



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

PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS, *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*, EN EL PUERTO PESQUERO DE LA CIUDAD DE MANTA, PROVINCIA DE MANABÍ-ECUADOR.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención de título de:

BIÓLOGA

Autor:

NATALY NATIVIDAD MACIAS TUMBACO

TUTOR

Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.

LA LIBERTAD - ECUADOR

2022-1

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

**PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO EN PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS,
Auxis thazard, y *Scomber japonicus*, EN EL PUERTO PESQUERO DE LA
CIUDAD DE MANTA, PROVINCIA DE MANABÍ-ECUADOR.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención de título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

NATALY NATIVIDAD MACIAS TUMBACO

TUTOR:

BLGO. XAVIER VICENTE PIGUAVE PRECIADO.

LA LIBERTAD-ECUADOR

2021-2022

UPSE

DEDICATORIA

A Dios, por siempre brindarme la sabiduría y guía necesaria en cada paso e doy.

A mi madre de corazón Carmen Parrales, en el cielo quien siempre me apoyo y fue ese pilar fundamental para seguir adelante en este largo camino, ella es mi ángel, la tristeza de saber que no estará el día que me gradué, pero sé que se sentiría orgullosa de la mujer en la que me convertí y que logre cumplir esta meta.

A mis padres Paula Tumbaco y Ricardo Sánchez, por brindarme su apoyo de manera incondicional, siempre creer en mí e inculcarme valores como la responsabilidad que me han llevado a cumplir con este objetivo.

A mis hermanos Alexander Tumbaco, Adonis Tumbaco y Dana Sánchez, por siempre darme una palabra de aliento en los buenos y malos momentos de este largo camino por confiar en mí.

A mi pareja Andrés Lezama, que me acompaño y apoyo a lo largo de esta montaña rusa llena de bajadas y subidas, por ser un amigo y consejero.

A mi tío Cristián Tumbaco, que de alguna manera contribuyo para que este día se realice y brindo palabras de aliento para seguir adelante cada día.

A mis amigos y amigas, con quiénes compartí esta travesía y momentos felices.
A mi estimada carrera que le entregue todo mi cariño, amor y dedicación, de igual manera a la UPSE, por abrirme sus puertas y saber cómo se forma una profesional de calidad.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a DIOS, por darme fuerza, abrir puertas y brindarme la sabiduría necesaria para desarrollar esta investigación y nunca dejarme sola en cada una de las etapas académicas.

A mis Padres y Familia más cercana que me brindaron su apoyo en cada momento de manera incondicional.

A la institución académica que me abrió sus puertas, para formarme como profesional de calidad y a su vez me dio la oportunidad de ampliar mis conocimientos.

A mi Tutor Blgo. Xavier Piguave Preciado por guiarme en este proceso investigativo, doy gracias por su apoyo en cada etapa difícil.

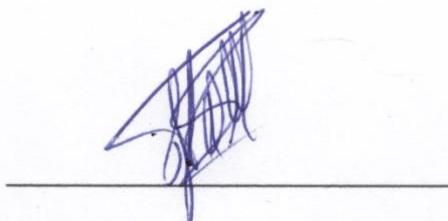
A todos los docentes de la UPSE, que me ayudaron y me brindaron sus conocimientos en mi etapa universitaria.

A mis amigos y compañeros con quienes recorrí la etapa académica a lo largo de estos años por su apoyo y a mi mitad brindada.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



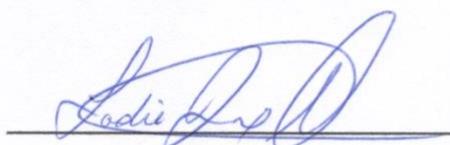
Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
Decano
Facultad de Ciencias del Mar



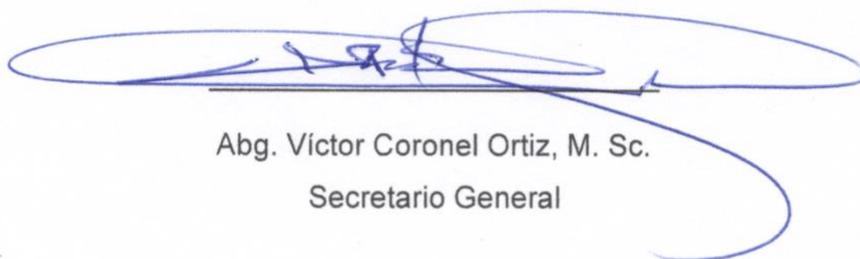
Ing. Jimmy Villón Moreno, Mgt.
Director
Carrera de Biología



Blgo. Xavier Piguave Preciado, Mgt
Docente Tutor



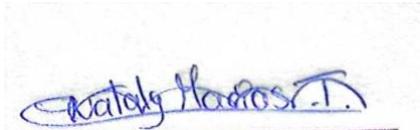
Blga. Jodie Darquea Arteaga, M.Sc.
Docente de Área



Abg. Víctor Coronel Ortiz, M. Sc.
Secretario General

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad de los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Nataly Natividad Macias Tumbaco
C.I. 1310640428

PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO EN PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS, *Auxis thazard*, y *Scomber japonicus*, EN EL PUERTO PESQUERO DE LA CIUDAD DE MANTA, PROVINCIA DE MANABÍ-ECUADOR.

Autor: Nataly Natividad Macias Tumbaco
Tutor: Blgo. Xavier Piguave Preciado M.Sc.

RESUMEN

El microplástico es una de las amenazas más eminentes que afecta a los ecosistemas marinos, esto se debe a que estos microplásticos pueden ser ingeridos por los organismos marinos que lo confunden con alimento debido a las características que poseen los microplásticos, que puede llegar a tener alteraciones en el sistema digestivo de los organismos considerando también las funciones endocrinas llegando a provocar la muerte. Por esta razón la siguiente investigación se busca determinar la ocurrencia de microplástico en las branquias y en el tracto digestivo de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*, en el puerto pesquero de la ciudad de Manta, provincia de Manabí-Ecuador. Se muestreo a 100 organismos de las dos especies antes mencionada, realizando la separación del estómago y branquias, además, se realizó la digestión química con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 10%, la extracción de los microplástico se aplicó la metodología de Sánchez (2018) y su caracterización por Tumbaco (2021) en referencia por color, morfotipo y tamaños encontrados en los tractos digestivos de las especies, en la cuantificación de microplásticos se encontró un total de 25 piezas de plástico en los individuos examinados, siendo el *Scomber japonicus* el que presentó la mayor cantidad de microplástico 15 piezas registradas en la época seca donde la mayor frecuencia de ingesta se presentó en esta época, a pesar, que no se mostró diferencia significativa de ingesta de microplástico comparada con otras especies.

Palabras claves: *Auxis thazard* Microplásticos Morfotipo *Scomber japonicus*

PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO EN PECES PELÁGICOS PEQUEÑOS, *Auxis thazard*, y *Scomber japonicus*, EN EL PUERTO PESQUERO DE LA CIUDAD DE MANTA, PROVINCIA DE MANABÍ-ECUADOR.

Autor: Nataly Natividad Macias Tumbaco

Tutor: Blgo. Xavier Piguave Preciado M.Sc.

ABSTRACT

Microplastic is one of the most eminent threats that affects marine ecosystems, this is because these microplastics can be ingested by marine organisms that confuse it with food due to the characteristics that microplastics possess, which can have alterations in the digestive system of organisms, also considering the endocrine functions, leading to death. For this reason, the following investigation seeks to determine the occurrence of microplastics in the gills and in the digestive tract of *Auxis thazard* and *Scomber japonicus*, in the fishing port of the city of Manta, province of Manabí-Ecuador. 100 organisms of the two aforementioned species were sampled, separating the stomach and gills, in addition, chemical digestion was carried out with a 10% sodium hydroxide (NaOH) solution, the extraction of microplastics was applied the methodology de Sánchez (2018) and its characterization by Tumbaco (2021) in reference to color, morphotype and sizes found in the digestive tracts of the species, in the quantification of microplastics a total of 25 pieces of plastic were found in the individuals examined, being the *Scomber japonicus* the one that presented the largest amount of microplastic 15 pieces recorded in the dry season where the highest frequency of ingestion occurred in this season, despite the fact that no significant difference in microplastic ingestion was shown compared to other species.

Keywords: *Auxis thazard* Microplastic Morphotype *Scomber japonicus*

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Biota: conjunto de organismos vivos.

Conservación: cuidado que se le brinda a un recurso natural para su preservación.

Contaminación: acción y efecto de contaminar.

Espécimen: muestra representativa de la especie que se va a analizar.

Fauna ictiológica: conjunto de especies de peces que habitan en el ecosistema marino.

Fragmentación: proceso en el cual un objeto de gran tamaño se divide en partes más pequeñas.

Microplásticos: pequeñas piezas de plástico que contaminan el ambiente.

Sintético: que sigue un procedimiento que va de lo simple a lo complejo.

Partículas: porción muy pequeña de materia.

Pez pelágico: pez que habita en aguas medias o cercanas a la superficie.

Plastificante: aditivo que se agrega a un polímero para aumentar su elasticidad.

Polímero: se refiere a macromoléculas orgánicas agrupadas en monómeros que pueden ser moldeadas bajo calor.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	7
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. JUSTIFICACIÓN	5
4. OBJETIVOS	7
4.1 Objetivo general	7
4.2 Objetivos específicos	7
5 HIPÓTESIS	8
5.1 Hipótesis alternativa (H1):	8
5.2 Hipótesis nula (Ho):	8
6 MARCO TEÓRICO	9
6.2 Microplástico	9
6.1.2 Clasificación de los microplásticos	9
6.1.3 Microplásticos primarios	10
6.1.4 Microplásticos secundarios	10
6.2 Efectos en la salud	10
6.3 Consecuencias de la ingesta de microplásticos	11
6.4 Generalidades de <i>Auxis thazard</i>	12
6.4.1 Clasificación taxonómica	12
6.4.2 Biología de la especie	12
6.4.3 Distribución geográfica.....	13
6.5 Generalidades de <i>Scomber japonicus</i>	13
6.5.1. Clasificación taxonómica	13
6.5.2 Biología de la especie	14
6.5.3 Distribución geográfica.....	15
6.5.4 Aspectos generales de las especies de estudio	15

7	METODOLOGÍA	16
7.1.	Área de estudio	16
7.2.	Diseño experimental.....	16
7.3.	Colecta de muestras.....	17
7.4.	Análisis biométrico.....	17
7.5.	Diseccción de los peces seleccionado.....	17
7.6	Caracterización de los microplásticos.	18
7.6.1.	Procedimiento de detección de microplásticos.	19
7.6.2.	Identificación de microplásticos por color	19
7.6.3.	Identificación del tipo de polímero mediante prueba de densidad.....	20
7.7.	Análisis estadístico.....	21
7.7.1	Cuantificación de la cantidad de microplásticos en peces	22
8	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	23
8.1.	Presencia y concentración de microplásticos en <i>Auxis thazard</i> y <i>Scomber japonicus</i>	23
8.1.1.	Abundancia de microplásticos por mes.....	23
8.1.2	Abundancia de microplástico por especie.....	24
8.1.3.	Diseccción de los peces pelágicos seleccionados.....	28
8.2	Caracterización de los microplásticos en los dos peces seleccionados	31
8.2.1.	Color del microplástico.....	31
8.3	Morfotipo de microplásticos	33
8.4.	Abundancia de microplástico según el tipo de polímero	35
8.5.	Tamaño del microplásticos (micras)	36
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
9.1.	Conclusiones.....	40
9.2.	Recomendaciones.....	42
	ANEXOS	50
	50
	52
	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista externa de <i>Auxis thazard</i> (Lacepede, 1800).....	13
Figura 2. Vista externa de <i>Scomber japonicus</i> (Hottuyn, 1872).	14
Figura 3. Ubicación de la zona de desembarque y recepción de muestras.....	16
Figura 5. Toma de medidas morfo métricas.....	50
Figura 6. Disección de los peces pelágicos seleccionados.	51
Figura 7. Preparación de la solución de Hidróxido de Sodio al 10% y materiales.	52
Figura 8. Digestión de los tractos gastrointestinales de las especies examinadas	53
Figura 9. Toma de muestra en el puerto pesquero.	54
Figura 10. Imágenes microscópicas de microplásticos encontrados en las especies de peces examinadas.....	55

INDICE DE TABLA

Tabla 1.	Características para la diferenciar del microplásticos.	18
Tabla 2.	Prueba de correlación de <i>A. thazard</i> época lluviosa.....	26
Tabla 3.	Prueba de correlación de <i>A. thazard</i> época seca.....	26
Tabla 4.	Información de los microplásticos por especies.....	39
Tabla 5.	Prueba de normalidad de <i>Auxis thazard</i> época lluviosa.....	56
Tabla 6.	Prueba de normalidad de <i>Auxis thazard</i> época seca.....	56
Tabla 7.	Prueba de normalidad de <i>Scomber japonicus</i> época lluviosa.	57
Tabla 8.	Prueba de normalidad de <i>Scomber japonicus</i> época seca.	57

1. INTRODUCCIÓN

Los primeros registros de producción de plástico, se remonta a 1284 en la empresa “The Horners Company” de Londres, donde fabricaban un plástico de origen natural, compuesto de una mezcla de cuero y carey (Plastics Europe, 2012). Posteriormente, se siguieron utilizando materiales naturales para generar este producto moldeable y práctico (Andrady y Neil, 2009), hasta que, en 1862, se creó, de la mano de Alexander Parkes, el primer plástico semi sintético de nitrato de celulosa, dando pie al plástico sintético, que actualmente conocemos (Plastics Europe, 2012).

Las partículas sintéticas resultantes de menos de 5 mm, que se acumulan en el medio ambiente, se definen comúnmente como microplásticos (Arthur y Baker, 2009), los cuales pueden ser primarios o secundarios. En el primer caso se refieren a las que se producen con ese tamaño como materia prima para la fabricación de productos, entre los que destacan los de cuidado personal como cremas, pastas de dientes, gel de ducha, etc. los cuales son arrastrados hacia el mar, por las aguas residuales que descargan en los ríos (Cole et al., 2011; Fendall y Sewell, 2009). Mientras que los secundarios se generan por la fragmentación del plástico, lo cual se produce por acciones tanto foto como termo oxidativas y, la acción mecánica sobre la basura plástica que se encuentra en el medio ambiente.

Según Auta, Emenike y Fauziah, (2017), mencionan que del 80 al 85% de los desechos que se encuentran en la columna de agua del océano son objetos que

se elaboraron a base de polímeros; el mal manejo, con respecto al almacenamiento de los plásticos, provoca que las ciudades costeras se vean afectadas por presencia de estos desechos sólidos (Maximenko, Hafner y Niiler, 2012). A su vez, se debe mencionar que los plásticos llegan a las vías fluviales que desembocan en el mar debido a que son arrojados directamente sobre ellos (Avio, Gorbi y Regoli, 2016).

Los microplásticos pueden actuar como vectores para transferir toxinas hacia los tejidos, por lo cual, la finalidad de este estudio pretende determinar la ocurrencia de microplástico en el tracto digestivo de *Scomber japonicus* y *Auxis thazard*, en el puerto pesquero de la ciudad de Manta, provincia de Manabí-Ecuador especies pelágicas de importancia comercial en Ecuador.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El plástico es uno de los mayores problemas del planeta tierra; se utilizan aproximadamente cada año 8 millones de toneladas de plástico estando presente en la mayoría de los materiales y objetos en la última década (Greenpeace, 2016).

Rojó y Montoto (2012), explican que el plástico en su mayoría es desechado al océano es aquí donde, debido a su tiempo se fragmenta en partículas más pequeñas inferiores a 5 mm convirtiéndose en microplásticos. En entornos marinos estos microplásticos se mantiene en la columna de agua en función de su densidad, otros descienden a los fondos marinos, sobre todo aquellos que están combinados con componente metálicos o simplemente cuando envejecen.

Los efectos negativos que el plástico presenta sobre los ecosistemas marinos y la consecuencia a diversas especies marinas, entre ellas la de los peces pelágicos pequeños, es que suelen confundirse con alimento e ingresar a su tracto digestivo, sea en forma directa o porque son ingeridos junto con organismos que viven en la columna de agua. Estas partículas producen en el animal una sensación de saciedad por lo que no vuelven a alimentarse o al mismo tiempo obstruyen el tracto digestivo que conduce a la mortalidad.

Al permanecer dentro del organismo, sea en sus branquias o en el tracto se genera un riesgo, sobre todo en el caso de especies consumibles para el ser humano; las partículas ingresan al tracto digestivo, pero al mismo tiempo son capaces de producir enfermedades en el mismo, debido a la adherencia de las

toxinas expulsadas por el microplástico hacia las paredes musculares de los peces y por ende en el ser humano.

En el puerto pesquero de la ciudad de Manta ha crecido exponencialmente la comercialización de los peces pelágicos pequeños entre ellos *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*, tanto para el consumo humano como para la elaboración de harinas, la selección de estas especies se debió a las características similares que poseen en cuanto a su dieta alimenticia, basada en organismos zooplanctónicos que por su color y tamaño pueden ser confundidos con partículas de microplásticos.

3. JUSTIFICACIÓN

Según Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2013) en su acuerdo con el Art. 13 de la Constitución de la República del Ecuador del 2008. “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes, nutritivos; y preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales”. También se basa al Eje 1 del Objetivo 3 del Plan Nacional del Buen Vivir al cual menciona dentro de las políticas; “Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones”.

De acuerdo con Cabrera (2018), si bien el plástico ha tenido gran beneficio para el humano, ya que reemplazó al vidrio, facilitó procesos de almacenamiento y transporte, también se creó aquel material de un solo uso y/o de difícil de degradación, debido a lo cual existe la preocupación del incremento del plástico en los entornos naturales conforme transcurre el tiempo. Sobre todo, en los diferentes ecosistemas marinos, sea en las zonas costeras o en áreas más profundas la contaminación por plástico en el océano afecta a los organismos que en ella viven. Se han reportado en diferentes investigaciones que una vez el microplásticos es ingerido he ingresa al tracto gastrointestinal, las sustancias químicas y sus componentes ingresan al sistema circulatorio de los organismos y otros órganos causando efectos nocivos debido a su alta toxicidad.

Se busca clasificar y cuantificar y los microplásticos por el tamaño y color, que se encuentren en el tracto gastrointestinal de las especies Botellita (*Auxis thazard*) y Macarela (*Scomber japonicus*) que llegan por captura al puerto pesquero de la ciudad de Manta. así mismo, conocer el nivel de ingesta de microplásticos por estas especies, de importancia comercial y alto consumo además de las consecuencias que puede atraer la aparición de estas partículas en ellos y como puede ser perjudicial para el ser humano.

Las especies seleccionadas para la realización de esta investigación poseen características similares en lo que respecta a su dieta, ya que se alimentan de organismos zooplantónicos que por su tamaño y colores pueden ser confundidos con los fragmentos de plástico, es decir los microplásticos (Bouchon et al., 2010; Valeria y Abad, 2006; Hernández y Ortega, 2000). Además, que estas especies forman parte de la actividad económica pesquera del Ecuador, esta es consumida en forma directa en mercados locales, pero también son empleadas en la elaboración de harina de pescado, y se utiliza como suplemento en dietas de animales en la acuicultura y domésticos en general (González et al., 2006).

Este proyecto permitirá saber la cantidad de microplásticos en las branquias y tracto digestivo de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus* la información facilitara a futura investigadores con la recolección de datos sobre la cantidad de microplásticos que se pude encontrar en estas especies en los meses en el que se realizó la recolección de muestras.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar la presencia de microplástico en las branquias y en el tracto digestivo de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*, en el puerto pesquero de la ciudad de Manta, provincia de Manabí-Ecuador.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar la presencia y concentración de microplásticos por mes retenido en las branquias y en el tracto digestivo de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*.
- Identificar los tipos de microplásticos retenidos en las branquias y en el tracto digestivo de *Auxis thazard*, *Scomber japonicus*, en función de sus características física y densidad.
- Categorizar los microplásticos de acuerdo con el tipo de polímero por medio de prueba de densidad.

5 HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alternativa (H1):

No existe presencia de microplásticos en el tracto digestivo y branquia de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*.

5.2 Hipótesis nula (Ho):

Existe presencia de microplásticos en el tracto digestivo y branquia de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*.

6 MARCO TEÓRICO

6.2 Microplástico

Andrady (2011), menciona que se han encontrado microplásticos (plástico fragmentado en cantidades microscópicas), los cuales están presentes en los ambientes marino a nivel mundial. Por otra parte, Van et al (2013), indica que los microplásticos no superan un tamaño promedio de 5 mm, resultado de la degradación de plásticos de mayor tamaño. Así mismo, determinaron que la presencia de estos en los cuerpos de las especies marinas y los sedimentos, es debido a la excesiva acumulación de los mismos a lo largo de los años en los ecosistemas marinos.

Por otra parte, se dice que la existencia de los microplásticos son parte de una composición de productos industriales por lo cual se les nombra microplásticos primarios. Por otro lado, se consideran microplásticos secundarios principalmente a la fragmentación de los macroplásticos (Christoph, Muñoz, Hernández y Ventura, 2016).

6.1.2 Clasificación de los microplásticos

Estos poseen una variada clasificación, variando desde pellets, plásticos espumados, fragmentos y por último en fibras que derivan de las artes de pesca que existen; sin embargo, para su correcta clasificación también se toma en cuenta otros aspectos como, el tipo de polímero usado para su fabricación, el color y la forma de este (Hidalgo et al., 2012). El tipo de polímero es el factor de clasificación de los microplásticos ya que permiten conocer que producto u

objeto se usó para su fabricación. Entre los principales polímeros tenemos el PET (Tereftalato de Polietileno), HDPE (Polietileno de alta densidad), LDPE (Polietileno de baja densidad), PP (Polipropileno), PD (Poliestireno) y PVC (Cloruro de Vinilo) (Fries et al., 2013).

6.1.3 Microplásticos primarios

Cole et al. (2011), afirman que en la actualidad la industria incluye microplásticos en diferentes productos como limpiadores faciales, algunos cosméticos e incluso en medios de granallado. Estos microplásticos se los conoce como “microplásticos primarios” y pueden llegar a medir de 2 a 5 mm de diámetro.

6.1.4 Microplásticos secundarios

Los microplásticos secundarios derivan de la descomposición de plásticos de mayor tamaño, es decir, son productos resultantes por acción de varios procesos que hacen que los plásticos se fragmenten, reduciendo su integridad estructural (Cole et. al, 2011).

6.2 Efectos en la salud

A pesar de que los microplásticos producen efectos adversos, aún no se confirma si estos afectan a la salud humana, poniendo énfasis en el desarrollo de estudios y debates. Así mismo, no existe evidencia suficiente que demuestre que los microplásticos presentes en el cuerpo de los organismos acuáticos

terminen en el organismo humano causando efectos biológicos (Sarria y Gallo, 2016).

6.3 Consecuencias de la ingesta de microplásticos

Cuando los microplásticos ingresan al cuerpo de los peces, obstruyen el tracto digestivo, reducen las reservas de energía y retrasan la condición de madurez sexual (Xiong et al., 2018). A su vez, Gallo et al. (2018), dan a conocer que los microplásticos causan acumulación de contaminantes orgánicos persistentes o COP, los cuales al ingresar al tracto digestivo no aportan nutricionalmente al pez acumulándose en los tejidos y biomagnificándose en la cadena trófica y causando alteraciones endócrinas.

Por otra parte, en un estudio elaborado por Guzzetti et al., (2018), enfatizan otro tipo de afectaciones como: inflamaciones y acumulación de lípidos en el hígado de los peces, de igual forma se observó aumento de enzimas antioxidantes como la catalasa y se visualizó signos de estrés hepático.

Según Cifuentes (2018) existen otros efectos producidos por el consumo de microplásticos: a) Afectan la movilidad del animal alterando su comportamiento; b) Afectan la morfología obstaculizando la formación de los depósitos de grasa, obstrucción intestinal, alteran los niveles hormonales, bloquean las vías respiratorias y producen obstrucción intestinal; c) Afectan los índices de reproducción; d) Alteran en el comportamiento, lo que se presenta en la movilidad del ser vivo; e) Alteran en la morfología, específicamente: obstrucción intestinal, obstaculización de la formación de depósitos de grasa, disminución

del estímulo de alimentación, alteración de los niveles hormonales y bloqueo de las vías respiratorias; f) Efectos en la reproducción marina.

6.4 Generalidades de *Auxis thazard*

6.4.1 Clasificación taxonómica

Reino: Animal

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Suborden: Scombroidei

Familia: Scombridae

Subfamilia: Scombrinae

Tribu: Thunnini

Género: *Auxis*

Especie: *Auxis thazard*

6.4.2 Biología de la especie

Llamado Botellita en Ecuador, la Melva (*Auxis thazard*), es un pez epipelágico de tipo nerítico el cual se alimenta de peces pelágicos pequeños teniendo como principales las anchovetas, cefalópodos y algunos crustáceos plantónicos como los copépodos y algunos eufásidos. Posee un cuerpo fusiforme con tonalidades dorsales azuladas y cabeza negra, además, su vientre es blanco teniendo como características distintivas 15 rayas onduladas de forma oblicuos y horizontales

que se encuentran sobre la línea lateral. Aletas pectorales cortas y aletas caudales horquilladas y profundas (Figura 1) (Valerías y Abad, 2006).



Figura 1. Vista externa de *Auxis thazard* (Lacepede, 1800).

Fuente: STRI, 2015

6.4.3 Distribución geográfica

Especie migratoria cuya distribución se establece desde el Golfo de México hasta Mar del Plata Argentina (Uchida, 1981). En Ecuador, se distribuye al Norte de la Puntilla de Santa Elena y alrededores de la Isla Puná e Isla Santa Clara (González et al., 2008).

6.5 Generalidades de *Scomber japonicus*

6.5.1. Clasificación taxonómica

Reino: Animal

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Neoptergii

Orden: Perciformes

Suborden: Scombridae

Familia: Scombridae

Subfamilia: Scombrinae

Tribu: Scombrinae

Género: *Scomber*

Especie: *Scomber japonicus*

6.5.2 Biología de la especie

La caballa del Pacífico (*Scomber japonicus*) es una especie de pez pelágica con ecología trófica, esto debido a que consume microorganismos zooplanctónicos tales como eufásidos, copépodos, larvas de crustáceos, huevos de peces, entre otros. Además, posee un cuerpo fusiforme con un color azulado. En lo que respecta a las características morfológicas externas, presenta bandas onduladas oscuras en el dorso y aletas dorsales separadas (Figura 2) (Hernández y Ortega, 2000; Perrota, 1993; Santos y Gonzales, 1992).

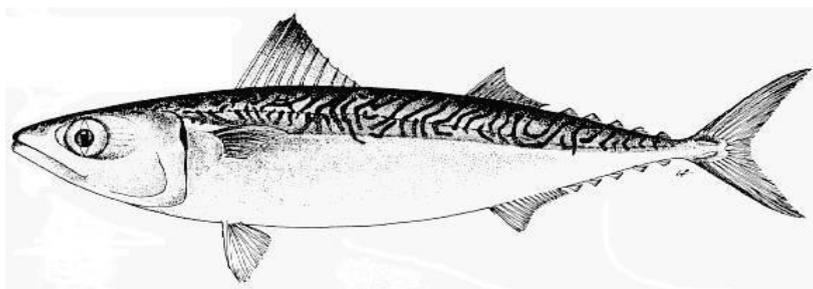


Figura 2. Vista externa de *Scomber japonicus* (Hottuyn, 1872).

Fuente: Universidad de Concepción, 2010

6.5.3 Distribución geográfica

Esta especie se considera como cosmopolita por lo que se la puede encontrar desde el Noroeste del Océano Pacífico hasta la Bahía de Banderas en Alaska y desde el Sureste del Pacífico desde Panamá a Chile (Schaefer, 1980). En el Ecuador *Scomber japonicus* se extrae desde la Puntilla de Santa Elena hasta los alrededores de las Islas Puná y Santa Clara (González et al., 2008).

6.5.4 Aspectos generales de las especies de estudio

Scomber japonicus y *Auxis thazard*, son empleadas para la elaboración de subproductos como harinas y conservas. La producción de harinas derivadas de estas tres especies emplea aproximadamente 111,440 t de 152,517 t de peces capturados anualmente, mientras que para conservas se utiliza 39.400 t. Así mismo, se estima que alrededor del 81,8 % de la producción es exportada a países como: China (55,3%), Japón (13,4%) y Colombia (13,1%), generando USD 380 millones (Ormaza et al., 2018).

7 METODOLOGÍA

7.1. Área de estudio

Las muestras de los especímenes de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus* fueron recolectadas en el puerto pesquero de la ciudad de Manta en la zona del muelle de desembarque con coordenadas 0°56'27"S 80°43'43"O (Figura 3), las mismas que fueron trasladadas en una hielera a temperatura de 10° C al laboratorio de la empresa Mesilarvas (Manta – Ecuador) para después ser analizadas.

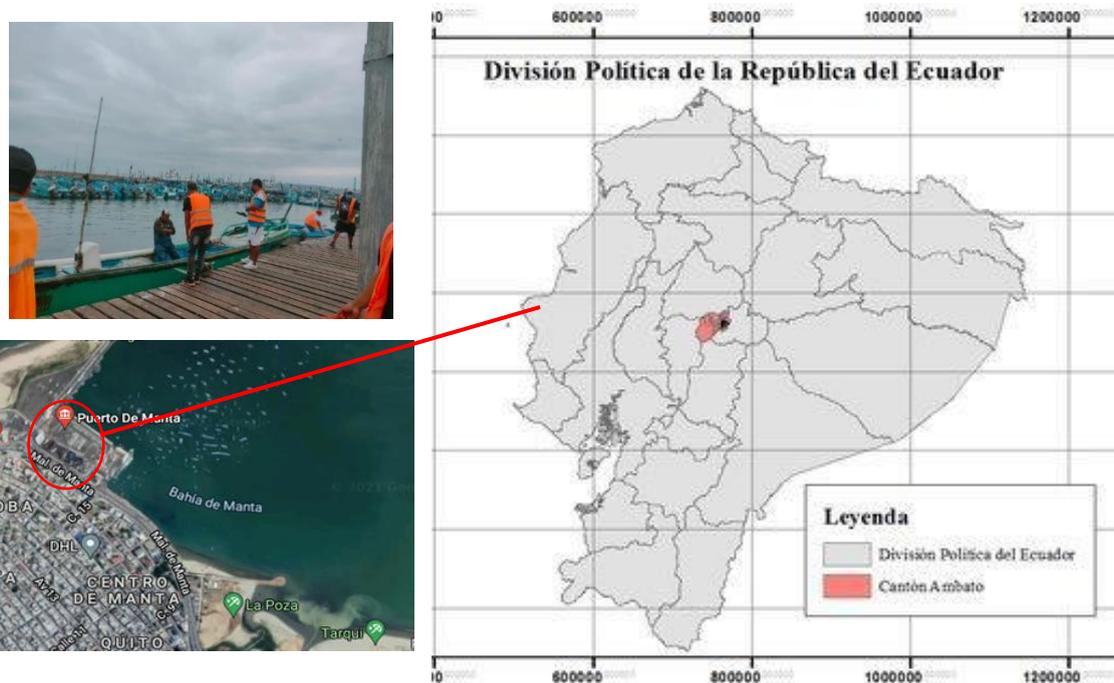


Figura 3. Ubicación de la zona de desembarque y recepción de muestras.

Fuente: Google Earth (2021).

7.2. Diseño experimental

Para el estudio se recolectaron un total de 100 organismos, divididos en 50 individuos para *Auxis thazard* y 50 para *Scomber japonicus*, colectándose 5 individuos por cada mes desde octubre del 2021 hasta enero 2022 y 10 individuos por cada mes desde mayo 2022 hasta julio 2022.

7.3. Colecta de muestras

Las muestras de los especímenes de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus* fueron adquiridas en el puerto pesquero de la ciudad de Manta en horas de la mañana cuando la pesca llegaba a puerto con el fin de tener muestras frescas y cerca del área de pesca para luego transportarlas en una hielera hasta el sitio de análisis.

7.4. Análisis biométrico

Se llevó el control y registro de peso y longitud de los individuos según lo recomendado por Sánchez et al. (2011). Romeo et al. (2015) y Ory et al. (2018), dónde se usó una balanza SF-400 para los pesos, mientras que para las medidas de longitud que incluyeron: la longitud total (LT), la cual es el largo del pez desde la punta de la boca hasta el lóbulo más largo de la aleta caudal y la longitud de horquilla (LH), la cual se registra midiendo desde la boca hasta los rayos medios de la aleta caudal, se usó una cinta métrica con medidas en centímetros con una longitud total de 1 metro (Figura 4).

7.5. Disección de los peces seleccionado.

Después del procedimiento biométrico de los ejemplares recolectados se anotó una descripción breve morfológica según lo recomendado Markic et al., (2018). Seguido, y para llevar a cabo la disección, se usó la metodología propuesta por Gallardo et al (2016), realizándose un corte desde el orificio anal hasta el mentón y con ayuda de una pinza sujetadora se extrae el tracto gastrointestinal. Para

después, agarrar desde la región anal y cortar la piel con una tijera, ayudándose del separador de órgano se deslizó hasta el mentón, luego con otra pinza sujetadora se apretó el esófago y se cortó los extremos del aparato digestivo para extraer todo el tracto con el debido cuidado de no romper otros órganos y así no contaminar la muestra (Figura 5).

En el caso de las branquias se realizó un corte desde el opérculo para su extracción y revisión en fresco de los microplásticos adheridos en ellas.

7.6 Caracterización de los microplásticos.

El tracto gastrointestinal de los ejemplares se mantuvo en una caja Petri a temperatura ambiente, posteriormente se extrajo los microplásticos visibles e identificados en el tracto (Tabla 1) (Sánchez, 2018).

Tabla 1. Características para la diferenciar del microplásticos.

Caracterización	Características de los microplásticos				
Color del microplásticos	Azul	Rojo	Amarillo	Gris	Negro
Morfotipo de microplásticos	Entero	Película	Fragmento	Fibra	Pellet
Tamaño del microplásticos	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5mm

7.6.1. Procedimiento de detección de microplásticos.

Para desintegrar la materia orgánica dentro del tracto digestivo se procedió a:

Las muestras del tracto digestivo se colocaron en cajas de Petri.

Se realizó la digestión de la muestra con 25 ml de Hidróxido de Sodio al 10% para los tractos gastrointestinales más pequeños y 200 ml, para los más grandes (Figura 6 y 7).

Más adelante, se mantuvo las muestras por 48 horas a temperatura ambiente en un lugar con poca luz, tapados para que la mismas no se contaminen.

Los elementos que no son microplásticos son retirados con pinzas previamente higienizadas.

7.6.2. Identificación de microplásticos por color

Para las características de color se utilizó el siguiente protocolo:

Las muestras se transfirieran a una placa de Petri de vidrio.

Se revisó al microscopio con agua destilada.

Se determinaron las formas y colores más comunes.

Se empleó las categorías descritas por Do Sul et al. (2014), quienes clasificaron los microplásticos en:

Fragmentos (partes microscópicas de un macroplástico),

Fibras (filamentos microscópicos derivados de ropa o artes de pescas),

Pellets (cilindros diminutos de resina virgen),

Gránulos (esferas microscópicas elaboradas con polietileno)

Microplásticos espumado (espuma de poliestireno)

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

En cuanto a los tamaños se consideraron rangos de acuerdo con las descripciones de Hidalgo et al. (2012) que fueron entre:

1mm a 2mm,

2mm a 3mm,

3mm a 4mm

4 mm a 5mm

7.6.3. Identificación del tipo de polímero mediante prueba de densidad

Con la aplicación de la prueba de densidad se pudo tener una mejor categorización con respecto al tipo de polímero que lo contiene, por lo que para identificarlo se usó etanol el cual es un líquido de densidad variables y agua destilada (Kolb y Kolb, 1991).

Los microplásticos fueron colocados en vaso de precipitación de vidrio de 10 ml, se agregó 5 ml de agua destilada y se determinó la flotabilidad el mismo procedimiento se usó para el etanol.

7.7. Análisis estadístico.

Los datos de tamaño y peso de los peces y la información numérica de los microplásticos que se obtuvieron fueron ingresados a una base de datos en Excel y mediante el uso de la aplicación de estadística cuantitativa se obtuvo los promedios y de las tallas y peso de los peces. Se realizó una correlación entre pesos y números de plásticos encontrados.

Con respecto al análisis de datos de los microplásticos que se extrajeron de los tractos gastrointestinales y branquias se determinó la cantidad que fue ingerida por especie, además de tendencias de consumo en base a las características físicas de las micropartículas. También, se realizó prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar si existe una distribución normal de los datos para el cálculo de correlación de datos entre pesos, longitud y números de microplásticos encontrados de los individuos, a su vez los datos siguen una distribución normal cuando $p > 0,05$ (Tabla 2, 3, 4 y 5).

7.7.1 Cuantificación de la cantidad de microplásticos en peces

La ecuación que se empleó para determinar la tasa de ingestión de microplásticos (IR) en los organismos es la descrita por Zhao et al., (2019) que hace relación al número de microplásticos, el número de peces y el número de peces que contienen microplásticos:

FishN=

- **FishMN *Auxis thazard* =**

- **FishMN *Scomber japonicus* =**

$$I_{MP} = \frac{F_{MP} \cdot S_{MP}}{F_{SMP}} \cdot [MP]$$

MPsN= El número de MPs.

FishN= El número total de peces.

FishMN= El número de peces que contienen MPs.

8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El estudio se realizó en un total de 7 meses dividido en dos periodos entre octubre a enero del 2022 y mayo a julio, se diseccionó 100 organismos del cual 50 eran de *Auxis thazard* y 50 de *Scomber japonicus* en total se extrajeron 25 microplásticos de las 100 muestras. También, se observó otro órgano la muestras como las branquias en la cual en ninguna de las 100 muestras examinadas no se encontró microplásticos adherido.

8.1. Presencia y concentración de microplásticos en *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*.

8.1.1. Abundancia de microplásticos por mes.

En el estudio realizado para la presencia de microplásticos en *Auxis thazard* y *Scomber japonicus* se registra que todos los meses muestreados se presentó microplásticos en el tracto digestivo, sin embargo, se observó que el mes con mayor número de microplásticos extraídos fue en noviembre con 4 partículas, mientras que octubre y diciembre registraron 1 sólo valor respectivamente. Para los meses con mayor incidencia de microplásticos fueron mayo y junio con 6 piezas en cada mes.

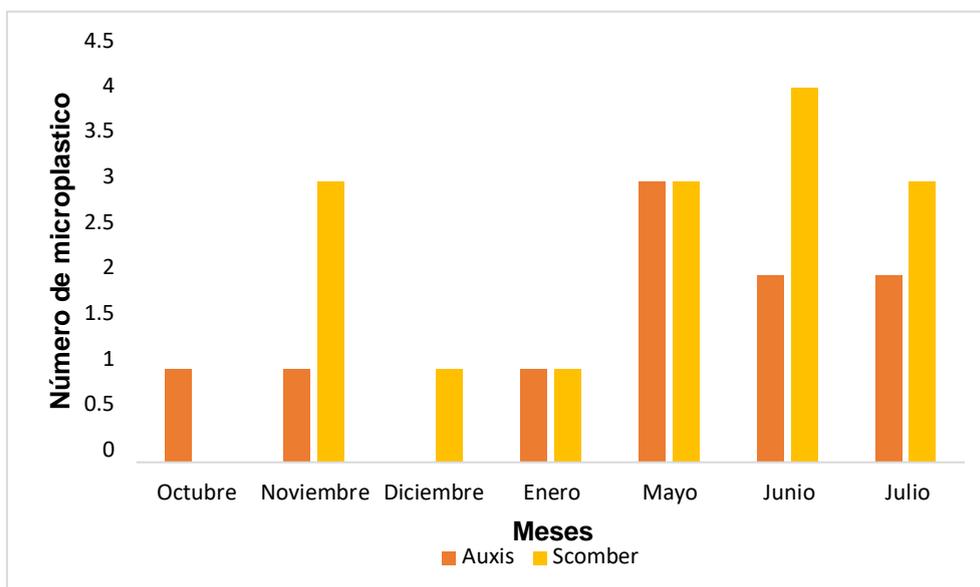


Figura 8. Número de microplásticos encontrados por mes en *Auxis thazard* y *Scomber*.

A pesar, de que no se observó ningún tipo de microplástico en los individuos muestreados, existen muchas otras especies como moluscos bivalvos y peces capturados en aguas ecuatorianas que sí registran la presencia de plásticos y microplásticos en su contenido estomacal. Montenegro (2021), indica que las especies *Coryphaena hippurus*, *Katsuwonus pelamis* y *Sarda orientalis* presentaban trozos de tapas plásticas, plástico y fundas en el tracto digestivo de los peces recolectados en el puerto pesquero de Santa Elena.

8.1.2 Abundancia de microplástico por especie.

Para la especie *A. thazard* se registraron 10 microplásticos que corresponden al 30% de microplástico en el tracto digestivo y a su vez no presentó polímeros en las branquias a diferencia, de *S. japonicus* con 15 microplásticos correspondientes al 75% del total de lo muestreado en el tracto digestivo (Figura 9).

No obstante, varios estudios confirman que otras especies de peces de consumo han presentado porcentajes similares o mayores a los registrados para *Auxis*

thazard y *Scomber japonicus*. En el Ecuador, estas especies son comerciales y de consumo local en varias caletas pesqueras de la costa y con venta en otras provincias. Además, Iannacome, Príncipe, Minaya, Panduro, Carhuapoma y Alvariño (2021), reportaron la presencia de microplásticos en especies comerciales de Perú como: *Sciaena deliciosa*, *Isacia conceptionis*, *Scartichthys gigas*, *Mugil cephalus* y *Scomber japonicus* en el contenido estomacal y las branquias de estos peces.

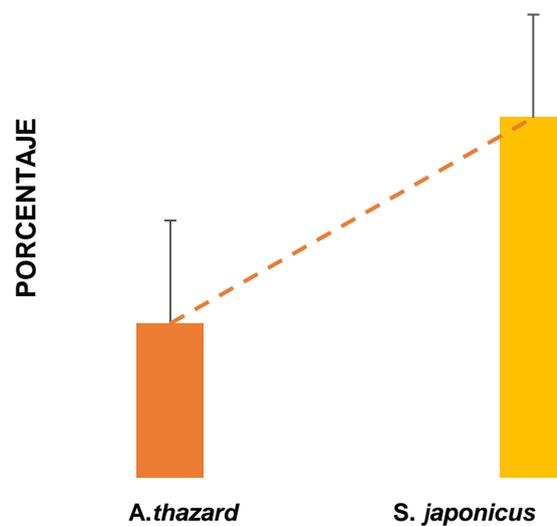


Figura 9. Porcentaje de microplástico hallado en *A. thazard* y *S. japonicus*.

Auxis thazard estadísticamente presentó el valor P como nula para la época lluviosa de talla en relación con microplásticos (Tabla 6), es decir que los microplásticos no están afectando al organismo y estos podrían resultar positivos ya que el microplástico no está infiriendo en su crecimiento ni en su peso, a diferencia de la época seca el valor de P muestra significancia (123) en talla en relación con el microplástico estudiado, es decir que la ingesta está afectando de alguna manera al organismo en su crecimiento y peso (Tabla 7) (Figura 10).

Tabla 1. Prueba de correlación de *A. thazard* meses de octubre a

Tabla 5. Correlación talla-peso-microplásticos de *A. Thazar*

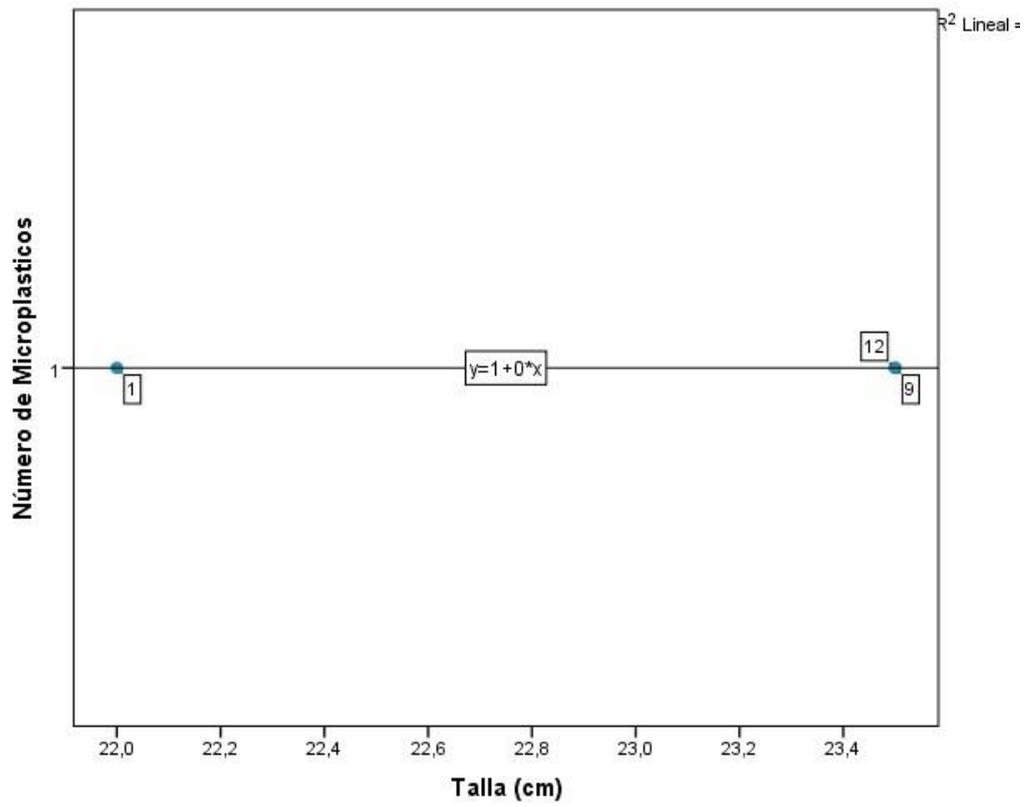
		Correlaciones		
		Talla <i>A.thazar</i>	Peso <i>A.thazar</i>	Microplasticos en <i>A.thazar</i>
Talla <i>A.thazar</i>	Correlación de Pearson	1	,817**	-,208
	Sig. (bilateral)		,000	,379
	N	20	20	20
Peso <i>A.thazar</i>	Correlación de Pearson	,817**	1	-,050
	Sig. (bilateral)	,000		,833
	N	20	20	20
Microplasticos en <i>A.thazar</i>	Correlación de Pearson	-,208	-,050	1
	Sig. (bilateral)	,379	,833	
	N	20	20	20

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

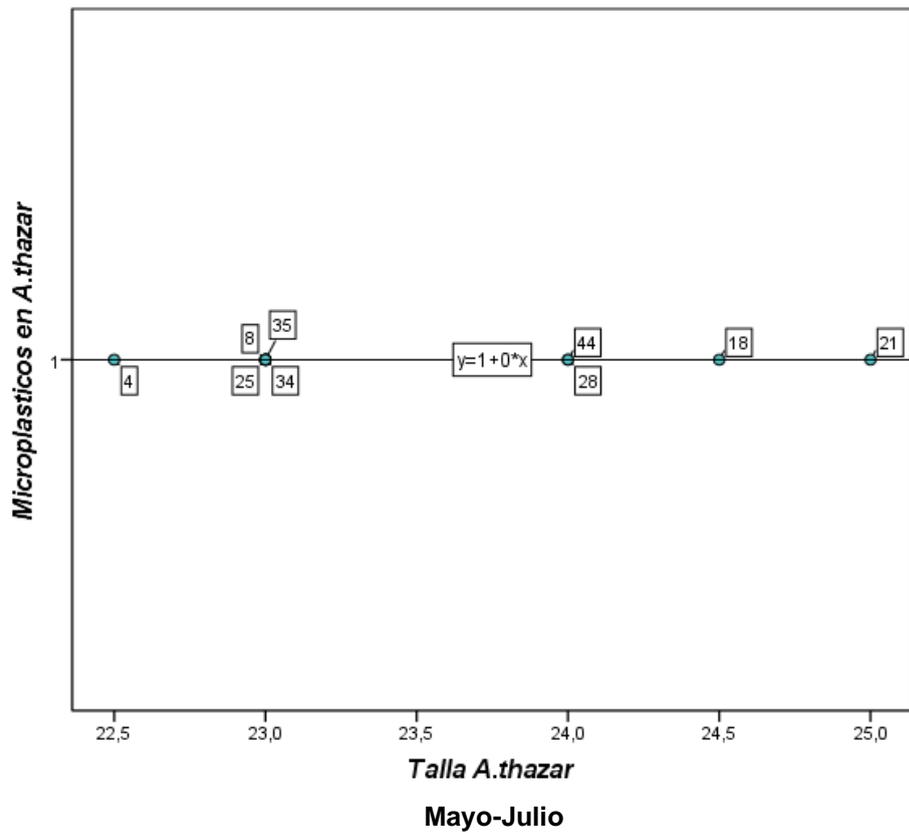
Tabla 2. Prueba de correlación de *A. thazard* meses de mayo a julio.

		Correlaciones			
Rho de Spearman	Talla <i>A.thazar</i>	Coeficiente de correlación	1,000	,773**	,123
		Sig. (bilateral)	.	,000	,393
		N	50	50	50
Peso <i>A.thazar</i>		Coeficiente de correlación	,773**	1,000	,254
		Sig. (bilateral)	,000	.	,075
		N	50	50	50
Microplásticos en <i>A.thazar</i>		Coeficiente de correlación	,123	,254	1,000
		Sig. (bilateral)	,393	,075	.
		N	50	50	50

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).



Octubre-Enero



Mayo-Julio

Figura 10. Número de microplásticos encontrados en el tracto digestivo de *A. thazar*.

8.1.3. Disección de los peces pelágicos seleccionados

Se presentó para *Auxis thazard* un peso promedio de $135,25 \pm 23,66$ gramos, a diferencia de *Scomber japonicus* que se registró un peso promedio mayor al anterior de $143 \pm 26,6$ gramos. Por otro lado, *Auxis thazard* presentó valores promedios en talla, los cuales se repitieron en todos los meses ($23,6 \pm \text{cms}$), lo mismo se registró en *Scomber japonicus* ($26,6 \pm \text{cms}$) donde su valor promedio en talla se presentó sin ningún cambio significativo. *Scomber japonicus* resultó con los mayores promedios en cuanto a talla (Figura 11).

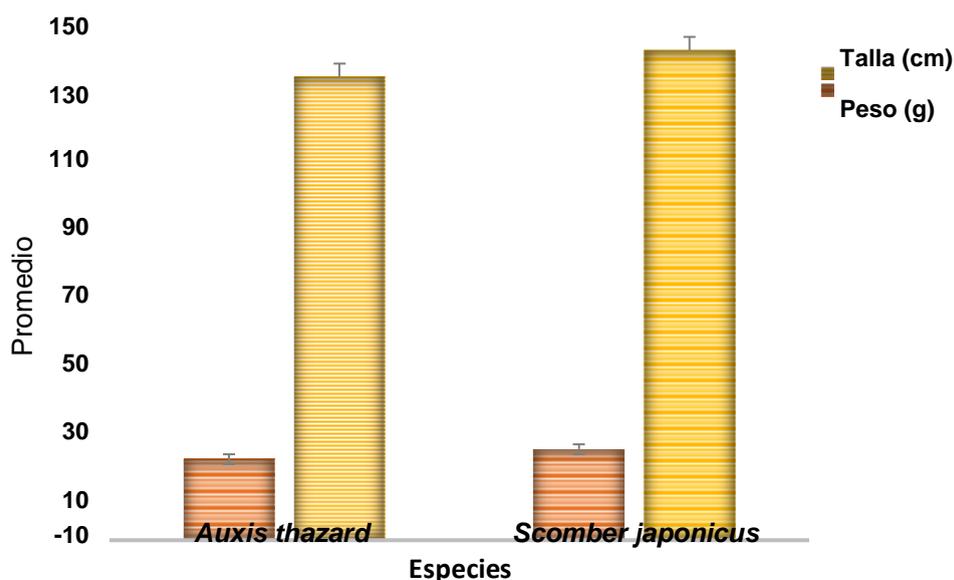
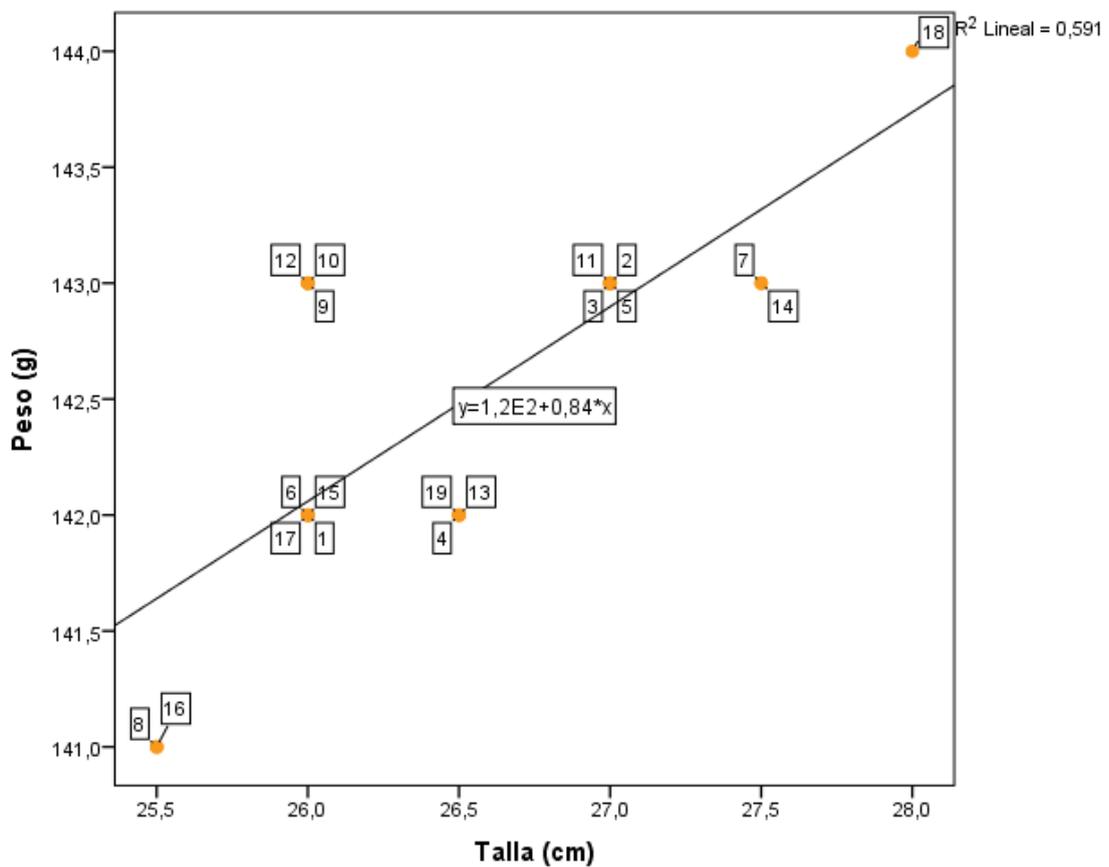


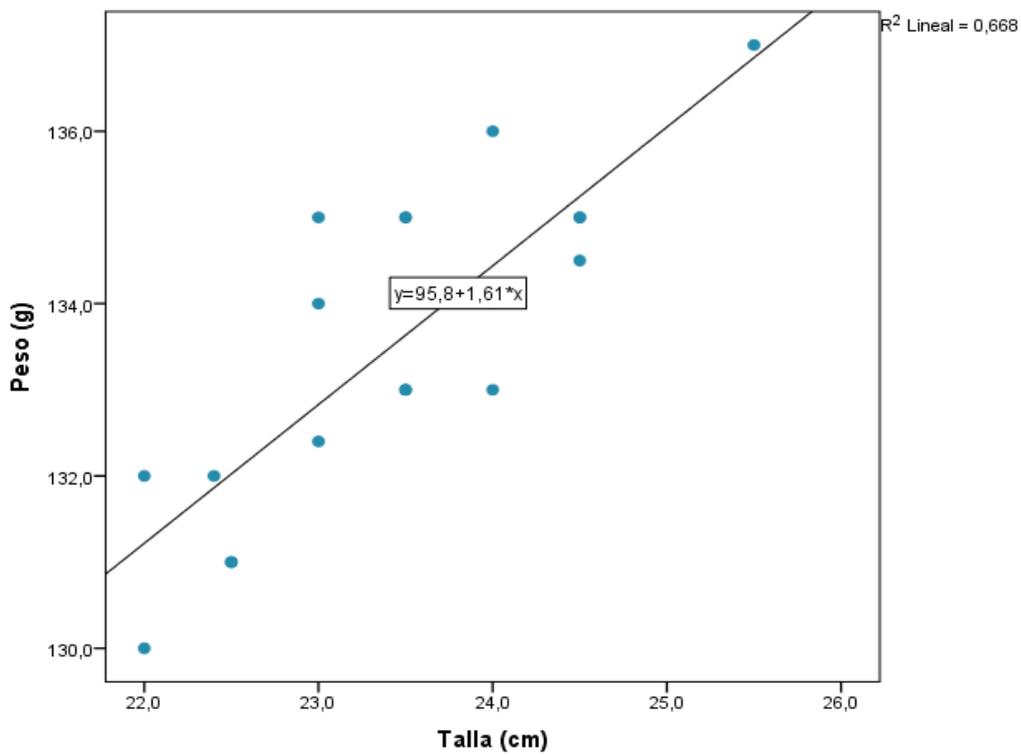
Figura 11. Promedio de peso y longitud de los especímenes *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*.

Para las tallas presentó un promedio $23,55 \pm 1,0606$ cm para LT y $21,80 \pm 0,8366$ en las longitudes estándar. Considerando que no existe la relación entre la ingesta de plástico con el peso o tamaño de la especie, ya que los valores son nulos.

En el gráfico 12 se observa que el coeficiente de correlación de Person para *A. thazard* fue de $R = 0,668$, en cambio para *S. japonicus* se presentó el valor de $R = 0,591$. Así mismo, se observa que existe una relación lineal viable entre las variables longitud-peso durante los meses de Octubre- Enero de las dos especies, lo que demuestra a su vez que existe una relación positiva, es decir, que a medida que una variable aumenta la otra también incrementa por la relación positiva que existe.



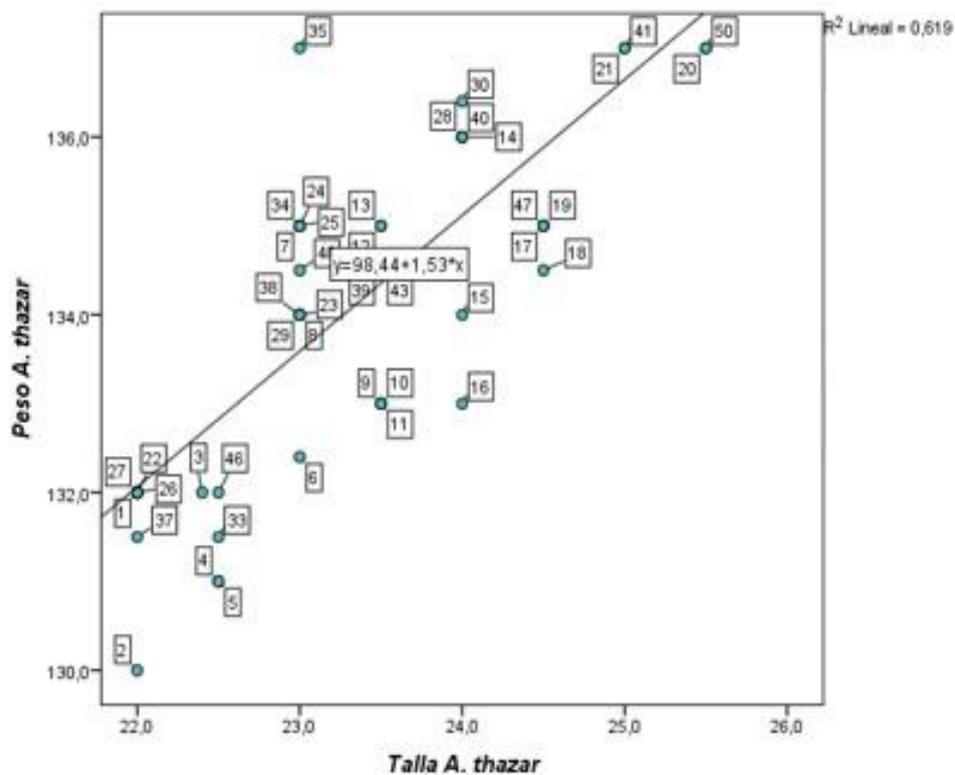
Auxis thazard



Scomber japonicus

Figura 12. Relación talla-peso de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*, desviación meses de octubre-enero.

En la figura 13 se observa que el coeficiente de correlación de Person para *A. thazard* fue de $R = 0,619$, y en *S. japonicus* fue de $R = 0,717$, permitiendo observar una relación lineal viable entre las variables longitud-peso de las dos especies, esto quiere decir que existe una relación positiva en meses de mayo-julio.



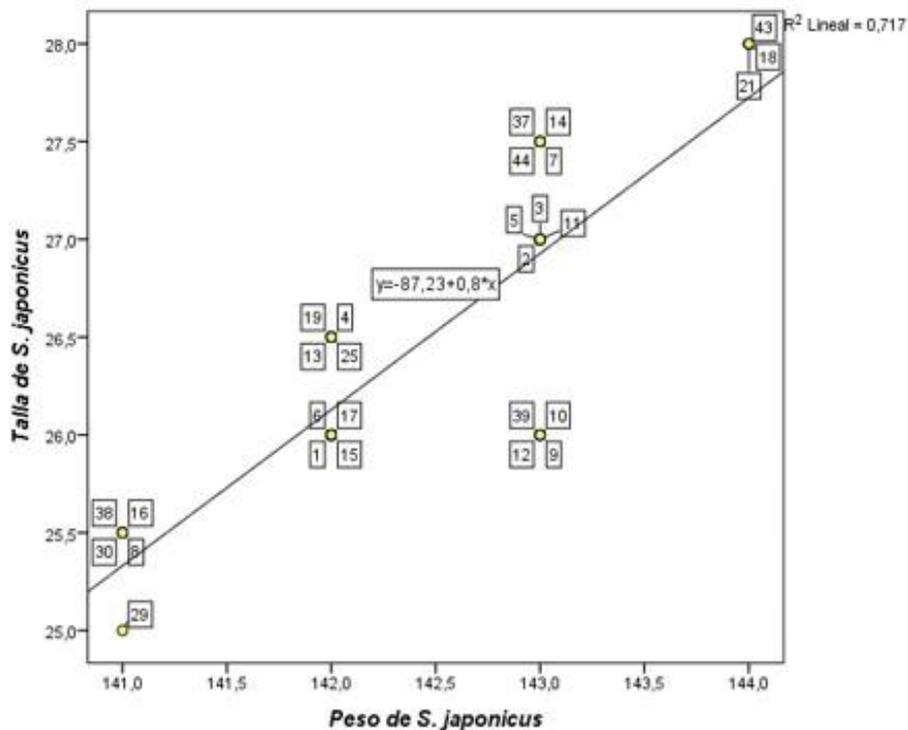


Figura 13. Relación talla-peso de *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*, desviación meses de mayo-julio.

8.2 Caracterización de los microplásticos en los dos peces seleccionados

Se determinaron las partículas de microplásticos en referencia a sus características morfológicas y tamaño.

8.2.1. Color del microplástico

La variable usada para la identificación de los microplásticos en los peces fue los colores, en las especies investigadas se encontró en su tracto digestivos polímeros de color azul, negro, amarillo y transparente, en las dos especies de estudio.

En la caracterización a través de colores para la identificación de microplásticos se presentó que *A. thazard* y *S. japonicus* los polímeros de color azul con el 60% y el color negro con el 10%, amarillo 20% y transparente en 10% del total de microplásticos encontrado para estas especies durante el desarrollo del estudio.

Según Domínguez, G (2020), el 4.07% de los peces que analizaron presentó microplásticos; el color que más predominó fue el azul, esta tendencia de consumo por color estaría relacionada con los hábitos alimenticios de las especies evaluadas.

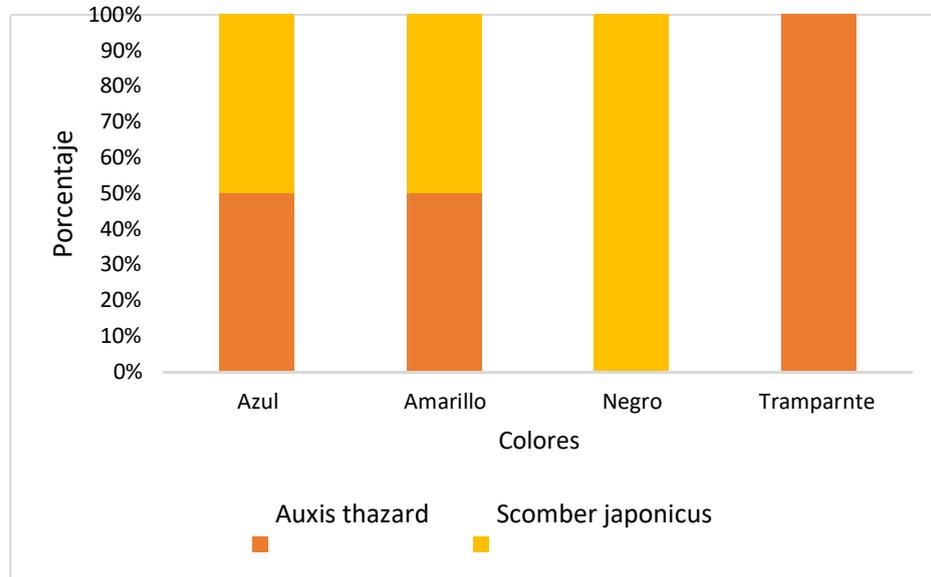


Figura 18. Colores de microplásticos de las especies examinadas *A. thazard* y *S. japonicus*.

Por lo consiguiente, según Rojo y Montoto (2017), publicaron que del total de basura plástica que se genera mundialmente, el 10% forma parte en la contaminación de los mares, donde se degradan y forman parte del alimento no digerible por la fauna y flora del ecosistema marino.

Adicional, dentro de algunos usos que dan los pescadores a los plásticos o subproductos es para la fabricación artesanal de boyas, jaulas o herramientas para la pesca; suelen usar también cajas o materiales fabricados con plásticos para el transporte o distribución de pescado y productos de la actividad pesquera. Estos productos utilizados se fragmentan por la acción de los factores climáticos ampliando la posibilidad de ser ingeridos por las especies que habitan en el mar.

Así mismo, Abidli et al. (2018), indicaron que los ambientes acuáticos pueden cambiar de tonalidad por la presencia de los polímeros usados en los microplásticos, además mencionan que al observar fibras transparentes se debe a las rupturas en líneas de pesca, mientras, que si se presenta una coloración resulta de la fragmentación o abrasión de los productos plásticos.

8.3 Morfotipo de microplásticos

Para los morfotipos de los polímeros identificados en los individuos de las especies *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*, del total de los 25 microplásticos extraídos 3 partículas de microplásticos fueron de fibra y 2 de película (Figura 19). Cabe mencionar, que los microplásticos que se usan en un amplio rango de productos se han ido fabricando con una gran variedad de tipos y formas en función de sus aplicaciones y por estudios se agruparon en dos tipos: fibra y película. Así por ejemplo las fibras pueden considerarse que provienen de las cuerdas y ropa que forma parte de la contaminación de desechos sólidos en los mares. En relación con, lo expuesto por García (2019), las fibras provienen de la degradación de desechos sólidos como cabos, piolas y sacos utilizado por los pescadores y turistas en las playas.



Figura 19. Microplásticos encontrados en las especies estudiadas y vistos al microscopio

La aparición de estos polímeros en el tracto digestivo es consecuencia de la contaminación por la cantidad de plástico que llega al mar y se fragmenta en partes más pequeñas, siendo así confundido con zooplancton que es el alimento de los peces investigados. Por otra parte, en *Scomber japonicus* se obtuvo 3 fibra y 2 película, *A. thazard* 1 fibra y 2 película, es decir que se obtuvo un total de 4 películas y 4 fibras en la época lluviosa, aunque para la época seca en *Scomber japonicus* se obtuvo 2 fibras y 8 películas, en cambio en *Auxis thazard* por su parte se observó 2 fibras y 5 película, con un total entre ambas especies de 8 fibras y 17 películas (Figura 20).

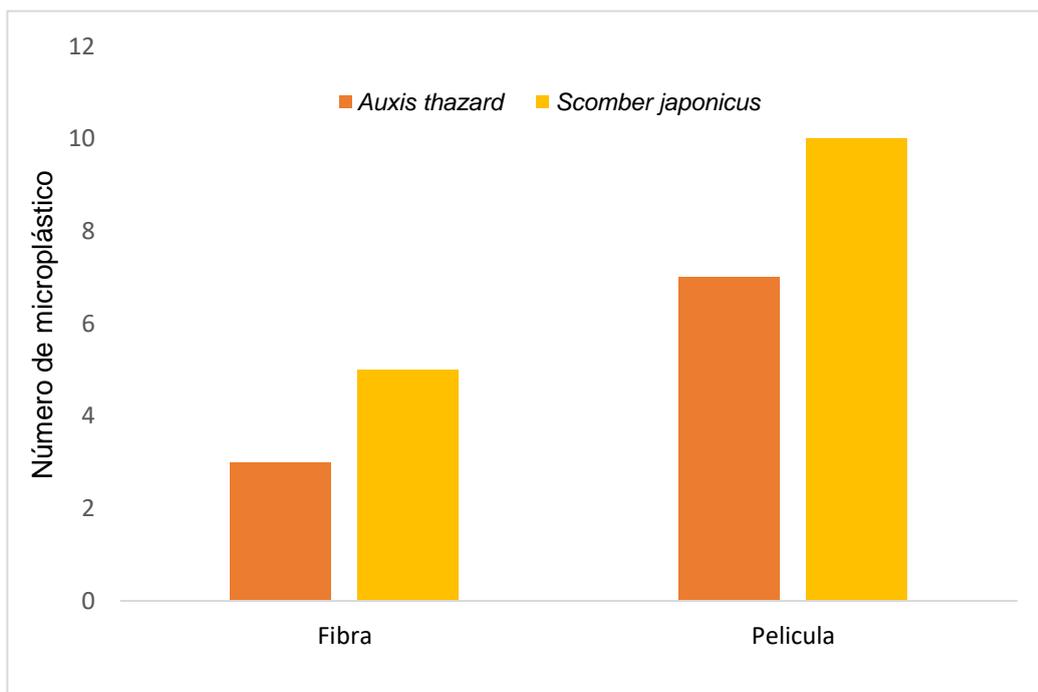


Figura 20. Número de microplásticos según la forma, ingeridos por las especies evaluadas.

Según la FAO (2017), entre los principales polímeros presentes en los microplásticos están el polietileno, poliéster, polivinilo, propileno esto como resultado de la fabricación de plástico a nivel mundial, es decir, es muy diversa

la cantidad de plásticos que pueden llegar a los mares produciendo contaminación y a la vez que los peces lo consuman. De igual forma, Hastuti et al. (2019), indican que la forma y el tipo de microplástico se relaciona con la ingesta, afirmando que el comportamiento propio del pez y el tipo de alimentación que tiene, influye sobre el tipo de microplástico ingerido debido al parecido al alimento que suele comer.

8.4. Abundancia de microplástico según el tipo de polímero

La prueba de densidad permitió determinar que 22 de los 25 microplásticos extraídos fue LDPE, mientras que 3 de ellas de HDPE (Figura 21). *Auxis thazard* se encontró 1 microplástico elaborado con HDPE y 9 de LDPE, mientras que *Scomber japonicus* se registró 2 microplásticos de alta densidad HDPE y 13 de baja densidad LDPE, lo que quiere decir que el polímero más predominante en el mar son los LDPE a esto se debe que es el más abundante ingerido por los organismos.

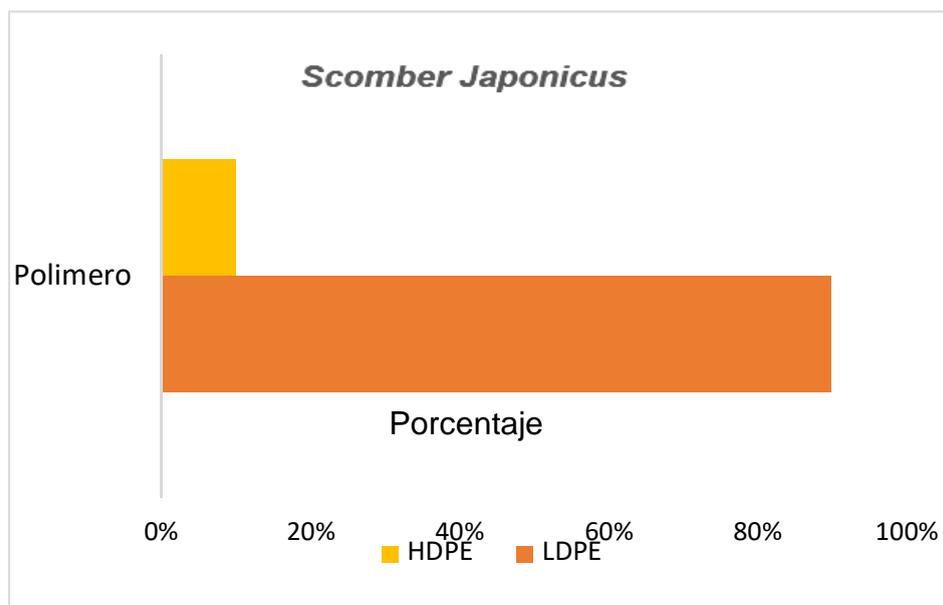


Figura 21. Porcentaje de microplásticos según el tipo de polímero en *Scomber Japonicus*.

Los porcentajes de ingestión muestran que la especie con más porcentaje de microplásticos fue *Scomber japonicus*, esto se debe que en noviembre el 2021 y junio del 2022 hubo mayor frecuencia de plástico en el espécimen este mes fue que mayor polímero se encontró debido a que en esta estación la contaminación marina por microplásticos fue mayor debido a que las corrientes arrastran más microplásticos al océano (Figura 22).

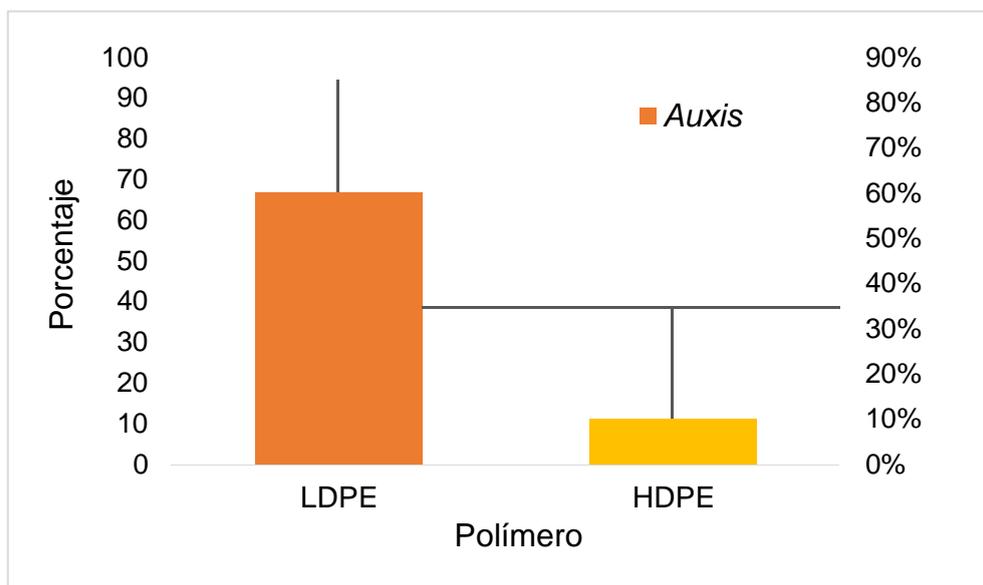


Figura 22. Porcentaje de microplásticos según el tipo de polímero en *Auxis thazard*.

8.5. Tamaño del microplásticos (micras)

Los microplásticos son partículas pequeñas y fibras de plástico, el diámetro es inferior a 5 milímetros. El tamaño del microplástico es un factor importante al momento de estudiarlos puesto que con esto se puede deducir que órganos podrían verse afectados. Según lo investigado por Rojo y Montoto (2017), dicha

medida está estipulada para aquellos plásticos con un tamaño inferior a los 5 mm. (Figura 23).

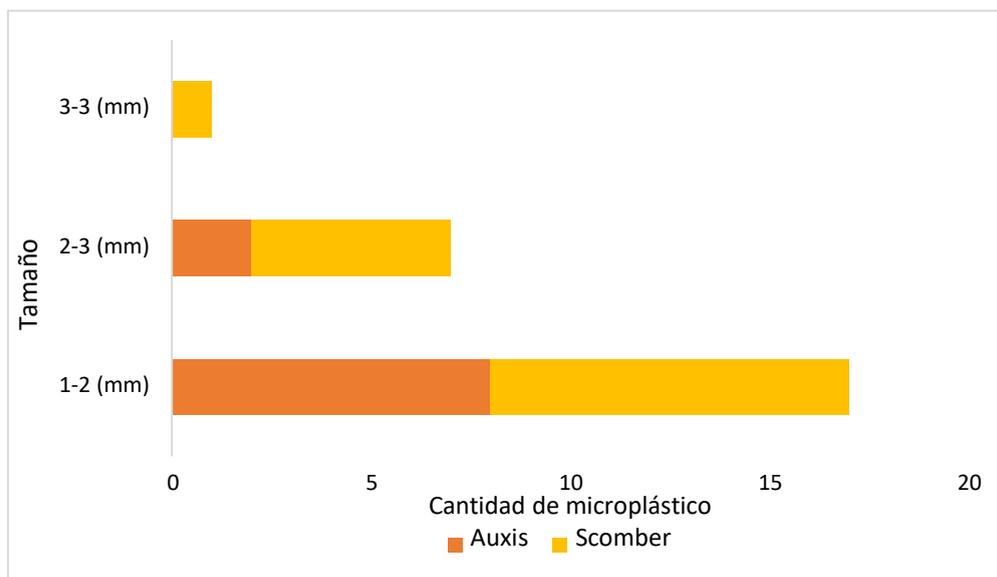


Figura 23. Tamaños de microplásticos en los objetos de estudio.

De tal modo, que para el estudio realizado para *Auxis Thazard* el tamaño del microplásticos más predominante fue 1 - 2 (mm), sin embargo, se encontró una muestra con tamaño de 3-4 (mm), *Scomber japonicus* el rango de 1-2 (mm), seguido del 2-3 (mm). Representando el tamaño de 1-2 (mm) con 9 muestras estos valores son los más altos registrados en el tracto digestivo de *Scomber Japonicus* y en *Auxis thazard* registro datos bajos en la ingesta de este polímero. Dominguez, G (2020), menciona que los tamaños de microplásticos más recurrentes fuerón de 1mm a 2mm.

Hastuti, Lumbanbatu y Wardiatno (2019), dan a conocer que las fracciones de plástico particuladas pueden ocasionar bloqueos en el tracto digestivo provocando a su vez hambre al pez y por consiguiente desnutrición llevándolo a la muerte. También, puede llegar a producir que algunos componentes químicos sufran una disolución llevándolo hacia otros órganos siendo perjudicial para el organismo, es por eso que el tamaño del microplásticos puede ocasionar mortalidad en los organismos.

Para *Auxis thazard* se obtuvo un porcentaje de 20% en relación con el tamaño de los microplásticos encontrados en esta especie no siendo muy alta; en el caso de *Scomber japonicus* el porcentaje de microplásticos de tamaño fue del 80% esto se debe a que en esta especie se encontró la mayor cantidad de microplásticos en rangos de 2-3 (mm) (Figura 24).

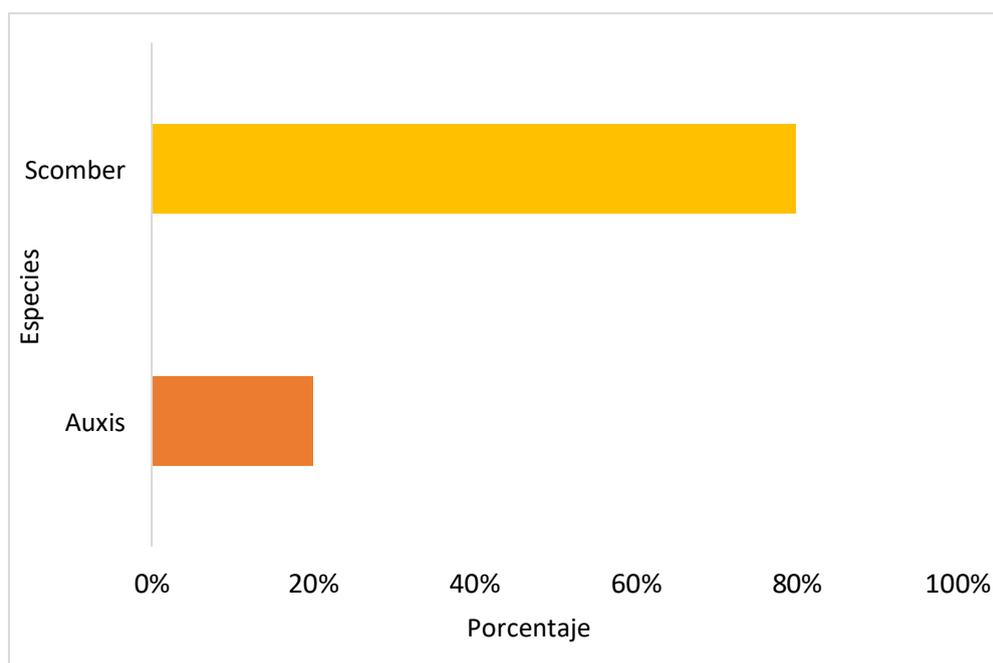


Figura 24. Porcentaje del Tamaños de microplásticos encontrados en los objetos de estudio ambas épocas.

De los 100 peces examinados, se encontró presencia de microplásticos en 24 de ellos en diferentes rangos. De igual modo, de 100 peces como muestra en la tabla 3, el 70% presento microplásticos en su tracto digestivo, el pez con mayor tamaño *Scomber japonicus*, es la más contaminada, aunque son partículas inferiores a 5 mm, es un motivo de preocupación, cada día crece de manera exponencial y daño corrosivo, contribuye a efectos negativos y generando impacto a nivel poblacional.

Tabla 3. Información de los microplásticos por especies

Nombre Común	Nombre Científico	Tamaño de la muestra	Número de peces con MPS	Rango de concentración de MPS por individuo	Tasa de ingestión de MPS (IR)
*Macarela	<i>Auxis Thazard</i>	50	10	0-10	30%
*Caballa	<i>Scomber Japonicus</i>	50	15	0-15	70%

Los peces consumen los microplásticos por lo que se acumulan en el tracto digestivo llegando así a los humanos a través de la cadena alimenticia a pesar de que no se conoce con exactitud los efectos en la salud humana, pero se menciona que podrían tener algunas sustancias químicas o aditivos tóxicos que llegarían a perjudicar el bienestar y salud humana (Parlamento Europeo, 2018).

Los datos obtenidos en esta investigación apesar de ser muy poco no deja de ser alarmante ya que los organismos contaminados, el tamaño de las partículas de microscopio es inferior al estipulado como margen de microplásticos, esto indica que la corrosión de los microplásticos avanza cada vez más rápido y es así como los peces son susceptible al ingerir como alimento confundiéndolo como su presa, dando así problemas residuales dentro de la escala alimenticia y al medio ambiente.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

- Se encontró microplástico en el tracto digestivo de ambos organismos en cantidades no tan altas, pero relevantes siendo la especie *Scomber japonicus* la de mayor ingesta de partículas de microplásticos en la época seca y lluviosa.
- El polímero con mayor frecuencia fue LDPE, seguido de HDPE, estos son usados a consumo masivo por el bajo costo; la abundancia del LDPE en el ambiente pelágico se debe a que la baja densidad de este polímero hace que este prevalezca en las aguas superficiales por más tiempo y termine siendo ingerido por el pez.
- El color del microplásticos que tuvo mayor frecuencia fue el azul esto estaría relacionado con los hábitos alimenticios de las dos especies analizadas, ya que, el microplásticos azul es similar a los copépodos que forman parte de la dieta de las dos especies, en los gráficos de tamaño del microplásticos se denota que los tamaños son semejantes a los organismos zooplanctónicos ingeridos por los individuos, así mismo estos organismo habitan cerca de la superficie del mar donde los microplásticos con flotabilidad positiva se encuentran con mayor frecuencia.

- Se pudo determinar varios microplásticos, donde el que dominaba era el color azul con un 40% y negro en un 20%; los morfotipos encontrados fueron fibra 50% y película en un 50%; en cuanto al tamaño de las partículas principalmente 1-2 (mm) un 40%, 2-3 (mm) un 30% y de 2-4 (mm) un 10% respectivamente.
- Esta investigación muestra la ingestión de microplásticos en los peces pelágicos pequeños, sin embargo, el bajo número de microplásticos que se encontró en el tracto digestivo no evidenció efectos adversos, pero la prevalencia en tiempo y frecuencia de la ingestión podría ocasionar obstrucción del tracto, haciendo que el organismo no se alimente y por lo consiguiente se reduzca las reservas energéticas y alteraciones endocrinas, ocasionando la muerte del organismo.

9.2 Recomendaciones

Para la digestión de la materia orgánica de las muestras, metodologías ya planteadas emplean una base de hidróxido de potasio (KOH) al 10% método estandarizado, pero en Ecuador es un reactivo que no es comercializado y difícil de conseguir por lo cual se recomienda emplear hidróxido de sodio (NaOH) al 10% para la digestión química ya que realiza el mismo proceso de degradación de la materia orgánica, y no deteriora las muestras de microplásticos siendo un sustituto confiable para emplearse en estos estudios.

Se recomienda a los entes reguladores gubernamentales que realicen evaluaciones continuas de especies marítimas para así tener más información y conocimiento sobre la posible incidencia de los microplásticos para la salud humana, esto fortalecerá los vínculos entre las instituciones e incentivara la implementación de proyectos que ayuden al cuidado del medio ambiente.

Se recomienda que en futuras investigaciones aumentar el número de meses y de muestras a analizar para así obtener más datos sobre la presencia de microplásticos en peces, de la misma manera continuar con el enfoque del estudio la extracción del microplásticos en el tracto digestivo y branquias de *Scomber japonicus* y *Auxis thazard* registró una mayor ingesta de estos residuos.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrady, A. (2011). Microplastics in marine environment. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1596-1605.
- Andrady, A.L. & Neal, M.A., 2009. Applications and societal benefits of plastic. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 364, 1977-1984.
- Arthur c. Baker, J, (2009) workshop on the occurrence effects and fate of microplastic marine debris.
- Abidli, s, Antunes, J, Ferrerira, Lahbib, Y, Sobral, P, Y Trigui el menif, N. (2018). Microplastics in sediments from the litoral zone of the north tunisian coast (Mediterranean Sea). *Estuarine coastal and shelf science*, 205. 1-9. DOI:10.1016/J.ECSS.2018.03.006.
- Auta, H., Emenike, C. & Fauziah, S. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects and potential solutions. *Environment international*, 102, 165-176.
- Avio, C., Gorbi, S. & Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine environmental research*, 128, 2-11.
- Bouchon, M., Ayón, P., Mori, J., Peña, C., Espinoza, P., Hurchings, L., Butron, B., Perea, A., Goicochea, C. & Messie, M. (2010). Biología de la anchoventa peruana, *Engraulis ringens*. Instituto Del Mar Perú. 25, 1-9.

- Cabrera, D. (2018). Determinación de la presencia de microplásticos en playas de Tenerife. (Tesis de Grado). Universidad de Latacunga, Latacunga, Ecuador.
- Cifuentes, C. (2018). Análisis de la exposición de microplástico en *Lumbricus terrestris*. Ing. Ambiental. Universidad de Concepción.
- Christoph, R., Muñoz, R., Hernández, Á y Ventura, J. (2016). Aspectos Nano de los desechos plástico. Momento, Revista de Física, 1(51). 65-76.
- Cole, M. et al. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, Dec 2011. ISSN 0025- 326X.
- Domínguez, L., & Grisell, J. (2020). *Microplástico en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, provincia de Santa Elena-Ecuador*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2020.
- Do Sul, J., Costa, M. & Fillmann, G. (2014). Microplastics in the pelagic environment around oceanic islands of the Western Tropical Atlantic Ocean. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225(7), 2004.
- FAO (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture. Fisheries and Aquaculture Technical Paper 615.
- FENDALL, L. S.; SEWELL, M. A. Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin*, v. 58, n. 8, p. 1225- 1228, Aug 2009. ISSN 0025-326X.

- Fries, E., Dekiff, J., Willmeyer, J., Nuelle, M., Ebert, M. & Remy, D. (2013). Identification of polymer 63 types and additives in marine microplastics particles using pyrolysis GC/MS and scanning electron microscopy. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 15(10), 1949-1956.
- Gallo, F., Fossi, C., Santillo, D., Sousa, J., Ingram, I., Nadal, A. & Romano, D. (2018). Marine litter plastics and microplastics, and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measure. *Environmental Sciences Europe*, 30(1), 13.
- Gallardo, C., Ory, N., y Thiel, M. (2016). Curso de entrenamiento sobre microplásticos y proyectos piloto. Universidad Católica del Norte, Facultad Ciencias del Mar, Coquimbo, Chile.
- González, N., Prado, M., Castro, R., Solano, F., Jurado, V. & Peña, M. (2008). Análisis de la Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños en el Ecuador (1981-2007). Instituto Nacional de Pesca. Documento interno.
- González, N., Prado, M., Castro, R., Solano, F., Jurado, V. y Peña, M. (2006). Análisis de la pesquería de peces Pelágicos pequeños en el Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Ecuador.
- Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S. & Faggio, C. (2018). Microplastic in marine organism: environmental and toxicological effects. *Environmental toxicology and pharmacology*.
- Greenpeace. (2016). Plásticos en los océanos; Datos, Comparativas e impactos.

- Hastuti, A., Lumbanbatu, D., & Wardiatno, Y. (2019). The presence of microplastics in the digestive tract of commercial fishes off Pantai Indah Kapuk coast, Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(5).
- Hernández, J. y Ortega, A. (2000). Sinopsis de datos biológicos sobre la caballa (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782). Organización de alimentos y Agricultura.
- Hidalgo, V., Gutow, L., Thompson, R. & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental science & technology*, 46(6), 3060-3075.
- Kolb, K. & Kolb D. (1991). Method for separating or identifying. *Journal of Chemical Education*, 68(4), 348.
- Markic, A., Niemand, C., Bridson, J., Mazouni-Gaertner, N., Gaertner, J., Eriksen, M. & Bowen, M. (2018). Double trouble in the South Pacific subtropical gyre: Increased plastic ingestion by fish in the oceanic accumulation zone. *Marine pollution bulletin*, 136, 547-564.
- Maximenko, N., Hafner, J. & Niiler, P. (2012). Pathways of marine debris derived from trajectories of Lagrangian drifters. *Marine pollution bulletin*, 65(1-3), 51-62.
- Montenegro L. (2021). Desechos plásticos en el tracto digestivo de *Coryphaena hippurus*, *Sarda orientalis* y *Katsuwonus pelamis* comercializados en el Puerto Pesquero de Santa Rosa, Santa Elena, Ecuador.

- Omarza, F., Anastacio, J y Velasco, M. (2018). Análisis de causa raíz para la pesquería de pelágicos pequeños en Ecuador.
- Ory, N., Chagnon, C., Felix, F., Fernández, C., Ferreira, J., Gallardo, C., Ordóñez, O., Henostroza, A., Laaz, E., Mizraji, R., Mojica, H., Murillo, V., Ossa, 70 L., Preciado, M., Sobral, P., Urbina, M. & Thiel, M. (2018). Low prevalence of microplastics contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 127,211- 216.
- Parlamento Europeo. (2018). Microplásticos: causas, efectos y soluciones.
- Perrotta, R. (1993). Estudio biológico y pesquero de la caballa (*Scomber japonicus* HOUTTUYN, 1782). Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- PlasticsEurope, 2012. *Plastics e the Facts 2012: an Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste*.
- Romeo, T., Pietro, B., Peda, C., Consoli, P., Andaloro, F. & Fossi, M. (2015). First Evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 95(1), 358-361.
- Rojo, E. y Montoto, T. (2017). Basuras marinas plásticas: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global, [en línea]. *Ecologistas en Acción*.
- Sánchez, L. (2018). Evaluación de la presencia de microplásticos en peces comerciales, agua y sedimento del estuario de Tecolutla, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.

- Sánchez, N., Ouréns, R., Pan, M., Álvarez, I., Samba, I., Dione, L. & Freire, J. (2011). Desarrollo de una estrategia para la gestión sostenible y desarrollo comunitario de la pesquería artesanal de Yoff, Península de Cabo Verde, Senegal.
- Santos, M. y González, N. (1992). Situación actual y perspectivas del recurso macarela (*Scomber japonicus*) en Ecuador.
- Sarria, R y Gallo, J. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 8(1), 21-27.
- Schaefer, K. (1980). Synopsis of biological data on the chub mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782, in the Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission*, 2,395-446.
- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, (SENPLADES). (2013). Eje 1 del Objetivo 3 del Plan Nacional del Buen Vivir. Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. Quito.
- Uchida, R. (1981). Synopsis of biological data on frigate tuna, *Auxis thazard*, and bullet tuna, *A. rochei*.
- Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J., & Janssen, C. (2013). Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution*, 182, 495–499. doi:10.1016/j.envpol.2013.08.013.
- Valeiras, J. & Abad, E. (2006). Melva, [en línea]. ICCAT. Disponible en: https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Manual/CH2/2_1_11_3_FRI_SP_A.pdf. [2006, 4 de septiembre].

Xiong, X., Zhang, K., Chen, X., Shi, H., Luo, Z. & Wu, C. (2018). Sources and distribution of microplastics in China's largest inland lake—Qinghai Lake. *Environmental pollution*, 235, 899-906.

Zhao, Y., Sun, X., Li, Q., Shi, Y., Zheng, S., Liang, J., & Tian, Z. (2019). Data on microplastics in the digestive tracts of 19 fish species from the Yellow Sea, China. *Data in Brief*, 103989. doi:10.1016/j.dib.2019.103989

ANEXOS



Figura 4. Toma de medidas morfo métricas.



Figura 5. Disección de los peces pelágicos seleccionados.

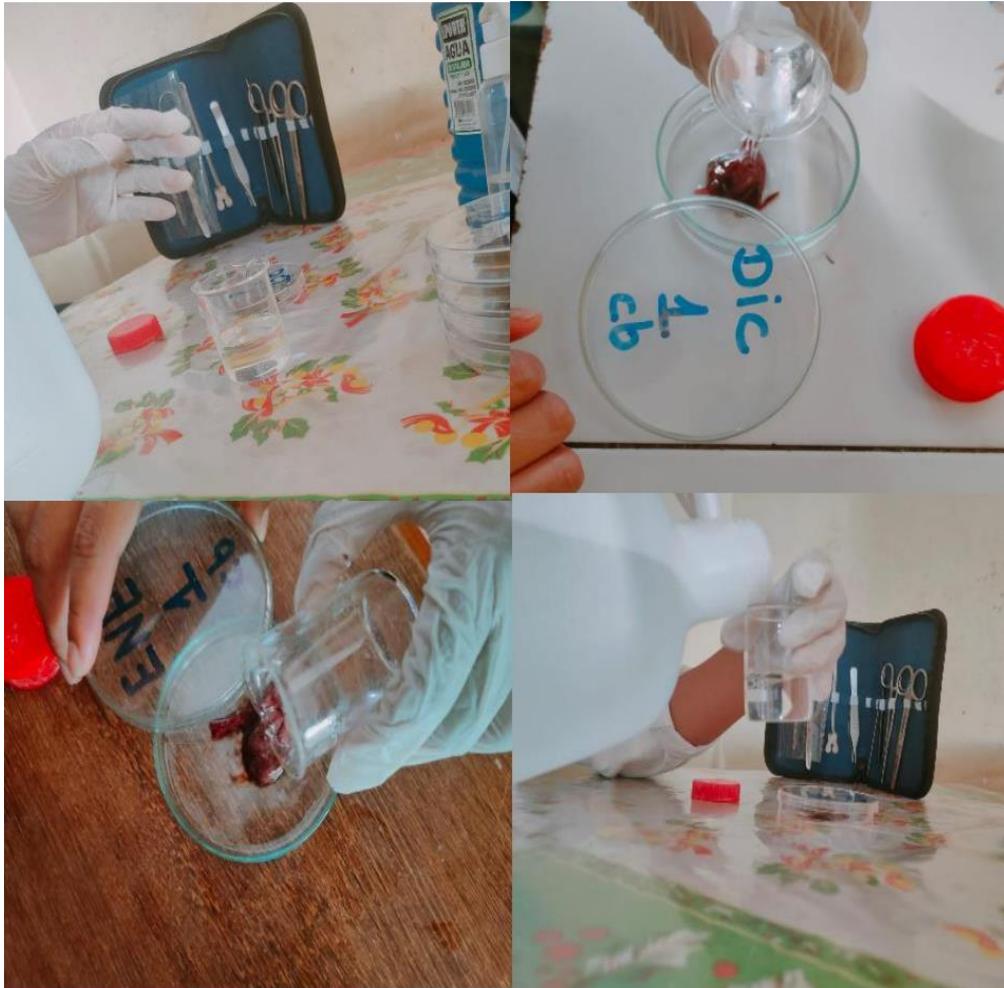


Figura 6. Preparación de la solución de Hidróxido de Sodio al 10% y materiales.

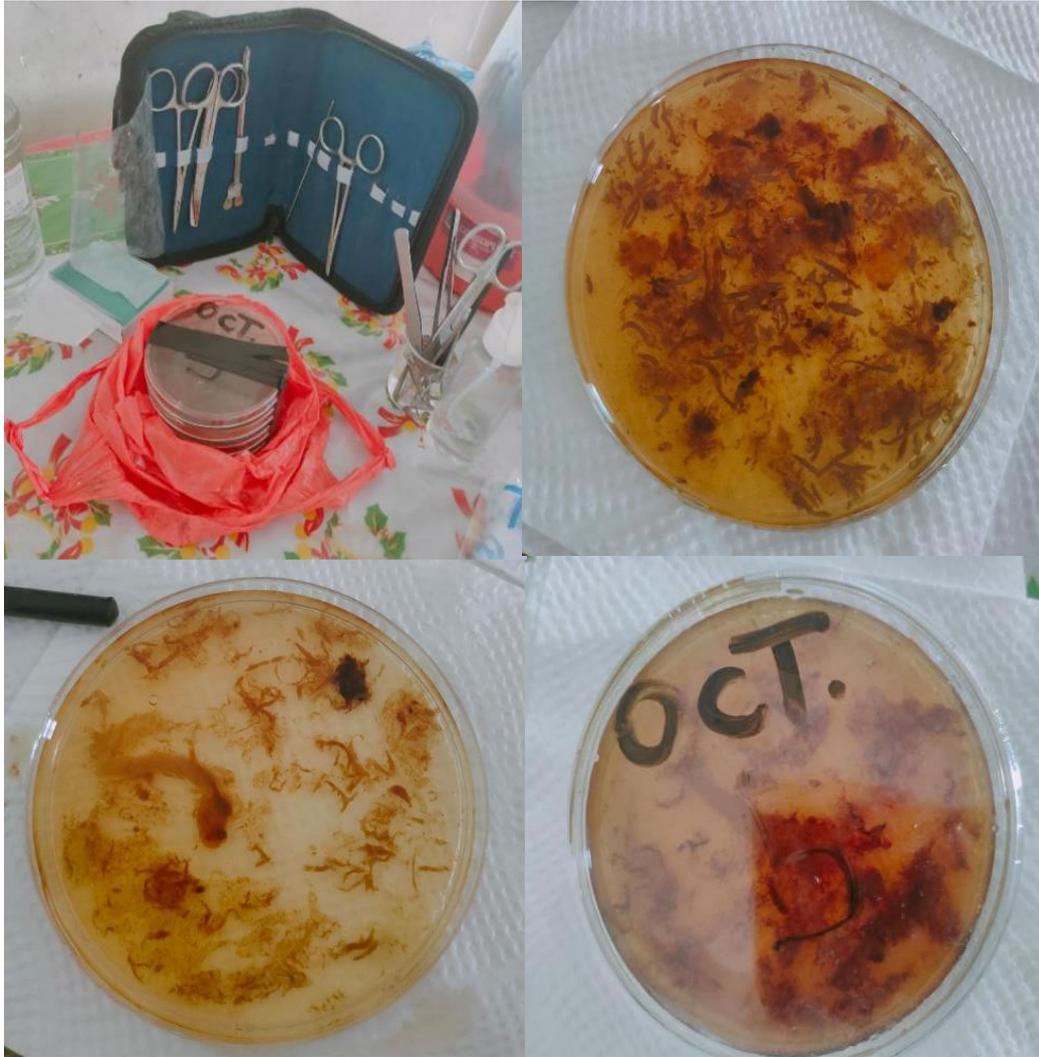


Figura 7. Digestión de los tractos gastrointestinales de las especies examinadas

Figura 8. Toma de muestra en el puerto pesquero.



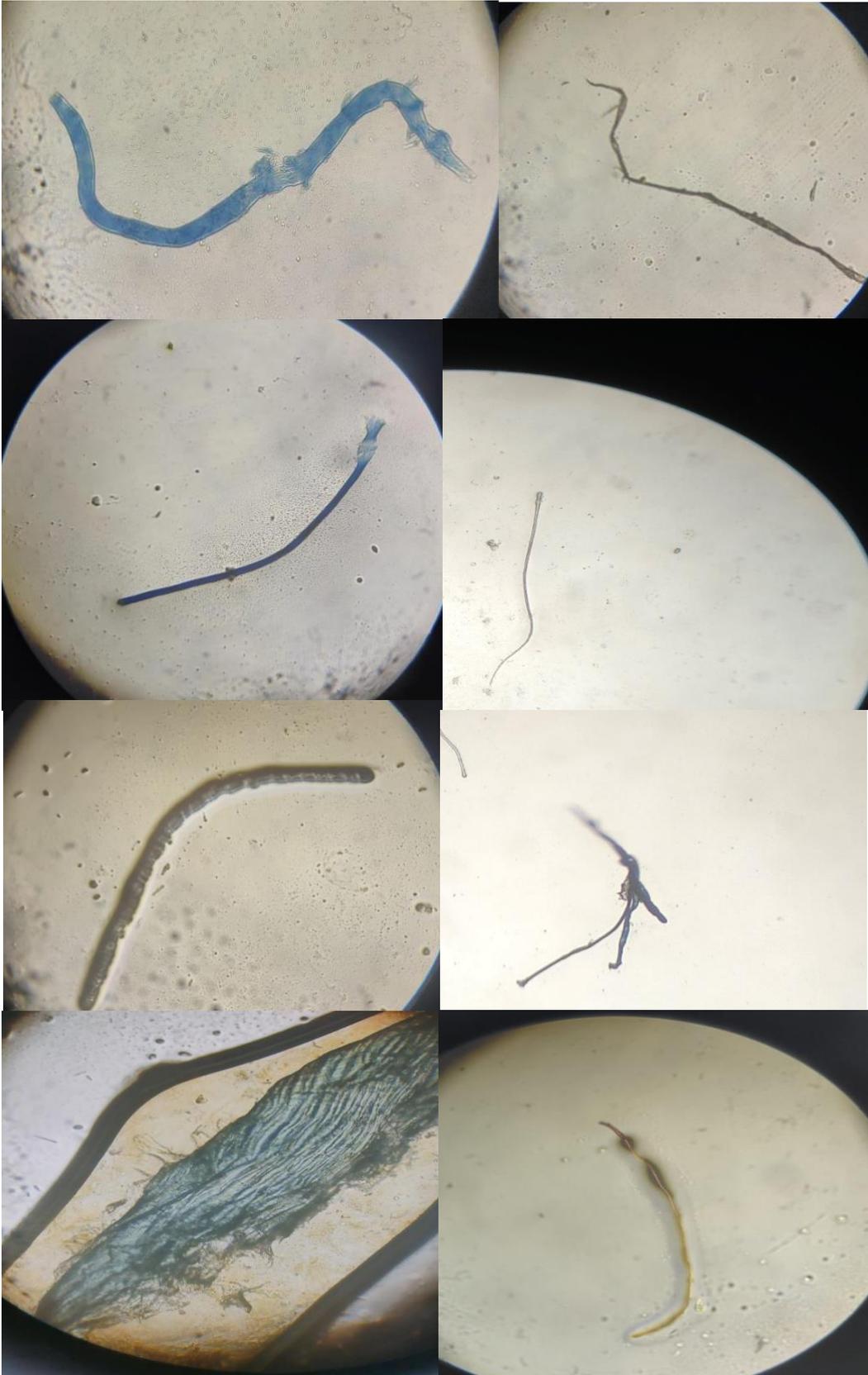


Figura 9. Imágenes microscópicas de microplásticos encontrados en las especies de peces examinadas.

Tabla 4. Prueba de normalidad de *Auxis thazard* época lluviosa

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Talla						
<i>Auxis</i>			*			
<i>thazard</i>	,126	20	,200	,960	20	,552
Peso						
<i>Auxis</i>						
<i>thazard</i>	,138	20	,200*	,968	20	,715

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Tabla 5. Prueba de normalidad de *Auxis thazard* época seca

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Talla	,174	50	,001	,930	50	,006
<i>Auxis</i>						
<i>thazard</i>						
Peso	,142	50	,013	,943	50	,017
<i>Auxis</i>						
<i>thazard</i>						

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Tabla 6. Prueba de normalidad de *Scomber japonicus* época lluviosa.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Talla de <i>Scomber japonicus</i>	,224	20	,010	,920	20	,098
Peso de <i>Scomber japonicus</i>	,294	20	,000	,843	20	,004

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 7. Prueba de normalidad de *Scomber japonicus* época seca.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Talla de S. japonicus	,227	50	,000	,914	50	,001
Peso de S. japonicus	,254	50	,000	,865	50	,000

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors