9,7 %) —los polímeros termoplásticos más realizados a lo extenso del mundo—, que flotan en el agua marina y posiblemente provienen del conjunto de naciones.

Hasta ahora, ningún análisis científico pudo comprobar con detalle el tiempo de permanencia del plástico en el océano previo a que se degrade o quede enterrado. Nuevos análisis de los micro plásticos encontrados en las costas mediterráneas peninsulares determinan que son redondeados, de tamaño bastante diminuto alrededor de un milímetro y de bajo peso específico, y ello podría indicar un

estado de degradación avanzado y, por consiguiente, una extensa permanencia en el medio marino (Universitat de Barcelona, 2019).

En todas las zonas estudiadas en las aguas costeras del Mediterráneo, abundan los fragmentos de polietileno (54,5 %), polipropileno (16,5 %) y poliestireno (9,7 %) —los polímeros termoplásticos más producidos en todo el mundo—, que flotan en el agua marina y probablemente provienen del continente. (Universitat de Barcelona, 2019)

2.2.6 Destino de los plásticos.

Debido a que los plásticos no siempre tienen la misma composición, es difícil especificar su destino final en el medio marino en general esto determina el destino de los micro plásticos en el agua (FAO, 2017). Para desechos mayores de, la densidad del material plástico es importante y la dinámica es mucho más compleja cuando se habla de micro plásticos. Además, la densidad de estas partículas varía con una serie de factores, como la temperatura, la salinidad, la ubicación geográfica y la profundidad, que afectan directamente la flotabilidad de los micro plásticos (FAO, 2017). Este estudio realizado por la FAO destaca en particular el gran potencial de los micro plásticos, descritos por primera vez: las formas angulares más pequeñas para su integración en agregados orgánicos

marinos compuestos por partículas de origen orgánico y mineral. Esta interacción, descrita anteriormente solo en el laboratorio, es un fenómeno natural en el medio ambiente marino, como muestra por primera vez una nueva investigación. De esta forma puesto que, un 40 % de los micro plásticos (en cantidad) y un 25 % (en masa) tienen la posibilidad de conformar dichos agregados marinos. Este proceso podría facilitar el hundimiento y la acumulación de los micro plásticos poco densos en los fondos marinos, un ambiente lejos del alcance del exclusivo representante capaz de degradarlos: la luz ultravioleta de la radiación solar (FAO, 2017).

Cerca del 66 % de los micro plásticos que hemos encontrado en los agregados marinos polietileno, polipropileno y poliestireno expandido son polímeros de densidad inferior al agua de océano. Esta premisa podría describir la existencia de micro plásticos de baja densidad en las grandes profundidades marinas de todo el mundo, y por qué la copiosidad de plásticos flotando en el área del mar es menor que la esperada (Universitat de Barcelona, 2019).

2.2.7 La fauna marina, amenazada por el plástico

Los plásticos flotantes en la superficie del océano a menudo son confundidos con alimentos por los organismos marinos e ingeridos. El zooplancton puede incluso

ingerir micro plásticos y excretarlos en forma de heces que pueden llegar a vastos fondos oceánicos (Universitat de Barcelona, 2019). Los micro plásticos también pueden absorber compuestos tóxicos (metales, bifenilos policlorados, contaminantes orgánicos, etc.) en la cadena alimentaria, además de los aditivos que se encuentran en el agua de mar. Transportados por las corrientes oceánicas, estos materiales plásticos también pueden servir como vehículo de dispersión de especies invasoras y organismos patógenos. (Universitat de Barcelona, 2019)

Las pruebas de densidad y el análisis microscópico determinan los principales tipos de micro plásticos presentes en los tejidos y el tracto gastrointestinal de las especies estudiadas. (FAO, 2017) Relacionar la presencia de contaminantes con la distribución de organismos dentro de la columna de agua y sedimentos marinos en el mar.

2.2.8 Descripción de las especies propuestas en la investigación

2.2.8.1 *Selene peruviana*

2.2.8.1.1 Taxonomía:

Selene peruviana

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Carangidae

Género: Selene

Especie: *S. peruviana*

Nombre científico: *Selene peruviana*

Fuente: (Giibert & Startks, 2015)

2.2.8.1.2 Características

Tiene un cuerpo corto y comprimido. La rama inferior del primer arco branquial tiene 30-35 palas branquiales. La aleta dorsal tiene 8 espinas seguidas de otra espina y de 21 a 24 radios blandos. Los juveniles tienen largas espinas anteriores. Cuerpo sin escamas. El escudo de la línea lateral es muy delgado y poco diferenciado. Cuerpo plateado a dorado con detalles en azul metálico. Los

juveniles son plateados con manchas ovaladas oscuras a lo largo de la parte recta de la línea lateral. (Luna, 2018)

2.2.8.1.3 Distribución

Desde los Estados Unidos hasta el Perú, es factible encontrar a esta especie. (Luna, 2018)

2.2.8.1.4 Reproducción

Desovan en mar abierto, liberando una gran cantidad de pequeños huevos que flotan. A juzgar por la amplia distribución de la mayoría de las especies, las larvas pueden vivir en el mar pelágico durante mucho tiempo. (Lucano et al, 2016)

2.2.8.1.5 Hábitat

Se encuentra en aguas demersales en fondos arenosos, y con profundidades de 1 a 50 metros. Son carnívoros, su dieta consiste en peces óseos y crustáceos. (Arreguín et al, 2012).

2.2.8.1.6 Importancia

Las capturas con redes de jareta y de arrastre son sustanciales. Se consume principalmente en la costa, tiene buena carne y también se utiliza en harina de

pescado. Actualmente pertenece al grupo de especies con bajo volumen de exportación. (Arreguín et al, 2012).

2.2.8.2 *Lepophidium negropinna*

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Actinopteri

Orden: Ophidiiformes

Familia: Ophidiidae

Género: *Lepophidium*

Especie: *L. negropinna*

Nombre científico: *Lepophidium negropinna*

Hildebrand & Barton, 1949

2.2.8.2.1 Características

Cuerpo oblongo, a modo de anguila; cabeza baja, comprimida; cola comprimida, se disminuye hacia la punta; cabeza extenso, baja, tan ancha como la elevación al grado del preopérculo; espina del hocico prominente, sobrepasando la punta de la mandíbula preeminente; diámetro ocular ~ 1/5 de la longitud cefálica; boca enorme, vasta, casi horizontal, mandíbula preeminente acaba detrás del ojo; dientes pequeños sobre las mandíbulas, básicas y en bandas; sin parche de dientes

en las bases de los arcos branquiales; branquiespinas: 3 (2-4) rudimentos arriba, 4 (4-5) espinas desarrolladas debajo + 5-8 (1-10) rudimentos, total 12-16; opérculo con espina escondida; origen de la aleta dorsal detrás de la base de la aleta pectoral; pectoral extensa, supera la mitad de la distancia a la aleta anal, 23-24 (21-25); aleta dorsal 138-146 (138-148) radios; aleta anal 117-120 (111-123) radios; aletas dorsal y anal bajas, confluyen con la cola; cada pélvica es dos pequeñas filamentos se insertan bajo el ojo; escamas redondas, pequeñas, en filas regulares, se prolongan sobre la cabeza entre o antecedente de los ojos, sobre las mejillas y opérculos; ~ 225 en series laterales. (Hildebrand y Barton, 1949)

2.2.8.2.2 Distribución

Templado Norte (Provincia de California y/o norte del Golfo de California); Subtropical Norteño (Provincia de Cortez + Brecha de Sinaloa); Ecuatorial (Costa Rica hasta Ecuador + Galápagos, Clipperton, Cocos, Malpelo); Templado Sureño (Provincia Peruana). (Hildebrand y Barton, 1949)

2.2.8.2.3 Reproducción

Se produce en función de la profundidad, la disponibilidad de luz, el lugar de instalación, especialmente zonas rocosas - fangosas debido a su hábitat especial de

reproducción, cría y/o alimentación. (Hildebrand y Barton, 1949) Según FishBase no existen datos suficientes para determinar su época reproductiva y tampoco una talla media de madurez sexual para esta especie. (Brown et al., 2012)

2.2.8.2.4 Hábitat

Fango; arena y grava; fondo suave (fango, arena, grava, playa, estero y manglar); Fondo suave solamente, puede encontrarse desde profundidades comprendidas entre 20 m y 320 m (Hildebrand y Barton, 1949).

CAPITULO III

3.1 MARCO METODOLÓGICO

3.1.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la parroquia Anconcito del cantón Salinas, que está ubicada al sur oeste de la provincia de Santa Elena – Ecuador, específicamente el puerto pesquero se encuentra cerca de la playa Los Acantilados, ($2^{\circ}19'44''$ S $80^{\circ}53'14''$ W).

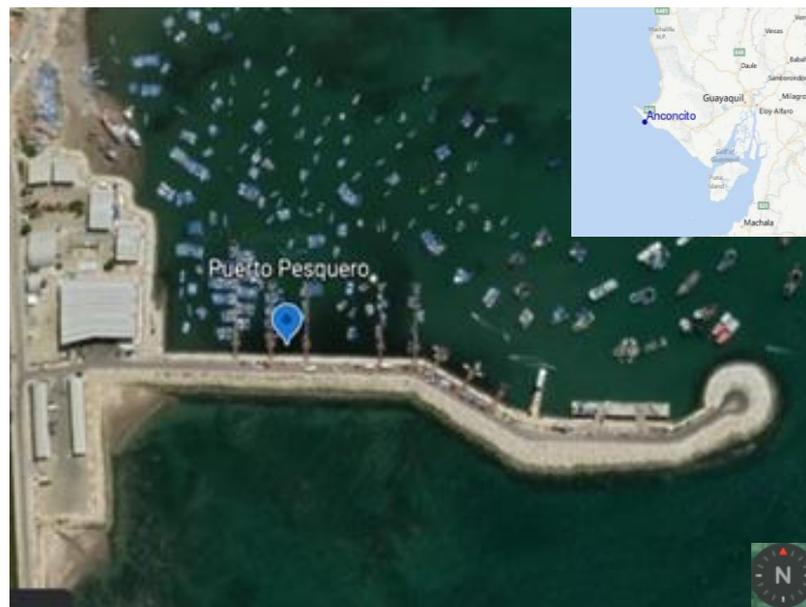


Ilustración 1: Puerto Pesquero Anconcito, imagen extraída de Google Earth.

3.1.2 Fase campo

3.1.2.1 Toma de muestra:

Las muestras de los organismos fueron obtenidas en el muelle del Puerto Pesquero de Anconcito, para *Selene peruviana* se recolectaron 160 organismos a lo largo de 3 meses de toma de muestras, en *Lepophidium negropinna* se obtuvieron 126 individuos durante el mismo periodo de tiempo, al final de la etapa de recolección de datos se analizaron un total de 320 organismos (Domínguez, 2020). Por un periodo de un mes de monitoreo se recolectaron 80 individuos (40 organismos por especie). En el puerto de Anconcito y se trasladaron de las muestras en hieleras o coolres con una temperatura se encontraron entre los 0° y los -10° para una mejor conservación del tejido. Los organismos recolectados fueron transportados a los laboratorios del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, en la extensión Salinas y sus oficinas en Guayaquil.

3.1.3 Fase laboratorio

3.1.3.1 Análisis biométrico:

A las muestras obtenidas de *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna* se le realizaron la toma de medidas morfométricas, para su longitud total (LT) se midió desde la boca hasta el extremo de la aleta caudal (Ministerio del Ambiente, 2020). Inmediatamente después de la medición se procedieron a pesar a los organismos en las balanzas con una precisión de ± 0.05 (Espinoza–Bedón, Chaves-Moreno, & Murcia-Ordoñez, 2013).

3.1.3.2 Disección:

Para la disección y extracción del tracto digestivo de los organismos se separaron por especie, para *L. negropinna*, se procede a realizar un corte con las tijeras de un equipo de disección, en sentido longitudinal, desde el orificio anal hasta la boca. (Ory, y otros, 2018) Para *S. peruviana*, según el programa de muestreo de pelágicos pequeños del IPIAP la disección se realizó con un corte iniciando en el orificio anal, siguiendo hasta la base del opérculo, posteriormente se realiza un corte en el costado del pez, en dirección hacia la línea lateral, pasando por las costillas, esto debido a que esta especie está comprimida dorsolateralmente. Una vez identificado el tracto digestivo se lo extrajo y se procedió a pesar en una balanza (precisión, ± 0.05).

3.1.3.3 Extracción de micro plásticos:

Antes de proceder a la extracción de los micro plásticos, fue necesario realizar una evaluación morfométrica de los organismos, se tomó el tamaño del individuo, peso, etc. Una vez realizadas estas medidas, se procedió a diseccionar a los organismos, con los implementos de un equipo de disección se realizaron incisiones y cortes para extraer el estómago y el intestino de los individuos, posterior a la extracción, se colocaron en vasos de precipitación donde se va a agregó Hidróxido de Sodio (NaOH) al 10% durante un periodo de 2 semanas (Lino, 2020). Después de haber pasado por la dilución de los tejidos, se tamizó la muestra para posteriormente llevarlo a un equipo de filtración con papel filtro de un micraje de 0,7, en el caso de existir micro plásticos, se van a quedar atrapados en el papel puedan y posteriormente fueron observados por medio de un estereoscopio.

En el caso de la piel y el músculo esquelético, según la metodología propuesta por (Abbasi et al., 2018), fue necesario homogenizar las muestras de los tejidos, en una licuadora para posteriormente ser diluidas con una solución de 30 mL de H₂O₂ al 35%, durante un periodo de 72 horas. El proceso de triturar los tejidos se realizó con el fin de que la dilución sea más efectiva, debido que según un grupo de investigadores liderados por Karami, la metodología con peróxido de

hidrógeno solo mantiene un 80% de eficacia en la dilución de los tejidos, en comparación al protocolo con KOH que alcanza entre 90-100% de eficacia (Karami et al., 2016), sin embargo, no se utilizó esta metodología, porque el peróxido de potasio es un compuesto químico sujeto a fiscalización según la normativa ecuatoriana.

3.1.3.4 Medida de bioseguridad

Con el objeto de que los resultados correspondan a partículas propias de los tejidos se colocaron un par de cajas Petri con agua destilada en la mesa de trabajo. Este procedimiento permitió captar fibras que no correspondan al tejido, sino que pueden ser parte del ambiente o de la ropa del investigador. De esta forma se asegura la veracidad de los registros.

3.1.3.5 Análisis de los Micro plásticos (MPs)

Una vez transcurrido el tiempo de dilución de los tejidos, se procedió a filtrar las muestras, para el músculo se utilizó un tamiz de 330 micras, (Karami et al., 2016), debido a la densidad de las muestras, una vez filtrada, se colocó lo filtrado en bandejas para conteo de plancton y se revisaron los resultados en un estereoscopio con un aumento de hasta 4.5x, para no desorientarse en la búsqueda y análisis de las muestras, se marcó un punto de referencia de izquierda a derecha hasta llegar al final de la cámara posteriormente se baja una línea y se procedió de derecha a izquierda realizando un zigzag (León et al., 2019).

Para las muestras del tracto intestinal, se utilizó, un equipo de bomba al vacío, con papel filtro de 0,7 micras, al ser una muestra no muy densa, su filtración fue mejor. Una vez culminado el proceso de filtrado, se procedieron a llevar a un estereoscopio con aumento de hasta 10 x, donde se colocó en un sujetador de papel filtro con una malla para proceder con su identificación y observación, con el método del zigzag, mencionado anteriormente.

Según lo planteado por Lino, (2020), se clasificaron por su forma, Fibras, Pellets, Gránulos, Micro plásticos espumados, y color más abundante, que pueden ser Transparente, blanco, rojo, naranja, azul, negro, gris, verde y amarillo.

Si se encuentra presencia de algún micro plástico, se separan y se proceden a medir en mm, luego, se observa su flotabilidad en un vaso de precipitación, para catalogarlos según la tabla de Baseman, 2019, que se puede encontrar en el Protocolo de muestreo de micro plásticos en ríos. (León et al., 2019)

3.1.3.6 Análisis estadísticos

Se utilizó el programa estadístico de software libre R. El análisis que se aplicó para la determinación de la normalidad de los datos de las variables de Longitud, Peso y Frecuencia de micro plásticos fue el de Shapiro Wilk, si los datos del

coeficiente p resulta $<0,05$ los datos se aplicarán en la prueba de correlación de Person. Según autores como Lino (2020) y Avio (2015) para determinar la homogeneidad y normalidad, se aplicarán los tests de Bartlett y Shapiro Wilk (Avio et al., 2015).

El coeficiente de correlación de Pearson es una prueba que mide la relación estadística entre dos variables continuas. Si la asociación entre los elementos no es lineal, entonces el coeficiente no se encuentra representado adecuadamente. El coeficiente de correlación puede tomar un rango de valores de +1 a -1.

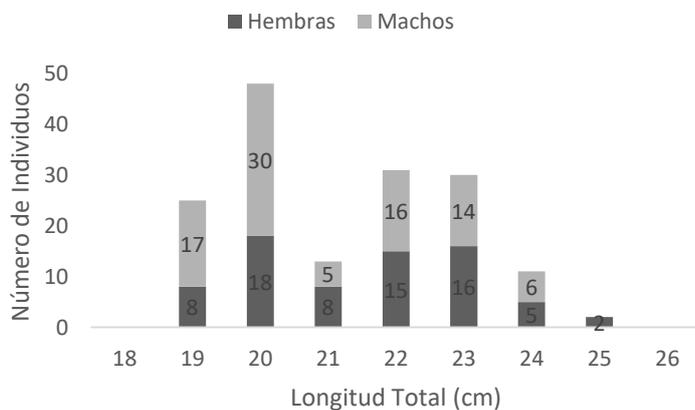
CAPITULO IV

4.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Datos biométricos de sexo y longitud (cm)

En la gráfica 1 se observan la distribución de las hembras y machos de *Selene peruviana*. La muestra obtenida fue de 160 organismos de los cuales 88 ejemplares fueron machos y 72 individuos hembras. Las tallas promedio se encontró entre los 21 cm. En los machos, las longitudes registradas fueron de 20 cm, seguida de 19 cm, 22 cm y 23 cm. El número de ejemplares fue de 30, 17, 16 y 14 respectivamente. En el caso de las hembras la frecuencia se encuentra más pareja y distribuida en mayor número para las tallas 20, 22 y 23 cm.

a)



b)

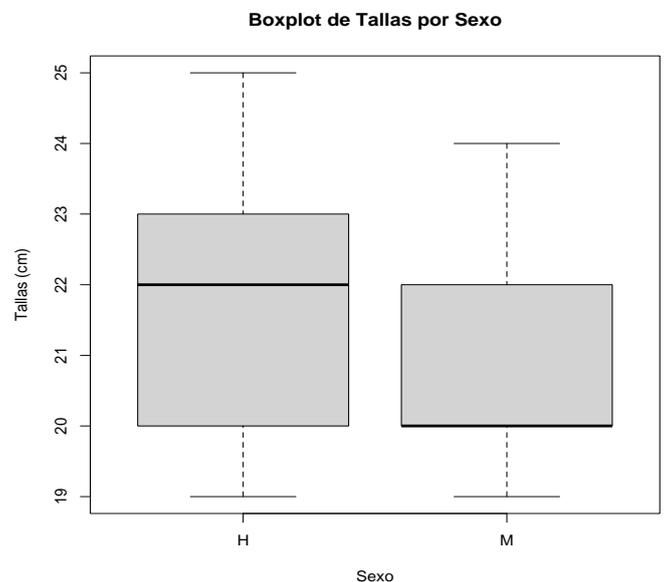
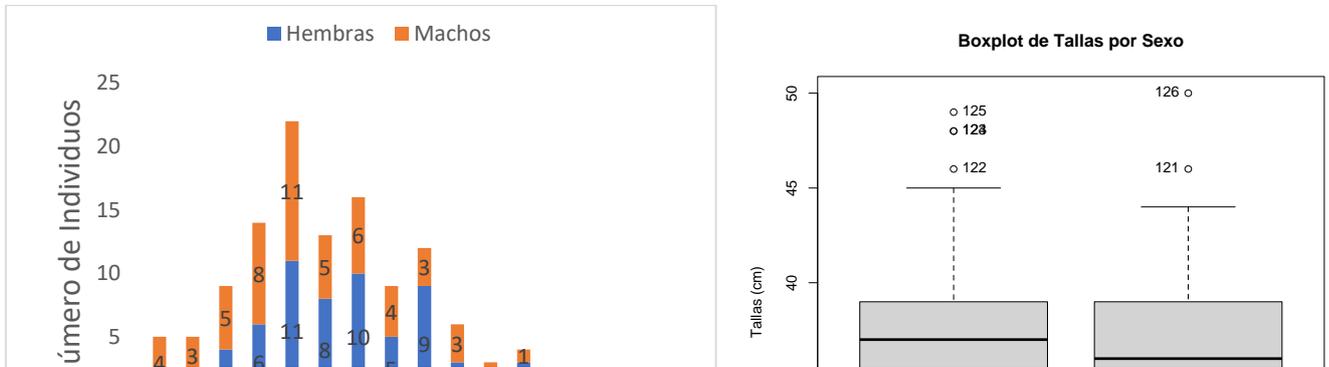


Gráfico 1: a) Frecuencia de machos y hembras de acuerdo a la talla en individuos de *S. peruviana*. b) Boxplot de las tallas con relación a la frecuencia de individuos por sexo.

Para la especie *Lepophidium negropinna* la muestra analizada fue de 126 organismos, en la gráfica 2 se muestra la talla media que fue de 37 cm. La mayor



a)

b)

cantidad de datos fueron encontrados entre los 32 y 42 cm, sin embargo, se observaron puntos aberrantes de una talla mínima de 28 cm y una máxima de 55 cm. En relación con la cantidad de hembras (69) y machos (57) encontrados, el diagrama de caja y bigotes de la figura # muestra que para el 0 - 25% de los datos se encuentran entre los 32 y 35 cm para ambos sexos, del 25 al 50% en hembras se encuentran entre 35 a 37 cm y de 35 a 36 para M, el siguiente 25% los datos van desde los 35 a los 39 cm en hembras, de 36 a 39 cm en el caso de los machos y para completar el 100% van desde los 39 a los 45 cm y de 39 a 44 cm respectivamente.

Gráfico 2: a) Frecuencia de machos y hembras con relación a la longitud de los peces. b) Diagrama de caja y bigotes del sexo de los individuos en relación con la Talla (cm).

4.1.2 Relación longitud-peso

La relación longitud-peso para ambas especies (gráfica 3 y 4) según el test t de student, los valores p obtenidos fueron $>0,05$ (0,83 *L. negropinna* y 0,86 *S. peruviana*) lo que significa que los datos de las dos variables tienen una fuerte correlación con respecto al incremento en sus medidas, es decir, mientras una aumenta la otra también.

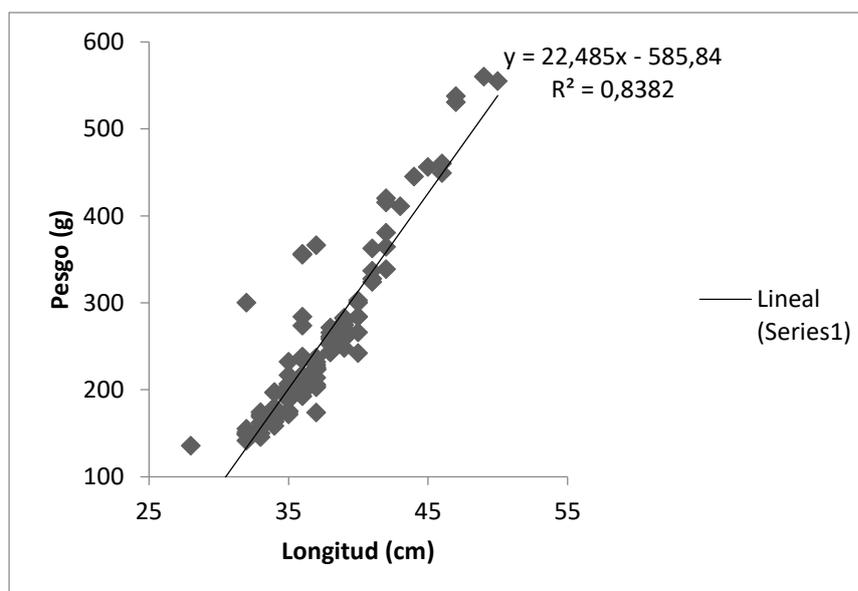


Gráfico 3: Correlación Longitud-Peso de *Lepophidium negropinna*.

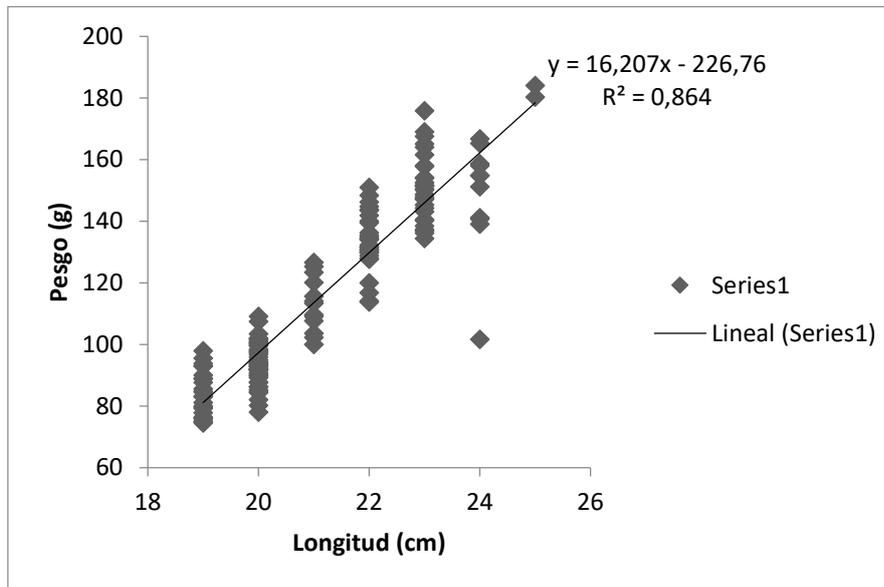


Gráfico 4: Correlación lineal entre la longitud y el peso de *Selene peruviana*.

4.1.3 Presencia o ausencia de micro plástico en el tracto digestivo y tejidos muscular esquelético, epitelial de *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna*

En la gráfica 5 se muestra una representación general del porcentaje de los individuos que en los que se evidenció presencia y ausencia de plástico. En el 85% del n total de individuos estudiados no se evidenció plástico, sin embargo del 15 % restante de los organismos el 12% corresponde a presencia en intestinos y solo un 3% en el tejido muscular y epitelial.

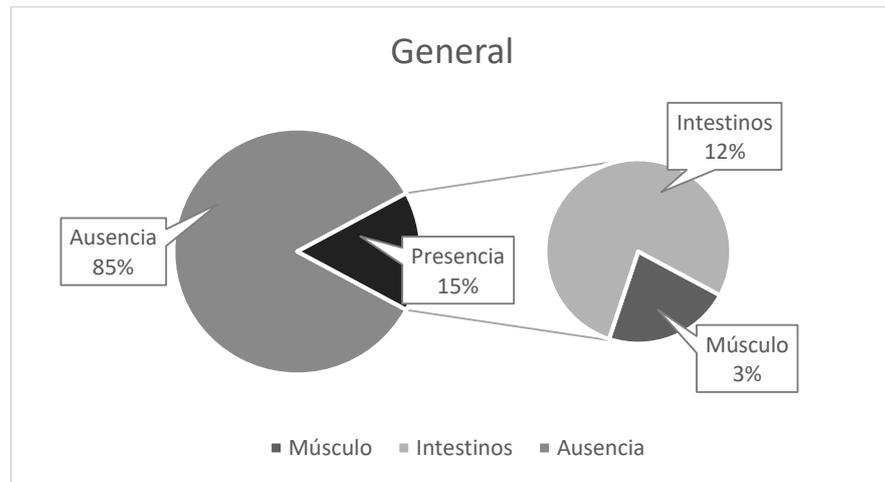


Gráfico 5: Porcentajes de ausencia y presencia de plástico en ambas especies.

En el gráfico 6 se puede evidenciar que existe un igual porcentaje de presencia de plástico para las dos especies, en e) para *L. negropinna* del 16% representa un total de 20 individuos de la muestra examinada, de los cuales el 7% corresponden individuos con plásticos el músculo y el 9% en el intestino. f) En *S. peruviana* el porcentaje en intestinos representa el 15% y en músculos el 1%, lo que corresponde a 24 y 1 individuo respectivamente.

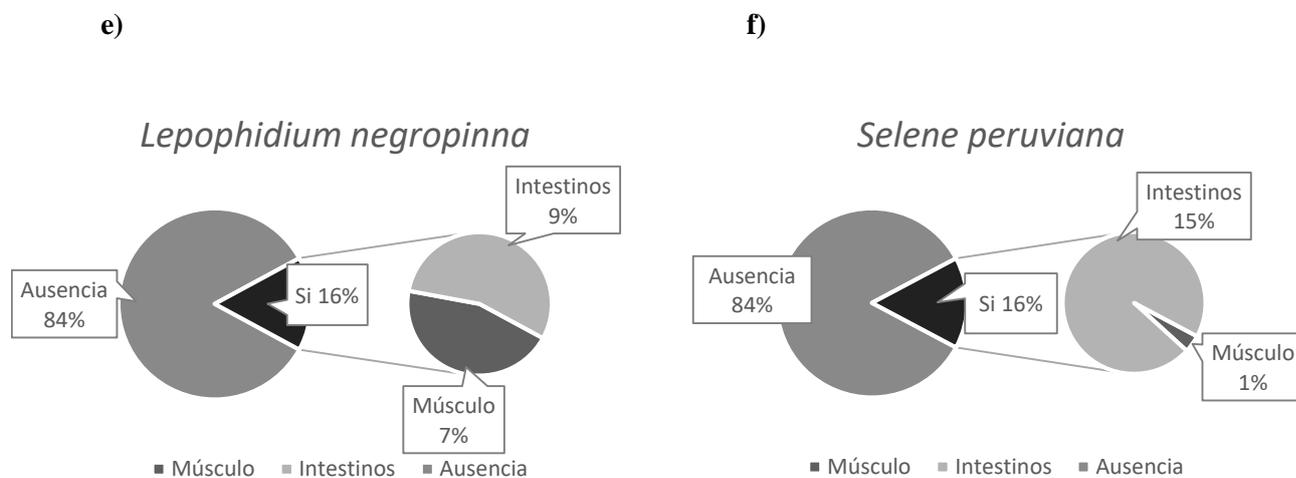


Gráfico 6: Porcentaje de presencia de micro plásticos en intestinos y músculos de
 e) *Lepophidium negropinna* y f) *Selene peruviana*.

Los individuos de *L. negropinna* en los que no se evidenciaron registros de plástico en los tejidos musculares fueron un total de 117, similar a los 115 ejemplares en los que se encontró en el intestino. En relación con los organismos en los que sí se evidenció presencia, el número registrado de la muestra fue de 20 individuos (11 en el intestino y 9 en el músculo).

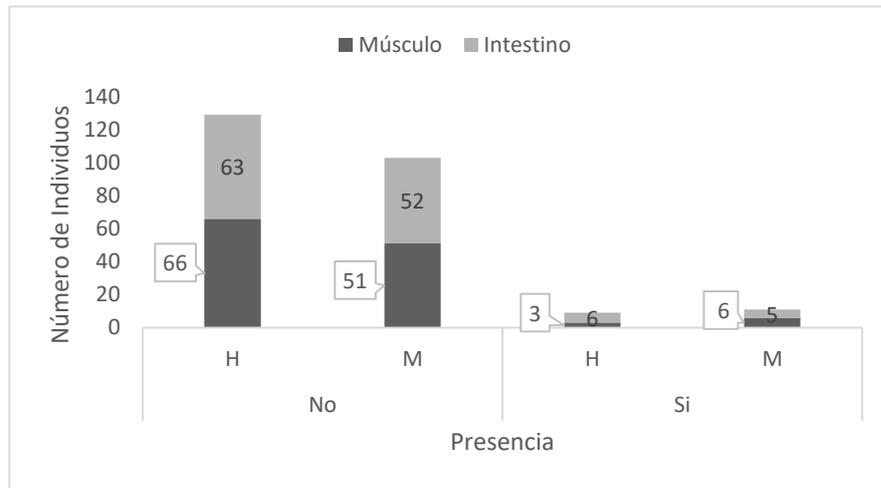


Gráfico 7: Frecuencia de individuos hembras y machos de *Lepophidium negropinna*, que presentan y no plásticos según los tejidos estudiados,

En el gráfico 8 se observa la separación de los individuos por sexo, además se evidencia una tendencia similar a la especie anteriormente analizada, en relación al alto número de individuos en los que no se encontraron restos de micro plásticos en sus tejidos intestinales o muscular-epitelial, sin embargo, de todo el n (160 organismos), se puede notar que el número de ejemplares con los polímeros en el intestino fue mayor, registrándose 24 individuos contraminados.

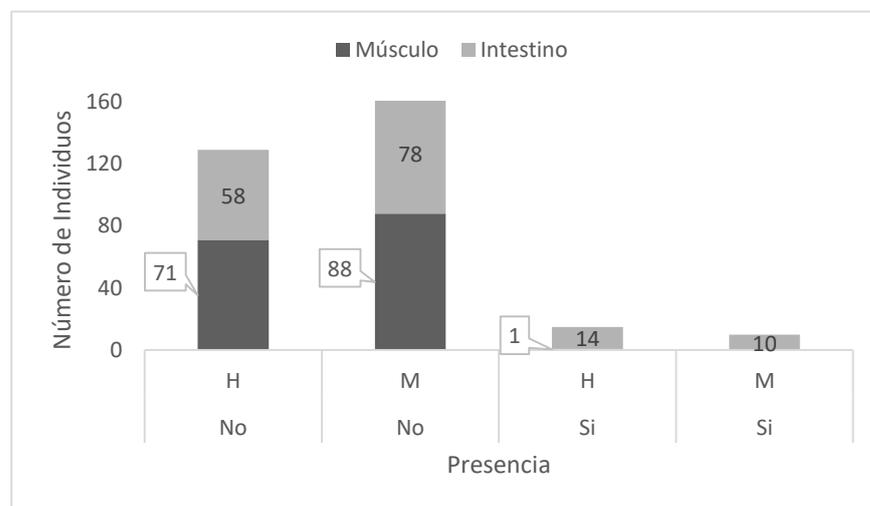


Gráfico 8: Individuos de *Selene peruviana* en los que se evidenció plástico en sus tejidos.

4.1.4 Determinar el tipo de micro plástico presente en los tejidos y el tracto digestivo de las especies de estudio a través de análisis microscópico.

La siguiente representación gráfica 9 es en relación con los tipos de micro plásticos que se pudieron observar, en general, la frecuencia de plásticos en todos los organismos observados fue de 45, con 41 fibras, seguidas de 3 fragmentos y 1 gránulo.

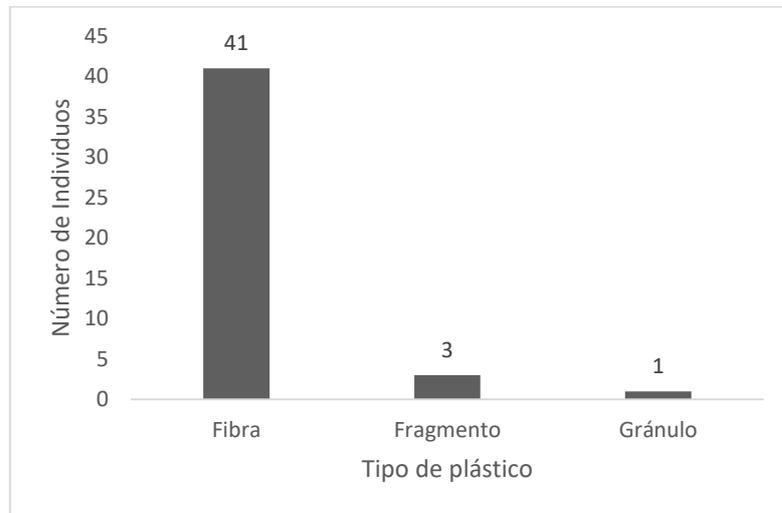


Gráfico 9: Número de individuos según el tipo de micro plástico encontrado.

Al realizar una división por especies, en la gráfica # se puede observar que el mayor número de fibras encontradas fue en la especie *Selene peruviana* (24) en comparación a las 17 de *L. negropinna*. De los 3 fragmentos encontrados 1 corresponde a *S. peruviana*. Solo se observaron gránulos en una sola especie (*L. negropinna*).

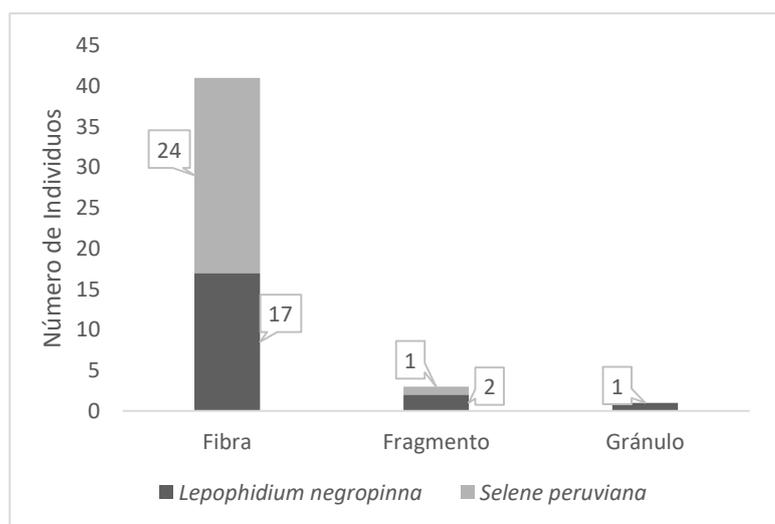


Gráfico 10: Frecuencia de individuos en los observaron micro plásticos, según la especie

De los 3 tipos de micro plástico registrados en los cuerpos de los organismos, según los resultados se puede evidenciar que en el músculo de *L. negropinna*, las fibras tuvieron una frecuencia de 9 y 8 en el intestino, en este último tejido se registró la aparición de 2 fragmentos y 1 gránulo. A diferencia de la especie mencionada, en *S. peruviana* solo se obtuvo un fragmento de las muestras de tejido muscular-epitelial, sin embargo, la frecuencia de fibras en el estómago e intestinos incrementó a 23 y solo 1 fragmento.

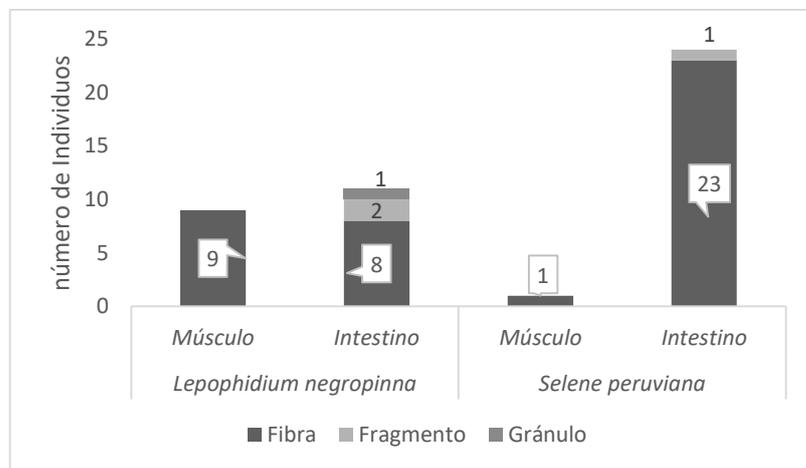


Gráfico 11: Abundancia de los tipos de micro plásticos en tejido muscular-epitelial e intestino de las diferentes especies.

Con relación a la densidad de los micro plásticos, los resultados reflejan que el 49% de las fibras, el 6% de los fragmentos y 3% de los gránulos poseen una densidad superior a la del agua. El 26% de las fibras y el 3% de los fragmentos de micro plásticos observados se mantuvieron en la mitad de la columna de agua, es decir, su flotabilidad fue media y el restante 14% de las fibras fue menos densa que el agua y se mantuvo en la primera sección de la columna de agua.

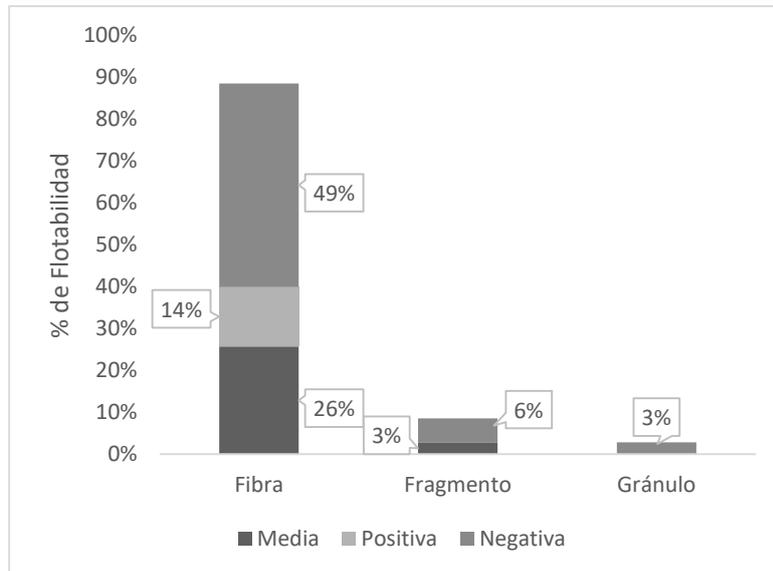


Gráfico 12: Flotabilidad de los tipos de fragmentos expresado en porcentajes.

4.1.5 Relación entre los datos biométricos y la presencia de micro plástico

4.1.5.1 *Lepophidium negropinna*

La prueba de Shairo Wilk realizado para demostrar la normalidad de los datos dio inferior a 0,05 en ambas especies, para el peso de los peses con presencia de micro plásticos y la frecuencia de estos polímeros, por tal razón se procedió a realizar un análisis correlacional de Pearson para las variables.

Correlación de Pearson

En la gráfica número 13 se encuentran graficados los puntos de la relación Peso y la Presencia de plásticos. Todos los datos se encuentran dispersos, demostrando una relación casi nula, lo que se comprueba con los valores arrojados de la correlación de Pearson que demuestran un intervalo de confianza entre -0,41 y 0,52 y el valor de correlación significativo es de 0,069 aceptando de esta manera la hipótesis nula que no existe una correlación entre los datos, debido a que es muy cercano a 0 el dato arrojado. (ver en anexo el detalle del análisis).

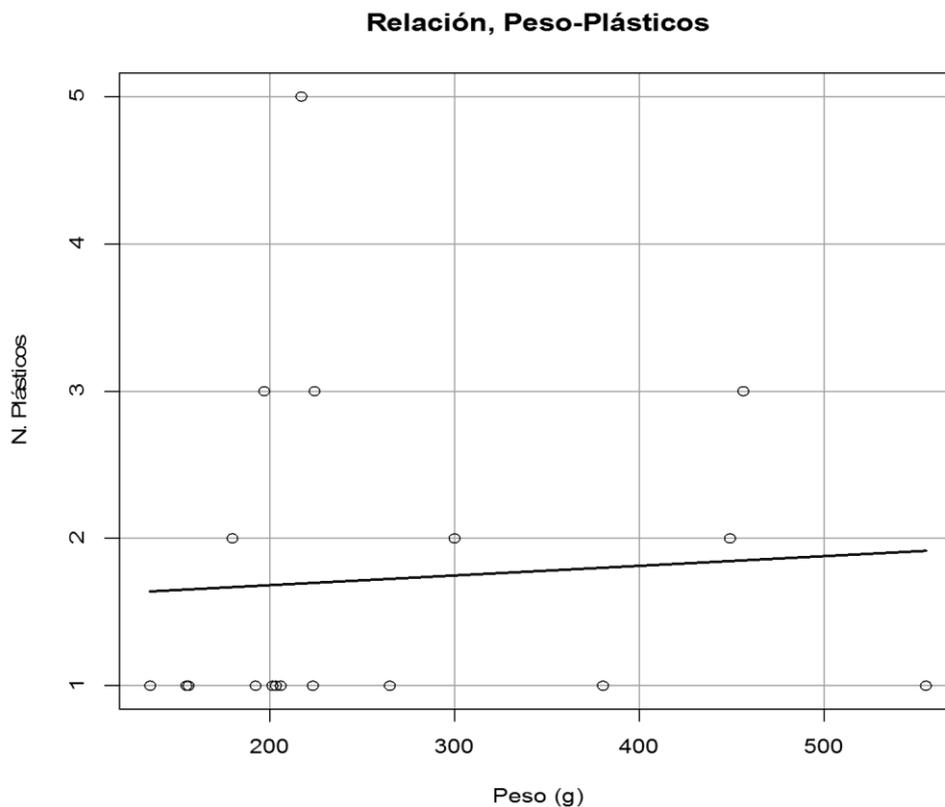


Gráfico 13: Diagrama de correlación de la frecuencia de plásticos y el Peso (g).

Los intervalos de confianza de relación entre las variables Longitud y Total de micro plásticos están entre -0,398 y 0,530. Al igual que con las variables anteriores se aceptó la hipótesis nula de no existencia de correlación, debido a que el valor del coeficiente es de 0,08, al igual que en la gráfica anterior los valores arrojados por el test se ven graficados en el gráfico 14, en el que se demuestra la relación casi nula de los puntos debido a su alto grado de dispersión. (ver en anexo el detalle del análisis)

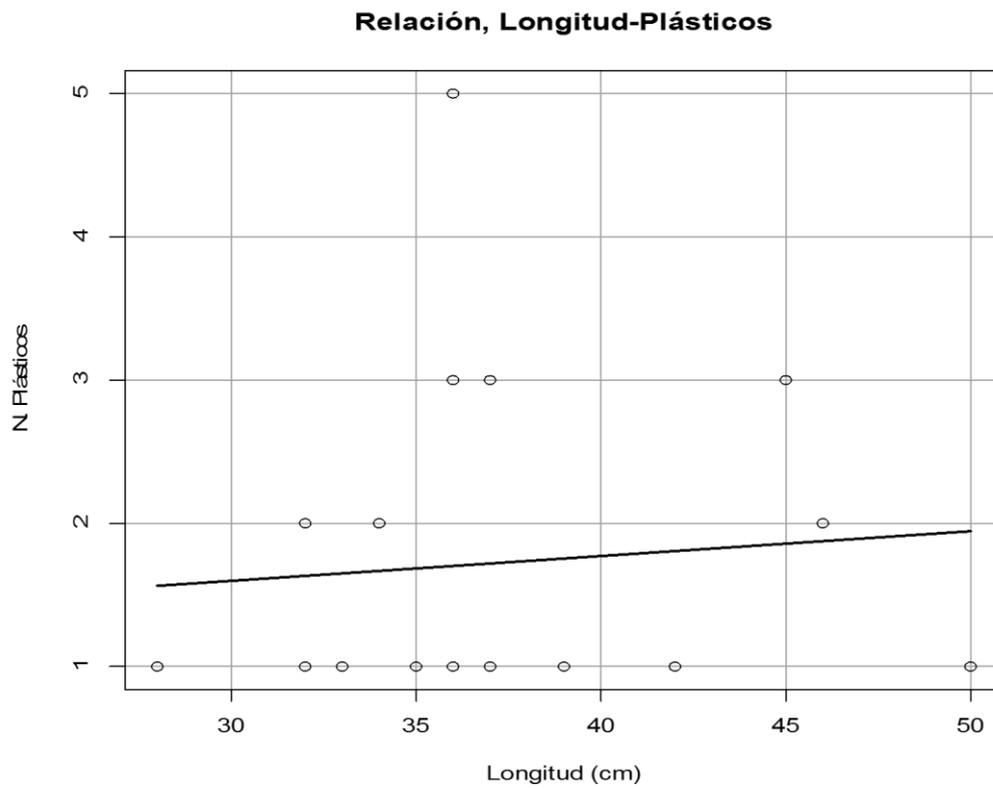


Gráfico 14: Diagrama de correlación, Longitud y frecuencia de microplásticos en *L. negropinna*.

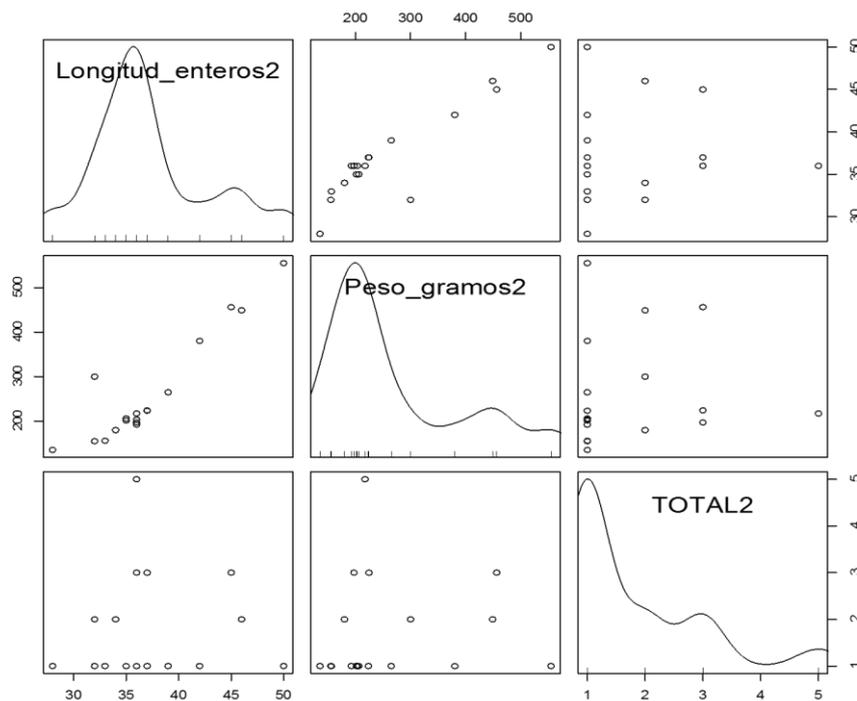


Gráfico 15: Matriz de correlación de las tres variables. Longitud, Peso y total de polímeros.

Los coeficientes de Person arrojados por el programa estadístico R, coinciden con las gráficas de puntos que está representada en la matriz del gráfico 15, en estos se evidencian la dispersión de los puntos de las variables Longitud-Frecuencia de micro plásticos y Peso-Frecuencia de micro plásticos. Solo existe una correlación entre las variables del Peso y Longitud de los individuos. (Gráfico 15)

4.1.5.2 *Selene peruviana*

Correlación de Pearson

Para las variables de Longitud y Frecuencia de polímeros de la especie *S. peruviana* los valores de la correlación de Pearson poseen un intervalo de confianza entre -0,3641988 y 0,39561, el valor de correlación es de 0,018 lo que indica la relación casi nula, como se puede observar en la gráfica de abajo, los puntos se encuentran muy dispersos y no siguen un patrón de relación directa entre la presencia de micro plásticos y el tamaño de los individuos.

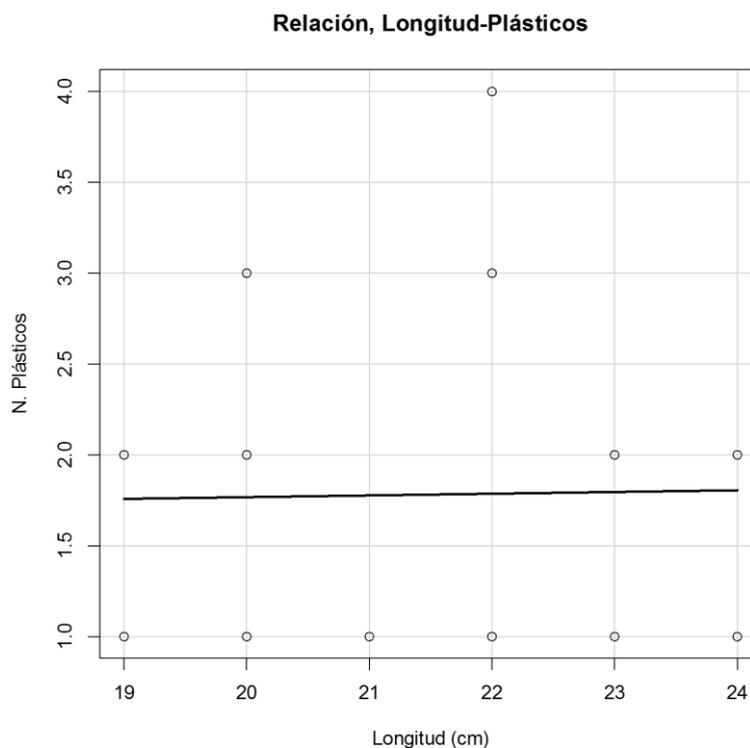


Gráfico 16: Diagrama de correlación de la frecuencia de plásticos y la Longitud (cm).

En las variables Peso y Total de micro plásticos los intervalos de confianza entre .0,3488 y 0,4103. Al igual que con las otras variables no se estableció una correlación debido al coeficiente arrojado por el test de Pearson fue de 0,0359. Se aceptó la hipótesis de no correlación debido a los valores muy cercanos a 0. En la gráfica 17 se demuestra la no relación de los puntos debido a su dispersión.

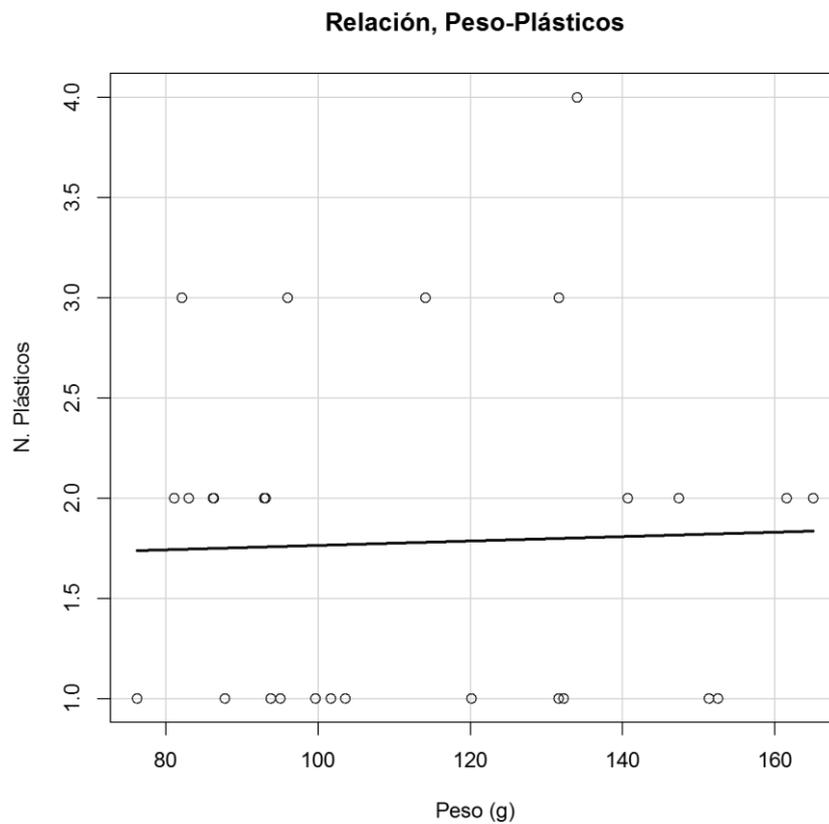


Gráfico 17: Diagrama de correlación de la frecuencia de plásticos y el peso (g).

En el gráfico 18 se presentan los puntos graficados de las 3 variables junto con la línea de tendencia. En la matriz, se puede evidenciar que los puntos de las muestras donde se relacionan las variables se encuentran dispersos, afirmando visualmente los resultados emitidos por el test de Pearson.

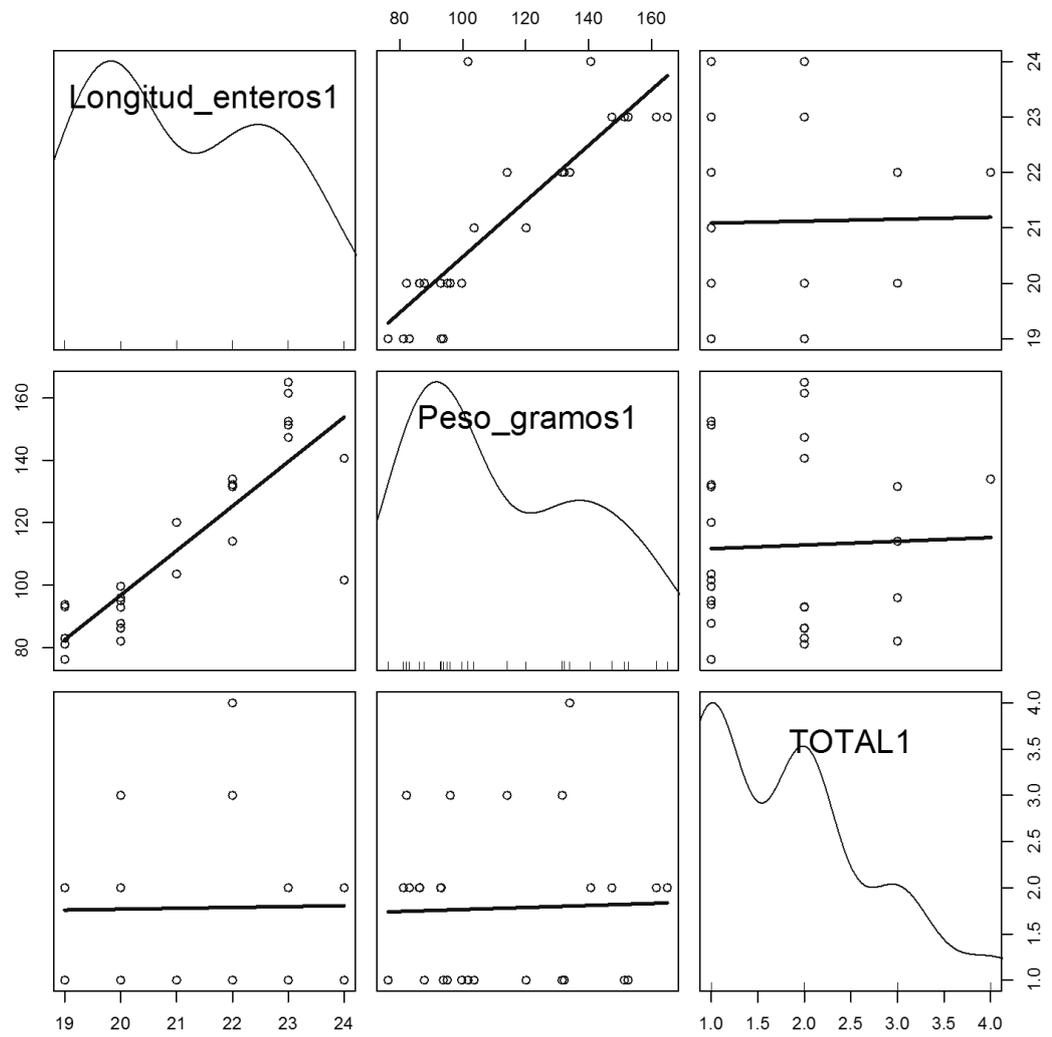


Gráfico 18: Matriz de correlación de las tres variables. Longitud, Peso y total de polímeros.

CAPITULO V

5.1 DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1 Discusión

Investigaciones anteriores en relación a la presencia de micro plástico en peces de importancia comercial, evidenciaron que en las especies como *Auxis thazard*, y *Scomber japonicus*, tuvieron una gran presencia de plástico, en forma de fibras o fragmentado, dentro de sus estómagos, además relacionar la longitud del plástico con el tamaño de los alimentos encontrados en su interior (Lino, 2020), sin embargo, el enfoque del trabajo anterior, fue en organismos pelágicos cuya distribución dentro de la columna de agua va entre los 0-300 m, teniendo en cuenta eso, la relevancia de estudiar organismos de diferentes profundidades nos permite hacernos una idea del impacto que puede generarse en los ecosistemas ante la fragmentación de los desechos plásticos provenientes de la actividad humana.

En los trabajos realizados por Mendoza et al. (2020) y Lino (2020) concluyeron que las formas que generalmente se evidenciaron en los estómagos fueron, Fibras y fragmentos, en ambas investigaciones el porcentaje de fibras supera el 50% de todos los residuos encontrados, algo que se corrobora en el presente trabajo investigativo.

El estudio de la correlación de los parámetros biométricos de los peces con la presencia del plástico es un muy buen tema abordado por Lino en su trabajo, donde se demostró que no existe una relación entre los datos de los peces en relación a la aparición de residuos plásticos, sin embargo, es necesario el abordar analizar estos resultados entorno a la separación por sexo, debido a que es importante conocer el impacto que se genera en el estado de condición de las hembras que son las que contribuyen para mantener el stock de la especie.

La metodología utilizada por el autor del presente trabajo resultó ser eficiente, sin embargo, al igual que otros investigadores como Lino y Astorga se concluye que se puede mejorar la técnica de extracción de micro plásticos siguiendo el protocolo de digestión de tejido mediante KOH, propuesta por (Karami et al., 2016).

5.1.2 Conclusiones

De los especímenes estudiados de *S. peruviana* y *L. negropinna* se determinó que las tallas promedias estuvieron entre 21 y 37 cm respectivamente. Según la prueba de t de student, los valores p obtenidos, sugieren que el crecimiento de estas dos especies para el n muestral, fue isométrico, debido a que los valores de b fueron 2,9 y 3,02 respectivamente, la prueba aceptó la hipótesis del crecimiento.

Las pruebas arrojadas por los datos obtenidos demuestran que la presencia de plástico estuvo tanto en las muestras de tejido muscular-epitelial e intestinal, el porcentaje de aparición fue de 15% en toda la muestra, sin embargo, se obtuvo una mayor frecuencia de presencia en los intestinos con un 12%. Para *S. peruviana*, en hembras se tuvo un mayor registro de plásticos a comparación de *L. negropinna*.

Los micro plásticos encontrados en los tejidos de los organismos, fueron principalmente fibras con una presencia de 89%, la coloración de estas fue azul en mayor magnitud, seguidas de negras y rojas, en relación con los fragmentos, en *L.*

negropinna, se encontraron 2 de las 3 piezas, su densidad fue negativa, por último, el gránulo encontrado en las muestras se mantuvo sedimentado.

Según las pruebas estadísticas aplicadas a las variables se obtuvo que los datos no presentan una normalidad, posterior a eso el test de correlación se demostró que para ninguna de las dos especies las variables se encuentran relacionadas con la presencia de micro plásticos en los organismos, debido a que los valores de correlación estuvieron muy cercanos al cero.

5.1.3 Recomendaciones

En relación con la metodología, se encontró que la utilización del protocolo de extracción propuesto por Karami en el 2016, resultará mejor para la obtención de resultados, es recomendable extender el plazo de estudio para obtener un mayor número de muestras y analizarlas en diferentes periodos para poder referenciar la presencia de micro plástico según el estadio gonadal de los organismos estudiados.

La determinación de los tipos de micro plásticos va a resultar mejor si se procede a realizar análisis de longitud de ondas en los micro plásticos observados, al igual que lo hizo Astorga en 2020. Esto permitirá una mejor definición de los polímeros, adicional a las pruebas de densidad realizadas.

BIBLIOGRAFÍA

Ulibarri, A. H. (11 de Junio de 2021). *El Espectador*. En 2020 en el mundo se produjo un poco menos de plástico:

<https://www.elespectador.com/ambiente/en-2020-en-el-mundo-se-produjo-un-poco-menos-de-plastico/>

Greenpeace. (4 de Agosto de 2021). *Greenpeace*. Greenpeace:

<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/como-llega-el-plastico-a-los-oceanos-y-que-sucede-entonces/>

Fernández, S. (22 de Febrero de 2021). *Submon*. Submon:

<https://www.submon.org/es/infografia-como-se-generan-los-microplasticos-y-como-afectan-a-la-vida-marina/>

Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., & Kaye, & S. (2013). Long-Term Field Measurement of Sorption of Organic Contaminants to Five Types of Plastic Pellets: Implications for Plastic Marine Debris. *Environmental Science & Technology*, 1646-1654.

El Comercio. (23 de Octubre de 2018). *El Comercio*. Desechos plásticos están presentes en la cadena:

<https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/microplasticos-presentes-cadena-alimenticia-humana.html>

Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2015). Experimental development of a new protocol for extraction and characterization of microplastics in fish

tissues: First observations in commercial species from Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*.

Quiñonez, L. (31 de Julio de 2019). *Naciones Unidas*. Noticias ONU: <https://news.un.org/es/story/2019/07/1460041>

Pontanza, D. (27 de Febrero de 2019). *Identifican microplásticos en crustáceos*. TECreview:

<https://tecreview.tec.mx/2019/02/27/ciencia/investigadores-identifican-microplasticos-en-crustaceos/>

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. (10 de Septiembre de 2019). <http://www.starnet.com.ec/pesnusan/index.php/es/corvina-de-rocal.html>

MINAMBIENTE. (26 de Febrero de 2020). *Guía de seguimiento, control y vigilancia*. <https://www.guiarecursospesqueros.org/peces-oseos/>

Espinoza–Bedon, D. A., Chaves-Moreno, L. C., & Murcia-Ordoñez, B. (2013). Relación longitud-peso y frecuencia de tallas de las especies *Chaetostoma anales* y *Lasiancistrus*. *AquaTic*, 55-63.

Ory, N., Chagnon, C., Felix, F., Fernández, C., Ferreira, J. L., Gallardo, C., & Thiel, M. (2018). Low prevalence of microplastic contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 211-216. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.0>

Orayeva, J. (septiembre de 2020). *Ecuador: Un estudio de más de 10 años realizado en cooperación con el OIEA analiza la polución por microplásticos*

en el océano Pacífico tropical oriental.

<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/ecuador-estudio-microplasticos-pacifico-oriental>

Galvan, L., & Reyes, R. (2009). Algunas herramientas para la prevención, control y mitigación de la Contaminación ambiental. *uct*, 13, 2 - 4.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212009000400003

Recytrans. (diciembre de 2019). *Microplasticos en el oceano.*

<https://www.recytrans.com/blog/microplasticos-en-el-oceano/>

PNUMA. (2017, Mayo 12). *La ONU lucha por mantener los océanos limpios de plásticos.* <https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771>

Shawns, H. (Junio de 2018). *Cambio climatico y medio ambiente.* news.un.org

Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca. (2018).

Contaminación por microplasticos. <https://www.gob.ec/ipiap>

Martínez, M. (8 de junio de 2020). *Microplásticos, ¿el pan de cada día de los peces?* [https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/microplasticos-el-pan-de-cada-](https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/microplasticos-el-pan-de-cada-dia-de-los-peces/)

[dia-de-los-peces/](https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/microplasticos-el-pan-de-cada-dia-de-los-peces/)

FAO. (2019). *Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura: ¿que sabemos? ¿debemos preocuparnos?*

<https://www.fao.org/documents/card/es/c/CA3540ES>

FAO. (2017). *LOS MICROPLÁSTICOS EN LOS SECTORES DE PESCA Y ACUICULTURA.* <https://www.fao.org/3/ca3540es/ca3540es.pdf>

Universitat de Barcelona. (28 de febrero de 2019). *Un estudio científico revela los tipos de microplásticos más abundantes en las aguas costeras del Mediterráneo.*

https://www.ub.edu/web/ub/es/menu_eines/noticies/2019/02/048.html

Foekema, E. M.; De Gruijter, C.; Mergia, M. T.; van Franeker, J. A.; Murk, A. J.; & Koelmans, A. A. (2013). Plastic in North Sea Fish. *Environmental Science & Technology*, 8818–8824. <https://doi.org/10.1021/es400931b>

Abbasi, Sajjad; Soltani, Naghmeh; Keshavarzi, Behnam; Moore, Farid; Turner, Andrew; Hassanaghahi, Mina. (2018). Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. *Chemosphere. biogeodb.* (2015). Retrieved 1 de agosto de 2022, from <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/species/675>

Acevedo Jenny; Angulo, Wilberto; Ramírez, Manuel; Zapata, Luis A. (septiembre de 2007). Reproducción del pez *Brotula clarkae*. *Revista de Biología Tropical*, 35(3-4), 957-967. <https://doi.org/0034-7744>

Robertson, R. (2015). <https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Brotula+clarkae&l=spanish>

Hildebrand y Barton. (1949). *discoverlife.* <https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Lepophidium+negropinna&l=spanish>

Karami et al., A. G. (2016). A high-performance protocol for extraction of microplastics in fish. *ELSEVIER*, 10.

León et al., P. P. (2019). *Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos*. España: Hombre y Territorio (HyT), Proyecto Libera.

Mendoza et al, M., & Mendoza, K. (2020). *Presencia de microplásticos en peces pelágicos de mayor comercialización, en el mercado de “playita mía” de la ciudad de Manta*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

Manuel Félix López:

<https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1327/1/TTMA08D.pdf>

Giibert, & Startks. (2015). *Especie: Fistularia corneta, Corneta flautera*.

<https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/species/991>

Luna, S. (2018). *FISHBASE*.

<https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?id=1958&lang=spanish>

Astorga, M. (2020). *“Determinación de microplásticos en especies marinas del Parque Nacional Marino Las Baulas”*. Instituto Tecnológico de Puerto Rico:

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12255/TFG_Angelica_Astorga_P%c3%a9rez.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Lino, J. G. (2020). *Respositorio Upse*.

[https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/5246/UPSE-](https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/5246/UPSE-TBM-2020-0003.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[TBM-2020-0003.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/5246/UPSE-TBM-2020-0003.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANEXOS

Tabla 1: Valores de la correlación de Pearson para el peso y la frecuencia de micro plásticos *Lepophidium negropinna*.

Peso del Pez - Total de polímeros		
t = 0.28001	df = 16	p-value = 0.7831
H1: true correlation is not equal to 0		
95 percent confidence interval:		
-0.4104201	0.5197555	
sample estimates:		
cor	0.06983039	

Tabla 2: Valores de la correlación de Pearson para la Longitud y la frecuencia de micro plásticos *L. negropinna*.

Longitud - Total de polímeros		
t = 0.33759	df = 16,	p-value = 0.7401
H1: true correlation is not equal to 0		
95 percent confidence interval:		
-0.3984146	0.5301531	
sample estimates:		
cor	0.08409849	

Tabla 3: Valores de la correlación de Pearson para la Longitud y la frecuencia de micro plásticos *S. peruviana*.

Longitud - Total de polímeros		
t = 0,091793	df = 25	p-value = 0,9276
H1: true correlation is not equal to 0		
95 percent confidence interval:		
-0,3641988	0,39561	
sample estimates:		
cor	0,01835558	

Tabla 4: Valores de la correlación de Pearson para el peso y total de micro plásticos.

Peso - Total de polímeros		
t = 0.17999	df = 25	p-value = 0.8586
H1: true correlation is not equal to 0		
95 percent confidence interval:		
-0,3488086	0,4103777	
sample estimates:		
cor	0,03597379	



Ilustración 1: Fibras de micro plástico del intestino.



Ilustración 2: Fibras de micro plásticos.



Ilustración 3: Fibra de micro plástico

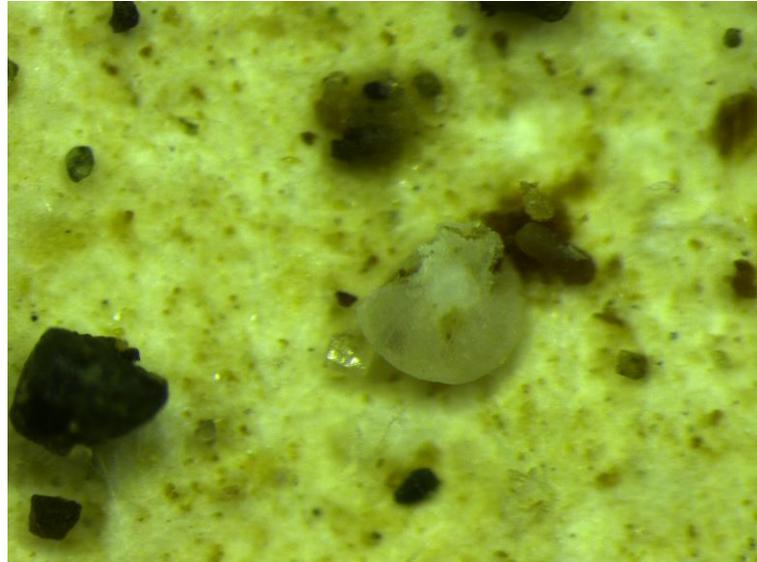


Ilustración 4: Concha y restos de sedimento del estómago de *L. negropinna*.

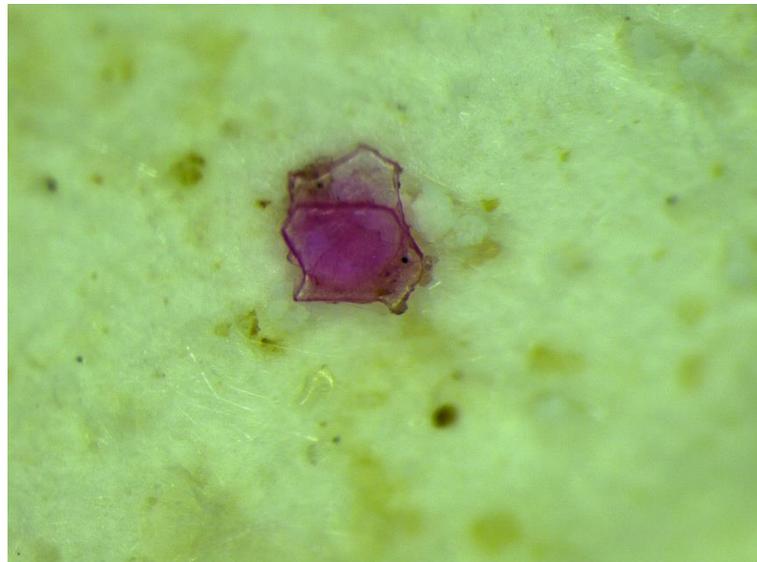


Ilustración 5: Fragmento de micro plástico



Ilustración 6: Fragmento