



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA

Modalidad Artículo Académico

Tema

Evaluación de la Presencia de Microplásticos en la Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) comercializada en Playita Mía, Manta-Manabí

Autor


Barreiro Rodríguez Anthony Eduardo

Dra. Dolores Muñoz Verduga Ph.D.
Presidente de Tribunal de Titulación

Blgo. Luis Bravo Delgado, Mg.
Miembro de Tribunal de Titulación

Blgo. Luis Zambrano Santana, Mg.
Miembro de Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador
Jueves, 13 de febrero de 2025

 Uleam <small>UNIVERSIDAD LAICA</small> <small>ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la carrera de Biología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **BARREIRO RODRIGUEZ ANTHONY EDUARDO**, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es "Evaluación de la Presencia de Microplásticos en la Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) comercializada en Playita Mía, Manta-Manabí"

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

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

Lugar, 16 de diciembre de 2024

Lo certifico,



Blgo. Eduardo Xavier Pico Lozano, PhD.

Docente Tutor

Área: Procesamiento de Productos pesqueros

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

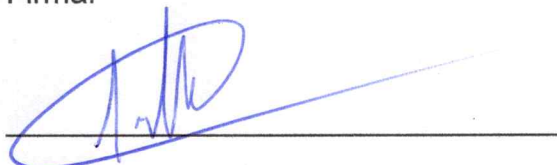
Declaración de autoría

Yo, Anthony Eduardo Barreiro Rodríguez, declaro que he concluido la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con el tema: " Evaluación de la Presencia de Microplásticos en la Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) comercializada en Playita Mía, Manta-Manabí".

He revisado la versión final del manuscrito y apruebo su presentación para su publicación. Me encuentro en el derecho de asegurar que este trabajo es original y no ha sido publicado previamente.

Además, declaro que no tengo conflicto de interés en relación con este trabajo.

Firma:



Barreiro Rodríguez Anthony Eduardo
C.I. 171954684-6

EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN LA CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) COMERCIALIZADA EN PLAYITA MÍA, MANTA-MANABÍ

Anthony Eduardo Barreiro Rodríguez ¹

¹ Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la vida y Tecnologías,
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Correo institucional: e1719546846@live.uileam.edu.ec

RESUMEN

La contaminación por microplásticos es un problema global que amenaza la biota acuática, provocando bioacumulación en la cadena trófica. Este estudio tuvo como objetivo determinar la presencia de microplásticos en *Anadara tuberculosa* mediante el análisis de muestras recolectadas en Playita Mía, Manta, evaluando su abundancia, prevalencia, intensidad media, clasificación y su relación con los parámetros biométricos. Se analizaron 75 especímenes distribuidos en tres grupos de muestreo (25 individuos por grupo). Para la extracción de los microplásticos, se realizó la digestión alcalina del tejido blando utilizando una solución de NaOH al 10%. Las propiedades físicas de los microplásticos fueron evaluadas mediante observación en microscópico digital. La prevalencia general fue del 88%, siendo mayor en los Grupos 1 y 2 (92%) en comparación con el Grupo 3 (80%). La abundancia media de microplásticos fue homogénea entre los grupos, con valores entre 4,6 y 5 MPs/individuo, mientras que la intensidad media total fue de 5,4 MPs/individuo. Las fibras fueron el morfotipo predominante (66,95%), seguido de fragmentos plásticos (33,05%), los tamaños de MPs estuvieron entre 0,11 mm y 3,48 mm. Los microplásticos menores a 1 mm fueron los más frecuentes. Los análisis de correlación (Spearman) entre la cantidad de microplásticos y los parámetros biométricos (longitud total, peso total y peso del tejido blando) no mostraron asociaciones significativas ($p > 0,05$), sugiriendo una exposición ambiental uniforme en el área de estudio.

Palabras clave: microplásticos, bivalvo, fibras, contaminación, correlación.

EVALUATION OF MICROPLASTIC PRESENCE IN "CONCHA PRIETA" (*Anadara tuberculosa*) SOLD AT PLAYITA MÍA, MANTA-MANABÍ

ABSTRACT

Plastic pollution is a global issue that threatens aquatic biota, causing bioaccumulation in the food chain. This study aimed to determine the presence of microplastics in *Anadara tuberculosa* by analyzing samples collected at Playita Mía, Manta, assessing their abundance, prevalence, average intensity, classification, and their relationship with biometric parameters. A total of 75 specimens were analyzed, distributed into three sampling groups (25 individuals per group). For microplastic extraction, alkaline digestion of soft tissue was performed using a 10% NaOH solution. The physical properties of microplastics were evaluated through digital microscopic observation. The overall prevalence was 88%, with higher values in Groups 1 and 2 (92%) compared to Group 3 (80%). The average abundance of microplastics was homogeneous among groups, with values between 4,6 and 5 MPs/individual, while the overall average intensity was 5.4 MPs/individual. Fibers were the predominant morphotype (66,95%), followed by plastic fragments (33,05%), with microplastic sizes ranging from 0,11 mm to 3,48 mm. Microplastics smaller than 1 mm were the most frequent. Spearman correlation analyses between microplastic quantity and biometric parameters (total length, total weight, and soft tissue weight) did not show significant associations ($p > 0,05$), suggesting uniform environmental exposure in the study area.

Keywords: Microplastics, bivalve, fibers, contamination, correlation.

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación por microplásticos en los ecosistemas acuáticos representa una amenaza significativa para la biodiversidad y la salud humana, debido a su capacidad para acumularse en la cadena alimentaria (FAO, 2017). Estos contaminantes no solo contienen aditivos químicos dañinos, sino que también actúan como vectores de sustancias tóxicas y patógenos, con efectos negativos potenciales en las especies que los ingieren (Acosta González et al., 2022). Se ha reportado la ingestión de microplásticos en más de 220 especies acuáticas, incluyendo moluscos bivalvos, crustáceos y peces de interés comercial (GESAMP, 2015).

En Ecuador, los estudios sobre la contaminación por microplásticos se han enfocado principalmente en peces, dejando un vacío de información en otros grupos clave como los moluscos bivalvos, a pesar de su importancia en la dieta de las comunidades costeras (Quirumbay Díaz, 2022). En Playita Mía, Manta, la especie *Anadara tuberculosa*, conocida como “concha prieta”, es de las más consumidas y forman parte integral de la economía y cultura local. Esta especie, al ser consumida en su totalidad, exceptuando las valvas, podrían ser un vector directo de exposición humana a los microplásticos (Mendoza Giler, 2020).

FAO (2017) indica que el contaminante microplástico más común son las microfibras, siendo la principal fuente de contaminación las actividades de pesca y acuicultura, a esto se suma la liberación de microfibras a partir del lavado de ropa sintética como mencionan (Aguar & Asencios, 2021) convirtiéndose en una fuente potencial de microfibras en el ambiente como lo comprobó Mishra et al., (2019). La capacidad filtradora de los moluscos los hace especialmente vulnerables a la bioacumulación de microplásticos, lo que podría tener efectos negativos en su crecimiento y, por extensión, en las poblaciones explotadas comercialmente (Villamar Lucas, 2022).

El presente estudio se centra en analizar la presencia y abundancia de microplásticos en la especie *Anadara tuberculosa* recolectada en Playita Mía, Manta, utilizando métodos de análisis para identificar la frecuencia y tipo de microplásticos presentes. Los resultados de los análisis de correlación y de prevalencia de microplásticos proporcionan una visión más clara de la contaminación en la región y permiten evaluar si la ingesta de microplásticos por parte de los moluscos puede servir como indicador de la calidad ambiental.

2. MATERIALES Y METODOS

Obtención de la Muestra

Las muestras fueron recolectadas en el mercado minorista "Playita Mía", ubicado en el sector de la playa en la vía Puerto-Aeropuerto, parroquia Tarqui del cantón Manta, provincia de Manabí, Ecuador ($0^{\circ}57'02.4''S$ $80^{\circ}42'35.7''O$). Los muestreos se realizaron aleatoriamente en 3 grupos de 25 individuos con un intervalo de tiempo de 20 días cada uno, haciendo un total de 75 individuos de *Anadara tuberculosa*. Posteriormente a su compra, se almacenaron en una nevera portátil con hielo y se se trasladaron hacia el laboratorio Biocal, en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la ULEAM, donde a cada individuo se les realizó un análisis biométrico.

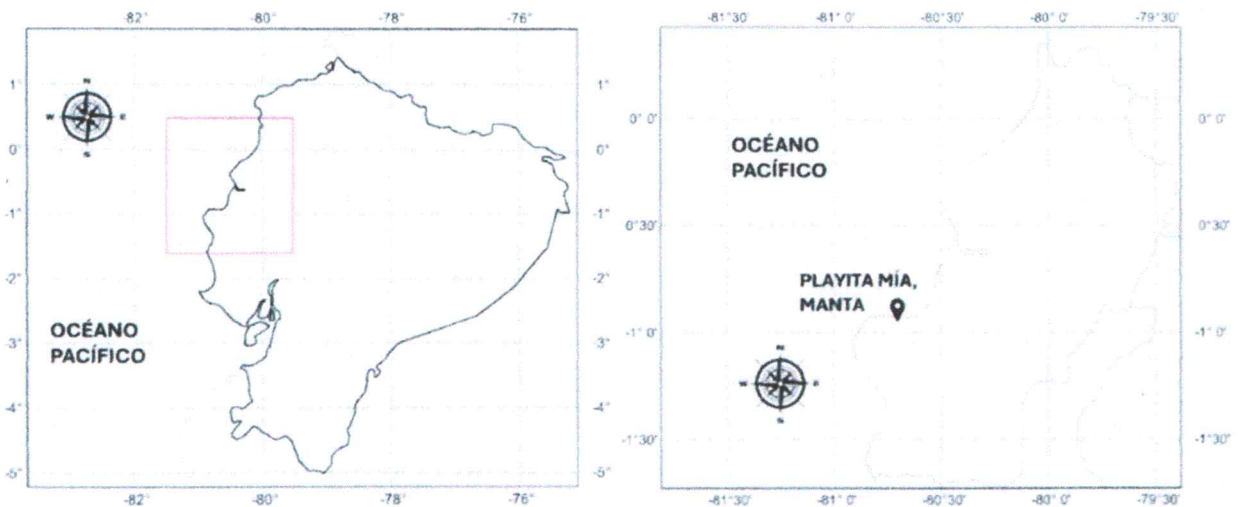


Figura 1. Ubicación geográfica del estudio

Fase de laboratorio

A cada uno de los individuos se registró los datos de longitud total (LT) con un calibrador vernier, desde la región anterior hasta la posterior de la concha (Rodríguez, 2022), el peso total (PT) y el peso del tejido blando (Ptb) (Valencia-Velasco et al., 2020). Para medir los datos de peso se utilizó una balanza digital marca ADAM modelo PGW 1502i con una precisión de 0,01g y con una capacidad máxima de 1500g. El tejido blando se extrajo utilizando pinzas estériles y equipo de disección para poder abrir las valvas de las conchas. Posteriormente se lo colocaron de manera individual en frascos estériles con tapa roscable debidamente rotulados (Rodríguez Perera, 2019).

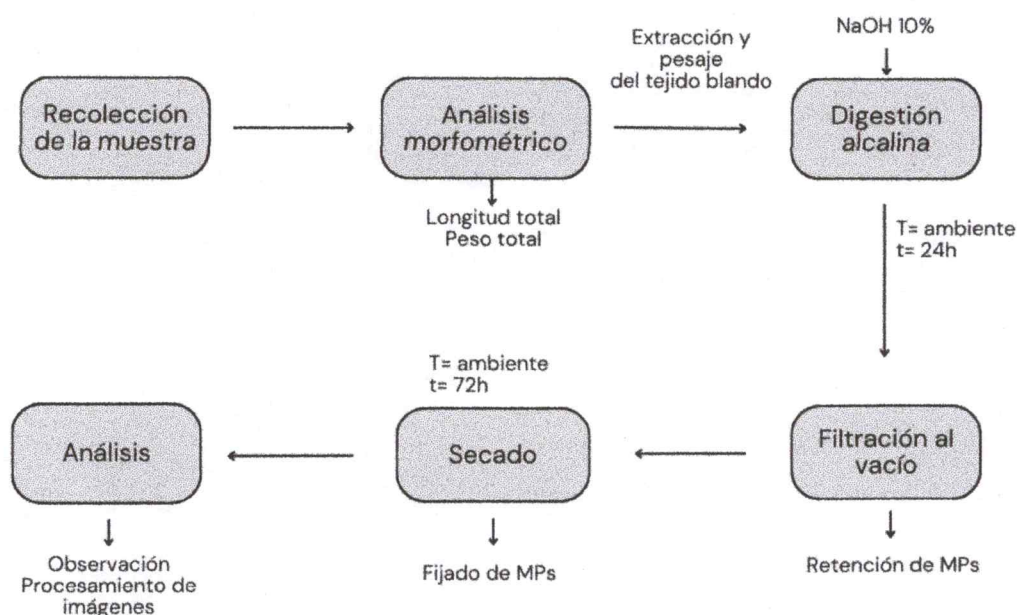


Ilustración 1. Diagrama de flujo de trabajo.

Para la digestión del tejido blando se empleó el método descrito por Avio et al., (2015), en el cual utiliza una solución alcalina de hidróxido de potasio (KOH) al 10%, la cual fue modificada por Lino Domínguez, (2019) al utilizar la solución alcalina de hidróxido de sodio (NaOH), ambas bases fuertes cumplen la misma función, descomponer los tejidos blandos sin alterar las propiedades físicas del microplástico. Este cambio se realizó debido a que en Ecuador el KOH no es de venta libre. Se colocaron 40 ml de NaOH al 10% a cada una de las muestras y se dejó reposar durante 24 horas a temperatura ambiente para que realice el proceso de digestión orgánica (Cole et al., 2014).

Luego de la digestión orgánica se procedió a filtrar individualmente el contenido de los frascos utilizando filtros whatman de Nitrato de celulosa de 0.45 μm de tamaño de poro y 120 mm de diámetro. El disco de papel filtro fue colocado en un embudo Büchner cerámico para proceder a la filtración conectado a un sistema de vacío para acelerar el proceso. Una vez vertida la muestra sobre el embudo, se activó la bomba de vacío para llevar a cabo la retención de los microplásticos en la superficie del filtro (Valencia-Velasco et al., 2020).

Después de la filtración, se retiró el embudo Büchner y con la ayuda de pinzas estériles se extrajo el disco de papel filtro, el cual fue colocado sobre una caja Petri y se dejó secar durante 72 horas a temperatura ambiente para asegurar que los MPs se adhieran el mismo y poder así proceder con el análisis. El filtro con los

microplásticos retenidos fue examinado bajo un microscopio digital para observar sus propiedades físicas, capturar imágenes, y registrar los datos observados en la hoja de registro correspondiente.

Los microplásticos hallados en las muestras analizadas, se categorizaron según sus propiedades físicas, como; morfotipo, según lo establecido por Ivar do Sul et al., (2014) e Hidalgo-Ruz et al., (2012), los microplásticos se clasificaron en fragmentos y fibras. Según su tamaño se dividieron cuatro grupos, el primer grupo corresponde a los microplásticos, menores a 1mm como indica Browne et al., (2007) y los siguientes tres grupos se clasificaron en los rangos de; 1mm a 2mm, 2mm a 3mm, mayores a 3mm. (EFSA, 2016; Frias & Nash, 2019)

El tamaño de los MPs se determinó utilizando el software ImageJ para Windows (Anexo, Figura X). Las imágenes capturadas con el microscopio digital Adonstar, AD210 fueron importadas al programa, asegurándose de incluir una referencia de medida conocida (como cm, mm o μm). Posteriormente, se realizó la calibración del software con base en esta referencia, lo que permitió medir con precisión las dimensiones de los microplásticos extraídos (Ory et al., 2017).

Análisis estadístico

Prevalencia, abundancia media e intensidad media

Se determinó la prevalencia, abundancia media e intensidad media de los microplásticos registrados en cada uno de los grupos de muestreo mediante las fórmulas empleadas por (Martínez Morrillo, 2020), las cuales se describen a continuación:

Prevalencia:

$$P(\%) = \frac{N^{\circ} \text{ de organismos con MPs}}{N^{\circ} \text{ de organismo examinados}} * 100$$

Abundancia media:

$$Am = \frac{N^{\circ} \text{ total de MPs}}{N^{\circ} \text{ de organismo examinados}}$$

Intensidad media:

$$Im = \frac{N^{\circ} \text{ total de MPs}}{N^{\circ} \text{ de organismos con MPs}}$$

Para evaluar posibles diferencias entre los tres grupos de muestreo, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) como parte del proceso metodológico. Previamente, se verificaron las suposiciones de normalidad de los datos mediante el test de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas con el test de Brown-Forsythe. Este análisis permitió determinar si las diferencias observadas entre las medias de los grupos eran estadísticamente significativas. En función de los resultados obtenidos, se procedió a agrupar los datos de los tres grupos en un solo conjunto para los análisis posteriores de correlación entre la abundancia de MPs y las variables biométricas (PT, LT y Ptb).

Los datos biométricos y la cantidad de microplásticos detectados en las muestras fueron gestionados y organizados en una base de datos creada en Excel. Para llevar a cabo los análisis estadísticos, incluyendo la prueba de normalidad y el análisis de correlación, se empleó el software IBM SPSS Statistics versión 30. Para la creación de los gráficos y la visualización de los datos, se utilizó el programa SigmaPlot 14.

Prueba de normalidad:

Se llevó a cabo la identificación del tamaño de muestra adecuado para aplicar la prueba correspondiente, lo que llevó a la realización de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov en muestras con $n \geq 50$. A continuación, se analizó el valor del estadístico de prueba (p-valor) para determinar si los datos seguían una distribución normal ($p > 0,05$) o una distribución no normal ($p < 0,05$) (Romero Saldaña, 2016).

Coefficiente de correlación lineal de Spearman:

Se utilizó la prueba no paramétrica del coeficiente de correlación de Spearman (Rho), adecuada para poblaciones sin distribución normal (Martínez & Campos, 2015). Este coeficiente varía entre -1 y +1 (ver Tabla 2). Un valor de +1 indica una relación lineal positiva perfecta, mientras que un valor de -1 indica una relación lineal negativa perfecta. Un valor de 0 representa una ausencia de correlación lineal. La fórmula para el coeficiente de correlación de Spearman es:

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

ρ : Representa el coeficiente de correlación de Spearman, que mide la fuerza y dirección de la relación entre dos variables.

d_i : es la diferencia entre los rangos de cada par de datos.

n : es el número de parejas de datos.

3. RESULTADOS

Dentro de los 75 individuos de *Anadara tuberculosa* recolectados se encontraron especímenes con tallas que variaron entre 3,5 a 6,5 cm de LT, con una media de 4,67 cm. El PT osciló entre los 10,64 y 47,03 g, con una media de 22,77 g. El Ptb presentó especímenes entre 1,6 y 6,7 g, con una media de 3,48 g (ver Gráfico 1).

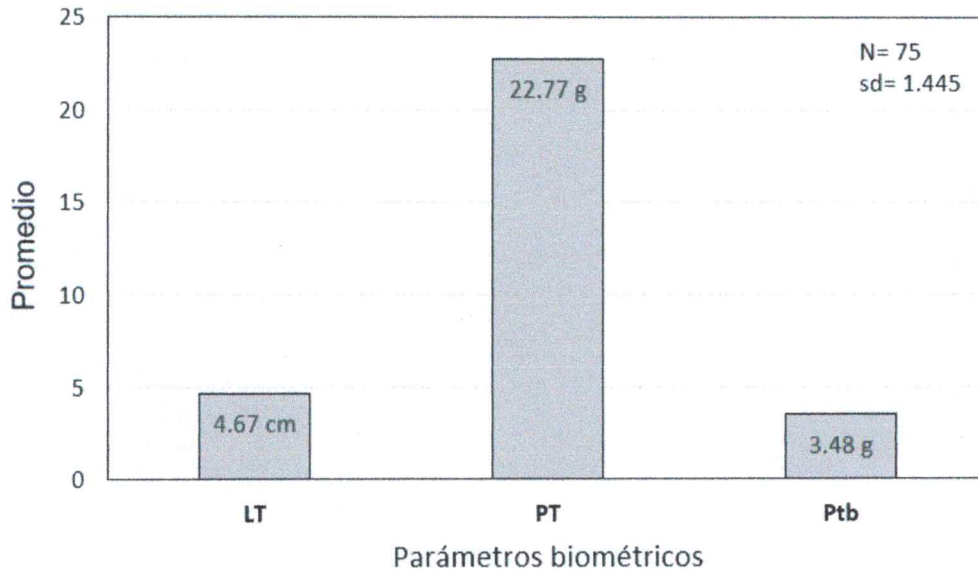


Gráfico 1. Promedio de parámetros biométricos de *A. tuberculosa*

Abundancia y abundancia media de MPs.

El grupo de muestreo con mayor número de MPs en *A. tuberculosa* fue el grupo 1 con 125 MPs, mientras que el grupo 2 (117 MPs) y G3 (115 MPs) obtuvieron cantidades similares. La abundancia media de MPs fueron similares entre los 3 grupos (ver Gráfico 2), con valores de 5 MPs/individuo \pm 2,43 para el Grupo 1, 4,68 MPs/individuo \pm 2,54 para el Grupo 2, y 4,6 MPs/individuo \pm 3,09 para el Grupo 3. No se encontraron diferencias significativas en la abundancia media de microplásticos entre los tres grupos de muestreo (ANOVA, $F = 0,153$; $P = 0,859$), con un intervalo de confianza (IC 95%). Estos resultados sugieren que la abundancia de microplásticos es homogénea y que las diferencias observadas se deben al azar o a la variabilidad intra-grupal, indicando una distribución uniforme de MPs en las condiciones evaluadas.

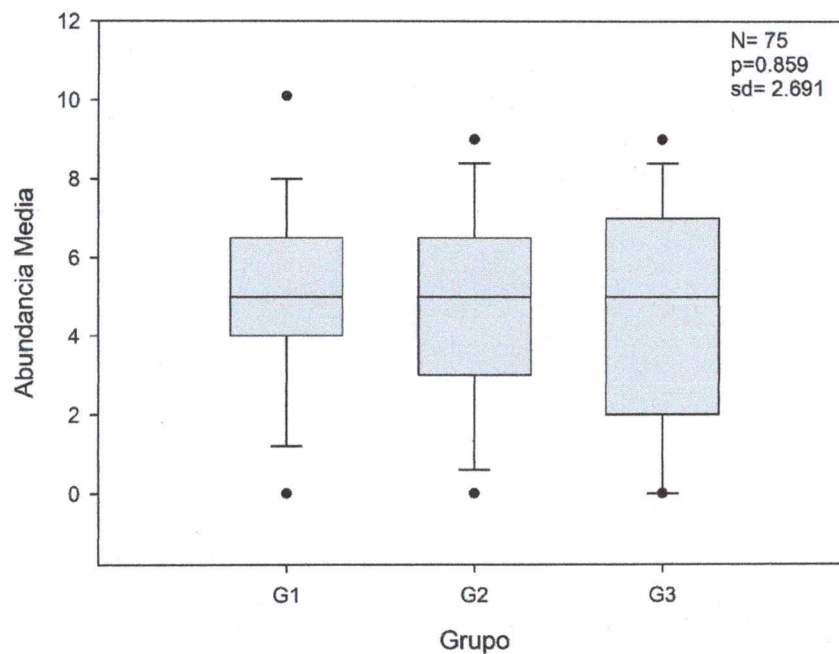


Gráfico 2. Abundancia media de MPs en *A. tuberculosa* por grupo de muestreo.

Prevalencia e intensidad media

La prevalencia de microplásticos en los grupos de muestreo fue del 92% en el Grupo 1 (G1) y el Grupo 2 (G2), y del 80% en el Grupo 3 (G3). Esto significa que una gran mayoría de los organismos examinados en los Grupos 1 y 2 presentaron microplásticos en su interior, mientras que en el Grupo 3, la proporción fue ligeramente menor, pero aún alta. En total, la prevalencia general de microplásticos en los 75 organismos examinados fue del 88% (Tabla 1). En cuanto a la intensidad media (*I_m*), se observaron los siguientes resultados: 5,43 MPs/organismo en G1, 5,08 MPs/organismo en G2 y 5,75 MPs/organismo en G3. Estos valores representan el número promedio de microplásticos encontrados por organismo en cada grupo, mostrando una carga notable de microplásticos en todos los casos. La intensidad media de microplásticos fue ligeramente mayor en el Grupo 3 en comparación con los otros grupos, esta diferencia no es estadísticamente significativa lo que indica una homogeneidad en la cantidad de MPs entre los grupos de muestreo. La intensidad media total en los 75 organismos examinados fue de 5,4 MPs/organismo.

Tabla 1. Prevalencia, abundancia e intensidad medias de los MPs encontrados en *Anadara tuberculosa*.

Grupo	N° de Organismos examinados	N° de Organismos con MPs	N° total de MPs	Prevalencia (%)	Abundancia media (Am)	Intensidad media (Im)
G1	25	23	125	92	5	5.43
G2	25	23	117	92	4.68	5.08
G3	25	20	115	80	4.6	5.75
Total	75	66	357	88	4.76	5.4

Morfotipos de MPs

Se realizó la clasificación de los microplásticos según su morfotipo y tamaño, identificándose dos tipos: fibras y fragmentos plásticos. Los microplásticos encontrados presentaron tamaños que variaron de 0,11 mm a 3,48 mm, siendo los de menos de 1 mm los más prevalentes (ver Figura 3). En el análisis de las 75 muestras de tejido de *A. tuberculosa*, se detectaron un total de 357 microplásticos, de los cuales 239 correspondieron a fibras, representando un 66,95%, y 118 a fragmentos plásticos, equivalentes al 33,05% (ver Gráfico 3).

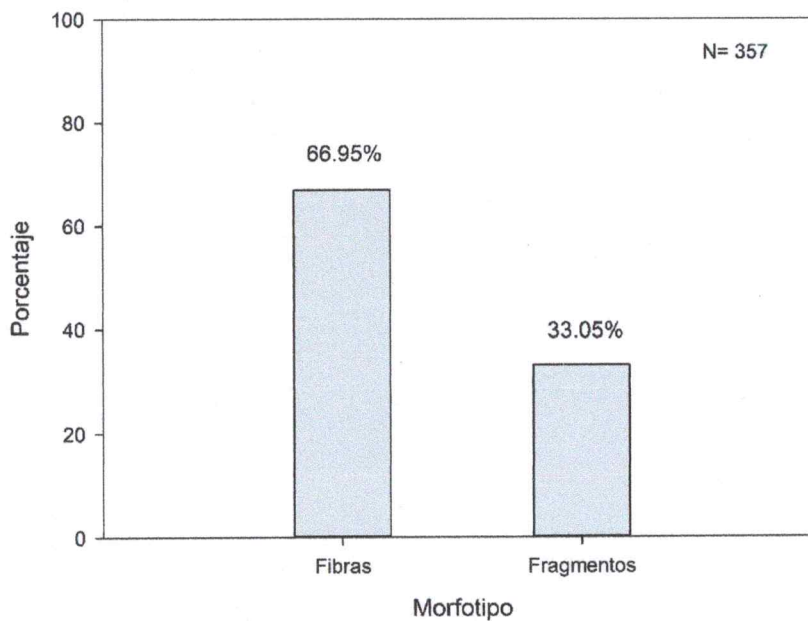


Gráfico 3. Porcentaje según el morfotipo de MPs

Los microplásticos de menor tamaño (<1 mm) fueron los más predominantes en la muestra, representando el 63,58% del total. Los microplásticos de tamaño entre 1 y 2 mm constituyeron el 25,22%, mientras que aquellos de entre 2 y 3 mm representaron el 9,52%. La categoría de microplásticos mayores a 3 mm fue la menos frecuente, con solo el 1,68% del total. (ver Gráfico 4).

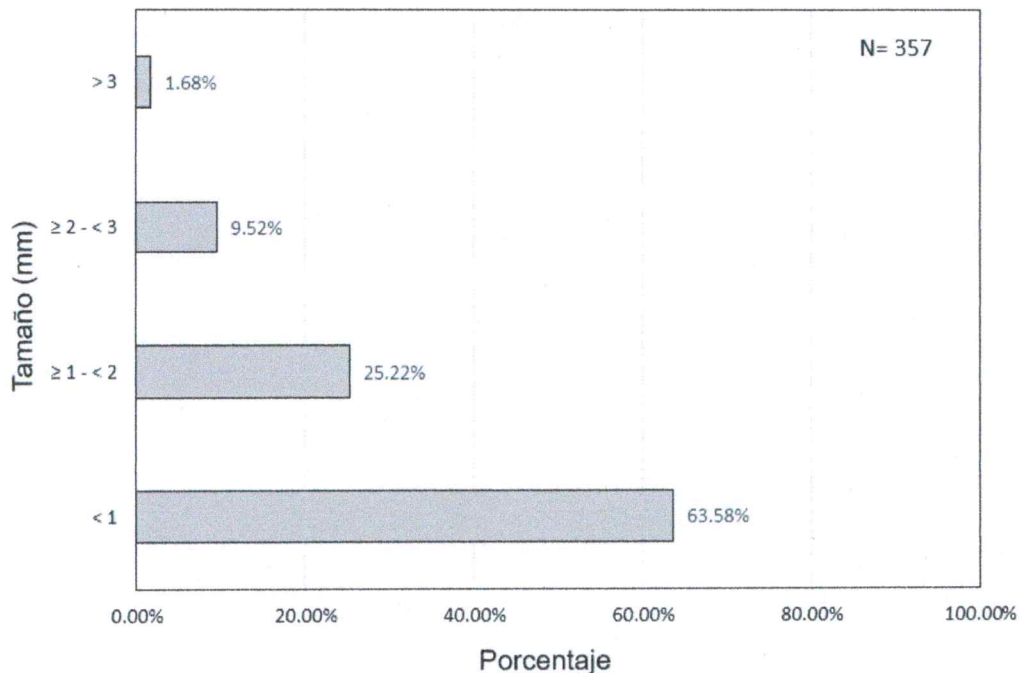


Gráfico 4. Porcentaje de tamaños de MPs encontrados en *A. tuberculosa*

Análisis de correlación

Dado que no se encontraron diferencias significativas en la abundancia media de microplásticos entre los tres grupos de muestreo (ANOVA, $F = 0,153$; $P = 0,859$), se decidió combinar los datos en un solo grupo para realizar un análisis de correlación. Esta agrupación maximiza el tamaño muestral y permite explorar con mayor robustez las relaciones entre la abundancia de microplásticos y las variables biométricas de *A. tuberculosa*, como el peso total, la longitud total y el peso del tejido blando

Se realizó la prueba de correlación de Spearman, debido a que los datos biométricos no siguen una distribución normal ($p < 0,05$); Longitud total ($p = 0,003$), peso total ($p = < 0,001$) y peso del tejido blando ($p = < 0,001$).

Relación Longitud Total – N° de MPs

La correlación entre la abundancia de microplásticos y la longitud total de los individuos evaluada mediante el coeficiente de Spearman, obtuvo un valor de $Rho = -0,037$ con un $p = 0,751$ ($n = 75$). Estos resultados indican la ausencia de una asociación lineal monótonica entre ambas variables, ya que el coeficiente cercano a 0 y el p mayor a 0,05 confirman que no existe una relación significativa. Esto sugiere que la longitud total no desempeña un papel relevante en la acumulación de microplásticos en los organismos estudiados. (ver Gráfico 5).

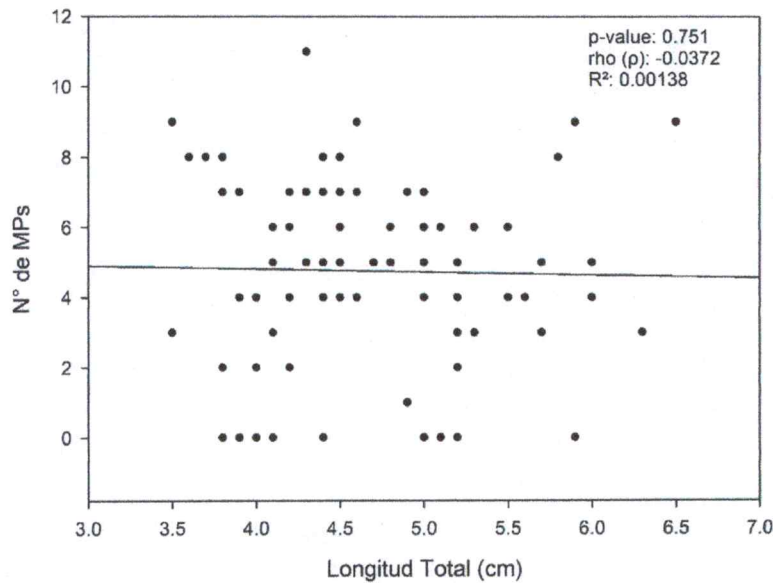


Gráfico 5. Correlación de Spearman Longitud Total – N° de MPs

Relación Peso Total – N° de MPs

El análisis de correlación mediante el coeficiente de Spearman ($Rho = -0,047$; $p = 0,687$; $n = 75$) no mostró una relación significativa entre la abundancia de microplásticos y el peso total (PT) de los individuos. El valor cercano a 0 indica la ausencia de una tendencia clara, y el p mayor a 0,05 confirma que esta correlación no es estadísticamente significativa. Estos resultados sugieren que el peso total no influye en la acumulación de microplásticos en la muestra estudiada, posiblemente debido a una distribución ambiental homogénea o a factores independientes del tamaño corporal (ver Gráfico 6).

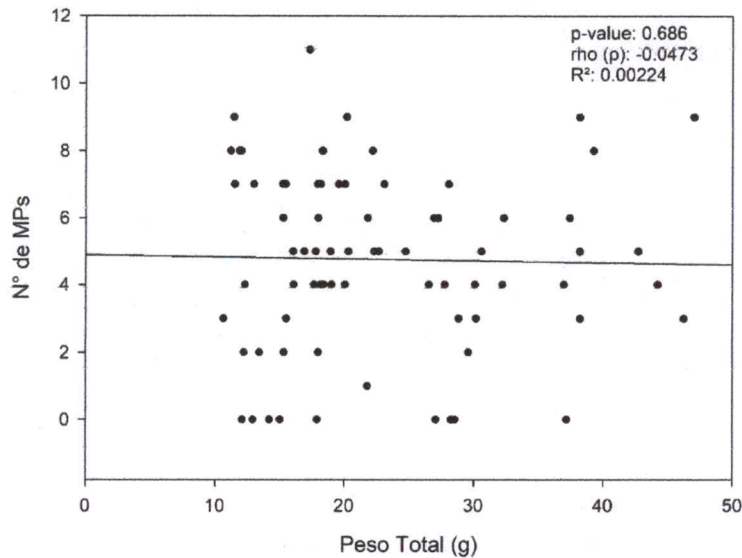


Gráfico 6. Correlación de Spearman Peso Total – N° de MPs

Relación Peso del Tejido Blando – N° de MPs

La correlación entre la abundancia de microplásticos y el peso del tejido blando (*PTB*), obtuvo un valor de $Rho = -0,060$ con un $p = 0,609$ ($n = 75$). El coeficiente cercano a 0 indica la ausencia de una relación lineal monotónica entre estas variables, y el p mayor a 0,05 confirma que esta correlación no es estadísticamente significativa. Estos resultados sugieren que el peso del tejido blando no tiene influencia en la cantidad de microplásticos acumulados en los individuos estudiados (ver Gráfico 7).

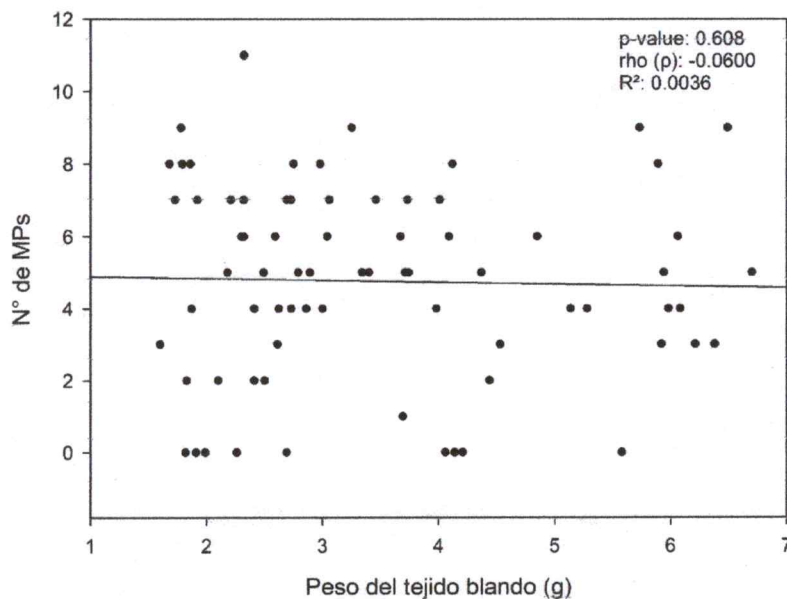


Gráfico 7. Correlación de Spearman Peso del tejido blando – N° de MPs

4. DISCUSIÓN

En Sudamérica, al comparar con estudios realizados en países cercanos, se observa una notable variabilidad en la abundancia de microplásticos en bivalvos. En Perú, Yunga (2021) reportó 11.48 MPs en *Aulacomya atra*, mientras que De la Torre et al. (2019) encontraron 2,79 MPs en *Agropecten purpuratus*. En Ecuador, Rodríguez (2022) halló 2,97 MPs en *Mytella guyanensis*, cifra menor que la reportada en este estudio para *Anadara tuberculosa*. Esto sugiere que *Anadara tuberculosa* podría estar más expuesta o ser más eficiente en la acumulación de microplásticos, posiblemente debido a diferencias en sus hábitos alimenticios o posición en la cadena alimentaria.

En Europa y Estados Unidos, los niveles de microplásticos encontrados en bivalvos marinos muestran una considerable variabilidad entre especies. En Estados Unidos, Baechler et al. (2020) reportaron abundancias medias que van desde 1,16 MPs en *Mytilus edulis* hasta 11,72 MPs en *Magallana gigas*, mientras que *Siliqua patula* presentó 9,29 MPs y *Cerastoderma edule* 3,62 MPs. En Europa, Renzi et al. (2018) documentaron 9,60 MPs en *Mytilus galloprovincialis* en Italia. Estas cifras reflejan niveles moderados a altos de contaminación por microplásticos, probablemente vinculados a la actividad industrial, urbana y agrícola que impacta las aguas costeras de ambas regiones.

En Asia, se han reportado valores significativamente más altos. Li (2015) documentó 57,20 MPs en *Anadara subcrenata* en China, mientras que Ding et al. (2018) encontraron 19,40 MPs en *Chlamys farreri*, también en China. Estas cifras reflejan una mayor carga de microplásticos en la región, posiblemente atribuible a fuentes de contaminación más intensas y características ambientales particulares.

La alta proporción de fibras (66,95%) sobre fragmentos (33,05%) coincide con estudios previos como lo descrito por Villao (2022) o Rodríguez Perera (2019) que identifican las fibras como el principal contaminante microplástico en ambientes marinos, principalmente derivadas de actividades humanas como el lavado de ropa y la pesca. Además, la prevalencia de MPs menores a 1 mm resalta su capacidad para ingresar a los niveles más bajos de la cadena alimentaria, lo que aumenta el riesgo de acumulación en niveles superiores de la cadena trófica.

El análisis de correlación mostró que variables como la longitud total, el peso total y el peso del tejido blando no tienen una relación significativa con la acumulación de microplásticos (MPs). Estos resultados coinciden con el estudio de Rodríguez y Preciado (2022) en la especie *Mytella guyanensis*, donde tampoco se encontró relación entre la presencia de MPs en los organismos y los parámetros biométricos de los individuos analizados.

Identificar y estudiar las fuentes de contaminación, como las actividades pesqueras y el vertido de desechos plásticos, sería crucial para diseñar medidas de mitigación efectivas. Esta información ayudaría a desarrollar estrategias de manejo más específicas y políticas públicas que protejan tanto la biodiversidad marina como la economía y la salud de las comunidades costeras.

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

Autor	Especie	Abundancia Media	País
Este estudio	<i>Anadara tuberculosa</i>	4,76	Ecuador
Rodríguez, 2022	<i>Mytella guyanensis</i>	2,97	Ecuador
De la Torre et al., 2019	<i>Agropecten purpuratus</i>	2,79	Perú
Yunga, 2021	<i>Aulacomya atra</i>	11,48	Perú
Baechler et al., 2020	<i>Cerastoderma edule</i>	3,62	EE UU
Baechler et al., 2020	<i>Magallana gigas</i>	11,72	EE UU
Baechler et al., 2020	<i>Mytilus edulis</i>	1,16	EE UU
Baechler et al., 2020	<i>Siliqua patula</i>	9,29	EE UU
Renzi et al., 2018	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	9,60	Italia
Rahim et al., 2020	<i>Perna Viridis</i>	0,97	Indonesia
Cho et al., 2019	<i>Patinopecten yessoensis</i>	1,21	Corea
Qu et al., 2018	<i>Mytilus edulis</i>	8,22	China
DING et al., 2018	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	7,20	China
DING et al., 2018	<i>Chalmys farreri</i>	19,40	China
Li, 2015	<i>Anadara subcrenata</i>	57,20	China
Teng et al., 2019	<i>Magallana gigas</i>	0,07	China

Fuente: Baltazar Flores & Reyes Rufino, (2021)

5. CONCLUSION

Los resultados obtenidos evidencian una alta prevalencia de microplásticos en *Anadara tuberculosa*, alcanzando un 88% en los individuos analizados, lo que posiciona a esta especie como un bioindicador potencial de contaminación microplástica en los ecosistemas costeros. La abundancia media e intensidad media permiten inferir una bioacumulación significativa de microplásticos en esta especie, con valores similares entre los tres grupos de muestreo, lo que refleja una distribución homogénea de los microplásticos en el área de estudio.

El morfotipo predominante fue el de fibras (66,95%), lo que indica que las principales fuentes de contaminación podrían ser actividades humanas como la pesca, la acuicultura y el vertido de textiles sintéticos. Los fragmentos plásticos los cuales son asociados con polímeros comunes y la degradación de macroplásticos representaron un 33,05%. Los microplásticos de tamaño menor a 1 mm fueron los más frecuentes, lo que aumenta su capacidad de fragmentación y transferencia a órganos internos, generando riesgos adicionales para los organismos.

Los análisis de correlación no mostraron relaciones significativas entre la cantidad de microplásticos y los parámetros biométricos (longitud total, peso total y peso del tejido blando) de los individuos. Esto sugiere que los microplásticos se distribuyen de manera uniforme, independientemente del tamaño o peso de los organismos.

6. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre, Inés, mi luz en el camino, un apoyo invaluable y ejemplo a seguir en la vida. A mi padre, Fulton, por su constante apoyo, comprensión y amor incondicional. Su guía y sabiduría han sido fundamentales en cada paso, no solo de este proceso sino de mi vida completa.

Agradezco profundamente a mi novia, Karla, por su paciencia, motivación y comprensión durante todo este tiempo. Su apoyo y motivación incondicional ha sido fundamentales y me ha ayudado a mantenerme enfocado en mis metas.

Además, quiero extender mi gratitud a mi tutor, Xavier Pico, por su orientación académica y profesional. Una mención especial, a mi anterior tutor, Hans Rupert quié por problemas de salud no pudo acompañarme en este proceso y al cual le deseo una pronta recuperación.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta González, G., Carrillo Rosales, D. V. & Ditzá Valeria, J. A. (2022). Contaminación por microplásticos. *Revista de La Academia Mexicana de Ciencias*, 73(2), 14–22.
- Aguiar, N. R. H. & Asencios, Y. J. O. (2021). Microplastics: characteristics, pollution, and technologies for their removal from water- a review / Microplásticos: características, poluição e tecnologias para sua remoção da água - uma revisão. *Brazilian Journal of Development*, 7(8), 78170–78199. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n8-168>
- 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*, 111, 18–26. <https://doi.org/10.1016/J.MARENRES.2015.06.014>
- Baechler, B. R., Granek, E. F., Hunter, M. V. & Conn, K. E. (2020). Microplastic concentrations in two Oregon bivalve species: Spatial, temporal, and species variability. *Limnology and Oceanography Letters*, 5(1), 54–65. <https://doi.org/10.1002/lol2.10124>
- Baltazar Flores, D. C. & Reyes Rufino, Y. (2021). *Evaluación de la presencia de microplásticos en bivalvos marinos* [Tesis de Grado]. Universidad César Vallejo.
- Browne, M. A., Galloway, T. & Thompson, R. (2007). Microplastic, an emerging contaminant of potential concern? *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3(4), 559–561. <https://doi.org/10.1002/ieam.5630030412>
- Cho, Y., Shim, W. J., Jang, M., Han, G. M. & Hong, S. H. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in market bivalves from South Korea. *Environmental Pollution*, 245, 1107–1116. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.11.091>
- Cole, M., Webb, H., Lindeque, P. K., Fileman, E. S., Halsband, C. & Galloway, T. S. (2014). Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. *Scientific Reports*, 4(1), 4528. <https://doi.org/10.1038/srep04528>
- De-la-Torre, G., Mendoza-Castilla, L. & Pilar, R. (2019). Microplastic contamination in market bivalve *Argopecten purpuratus* from Lima, Peru. *Manglar*, 16(2), 85–89. <https://doi.org/10.17268/manglar.2019.012>
- DING, J. F., LI, J. X., SUN, C. J., HE, C. F., JIANG, F. H., GAO, F. L. & ZHENG, L. (2018). Separation and Identification of Microplastics in Digestive System of

- Bivalves. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 46(5), 690–697. [https://doi.org/10.1016/S1872-2040\(18\)61086-2](https://doi.org/10.1016/S1872-2040(18)61086-2)
- EFSA. (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*, 14(6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4501>
- FAO. (2017). Microplastics In Fisheries And Aquaculture. *Fisheries and Aquaculture Technical Paper 615*.
- Frias, J. P. G. L. & Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 145–147. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>
- GESAMP. (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. (Kershaw, P. J., Ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). *Rep. Stud. GESAMP*, 90–96.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C. & 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. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Ivar do Sul, J. A., Costa, M. F. & Fillmann, G. (2014). Microplastics in the pelagic environment around oceanic islands of the Western Tropical Atlantic Ocean. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225(7), 2004. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2004-z>
- Lino Domínguez, J. G. (2019). *Microplástico En El Tracto Digestivo De Scomber japonicus, Opisthonema Libertate Y Auxis Thazard, Comercializados En El Puerto Pesquero De Santa Rosa, Provincia De Santa Elena Ecuador*. [Tesis de Grado]. Universidad Estatal Península De Santa Elena.
- Martínez Morrillo, J. M. (2020). *Hábitos alimenticios de Scomber japonicus en el golfo de Guayaquil* [Tesis de Grado]. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Mendoza Giler, K. T. & Mendoza Zambrano, M. J. (2020). *Presencia de Microplásticos en Peces Pelágicos de Mayor Comercialización, en el Mercado de “Playita Mía” de la Ciudad de Manta* [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López.

- Mishra, S., Rath, C. charan & Das, A. P. (2019). Marine microfiber pollution: A review on present status and future challenges. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 188–197. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2019.01.039>
- Ory, N. C., Sobral, P., Ferreira, J. L. & Thiel, M. (2017). Amberstripe scad *Decapterus muroadsi* (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. *Science of The Total Environment*, 586, 430–437. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.175>
- Qu, X., Su, L., Li, H., Liang, M. & Shi, H. (2018). Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels. *Science of The Total Environment*, 621, 679–686. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.11.284>
- Quirumbay Díaz, E. B. (2022). *Contenido Estomacal De Anadara tuberculosa Y Anadara similis Comercializadas En El Puerto El Morro, Guayas – Ecuador, 2021*. [Tesis de Grado]. Universidad Estatal Península De Santa Elena.
- Rahim, N. F., Yaqin, K. & Rukminasari, N. (2020). Effect Of Microplastic On Green Mussel *Perna viridis*: Experimental Approach. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 5(2), 89. <https://doi.org/10.20956/jiks.v5i2.8937>
- Renzi, M., Guerranti, C. & Blašković, A. (2018). Microplastic contents from maricultured and natural mussels. *Marine Pollution Bulletin*, 131, 248–251. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2018.04.035>
- Rodriguez, J. R. V. & Preciado, X. V. P. (2022). Microplásticos en mejillones (*Mytella guyanensis*), capturados en Puerto El Morro, provincia del guayas-Ecuador. *Brazilian Journal of Development*, 60110–60125. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-340>
- Rodríguez Perera, G. R. (2019). *Detección De Microplásticos En Mejillón (Mytilus edulis) De La Costa Atlántica Uruguay* [Tesis de Grado]. Universidad De La República.
- Teng, J., Wang, Q., Ran, W., Wu, D., Liu, Y., Sun, S., Liu, H., Cao, R. & Zhao, J. (2019). Microplastic in cultured oysters from different coastal areas of China. *Science of The Total Environment*, 653, 1282–1292. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.11.057>
- Valencia-Velasco, F., Guabloche-Zuñiga, A., Alvariño, L. & Iannacone, J. (2020). Estandarización De Un Protocolo Para Evaluar Microplásticos En Bivalvos

Marinos En El Departamento De Lima, Perú. *The Biologist*, 18(1).
<https://doi.org/10.24039/rb2020181478>

Villamar Lucas, J. E. (2022). *Análisis de La Presencia De Microplástico en Diferentes Organismos Marinos del Ecuador 2018- 2021* [Tesis de Grado]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Yunga Córdova, K. B. & Vélez Reyes, E. F. (2021). *Análisis De La Contaminación Por Microplásticos En Especies Comerciales De Bivalvos A Nivel Mundial Entre Los Años 2010 A 2020* [Tesis de Grado, Universidad Agraria Del Ecuador].

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/YUNGA%20CORDOVA%20KELLY%20BRI GGITTE.pdf>