



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

CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN EL  
TRACTO DIGESTIVO DE *Caulolatilus affinis* Y *Diplectrum pacificum*  
CAPTURADOS EN EL PUERTO PESQUERO DE SANTA ROSA, SALINAS-  
ECUADOR.

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previa a la obtención del Título de:**

**BIÓLOGA**

**AUTOR:**

Evelyn Jazmín Yagual Salinas

**TUTOR:**

Blga. Dennis Tomalá Solano, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

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

CARACTERIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN EL  
TRACTO DIGESTIVO DE *Caulolatilus affinis* Y *Diplectrum pacificum*  
CAPTURADOS EN EL PUERTO PESQUERO DE SANTA ROSA, SALINAS-  
ECUADOR.

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previo a la obtención del Título de:**

**BIÓLOGA**

**AUTOR:**

EVELYN JAZMIN YAGUAL SALINAS

**TUTOR:**

BLGA. DENNIS TOMALÁ SOLANO, M. SC.

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2023**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por las ideas, hechos, investigaciones y resultados expuestos en esta tesis pertenece exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la misma, a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA (UPSE).



---

Evelyn Jazmin Yagual Salinas

C.I. 2450293598

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarme sabiduría y fortaleza en el transcurso de este proyecto final, por permitir que logre cada meta de mi vida.

Dedico de manera especial a mis padres Kelly Salinas Láinez, Mario Yagual Yagual y mi hermano Diego Yagual Salinas, quienes fueron mi principal motivo para el crecimiento de mi vida profesional, además del apoyo y amor incondicional que me supieron brindar.

A mis abuelitos, Margarita Láinez y Carlos Suarez por brindarme su apoyo en todo momento, por guiarme siempre en el sendero del bien y por enseñarme a nunca rendirme.

A mi pareja Anthony Plua, por ayudarme e incentivar me a seguir adelante y por no dejarme sola cuando más lo necesitaba.

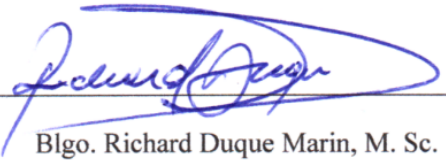
Evelyn Jazmín Yagual Salinas

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, a las autoridades, docentes de la FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR por abrirme las puertas de su institución, por brindarme sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi vida profesional.

A la Blga. Dennis Tómalá Solano M. Sc, le agradezco profundamente por ser mi tutora y guía de este trabajo final, por brindarme su paciencia, su tiempo, conocimientos, confianza y sobre todo por todas las correcciones que abarcan esta investigación.

**TRIBUNAL DE GRADO**



---

Blgo. Richard Duque Marin, M. Sc.

**Decano de la Facultad de Ciencias del Mar**



---

Ing. Jimmy Villón Moreno, M. Sc.

**Director de la Carrera de Biología**



---

Blga. Dennis Tomalá Solano, M. Sc.

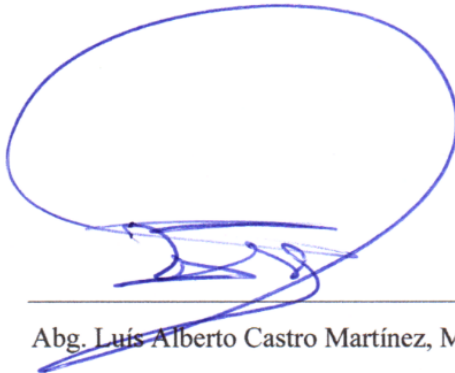
**Docente Tutor**



---

Ac. Sonnya Mendoza Lombana, Ph. D.

**Docente de Área**



---

Abg. Luis Alberto Castro Martínez, Mgs.

**Secretario General**

## INDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4. OBJETIVOS.....	9
1.4.1. Objetivo general.....	9
1.4.2. Objetivos específicos.....	9
1.5. HIPÓTESIS.....	10
CAPÍTULO II.....	11
2.1. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1.1. Contaminación del agua.....	11
2.1.2. Contaminación marina.....	11
2.1.3. Contaminación por plástico.....	14
2.1.4. Contaminación por plástico en Ecuador.....	16
2.1.5. Microplásticos.....	19
2.1.6. Tipos de microplásticos.....	20
2.1.7. Clasificación de los microplásticos.....	22
2.1.8. Impacto del microplásticos en organismos marinos.....	25
2.1.9. Impacto del microplástico en el ser humano.....	26
2.1.10. Generalidades de <i>Caulolatilus affinis</i> .....	27
2.1.11. Generalidades de <i>Diplectrum pacificum</i> .....	30
2.1.12. Marco legal.....	32
CAPÍTULO III.....	37
3.1. MARCO METODOLÓGICO.....	37
3.1.1. Tipo de investigación.....	37
3.1.2. Área de estudio.....	38
3.1.3. Fase de campo.....	39

3.1.4.	Fase de laboratorio .....	40
3.1.5.	Fase de análisis.....	44
CAPÍTULO IV.....		46
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	46
4.1.1.	Cuantificación y ocurrencia de microplásticos presentes en <i>Caulolatilus affinis</i> y <i>Diplectrum pacificum</i> .....	46
4.1.2.	Clasificación y caracterización de microplásticos .....	47
4.1.3.	Factor o índice de condición de Fulton k.....	53
4.1.4.	Especie con mayor presencia de microplásticos .....	54
5.	DISCUSIÓN .....	56
6.	CONCLUSIONES .....	61
7.	RECOMENDACIONES.....	63
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	64
9.	ANEXOS .....	79



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Residuos contaminantes por regiones .....	17
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de los microplásticos según su tamaño .....	23
<b>Tabla 3.</b> Categorización morfológica de los microplásticos .....	24
<b>Tabla 4.</b> Soluciones químicas utilizadas para la determinación de densidades de tipos de polímeros .....	43
<b>Tabla 5.</b> Tabla de datos biométricos de <i>C. affinis</i> de noviembre 2022 .....	79
<b>Tabla 6.</b> Tabla de datos biométricos de <i>C. affinis</i> del mes de noviembre 2022...	80
<b>Tabla 7.</b> Tabla de datos biométricos de <i>C. affinis</i> de noviembre 2022 .....	81
<b>Tabla 8.</b> Tabla de datos biométricos de <i>C. affinis</i> del mes de diciembre 2022 ....	82
<b>Tabla 9.</b> Tabla de datos biométricos de <i>C. affinis</i> de diciembre 2022 .....	83
<b>Tabla 10.</b> Tabla de datos biométricos de <i>C. affinis</i> de diciembre 2022. ....	84
<b>Tabla 11.</b> Tabla de datos biométricos de <i>D. pacificum</i> de noviembre 2022 .....	85
<b>Tabla 12.</b> Tabla de datos biométricos de <i>D. pacificum</i> de noviembre 2022 .....	86
<b>Tabla 13.</b> Tabla de datos biométricos de <i>D. pacificum</i> de noviembre 2022 .....	87
<b>Tabla 14.</b> Tabla de datos biométricos de <i>D. pacificum</i> de noviembre 2022 .....	88
<b>Tabla 15.</b> Tabla de datos biométricos de <i>D. pacificum</i> de noviembre 2022 .....	89
<b>Tabla 16.</b> Tabla de datos biométricos de <i>D. pacificum</i> de noviembre 2022 .....	90
<b>Tabla 17.</b> Tipo de microplásticos tomadas desde el microscopio .....	91

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Vista lateral de <i>Caulolatilus affinis</i> .....	28
<b>Figura 2.</b> Vista lateral de <i>Diplectrum pacificum</i> .....	30
<b>Figura 3.-</b> Área de estudio de Santa Rosa, Salinas-Ecuador.....	38
<b>Figura 4.</b> Diagrama de barras que representa la proporción de individuos con y sin microplásticos según cada especie. ....	46
<b>Figura 5.</b> Microplásticos registrados en las especies de estudio, clasificados de acuerdo a la forma según a Lusher et al. (2017.), las líneas dentro de la imagen indican el tamaño. ....	48
<b>Figura 6.</b> Proporción de microplásticos clasificados según su forma, registradas en las especies de estudio.....	48
<b>Figura 7.</b> La figura muestra el porcentaje obtenido para cada uno de los colores de microplásticos encontrados en ambas especies. ....	50
<b>Figura 8.</b> Representación de barras relacionado a los porcentajes dados a la prevalencia de los diferentes tamaños de microplásticos clasificados en cuatro categorías.....	51
<b>Figura 9.</b> Clasificación de microplásticos hallados en las especies de estudio, en relación al tipo de plástico al que pertenece, las barras representan el porcentaje de tres tipos de plásticos. ....	53
<b>Figura 10.</b> Número de microplásticos presentes en noviembre y diciembre colectados en las especies de estudio. ....	55
<b>Figura 11.</b> Análisis de varianza, valores significativos ( $p = 0,00 < 0,05$ ). ....	95
<b>Figura 12.</b> Diferencias en las medias de los individuos donde se presencia microplásticos vs individuos que no presentaron microplásticos. ....	95
<b>Figura 13.</b> Preparación de la muestra en laboratorio para ser pesado y medido..	96
<b>Figura 14.</b> Medición de las muestras con ictiómetro .....	96
<b>Figura 15.</b> Medición del peso en balanza digital .....	97
<b>Figura 16.</b> Disección de la muestra.....	97
<b>Figura 17.</b> Extracción del tracto digestivo .....	98
<b>Figura 18.</b> Colocación de NaOH 10%, en la muestra durante 24h.....	98
<b>Figura 19.</b> Rotulación de códigos sobre los frascos con muestras.....	99

<b>Figura 20.</b> Observación del tracto digestivo en el estereoscopio .....	99
<b>Figura 21.</b> Observación de muestra al microscopio .....	100
<b>Figura 22.</b> Microplástico tipo fibra observado en el estereoscopio .....	100
<b>Figura 23.</b> Prueba de densidad con NaCl.....	101
<b>Figura 24.</b> Disolución de ZnCl <sub>2</sub> /Agua destilada para prueba de densidad.....	101
<b>Figura 25.</b> Reposo de las muestras sumergidas dentro de un tubo de ensayo....	102
<b>Figura 26.</b> Observación de la flotabilidad de las muestras después de reposar por 15 min .....	102

## GLOSARIO

**Microplásticos:** Diminutos fragmentos de residuos plásticos.

**Nanoplástico:** Material plástico que contiene una estructura interna o superficial a una nanoescala.

**Estrés oxidativo:** Afectación de la capacidad de los organismos para contrarrestar oxidantes.

**Citotoxicidad:** Cualidades que tienen algunas células para actuar como tóxicas ante otras que están alterando.

**Homeostasis:** Capacidad para mantener estable constantemente la condición interna.

**Neurotoxicidad:** Alteraciones funcionales, estructurales o bioquímicas que se dan en el sistema nervioso.

**Bioacumulación:** Es netamente la acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de modo que su acumulación es alta a comparación de sus alimentos.

**Lixiviados:** Líquidos que transitan entre los residuos que se hayan principalmente en los vertederos.

**Disbiosis:** Desequilibrio en la microbiota que ocurre dentro del aparato digestivo.

**Depuración:** Eliminación de un compuesto con el fin de ser purificado.

## ABREVIATURAS

**NaOH:** Hidróxido de sodio

**ZnCl<sub>2</sub>:** Cloruro de Zinc

**NaI:** Yoduro de sodio

**NaCl:** Cloruro de sodio

**PCMps:** Peces con microplásticos

**PE:** Polietileno

**µm:** micras

**mm:** milímetros

**cm:** centímetros

**m:** metros

## RESUMEN

A nivel mundial, la contaminación de los mares a causa del microplástico, ha sido una de las problemáticas más preocupantes tanto para humanos como animales terrestres o marinos en los últimos años. Por esta razón, el presente estudio consistió en caracterizar los microplásticos encontrados en las especies *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum* colectados en el puerto pesquero de Santa Rosa, Salinas mediante la observación y análisis del tracto digestivo demostrando la presencia de estas partículas en los peces de interés comercial. Se analizaron los tractos digestivos de 120 ejemplares en total durante noviembre y diciembre, además, se tomaron medidas biométricas como el peso y la longitud. El tracto digestivo y el contenido estomacal se almacenó con Hidróxido de sodio (NaOH) al 10%. Los microplásticos encontrados se clasificaron de acuerdo al color, tamaño, forma y densidad utilizando cloruro de zinc y cloruro de sodio. Además, se cuantificó y determinó la ocurrencia de los microplásticos. Se encontraron 36 microplásticos en total, donde el nivel de ocurrencia resultó mayor en *C. affinis* (25%) y menor en *D. pacificum* (18.33%). La forma en fibra fue dominante en *C. affinis* (74%) como en *D. pacificum* (69%), seguida de los fragmentos. La coloración azul predominó en *C. affinis* (91%) mientras que el color negro en *D. pacificum* (46%), el tamaño más frecuente fue de 1 a 2 mm y el tipo de polímero, denotó en el polietileno de baja densidad (LDPE) seguido del polietileno de alta densidad HDPE. El índice de condición de Fulton se encontró en un rango normal. *C. affinis* durante noviembre y diciembre ocupó la mayor presencia de microplásticos dentro de su sistema digestivo.

**Palabras Claves:** Microplástico, caracterización, factor de ocurrencia, tracto digestivo.

## ABSTRACT

Worldwide, the contamination of the seas by microplastics has been one of the most worrisome problems for both humans and terrestrial and marine animals in recent years. For this reason, the present study consisted of characterizing the microplastics found in the species *Caulolatilus affinis* and *Diplectrum pacificum* collected in the fishing port of Santa Rosa, Salinas through the observation and analysis of the digestive tract demonstrating the presence of these particles in fish of commercial interest. The digestive tracts of a total of 120 specimens were analyzed during november and december, and biometric measurements such as weight and length were taken. The digestive tract and stomach contents were stored with 10% sodium hydroxide (NaOH). The microplastics found were sorted according to color, size, shape and density using zinc chloride and sodium chloride. In addition, the occurrence of microplastics was quantified and determined. A total of 36 microplastics were found, where the level of occurrence was highest in *C. affinis* (25%) and lowest in *D. pacificum* (18.33%). Fiber form was dominant in *C. affinis* (74%) as in *D. pacificum* (69%), followed by fragments. Blue coloration predominated in *C. affinis* (91%) while black in *D. pacificum* (46%), the most frequent size was 1 to 2 mm and the type of polymer, denoted in low density polyethylene (LDPE) followed by high density polyethylene HDPE. Fulton's condition index was found to be in the normal range. *C. affinis* during november and december had the highest presence of microplastics in its digestive system.

**Keys words:** Microplastic, characterization, occurrence factor, digestive tract.

## **CAPÍTULO I**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

A través de los años se ha estimado una cantidad inaudita de plástico, de 4.8 a 12.7 millones de toneladas métricas, que han ingresado en el medio marino, la cual se ha calculado que más del 65% de los polímeros producidos, tales como el polipropileno (PP) y el polietileno (PE) en sus diversas formas, tienen una densidad inferior a la del agua de mar (Cózar et al., 2014; Geyer et al., 2017). Se estima alrededor de 250.000 toneladas de plástico flotan en el océano, sin embargo, esta cantidad no se compara a las demás cantidades de plásticos restante en el medio (Karkanorachaki et al., 2021).

Es importante destacar que los polímeros plásticos demuestran una degradación biológica lenta, y esto ocasiona a que permanezca en el ambiente durante ciento a miles de años, donde se descomponen en pedazos más pequeños (microplásticos) debido a la radiación ultravioleta, fuerzas físicas e hidrólisis (Romeo et al., 2015). De acuerdo al tamaño que presenta es muy persistente en el ambiente, estos fragmentos pueden ingresar en el interior de variedades de organismos por lo que varios estudios han informado sobre este problema de ingestión de microplástico para más de 100 especies de peces y mamíferos marinos (Lusher et al., 2013).



A nivel mundial, la contaminación de los mares a causa del microplástico, ha sido una de las problemáticas más preocupantes tanto para humanos y animales terrestres o marinos en los últimos años. Existen diversos factores que han generado el incremento de los niveles de contaminación en los mares afectando a la biodiversidad marina, provocando a su vez la extinción de muchas especies y causando efectos en la salud del ser humano (Villamar, 2021). La producción del plástico en general que se ha producido desde los años 50, se incrementa de manera masiva en todo el mundo, formando parte de la vida cotidiana y sustituyendo a otros elementos más pesados, caros o difíciles de manipular, tales como la madera o algunos metales (Varela, 2019).

En el Ecuador, se hace uso de diferentes tipos de plásticos, pero el que mayor porcentaje de utilidad ha tenido son las fundas plásticas tipo camiseta. A nivel nacional este material en la mayoría de veces es concurrente adquirirla de cualquier tamaño en supermercados en sitios de expendio de productos comerciales (Alarcón, 2019). Por consiguiente, el plástico al ser un material con tiempo de degradación lenta, es muy fácil ser encontrado en sitios abiertos ya sean enteros o en pequeñas partículas, constituyendo así una fuente de contaminación en el país (Proaño, 2020). Dentro de este contexto, la parroquia de Santa Rosa es considerada uno de los puntos de comercialización en pesca artesanal importante de la provincia de Santa Elena (Navarrete et al., 2009).

Cabe mencionar que se ha evidenciado la presencia de microplásticos dentro del contenido estomacal en especies que tienen un interés comercial, tales como, *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard* (Lino, 2019). Por su parte, Montenegro (2021) reportó que se ha encontrado desechos plásticos en general dentro de *Coryphaena hippurus*, *Sarda orientalis* y *Katsuwonus pelamis*; mientras que Villao (2021) realizando un estudio en *Coryphaena hippurus*, no encontró presencia de desechos plásticos. Otras especies como *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna* analizadas por Flores Piguave (2022), encontró microplásticos dentro del tracto digestivo y los tejidos.

La presente investigación esta direccionada en la caracterización de microplásticos presentes en *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum* colectados en el puerto pesquero de Santa Rosa, Salinas mediante la observación y análisis del tracto digestivo de los organismos demostrando la presencia de estas partículas en los peces de interés comercial.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La contaminación marina abarca diversos factores y efectos directos a la biodiversidad existente en el océano, tanto así, que la población se ha visto perjudicada concurrentemente debido al mal uso que se le proporciona a los derivados del petróleo. Rojo y Montoto (2017) indican que algunos desechos plásticos son arrojados al océano, y en consecuencia a esto, generan su fragmentación de acuerdo al tiempo sumergido en el medio. Además, mencionan que las fuentes de entrada de los plásticos tanto macro como micro al océano, se derivan del 80% que provienen de la tierra y el 20% restante son la entrada a los propios océanos debido a la actividad pesquera, donde se generan residuos contaminantes, abandono de redes y otros materiales a base de plástico.

Generalmente, la flota pesquera artesanal utilizan instrumentos compuestos de plásticos, que al estar en alta mar muchos de ellos dejan sus residuos, por consiguiente, con el pasar de los años, ya sea por el oleaje y tiempo fuera de marea, provoca que sufran desgaste continuamente trayendo consigo entre partículas de mayor a menor tamaño. Lo que hace que los organismos ingieran indirectamente ingresando a su tracto digestivo.

Según Li et al. (2018) sugieren que la ingesta de microplásticos, puede ser a causa de los comportamientos de alimentación no selectiva que presentan algunas especies de peces llegando a ingerir grandes cantidades de microplástico a comparación de los que tienen una alimentación selectiva. Un estudio realizado por Lino (2019), afirma la ocurrencia de microplásticos en el tracto digestivo en las especies *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*, los cuales son de interés comercial en el Puerto Pesquero de Santa Rosa, resaltando que existe la presencia de este contaminante dentro de los organismos.

Las diferentes especies de peces que ingieren microplásticos provienen del Océano Pacífico, Atlántico, Mar Mediterráneo, y otros cuerpos de agua a nivel mundial (Cole et al., 2011). Purca y Henostroza. (2017), indican que en Sudamérica se han reportado varias investigaciones de ingestión de plásticos en las especies marinas. En referencia a Ecuador, se han encontrado frecuentemente fragmentos de dos tipos de plásticos que son tereftalato de polietileno y el polipropileno (Diario El Comercio, 2018).

Considerando que estos microplásticos podrían afectar la salud humana a través de múltiples mecanismos, van variando sus efectos de acuerdo a la función de exposición y susceptibilidad individual. Entre estos efectos se destacan la

producción de estrés oxidativo, citotoxicidad, alteración de la homeostasis, disbiosis de la microbiota intestinal, neurotoxicidad y toxicidad reproductiva (Mora, 2021). Algunas especies marinas se han visto afectadas debido al consumo de los microplásticos, tomando en cuenta a los peces que también son propensos a presentar algunos efectos, la acumulación de las partículas de menor tamaño que se encuentran dentro del tracto digestivo, influyen en la alimentación a causa de la disminución por consumo de presas, en la reproducción, crecimiento en talla y peso, pero sobre todo en la supervivencia de los mismos (Foley et al., 2018).

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

A nivel mundial, existe una mayor incidencia de estos residuos que son fuente de contaminación para los biomas marinos, muchas de las especies marinas que ingieren microplásticos son destinados para el consumo humano. Dado a su pequeño tamaño son fáciles de que sean transportados por medio de las corrientes marinas, permitiendo que estas lleguen a las costas del planeta y muchos de ellos las especies marinas los confunden como alimento llegando al tracto digestivo formando una bioacumulación.

Los estudios abarcados de microplásticos ingeridos por especies marinas en Ecuador, no se han desarrollado en su totalidad para peces pelágicos y demersales, de los cuales son esenciales para la seguridad alimentaria (Lino, 2019), por ende, es importante que aumenten las investigaciones donde se pretenda evidenciar la presencia de estas partículas en especies de interés comercial capturadas y desembarcadas en el Puerto Pesquero de Santa Rosa y otras zonas costeras del país.

Por otra parte, el sitio costero de Santa Rosa a simple vista se observan diferentes desechos tanto orgánicos como inorgánicos, es posible que la razón por la que hay mucha contaminación se debe a que los habitantes no adquieren un conocimiento

sobre el impacto que ocasionan estos residuos, por ende, existe una tendencia por parte de la comunidad y los pescadores en continuar vertiendo sus residuos plásticos u otros desechos, tanto en la zona arenosa como en la superficie del mar, y se podría considerar también como una de las fuentes de contaminación en el medio.

La presente investigación consiste en aportar datos e información sobre la presencia de microplásticos ingeridos por peces demersales como *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum*, de manera que, sirvan para futuros estudios que ayuden a diagnosticar la presencia de microplásticos y sus posibles efectos al estar dentro de su sistema digestivo.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Caracterizar los microplásticos encontrados en *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum* colectados en el puerto pesquero de Santa Rosa, Salinas mediante la observación y análisis del tracto digestivo demostrando la presencia de estas partículas en los peces de interés comercial.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la cantidad de microplásticos presentes en las muestras colectadas del puerto pesquero durante los meses de noviembre y diciembre mediante la utilización del factor de ocurrencia.
- Clasificar los tipos de microplásticos hallados en tracto digestivo de los organismos mediante la observación de su morfología y pruebas de densidad de Lusher (2017).
- Establecer la especie que ocupa mayor presencia de microplásticos en el tracto digestivo mediante el registro de conteo en los meses de estudio.



## 1.5. HIPÓTESIS

**HI:** Existe la presencia de microplásticos en las especies *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum* capturados en el Puerto pesquero de Santa Rosa, Salinas.

**HO:** No existe la presencia de microplásticos en las especies *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum* capturados en el Puerto pesquero de Santa Rosa, Salinas.

## **CAPÍTULO II**

### **2.1. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1. Contaminación del agua**

La contaminación de una de las fuentes más importantes para la vida, el agua no solo se ve afectada debido a los microorganismos dañinos presentes en el medio, sino también por aquellas sustancias u otras vías donde está involucrado la actividad antropogénica. Naturalmente, el agua se contamina debido a las sustancias o elementos libres tales como el sodio, el potasio, hierro, cobre y el selenio, por otra parte, el ser humano introduce sustancias que incluyen sales, restos de hidrocarburos que por lo general son derivados del petróleo, las industrias cuando expulsan algunos solventes, así mismo de la agricultura, también lixiviados de depósitos de basura, letrinas y pozos negros (Abarca & Mora, 2016)

#### **2.1.2. Contaminación marina**

- **Contaminación marina a nivel mundial**

La UNEP (Programa para el medio ambiente de las Naciones Unidas) define a la contaminación marina a aquellos materiales sólidos que han sido fabricados y procesados que por lo general son desechados directa o indirectamente en el océano o en las costas. De acuerdo a los datos brindados por varios países junto con la recopilación de artículos científicos se estima que la cantidad de plásticos que se encuentra en la basura marina equivale entre un 60 y un 80 %. De igual manera

existe un aproximado del 20 % que equivale a plástico proveniente de la actividad marítima, el 80% proviene de la tierra en la actualidad. Hasta principios del siglo XX, la causa mayor de contaminación marina, excluyendo a la basura y los plásticos, provenían del transporte marítimos como de pesca, mercancías y el transporte de pasajeros.

Es un poco preocupante el tema de la contaminación marina ya que se acerca más a estudios donde revelan que la principal contaminación es por plástico, se calcula que este material que se puede observar en las superficies no representa más del 15% del total, así como otro 15% que flota en la columna de agua, dejando así un 70% restante para los plásticos encontrados en el lecho marino. En referencia este quedara enterrado por materia orgánica e inorgánica haciendo que se retrase su degradación debido por falta de luz solar y las bajas temperaturas dada en las cuencas oceánicas ocasionando que no se eliminen del lecho marino (Varela, 2019).

La comercialización por cada minuto de botellas de plásticos en el mundo es de aproximadamente un millón, las mismas que entran hacia el mercado y generan polución; y solo el 9% es utilizado para el reciclaje (WWF, 2020). En el mundo al año se arroja a los mares aproximadamente 13 millones de toneladas de plásticos, la cual el 50% pertenece al plástico desechable como bolsas y sorbetes, estos tardan hasta 500 años en cuanto al proceso de descomposición en el medio. Además, las

investigaciones realizadas por Royal Society, La universidad Estatal de Nueva York y la Universidad de Minnesota, realizaron un análisis de muestras de agua marina y también dulce de los cinco continentes existentes en el mundo, revelando que prevalecen al menos 4.000 millones de fragmentos plásticos por cada kilómetro cuadrado de las playas, corales y además en las superficies marinas, por otra parte el 83% del agua de grifo está siendo contaminada por este material (Instituto Nacional de Pesca , 2018).

- **Principales causas de contaminación oceánica**

Cabe recalcar que entre las principales causas de la contaminación marina abarcan diferentes tipos de fuentes contaminantes que se mencionan a continuación:

Contaminación química; parte de las actividades industriales junto con los desechos químicos arrojados al mar, afectando la vida de los seres vivos tanto marino como terrestre, estos al estar en contacto con el agua se disuelven provocando una reacción y por ende aumenta la temperatura del agua. Las aguas residuales provienen de las viviendas, industrias y comercios, por lo general estas aguas pasan por un proceso de tratamiento químico, físico y biológico antes de que sean liberadas al mar para poder eliminar sus desechos. Actividad agrícola, las aguas se contaminan debido a que contienen herbicidas, plaguicidas y también fertilizantes no amigables con el medio ambiente, son obtenidos a partir de la filtración de cosechas, los componentes presentes en estas aguas son desembocados en el océano perjudicando a los organismos.

Plástico y microplástico; en las últimas décadas se ha ido comprobando que los residuos con lenta degradación arrojados al mar afectan directamente a los organismos marinos debido a que constantemente los confunden estos restos como alimento. Por otra parte, con el microplástico definidos como partículas pequeñas, son difíciles de extraer del medio debido a su tamaño provocando desequilibrio al ecosistema. Los derrames de combustibles en su mayoría pueden ser accidentales en mayor escala, sin embargo, la localización en ciertos puntos el combustible suele extenderse en toda la superficie del agua y resulta un tanto difícil diluirse completamente (Abbas, 2021).

### **2.1.3. Contaminación por plástico**

- **La contaminación por plástico a través del tiempo**

Desde antes del siglo XIX, ya existía un conocimiento acerca del uso del plástico, pero con el inicio de la revolución industrial y el crecimiento alto de la población, la demanda de materiales plásticos comenzó a aumentar y desde entonces la producción ha sido sustituida por materiales metálicos y madera, dado que la fabricación del mismo tiene un precio bajo (Pineda, 2021).

Si bien es cierto sobre los desechos marinos en los que se encuentra el plástico, en la actualidad constituyen gran parte de la basura marina en todo el mundo (Ryan, 1997). En 1975 ocurrió en una sola flota pesquera mundial el arrojamiento en el océano un aproximado de 135.400 toneladas equivalentes a pesca plástica engranajes y 23.600 toneladas pertenecientes a material sintético de embalaje (Cawthorn, 1989). No obstante, Horsman (1982) expuso que los barcos encargados a la mercancía descargan 639.000 contenedores de plástico día a día a nivel mundial, es por esto, que a los barcos también se los consideran como una fuente importante de desechos plásticos (Shaw, 1977; Shaw y Mapes, 1979).

- **Impacto del plástico en el medio ambiente**

Hasta el momento, el espacio donde la comunidad científica internacional se ha interesado en el impacto sobre el abandono del plástico, es en océanos y mares, junto con la relación a la vida silvestre. Las documentaciones de los primeros casos sobre ingestión de plástico datan desde 1966, donde se halló 74 polluelos de albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*) ubicado en un atolón del Pacífico (Parker, 2018). Las Naciones Unidas establece que 640,000 toneladas de artes de pesca quedan o desaparecen en el mar en cada año, este fenómeno también es conocido como “pesca fantasma”. Estos materiales hechos a base del plástico quedan enredados en las hélices de los barcos, animales y también se asientan en hábitats sésiles. Los enredos son provocados por hilos nylon, redes y cuerdas, siendo la

causa más grave de mortalidad en las tortugas marinas, aves costeras o marinas, peces y también cangrejos (Pappas, 2018).

Se debe señalar que, las partículas de plástico contienen propiedades químicas de atraer y acumular contaminantes hidrofóbicos es decir aceitosos del agua de mar, de esta manera actúan como esponjas químicas sobre contaminantes tóxicos que llegan al océano la cual son procedentes de la agricultura y la industria motivo por el cual llegan a formar parte de la cadena alimentaria. En comparación con el microplancton y el microplástico hallado, se ha vuelto alimento básico del océano para la fauna marina amenazando a peces y aves, muchos de estos son confundidos por alimentos, causando en muchas ocasiones la muerte de los organismos por ingerir partículas de plástico y redes de aparejos producto de las pescas abandonadas, desechadas o perdidas accidentalmente (Arredondo, 2018).

#### **2.1.4. Contaminación por plástico en Ecuador**

En Ecuador se presenta la contaminación por el uso indiscriminado del plástico. El 80% de hogares en el país usa fundas plásticas de tipo camiseta, las cuales se utilizan principalmente para comprar alimentos a diario, se estima que cada persona utiliza al menos dos materiales plásticos desechables. Así como en otras partes del mundo hay aumento de la producción de plástico, en nuestro país aumenta

aceleradamente en comparación con otros materiales industriales, cabe mencionar que más del 90% del plástico esta hecho por derivados de petróleo (El Comercio, 2019).

Entre el año 2015 y 2017 registraron cifras de desechos contaminantes alarmantes en las cuatro regiones pertenecientes al país, y se recolectaron 499.33 toneladas de residuos a nivel nacional.

**Tabla 1.** Residuos contaminantes por regiones

<b>RESIDUOS CONTAMINANTES</b>				
<b>REGIONES</b>	<b>Botellas plásticas</b>	<b>Tarrinas de comida</b>	<b>Tapas de tarrinas</b>	<b>Colillas de cigarrillo</b>
<b>COSTA</b>	92292	58102	81932	91107
<b>SIERRA</b>	55216	60552	28206	24933
<b>AMAZONIA</b>	2201	10708	10324	8395
<b>GALÁPAGOS</b>	12877	1650	2318	7765

**Fuente:** Noroña, (2019)

Se puede demostrar en la Tabla 1, que existe una baja cantidad en cuanto a la presencia de residuos contaminantes en la región insular, debido a que, esta región está estrechamente relacionada con normativas, de las cuales prohíben el uso de objetos desechables tales como: fundas, sorbetes, envases de polietileno y botellas plásticas no retornables. Sin embargo, se ha encontrado macro y micro plástico en trece islas y treinta sitios tanto en la costa como en la mar (Carrere, 2019).



- **Estudios de microplásticos realizados en Ecuador**

Son pocos los estudios de ingesta de microplásticos en el Ecuador, sobre todo la presencia de estos contaminantes en zonas costeras y sedimentos (Loyal & Zhunaula, 2022). Sin embargo, las investigaciones de microplásticos son direccionadas al análisis de diferentes especies marinas que tienen un interés comercial, además de la presencia en cuerpos de agua, alimentos y animales terrestres. En base al estudio de Janin Domínguez Lino en el 2020, con el tema: Microplásticos 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, demostró que gran parte de las partículas encontradas en las especies pertenecían a polímeros de alta y baja densidad. Jonathan Villao Rodríguez en 2021, reportó microplásticos en mejillones, *Mytella guyanensis*, capturados en Puerto El Morro, provincia del Guayas-Ecuador, durante noviembre y diciembre de 2021, donde existieron altos valores en presencia de microplásticos en las poblaciones del mejillón mencionado. Por otra parte, Nathaly Macias Tumbaco en 2022 con el tema: 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, indica que el polímero con mayor frecuencia fue el LDPE seguido del HDPE. El estudio de determinación de la presencia de microplásticos en atún enlatado efectuado por David Nacimba Aguirre en 2020, obtuvo mayor número de partículas de polietileno tereftalato mediante MicroFTIR. En cuanto al autor Bryan Chávez Carrillo en 2019, con el tema: Presencia de microplástico derivado de la degradación de tanques de reserva plásticos en el agua potable de Riobamba, expone que los microplásticos hallados provienen de la degradación de los tanques, lo que hace que el agua se contamine por este tipo de plástico.

### **2.1.5. Microplásticos**

Andrady (2011) menciona que la determinación de diminutos fragmentos de residuos plásticos toma como denominación microplásticos, mismos que podemos encontrar en los mares de todo el mundo. Como ya se ha mencionado antes los microplásticos son partículas de plástico que equivalen un tamaño de 5mm, estos materiales resultan de la degradación de residuos plásticos de mayor tamaño, se pueden encontrar en sedimentos sublitorales, en especies acuáticas, puesto que, se acumulan en el medio marino durante mucho tiempo en las playas (Van Cauwenberghe et al., 2013).

Al mismo tiempo se están formando islas con plásticos en los océanos, ocasionando un fuerte impacto sobre los continentes del planeta, y no solo eso, sino también se ha generado un gran interés de entidades como la ONU para combatir esta problemática, junto con las sociedades de los países que dependen de los espacios marinos, sin embargo, están siendo afectada la pureza del agua que nos permite vivir día a día (Arredondo, 2018). Se menciona que la existencia de microplásticos contienen una composición de productos de industrias y es la razón por las que se denomina como microplásticos dividiéndose tanto en primarios como secundarios ya que parten de la fragmentación de macroplásticos (Christoph et al., 2016)

### **2.1.6. Tipos de microplásticos**

Toledo Martínez (2019), señala los tipos de plásticos con mayor utilización, a aquellos que forman parte a la composición de los microplásticos, y se mencionan a continuación:

- **Polietileno (PE)**

Se conoce como uno de los polímeros más utilizados a nivel mundial, es una resina proveniente de la polimerización del etileno, se presenta como un material parcialmente cristalino y amorfo. Existen diversos tipos de polietileno que se pueden encontrar en los mercados en diferentes condiciones de operación o fabricación, que son llevadas a cabo por la reacción de polimerización. A su vez el PE se divide en dos tipos, el polietileno de baja densidad que se obtiene a partir de la polimerización del etileno a altas presiones y el polietileno de alta densidad que se obtiene por exponerse a presiones relativamente bajas (Girón, 2005).

- **Polipropileno (PP)**

Este tipo de plástico que también es conocido con las siglas PP, presenta una consistencia dura y resistente al calor, sin embargo, se puede ablandar a temperaturas elevadas de los 150 °C. Se obtiene como subproducto de fabricación de etileno o como subproducto de operaciones de refinerías (Corso et al., 2016).

- **Poliestireno (PS)**

Por lo general es un plástico económico termoplástico que también es obtenido mediante la polimerización del estireno, en algunos casos se suele confundir con el polietileno. Cuando se expone a temperaturas relativamente altas se puede deformar y se vuelve flexible, además, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado de transición vítrea al momento de enfriarse lo suficiente (Ocles, 2017).

- **Policloruro de vinilo (PVC)**

Es considerado como un material sintético de gran versatilidad con diversas configuración y formulaciones, este material resulta de la combinación de cloro y una fuente de carbono. Forma parte de los plásticos con mayor producción estando en el quinto puesto de fabricación con 61 millones de toneladas métricas al año, particularmente es un plástico problemático debido a su toxicidad en cuanto a la producción de cloro como de monómeros necesarios para hacer el polímero (Schettler, 2020).

- **Polietileno tereftalato (PET)**

Polímero termoplástico, que se produce a partir de la polimerización del etilenglicol con ácido tereftálico. Pertenece a la familia de los poliésteres, puede ser amorfo o parcialmente cristalizado esto es dependiente de la velocidad de enfriamiento

después del conformado. Se utilizó masivamente en la década de los 90, ya que ofrecía variedad de formas, colores y sobre todo la ventaja de su peso liviano, también es utilizado en fibras para muebles y fibras combinadas con algodón para fabricar ropa (Elías & Jurado, 2012).

### **2.1.7. Clasificación de los microplásticos**

- **Origen**

La clasificación de microplásticos está basada en dos categorías, microplásticos primarios y microplásticos secundarios de acuerdo a su origen:

- **Primarios:** aquellos que provienen de la fabricación directa cuyo diámetro es inferior a 5mm, en otras palabras, son consideradas de la fabricación en ámbito microscópico, para este caso se incluyen los productos de belleza, aseo personal, gel de cabello, pasta de dientes, polvos micronizados entre otros.
- **Secundarios:** aquellos que parten de la erosión, fragmentación y degradación de plástico con mayor tamaño debido en el entorno y condiciones ambientales que incluyen el sol, rayos ultravioletas o a causa del rompimiento de las olas, por otra parte, las fibras que sueltan las prendas de vestir al momento del lavado reduce la integridad estructural convirtiéndose en pequeños fragmentos de plástico (Cole et al., 2011).

- **Tamaño**

En la actualidad, la literatura científica que está especializada en el ámbito del microplástico demuestran que estas partículas mantienen diferentes rangos de tamaños para ser definidos (Thompson, 2015), sin embargo, varias investigaciones consideran a los microplásticos a aquellas partículas que comprenden un tamaño inferior a 5mm (Arthur et al., 2008); de igual manera, existen autores que emplean la misma norma a partículas < 2 mm, < 1 mm, incluso de < 500 µm. En la Tabla 2 se muestra la clasificación de microplásticos de acuerdo a sus dimensiones que estos presentan:

**Tabla 2.** Clasificación de los microplásticos según su tamaño

<b>Prefijo</b>	<b>Clase tamaño</b>	<b>Rango de tamaño</b>
Micro	Nanoplástico	< 0.2 µm
	Microplástico	< 0.06 a 0.5 µm
	Microplástico	< 0.5 µm
	Micro desecho	< 2 µm
	Microplástico pequeño	< 1 µm
	Microplástico grande	1-5 µm






**Fuente:** Rojo & Montoto (2017)

- **Morfología**

Existe una gran variedad en cuanto a las formas o morfologías que presentan los microplásticos por lo tanto son considerados heterogéneos, estos pueden ser desde perlas esféricas hasta fragmentos angulares y fibras un poco largas. Con la identificación de las diferentes morfologías podemos allegar con fuentes

potenciales es decir de donde provienen estos microplásticos, como textiles o cuerdas de fibras, así también como el comportamiento en el medio que se encuentra (varamiento frente a hundimiento, ingestión por biota). En la actualidad para la categorización morfológica de estos contaminantes no existe como tal un esquema específico, sin embargo, se utilizan cinco categorías generales que se pueden detallar en la Tabla 3 (GESAMP, 2019).

**Tabla 3.** Categorización morfológica de los microplásticos

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Características</b>	<b>Ejemplo</b>
Fragmento	Formas irregulares: redondeadas, angulares, subangulares	Partículas duras de forma irregular que tienen apariencia de estar descompuesto de un pedazo de basura más grande	
Espuma de poliestireno	Partícula casi esférica o granular	Pueden ser un poco elásticos dependiendo de su estado de meteorización, se deforma bajo presión	
Películas	Lamina	Partícula regularmente plana y flexible, presenta una superficie lisa o posee bordes angulares	
Fibras	Fibra, filamento, hebra	Fibra que presenta una longitud amplia a comparación de su ancho	
Pellets	Cilíndricos, discos, planos, ovoides	Su consistencia es dura, presenta forma esférica, lisa o granular	

**Fuente:** (GESAMP, 2019)

### **2.1.8. Impacto del microplásticos en organismos marinos**

- **Peces**

Se ha encontrado comúnmente fibras y fragmentos de microplásticos en peces, estos organismos ingieren estos residuos que llegan a los diferentes órganos, se puede dar a través de presas ya contaminadas o al ser un consumo accidentalmente que suelen ser confundido por alimento. Luego de ser ingeridos, se retienen dentro del sistema digestivo provocando que la alimentación reduzca, a su vez se produce una acumulación y no permite el paso de los desechos. También se adhieren a la piel de los peces y en algunas ocasiones en tejidos como branquias, hígado y músculos. Por otro lado, los residuos plásticos de mayor tamaño suelen acumularse en el estómago, esófago e intestinos, las cuales son partes que el ser humano no consume, por lo tanto, no existe peligro ante la salud, sin embargo, desde que ingresan estos contaminantes en los peces, podrían interferir en importantes procesos biológicos (Instituto de ecología litoral, 2021).

- **Moluscos Bivalvos**

Los microplásticos afectan a especies que son consumidos como ostras y mejillones, debido a los hábitos alimenticios que poseen, que lo hacen por medio de filtración. Por consiguiente, son consideradas uno de los más propensos a la introducción de microplásticos en su sistema. Tienden a efectos como infecciones a tejidos, respuestas inflamatorias, reducen la actividad de filtración y efectos neurotóxicos. Aunque estos organismos puedan eliminar grandes cantidades de



microplásticos de forma acelerada, el restante queda atrapado internamente siendo así un proceso no completo de depuración (Instituto de ecología litoral, 2021).

- **Aves marinas**

En el caso de las especies de aves marinas son vulnerables hacia los desechos plásticos, principalmente a través de enredos de los residuos y también la ingestión del mismo, debido a los rasgos de historia de vida, tales como la posición trófica alta y la composición de su alimentación pueden afectar significativamente su supervivencia. Existe el posible impacto sobre la ingestión de plástico en aves marinas, ocasionando mayor preocupación, estos residuos pueden afectar la condición corporal, la tasa reproductiva e incrementar la mortalidad (Wilcox et al., 2015).

### **2.1.9. Impacto del microplástico en el ser humano**

Varios estudios manifiestan que las principales vías en exposición a microplásticos en el organismo son por medio de la ingestión (Thompson et al., 2009). Mediante la ingestión, al consumir los alimentos podrían estar contaminados por los microplásticos ya sea por una exposición directa con el medio ambiente o quizás por una transferencia toxica dada mediante la cadena trófica de animales depredados a animales depredadores los cuales son alimento para el ser humano y

por consiguiente causan enfermedades como cáncer y efectos neurológicos (Van Cuwenberghe & Janssen, 2014).

La entrada del microplástico en el ser humano puede ser mediante el consumo voluntario de los alimentos y de bebidas, sin embargo, el efecto de los residuos presenta un menor problema directo, pero como se conoce estos microplásticos contienen químicos adheridos, potenciales patógenos asociados o la fragmentación dentro del cuerpo en pedazos más pequeños que en este caso se denominan como nano-plásticos, pueden generar un mayor impacto en la salud humana. Cabe resaltar que aún no existe un riesgo real en cuanto a la ingesta de microplásticos por el ser humano, por lo que aún no se determina completamente por los investigadores y científicos (Florencia et al., 2020).

#### **2.1.10. Generalidades de *Caulolatilus affinis***

- **Clasificación taxonómica**

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Perciformes

**Familia:** Malacanthidae

**Género:** *Caulolatilus*

**Especie:** *Caulolatilus affinis*



**Figura 1.** Vista lateral de *Caulolatilus affinis*

- **Descripción morfológica de la especie**

Presenta cuerpo alargado, semi-comprimido, cabeza grande, ojos grandes, perfil predorsal convexo, el opérculo cuenta con una sola espina corta, preopérculo aserrado, aleta caudal terminal truncada, escamas ásperas en todo el cuerpo exceptuando en la cabeza, que presentan escamas lisas al tacto. En cuanto a su coloración normalmente es de color gris o marrón, mientras que, vientre es un poco más claro, se diferencia por tener una banda amarilla bajo el ojo y contiene aletas oscuras (Instituto Nacional De Pesca, 2018).

- **Distribución geográfica**

La distribución comprende desde el Golfo de California (México) hasta Pisco (Perú), incluyendo las islas Galápagos. En países como Colombia, Ecuador, Costa Rica, México y Perú la captura del cabezudo está caracterizado por ser tipo artesanal, incluso forma parte de la fauna asociada de otros recursos capturados (Dooley, 1978).

- **Hábitat**

El conejo o cabezudo llamado vulgarmente, pertenece a la comunidad de peces demersales que habita a profundidades de 20 a 239 m, estos hábitats comprenden fondos poco rocosos, arenosos y lodosos, por esta razón la captura de esta especie se realiza mediante el arte de pesca de palangre (Dooley, 1978).

- **Alimentación**

Los hábitos alimenticios del cabezudo señalan que es depredador generalista, omnívoro y oportunista, la dieta está constituida principalmente por crustáceos, aunque también se alimentan de moluscos, equinodermos, anélidos y peces más pequeño (Elourdy Garay & Peláez Mendoza, 1996).

- **Reproducción**

El ciclo de vida de la especie, y en especial la etapa reproductiva, está relacionada con factores externos tales como temperatura, fotoperiodo y disponibilidad de alimento, afectando directamente el eje endocrinológico de la estimulación hormonal. Las hembras que están en estado de madurez se pueden encontrar en abril y noviembre en el Golfo de California, México y por otra parte en Colombia, Ecuador y las Islas Galápagos en septiembre (Torre, 2018).

### 2.1.11. Generalidades de *Diplectrum pacificum*

- **Clasificación taxonómica**

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Perciformes

**Familia:** Serranidae

**Género:** *Diplectrum*

**Especie:** *Diplectrum pacificum*



**Figura 2.** Vista lateral de *Diplectrum pacificum*

- **Descripción morfológica de la especie**

La especie presenta cuerpo alargado, el ángulo del preopérculo contiene una esquila roma y redondeada que cuenta con 5-8 espinas largas; las branquiespinas están compuestas entre 15-24 totalmente, comprende una longitud máxima de 29.1 cm; los juveniles pueden ser identificados por tener una franja medio-lateral un poco negruzca que está conectada con una mancha de color negro intenso.

- **Distribución geográfica**

Es una especie endémica perteneciente al Pacífico Oriental, la distribución comprende desde el Sur de Baja California, Golfo de California, México hasta el norte de Perú. En Ecuador se distribuye desde todo el perfil costero, empezando por la provincia de Esmeraldas hasta el Golfo de Guayaquil (Panchana, 2018).

- **Hábitat**

Usualmente habita en fondos de arena y lodo, suelen capturarse en las cercanías de arrecifes rocosos con poca vegetación con una longitud de 15 a 30m de profundidad. Es una de las especies que pertenece al género *Diplectrum* que prefiere aguas someras (Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, 2015).

- **Alimentación**

La alimentación es totalmente carnívora, la dieta varía entre peces óseos más pequeños, crustáceos móviles y moluscos. Por otra parte, existe preferencia de alimentación que está compuesta por la familia Euphausiidae (Robertson & Allen, 2015).

### **2.1.12. Marco legal**

- **Constitución de la República del Ecuador 2008**

Esta investigación pretende recopilar información actual que den paso al análisis de la situación en cuanto a la contaminación ambiental no solo de microplásticos sino también a cualquier tipo de contaminante, que se presenta en dicha zona como es en la parroquia de Santa Rosa, considerando el medio ambiente (flora y fauna) y la salud humana. Por consiguiente, se rige a las leyes de la Nueva Constitución de la República del Ecuador donde se explica:

Que en el Art. 12, el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida (Const, 2011, art.12).

Que el Art. 14 manifiesta que se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak kawsay. Además, se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Const, 2011, art. 14).

Por otro lado, en el Art. 73 se indica que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (Const, 2011, art. 73)

- **Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca**

En concordancia con la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca, la cual fue aprobada en el 2020 por la Asamblea Nacional, se considera el siguiente artículo:

La Prevención y control de la contaminación ambiental por actividades acuícolas y pesqueras expuesta en el Art 41. declara que la Autoridad Ambiental Nacional coordinará con el ente rector y/o con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito de sus competencias, el control de la contaminación ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales, como resultado de las actividades acuícolas, pesqueras y conexas (Ley Orgánica para el Desarrollo de la acuicultura y pesca , 2020, art. 41).



- **Políticas para gestión integral de plásticos en el Ecuador**

Es importante considerar aquellas políticas para la gestión integral de plásticos en el Ecuador, por tal motivo, es necesario conocer las definiciones que son expuestas en el Art 3, las cuales se utilizarán para efectos de interpretación técnico-legal del presente acuerdo:

Plástico. - Término genérico que describe una gran variedad de sustancias, las cuales se distinguen entre sí por su estructura, propiedades y composición; hace parte de un grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros, conformados por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno; su obtención es mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural.

Polímero. - Compuesto orgánico de alto peso molecular, natural o sintético cuya estructura puede representarse por una unidad pequeña y repetida, llamado monómero (Políticas para gestión integral de plásticos en el Ecuador, 2014, art. 3).

Las normativas y disposiciones expuestas anteriormente, están estrechamente relacionadas con el trabajo investigativo, en razón de que se plasma una generalidad en cuanto a la protección de la naturaleza y el medio ambiente, en donde se busca prevalecer un lugar sano para la ciudadanía en general y las especies, mismas que se ven gravemente afectadas por diversos factores en los cuales está la presencia de microplásticos, ante esto, el estado busca la protección y aplica medidas para evitar alguna afectación dentro de los ecosistemas y todo lo que compone aquella.

En el artículo 10 referente al consumo de productos plásticos se menciona que, “los efectos negativos sobre el ambiente dependen de los hábitos y acciones de las personas, por lo que las entidades de gobierno competentes deben unir esfuerzos para la efectividad de proyectos de concientización para reducción de la contaminación por residuos, incluyendo plásticos, a través de la promoción de una cultura de consumo responsable”.

Es importante destacar que, para la disminución de productos plásticos desechados o abandonos en la zona terrestre y marina, se inciten alternativas para la comunidad donde adquieran conocimiento de los posibles efectos de los plásticos dentro de los ecosistemas y como estos pueden afectar la salud humana al estar expuesto al consumo de microplásticos que se presentan en diferentes maneras, como ciertas especies comercializadas que ingieren microplástico o productos alimenticios. Existen pocos estudios sobre el impacto de estos contaminantes en la salud humana, sin embargo, al estar en contacto con el cuerpo afectan la funcionalidad del microbioma intestinal en el aparato digestivo.

De igual manera, se considera el art. 14, donde la gestión en el post consumo de plásticos es estratégico para el uso adecuado de los recursos naturales y productivos

que fomentan un desarrollo económico y social sostenible; para ello se debe lograr y fomentar a nivel nacional un cambio en la percepción de las personas sobre el adecuado consumo y eliminación responsable de los productos

Esta normativa se coloca con el fin, de utilizar de manera adecuada los plásticos luego de su uso, de esta manera, se pretende fomentar el cuidado del medio ambiente en diferentes partes del Ecuador, además, de poder prevenir el exceso de plástico para evitar todas las consecuencias que se pueden atribuir a través de este.

## **CAPÍTULO III**

### **3.1. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

El diseño de este estudio, está basada principalmente en la investigación de campo, donde se recopila información primaria de dichas fuentes sobre un problema en específico, en relación a esto, también está ligada con la investigación descriptiva, en la cual parten la investigación cuantitativa donde se recopila información cuantificable y la cualitativa que tiene como finalidad la exposición de cualidades y características esenciales, que sintetizan y permiten una mejor visualización de algo en concreto.

Ante lo expuesto, la presente investigación está vinculada a estos tipos de investigación, puesto que en primera instancia el autor ha llevado cabo un proceso en el que se ha estudiado minuciosamente a las especies objeto de la investigación, a fin de determinar la densidad de microplásticos que hay en su organismo y en razón a esto, caracterizar cuales son los plásticos que más incurren, presentan y consecuentemente afectan a diversas especies marinas.

### 3.1.2. Área de estudio

El presente estudio se realizó en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa (Fig. 3 Área de estudio de Santa Rosa, Salinas-Ecuador), parroquia rural perteneciente al cantón Salinas, ubicado en la provincia de Santa Elena ( $2^{\circ} 12' 34''$  S  $80^{\circ} 56' 58''$  W), al sur del perfil costanero ecuatoriano, caracterizado por ser pesquero-comercial, que cuenta con una población aproximadamente de 4000 habitantes, parte de la población se dedican la pesquería durante todo el año (Tigrero, 2012). Actualmente, Santa Rosa forma parte de uno de los principales puertos pesqueros artesanales donde se extrae y desembarcan altas cantidades de especies con un alto valor comercial, las cuales entran al mercado interno y también de la exportación (Revelo & Guzman, 1997). La actividad pesquera es totalmente dirigida a la extracción de diferentes recursos tales como peces demersales, peces pelágicos grandes y también de camarones, contando con varios artes de pesca como son la red de enmalle superficial, trasmallo de fondo, palangre superficial, línea de mano de media agua como de fondo y espinel de fondo (Solís, 1998).



**Figura 3.-** Área de estudio de Santa Rosa, Salinas-Ecuador.

**Fuente:** Google earth (2022); **Modificado por:** Yagual (2022).

### **3.1.3. Fase de campo**

- **Colecta de muestras y almacenamiento**

Las muestras de ambas especies se adquirieron en el puerto pesquero de Santa Rosa, con la ayuda de un pescador artesanal. Se obtuvieron 60 muestras de *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum* durante los meses de noviembre y diciembre del 2022, con un total de 120 muestras para el respectivo análisis. Se colectaron en los días lunes, martes y jueves, dependiendo de la disponibilidad de captura en cada semana, se obtuvieron 30 organismos. Según Gallardo et al. (2016) sostiene que para este tipo de estudio se requiere una población de 30 a 50 muestras mínimas de una sola especie.

Para el almacenamiento de las muestras, se colocaron dentro de una hielera espuma flex pequeña que contenía hielo (Mendoza & Mendoza, 2020). Posteriormente se trasladaron las muestras hacia el laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar para proceder con la toma de datos biométricos, disección y extracción del tracto digestivo para luego ser analizados al estereoscopio y microscopio.

#### **3.1.4. Fase de laboratorio**

- **Análisis biométricos**

Se registró medidas de longitud total (cm) que comprendía desde la punta del hocico hasta la punta del lóbulo más largo de la aleta caudal de la muestra, estas medidas fueron tomadas con la ayuda de un ictiómetro que facilitaba el laboratorio. El peso de los organismos se obtuvo mediante la utilización de una balanza digital CAMRY (Sánchez et al., 2011).

- **Procedimiento de disección**

Se colocaron las muestras sobre una bandeja de plástico, se procedió con la disección mediante la utilización de tijeras, pinzas y bisturí, se realizó un corte longitudinal desde el poro urogenital hasta la parte baja del opérculo, se extrajo el tracto digestivo de acuerdo a la metodología aplicada por Gallardo et al. (2016).

- **Extracción y observación de microplásticos**

Se procedió a colocar el tracto digestivo en una caja Petri y se diseccionó cuidadosamente por la mitad observando directamente en el estereoscopio. Posteriormente, el contenido estomacal se almacenó en frascos de 25 ml estériles con una solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 10% durante 24h, además, se realizó un raspado de las paredes de los órganos (esófago, estómago, intestinos). El

Hidróxido de Sodio (NaOH) permitió que el material biológico se degrade parcialmente, para poder observar de manera más fácil el microplástico (Lino, 2019).

Transcurrido el periodo de degradación el contenido de los frascos se pasó por un papel filtro de 0.7 micras dejando caer el líquido sobre un vaso de precipitación y facilitar la extracción del microplástico que fueron retenidos sobre el papel, posteriormente se visualizaron en el estereoscopio y microscopio en 4X (Flores Piguave, 2022).

- **Clasificación de microplásticos de acuerdo a la morfología**

Los microplásticos hallados se colocaron sobre una caja Petri para observar directamente en el estereoscopio, se determinó la morfología empleando las clasificaciones por categorías dadas en el libro “Microplásticos en la pesca y acuicultura” elaborada por Lusher et al. (2017) donde se menciona la clasificación por forma: fragmento, fibra, microesfera, foam y pellets.

Para la determinación del color y tamaño de las partículas se utilizan la metodología y clasificación propuesta por Hidalgo et al. (2012).

Clasificación en colores:



- Transparente
- Blanco
- Rojo
- Naranja
- Azul
- Negro
- Gris
- Verde
- Amarillo

En cuanto al tamaño se clasificó en cuatro grupos:

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

- **Clasificación de microplásticos con pruebas de densidad**

Para la clasificación por densidad de polímeros se tomó en cuenta la metodología dada por Lusher et al. (2017), la cual consiste en utilizar Cloruro de Sodio (NaCl) para polímeros menos densos y una solución de Yoduro de Sodio (NaI) o Cloruro de Zinc ( $ZnCl_2$ ) para polímeros con mayor densidad. Además, para la preparación de las soluciones se tomó en cuenta la metodología de Kolb & Kolb (1991) donde

se emplearon líquidos de densidades variables. Para los polímeros menos densos se preparó una solución de NaCl/agua destilada en un vaso de precipitación, después de la mezcla se introdujeron los microplásticos para observar su flotabilidad. En este estudio se utilizó ZnCl<sub>2</sub>. La disolución se realizó en un vaso de precipitación y con la ayuda de una varilla se agitó durante 3 min, luego de observar que se diluyó completamente el contenido se agregaron los microplásticos dentro de un tubo de ensayo, agitándolo una vez más para ver la reacción de las partículas y se dejó reposar por 15 min para observar su flotabilidad (Morét et al., 2010). Para llegar a las densidades del líquido solvente relacionado a la densidad de los polímeros, se realizó experimentación con las cantidades que se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** *Soluciones químicas utilizadas para la determinación de densidades de tipos de polímeros*

Tipo de polímero	Densidad g/ml	Soluciones
Polietileno de baja densidad	0.89 – 0.93	40 g de 500 ml NaCl/H <sub>2</sub> O
Polietileno de alta densidad	0.94 – 0.97	6.6 g de 7 ml ZnCl <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O
Tereftalato de polietileno-poliéster	1.38 – 1.41	20.2 g de 15 ml ZnCl <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O

- **Procesamiento de imágenes**

Para medir el tamaño de los microplásticos se utilizó el software TouPView X para Windows, se calibró de acuerdo a la metodología utilizada por Ayala et al. (2021), se cortó un pedazo de hoja milimetrada que se colocó en un portaobjeto para la observación en el microscopio, por último se siguieron las instrucciones del manual del software para poder calibrar.

### 3.1.5. Fase de análisis

- **Cuantificación y ocurrencia de microplásticos**

Para el conteo de microplásticos presentes en las muestras, se calculó el factor de ocurrencia (FO) que esta expresada como la frecuencia de aparición de un componente (Mazariegos et al., 2021). La fórmula es la siguiente:

$$FO (\%) = \frac{PCMps}{n} * 100$$

Donde:

FO (%)= Factor de ocurrencia

PCMps= peces con microplásticos

n= número de peces examinados

Se determinó el promedio de los microplásticos que se presentaron en las muestras con la siguiente fórmula:

$$Promedio = MPS/pez$$

Donde:

MPS= número total de microplásticos

Pez= total de peces de cada especie donde se registran MPS

- **Índice de condición de Fulton**

El factor de condición Fulton (FC; K) permitió determinar la condición nutricional de los peces (masa corporal), es decir, se basa en la medición de robustez de los organismos (Schloesser & Fabrizio, 2017), para cada especie fue calculado con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{PT}{LT^3} * 100$$

Donde:

PT= es el peso total en g

LT= es la longitud total en cm

- **Análisis estadístico**

Los registros de datos biométricos, las cantidades y las características morfológicas de los microplásticos, encontrados en las muestras se insertaron en una base de datos de Excel 2016. Se utilizó el programa minitab 19 para representar las gráficas.

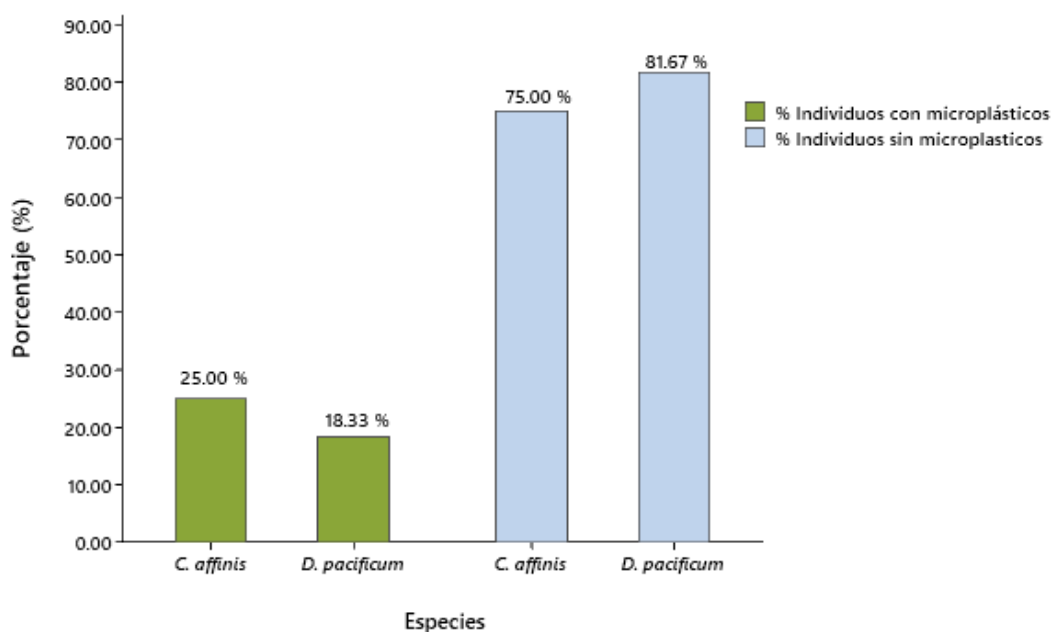
## CAPÍTULO IV

### 4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1.1. Cuantificación y ocurrencia de microplásticos presentes en

##### *Caulolatilus affinis* y *Diplectrum pacificum*

Se analizó un total de 120 muestras diseccionadas, 60 especímenes de *C. affinis* y *D. pacificum*. Para la primera especie se reportó 15 individuos con presencia de microplásticos mientras que para la segunda especie se encontraron 11 individuos con microplásticos al interior de sus tractos digestivos.



**Figura 4.** Diagrama de barras que representa la proporción de individuos con y sin microplásticos según cada especie.

En la figura 4 se visualiza el nivel de ocurrencia en las especies que son objeto de estudio, es así, como se puede apreciar que en ambas especies marinas no hay un

alto grado de microplásticos en sus tractos digestivos. No obstante, es destacable que en *C. affinis* existe una mayor presencia de partículas de material contaminante representado con un 25%, a diferencia de *D. pacificum* que reporta un 18.33 %. Se obtuvo un nivel de significancia ( $p= 0,00 < 0,05$ ), este valor indico diferencias significativas de las variables entre individuos con y sin microplásticos.

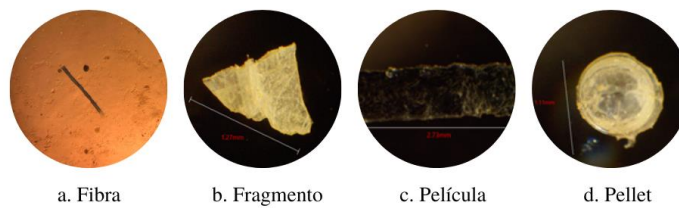
En cuanto al promedio de presencia de microplásticos, se obtuvo que *C. affinis* presentó 1.53, y en *D. pacificum* resultó con un promedio de 1.18. Dado estos resultados y comparando con el rango promedio de 1 a 2, ambas especies demostraron un promedio de 1, que significa un promedio bajo de presencia de microplásticos.

#### **4.1.2. Clasificación y caracterización de microplásticos**

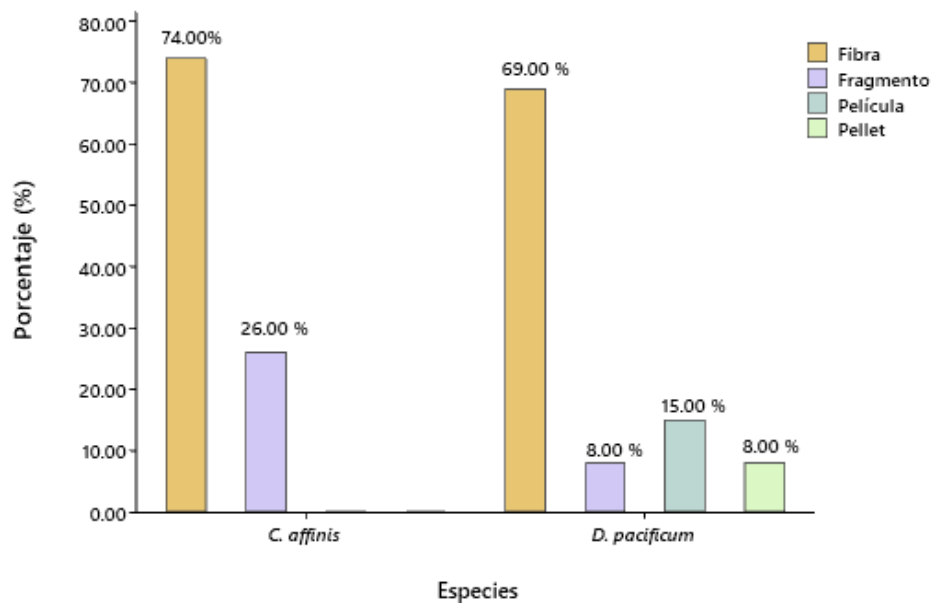
De acuerdo con las especies que fueron examinadas se determinó la clasificación y caracterización de microplásticos por su forma, color, tamaño y el tipo de plástico al que pertenece mediante las pruebas de densidad.

- **De acuerdo a la forma**

Referente con la bibliografía consultada, las formas de los microplásticos varían su estructura física debido al tipo de fragmentación en la que se expone al medio ambiente, de este modo se clasificó en cuatro categorías, fueron: fibra, fragmento, película y pellet, representadas en la Fig. 5.



**Figura 5.** Microplásticos registrados en las especies de estudio, clasificados de acuerdo a la forma según a Lusher et al. (2017.), las líneas dentro de la imagen indican el tamaño.



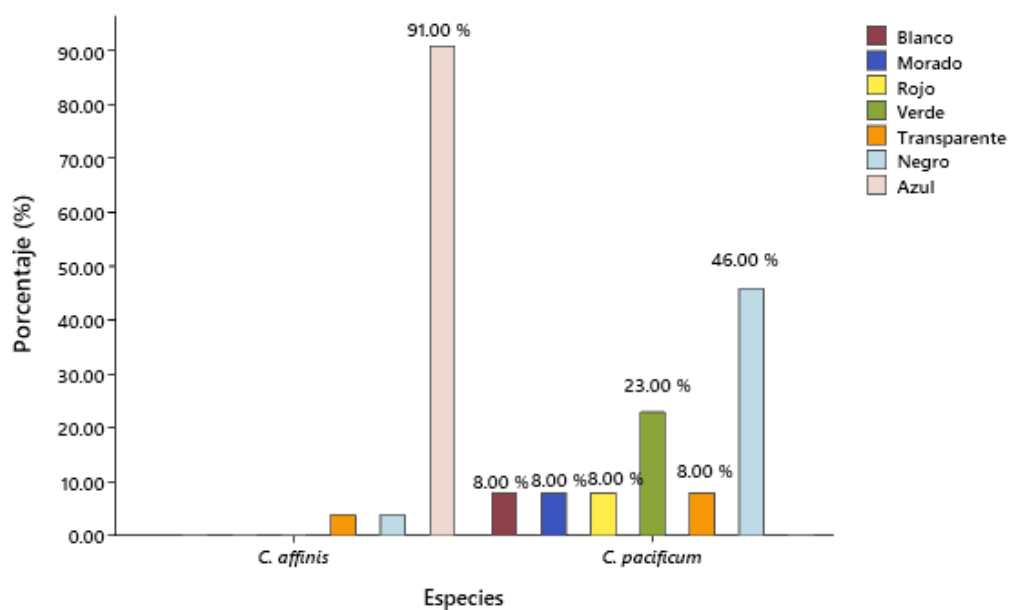
**Figura 6.** Proporción de microplásticos clasificados según su forma, registradas en las especies de estudio.

En la figura 6 se presenta el porcentaje de las diversas formas de microplásticos que se encontraron en el tracto digestivo de las especies estudiadas, evidenciándose que la fibra es el morfotipo que más predomina en ambas especies, por una parte, *C. affinis* tiene una presencia del 74% que equivale a 17 piezas de fibras en total, en cambio para *D. pacificum* tiene un porcentaje del 69% que representa a 9 piezas de fibras. Es preciso destacar a su vez que, el segundo morfotipo con mayor porcentaje corresponde al 26 %, con total de 6 fragmentos encontrados en *C. affinis*.

- **De acuerdo al color**

Los microplásticos fueron clasificados de acuerdo al color, siendo útil para la identificación de estas partículas. Los colores que fueron encontrados en los microplásticos corresponden a negro, azul, verde, transparente, rojo, morado y blanco.



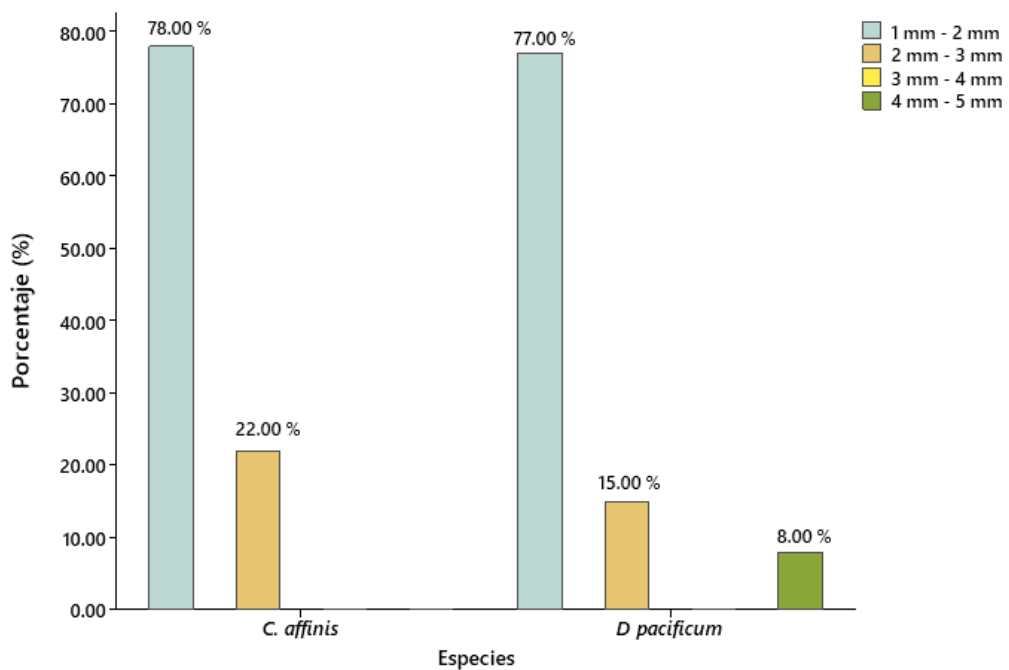


**Figura 7.** La figura muestra el porcentaje obtenido para cada uno de los colores de microplásticos encontrados en ambas especies.

En la figura 7, se denota diversas tonalidades de los microplásticos, donde existe predominancia la coloración azul, en *C. affinis* con un 91%; mientras que, en *D. pacificum* se encontró la presencia de microplásticos de color negro representando el 46%. Además, se evidencia que *D. pacificum* tuvo mayor cantidad y variedad de colores en los microplásticos, sin embargo, se exceptúa en esta división el color azul a diferencia de *C. affinis*.

- **De acuerdo al tamaño**

Generalmente, se considera que el tamaño de los microplásticos es  $< 5$  mm y siguiendo la metodología de Hidalgo et al. (2012), se clasificó de acuerdo a cuatro categorías que se muestran en la fig. 8.



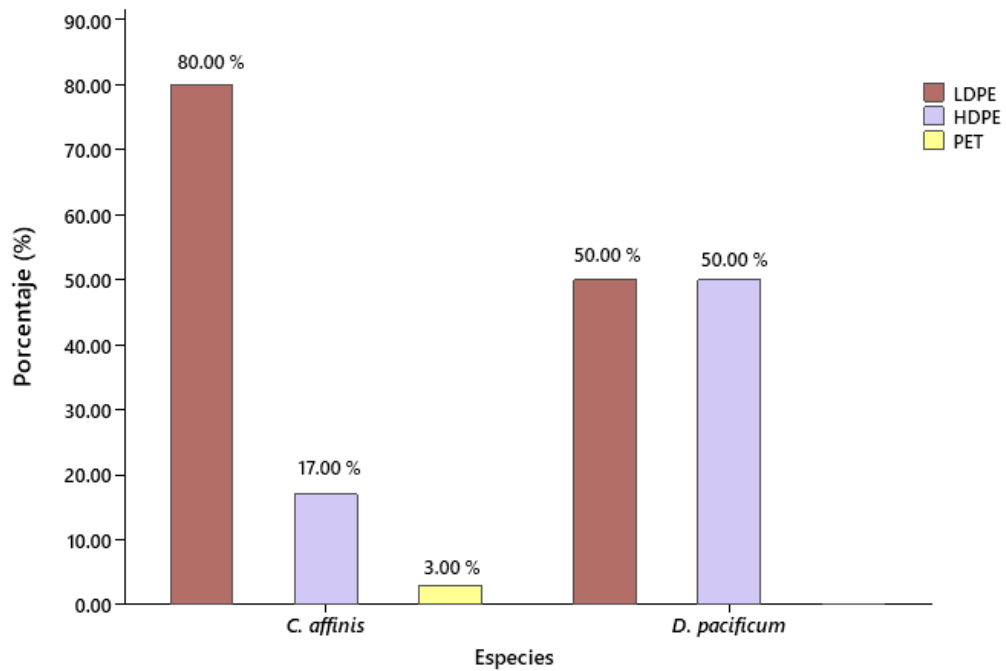
**Figura 8.** Representación de barras relacionado a los porcentajes dados a la prevalencia de los diferentes tamaños de microplásticos clasificados en cuatro categorías.

Como se evidencio en la figura 8, el porcentaje de microplásticos según su tamaño se reflejó en una mayor cantidad de partículas que miden entre 1 mm a 2 mm en ambas especies. En *C. affinis* con un 78% equivalente a 18 microplásticos y en *D. pacificum* con un 77% que correspondió a 10 microplásticos. Por consiguiente, el segundo tamaño predominante en los microplásticos midió entre 2 mm a 3 mm

representando porcentajes del 22% y 15%. Es destacable mencionar que, solamente se presentó un microplástico con medida de 4 mm – 5 mm en *D. pacificum*.

- **De acuerdo al tipo de plástico por prueba de densidad**

Mediante la prueba de densidad se logró determinar el tipo de plástico presentes en cada especie, donde el mayor porcentaje recae en el polietileno de baja densidad, conocido también por sus siglas como LDPE. En *C. affinis* se registró un 80% y en *D. pacificum* con un 50%. Además, se destaca que debajo del LDPE también se presenta el polietileno de alta densidad (HDPE), donde *C. affinis* obtiene un 17% y *D. pacificum* con 50%. Por último, el 3% corresponde al PET o tereftalato de polietileno que solamente se registró en *C. affinis* (Fig. 9).



**Figura 9.** Clasificación de microplásticos hallados en las especies de estudio, en relación al tipo de plástico al que pertenece.

#### 4.1.3. Factor o índice de condición de Fulton k

Para el cálculo del Factor de condición de Fulton se utilizó la siguiente ecuación para ambas especies:

- *Caulolatilus affinis*

$$K = \frac{275.23}{(29.17)^3} * 100$$

$$K = 1.10$$

- *Diplectrum pacificum*

$$K = \frac{138.05}{(22.17)^3} * 100$$

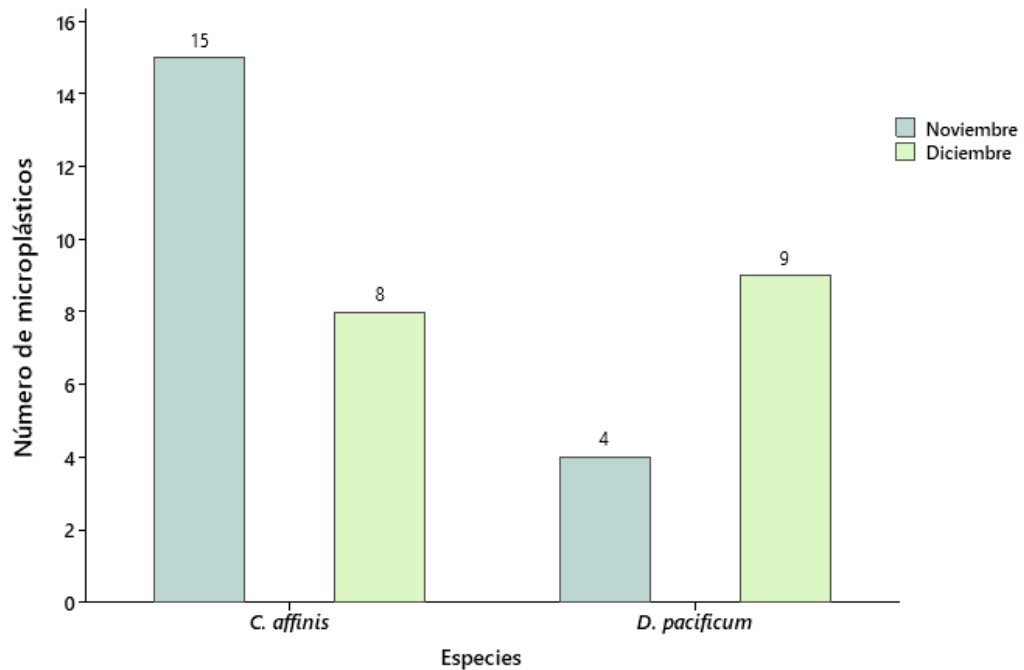
$$K = 1.26$$

Este cálculo, permite conocer el estado nutricional de los organismos y si estos mismos tienden o sufren algún nivel de estrés, esto tiene como consecuencia a que su alimentación no sea normal y por ende se generen problemas en su desarrollo.

Al evidenciarse la presencia de microplásticos, se aplicó la fórmula para ambas especies. Para esto, se obtuvo el peso y longitud promedio, el cálculo demostró un resultado de 1.10 para la especie *C. affinis*, mientras que, en *D. pacificum* resultó en 1.26, esto demuestra que las especies de estudio no sufrieron ningún estrés ante la exposición e ingesta de microplásticos, por lo tanto, se deduce que están en condiciones normales de crecimiento y desarrollo. Si estos valores presentan una cantidad mínima a 1, significa que probablemente se está generando estrés y posibles problemas con la alimentación.

#### **4.1.4. Especie con mayor presencia de microplásticos**

Basado en la cuantificación de microplásticos hallados en las muestras, *C. affinis* presentó mayor cantidad de estas partículas.



**Figura 10.** Número de microplásticos presentes en noviembre y diciembre colectados en las especies de estudio.

En consideración a los dos últimos meses del año donde se llevó a cabo el muestreo, se manifiesta que en noviembre se encontraron 15 microplásticos en total para *C. affinis*; mientras que, en diciembre se reportó una reducción de microplásticos quedando 8 piezas. En cuanto, a *D. pacificum* noviembre solo se evidenció la presencia de 4 microplásticos. No obstante, para diciembre hubo un incremento de material contaminante encontrándose 9 microplásticos en total. Ante lo expuesto, es determinable destacar que, tanto en noviembre como diciembre, *C. affinis* obtuvo la mayor presencia de microplásticos (Fig. 10).

## 5. DISCUSIÓN

En este estudio se determinó que 26 muestras analizadas de 120 muestras totales, solo el 21.6% contenían microplásticos dentro de su tracto digestivo. Whitfield et al. (2012), Woodall et al. (2014) y Neves et al. (2015), indican que la presencia microplásticos en los sedimentos marinos, posibilita el riesgo a la ingestión mayor a las especies demersales, como se evidencia en este estudio, donde ambas especies contenían estas partículas.

En cuestión a la alimentación, *C. affinis* al ser una especie omnívora presentó una mayor proporción de microplásticos, estos resultados son similares con el estudio de Mazariegos et al. (2021) y Mizraji et al. (2017), quienes expresan que, al encontrar mayor cantidad de partículas en peces con este tipo de alimentación, podría asociarse en las dietas, puesto que, son más amplias y menos selectivas a comparación de los herbívoros y carnívoros.

En las dos especies analizadas se pudo destacar que la mayor presencia en morfotipo corresponde a las fibras (74%) y fragmentos (62%), siendo las fibras prevalentes como en el estudio de Otero (2022) donde se presentó mayor abundancia en fibras (96.3%) en *Caranx crysos*, *Mugil spp.* y *Opisthonema oglinum*. Las fuentes de las fibras pueden provenir del uso de lavadoras, debido a la acción

mecánica, hacen que se desprendan grandes cantidades de fibras que terminan en los ríos y son arrastrados por los océanos, a esto se suman las artes de pescas, algunas fibras son elaboradas de materiales sintéticos que se desprenden cuando se usan o son abandonadas (Lebreton et al. 2017; Kelly et al. 2019; Jonathan et al. 2021).

Es importante mencionar que no solo en peces de interés comercial existe una prevalencia de estos microplásticos. Villao (2022), expone que el morfotipo más representativo fueron las fibras con un 89% en mejillón (*Mytella guyanensis*), a comparación de Rodríguez (2019) que encontró un total de 321 fibras (52.6%) y 289 fragmentos (47.4%) en mejillón (*Mytilus edulis*). En crustáceos como *Ucides occidentalis* que fue analizado por Aguirre (2021), reportó por primera vez microplásticos en branquias y tractos digestivos, cuyo porcentaje es de 59 % - 61 % correspondiente a las fibras, de igual manera, Iannacone et al. (2022) encontró mayor abundancia en fibras de microplásticos en partes como músculo, branquias y tracto digestivo, además, de la abundancia en colores: azul, negro y rojo.

El color más predominante en este estudio fue el color azul y negro. Algo similar, con los resultados de Mendoza & Mendoza (2020), analizaron el tracto digestivo de *Diplectrum conceptione*, demostraron que el color negro presentó un 41 %,



coincidiendo con lo reportado en este estudio con la especie *Diplectrum pacificum* ocupó un 46% respectivamente. Xiong et al. (2019) realizaron una investigación de microplásticos donde el color azul fue el más abundante, además, mencionan que esta coloración se debe a los macroplásticos azules que en su mayoría utiliza el hombre para las diferentes actividades pesqueras y acuícolas. Según Rojo & Montoto (2017), indican que los colores tanto azul y negro, es generado de las basuras plásticas, en las que el 10% acaba en los mares donde pasan por un proceso de degradación convirtiéndose en diferentes tipos de plásticos que llegan por medio de la parte terrestre. Este argumento es corroborado por Abidli et al. (2019) mencionando que en ambientes marinos podría variar significativamente en color, sugiriendo que dependen de sus diversas fuentes, en el caso de fibras transparentes pueden ser fuente de la ruptura de líneas o redes de pesca; mientras más colorido es el producto plástico, la fragmentación proviene de la ropa y embalajes motivo de la abrasión de los factores climáticos que ocurren en la costa y el mar.

Lino (2019), manifiesta que los tamaños de los microplásticos que mayor frecuencia obtuvieron es de 1 mm a 2 mm, en *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*, en relación al estudio presente concuerdan con el mismo rango de tamaño de los microplásticos equivalentes al 78%, resultando ser abundante en las especies. Hastuti et al. (2019) informan que las fracciones de plástico particuladas que están dentro del tracto digestivo podrían ocasionar bloqueos y disminución de la alimentación conllevándolo a la muerte. Además, al

permanecer por mucho tiempo dentro del individuo, estas partículas pueden producir algunos componentes químicos permitiendo que se disuelvan llegando hacia otros órganos, la cual sería perjudicial para el organismos, por este motivo, es que el tamaño de los microplásticos ocasionan la mortalidad en los especímenes, en cambio para Ryan et al. (2009) y Butterworth et al. (2012), estas acumulaciones son dependientes del tamaño del microplástico, es decir, aquellas que son pequeñas son expulsadas mediante las heces y las más grandes son retenidas, de modo que causan alteraciones aún más graves, como la mortalidad antes de obtener una óptima madurez sexual (Auta et al., 2017).

Cantos & Napa (2020), quienes también utilizaron  $ZnCl_2$  para las pruebas de densidad, encontraron en *Cynoscion albus* microplásticos de alta densidad (40%) y microplásticos de baja densidad (60%) y *Cathorops fuerthii* donde se halló un solo microplástico de baja densidad; mientras que, a comparación de este estudio el HDPE tuvo prevalencia en *D. pacificum* (50%). Sin embargo, el LDPE se presentó en gran escala en *C. affinis* (80%). Por otro lado, la densidad de los microplásticos son parte de su categorización, debido a sus compuestos químicos, cuando estos tienden una densidad baja son propensos en la superficie del agua, es decir, tiene la capacidad de flotar en el medio (Suaria & Aliani, 2014); sin embargo, pueden lograr cambiar su consistencia a ser más densos que el agua de mar debido a las bioincrustaciones, de modo que se distribuyen en la columna del agua o pasan directamente al sedimento marino (Alomar et al., 2016).

Bellas et al. (2016) determinaron la presencia de microplásticos en peces demersales, quienes sostienen que *Mullus barbatus* es una especie que se alimenta de presas bentónicas, por lo que, sus presas son ingeridas junto con el sedimento y luego de ser identificados con la ayuda de sus barbillas, expulsan el sedimento a través de sus branquias (Labropoulou & Eleftheriou, 2005), de manera que puede aumentar el riesgo a la ingesta de plástico accidentalmente y probablemente en *C. affinis* como *D. pacificum*, estarían sometidas a las mismas causas, debido a que se alimentan también de organismos bentónicos como crustáceos, moluscos, anélidos, entre otros, que generalmente se encuentran en el sedimento marino donde se habría la presencia de estos microplásticos.

Para finalizar, existen diversos métodos y herramientas que se pueden aplicar para implementar soluciones ante la problemática de la contaminación por plástico en el océano. Por tal motivo, es necesario que tanto la comunidad que conforma la parroquia de Santa Rosa, pescadores artesanales como de las embarcaciones entrantes hacia el puerto, consideren la importancia o conocimiento sobre los efectos adversos de los macroplásticos y microplásticos sobre las diferentes especies marinas, con el objetivo de poder disminuir las cantidades de basura marina y hacer el adecuado uso de los desechos plásticos.

## 6. CONCLUSIONES

Se determinó la presencia de microplásticos para *C. affinis* y *D. pacificum*, la cual probablemente son ingeridas accidentalmente, puesto que no están relacionadas con los hábitos alimenticios de las especies. El morfotipo de los microplásticos que se evidenció en mayor cantidad fueron las fibras, que se originan de las redes de pesca, los fragmentos que provienen de materiales de mayor tamaño.

La coloración azul fue la más predominante en *C. affinis*, mientras que en *D. pacificum* fue el negro y verde. La mayoría de las partículas presentaron un rango de tamaño de 1 a 2 mm, a su vez, el polímero que se encontró en mayor frecuencia fue el LDPE, seguido del HDPE, ambos son polímeros termoplásticos y por su bajo costo permite que el hombre consuma masivamente este tipo de plástico encontrándose en el medio.

Finalmente, este estudio presenta el primer registro de microplásticos en las dos especies en noviembre y diciembre donde *C. affinis* reporta 23 microplásticos; mientras que, *D. pacificum* 13 partículas. Esto se debe a que las columnas de aguas y sedimentos en el ambiente marino está siendo afectado por diferentes tipos de

polímeros, por ende, las partículas presentes en los tractos digestivos podrían implicar efectos negativos en los organismos.

## **7. RECOMENDACIONES**

Para el análisis, observación y extracción de microplásticos en peces, se pueden considerar también branquias e incluso el músculo, no solo órganos que formen parte del sistema digestivo.

Debido al hábitat en el que se encuentran estas especies, es necesario que se implementen y realicen charlas de concientización a la comunidad para disminuir el grado de contaminación en la zona, sobre todo a los pescadores quienes realizan sus actividades dentro del mar.

Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar mayor tiempo de muestreo y número de organismos en las especies de estudio, con el fin de obtener mayor información.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Abarca, S., & Mora, B. (2016). Contaminación del agua. *Revista ambiental*, 20(1), 137-139.

<https://doi.org/https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1311>

Abbas, N. (21 de septiembre de 2021). *Ecología Verde*. *Ecologia Verde*:

<https://www.ecologiaverde.com/causas-y-consecuencias-de-la-contaminacion-del-mar-1539.html>

Abidli, S., Lahbib, Y., & Trigui, N. (2019). Microplastics in commercial molluscs from the lagoon of Bizerte (Northern Tunisia). *ScienceDirect*, 142, 243-252.

<https://doi.org/DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.03.048>

Aguirre, A. (2021). Presencia de microplásticos en los tejidos de *Ucides occidentalis* (Brachyura: Ocypodidae) (Ortmann, 1897), procedentes de los principales centros de venta en Tumbes, Perú.

Alarcón, I. (23 de octubre de 2019). *El comercio*. *El comercio*:

<https://www.elcomercio.com/tendencias/fundas-camiseta-plasticos-ecuador-impuesto.html>

Alomar, C., Estarellas, F., & Deudero, S. (2016). Microplastics in the Mediterranean Sea: Deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. *ScienceDirect*, 115, 1-10.

<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.01.005>

- Andrady, A. (2011). Microplastics in the marine environment. *ScienceDirect*, 62, 1596-1605. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Arredondo, G. (2018). El plástico en el mar. *Revista de marina*(964), 27-34.
- Arthur , C., Baker, J., & Bamford, H. (2008). Proceedings of the international research workshop on the occurrence, effects, and fate of microplastic marine debris .
- 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>
- Ayala, F., Cardaña , M., & Cárdenas, S. (2021). Registro preliminar de microplásticos en fecas del león marino sudamericano (*Otaria byronia* [de Blainville 1820]) recolectadas en Punta San Juan, Perú. *Revista Internacional de Contaminación ambiental* , 37, 273-279. <https://doi.org/https://doi.org/10.20937/RICA.53745>
- Bellas, J., Martínez, J., Martínez, A., Besada, V., & Martínez, C. (2016). Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *ScienceDirect*, 109(1), 55-60. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.026>
- Butterworth , A., Clegg, I., & Bass, C. (2012). *World Society for the Protection Animals*. London: Eleanor Stanley and Kate Green.



Cantos, O., & Napa, A. (2020). Determinación de la composición, abundancia y tipos de polímeros de microplásticos presentes en el tracto digestivo de peces con interés comercial. Guayaquil.

Carrere, M. (20 de Mayo de 2019). Mongabay. Mongabay: <https://es.mongabay.com/2019/05/ecuador-contaminacion-plastico-galapagos-video/?fbclid=IwAR15LAXCpyTodQ2DTktXVGIA4t4MHAVEi9wwQLV0POau1IWMI7>

Cawthorn, M. (1989). Impacts of marine debris on wildlife in NewZealand coastal waters. In: Proceedings of Marine Debris in NewZealand's Coastal Waters Workshop. Department of Conservation, , 5-6.

Christoph, R., Muñoz, R., Hernández, Á., & Ventura, J. (2016). Aspectos Nano de los desechos plástico. Revista de Física(51), 65-76. <https://doi.org/https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/55990>

Cole, M., Pennie, L., Halsband, C., & S.Galloway, T. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Science of the Total Environment, 62(12), 2588-2597. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>

Constitución de la Replública del Ecuador. (2011, 13 de julio). Art. 12 (Título II). Imprenta del Gobierno. [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)

Constitución de la República del Ecuador. (2011, 13 de julio). Art. 73 (Título II).

Imprenta del Gobierno.

[https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)

Constitución de la República del Ecuador. (2011, 13 de julio). Art. 14 (Título II).

Imprenta del Gobierno.

[https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)

Corso, P., López, A., Caleffi, C., Dominguez, N., & Diaz, G. (2016). Polipropileno.

Cózar, A., Echeverría, F., González, I., & Duarte, C. (2014). Plastic debris in the

open ocean. PNAS, 111, 17-19.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111>

Diario El Comercio. (23 de octubre de 2018). Desechos plásticos están presentes en

la cadena alimenticia humana, según estudio.

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

Dooley, J. (1978). Systematics and biology of the tilefishes (Perciformes,

Branchiostegidae and Malacanthidae) with descriptions of two new species.

National Marine Fisheries Service.

El Comercio. (12 de junio de 2019). En la lucha contra el plástico, el cambio

empieza en casa, dicen expertos.

Elías, X., & Jurado, L. (2012). Los plásticos residuales y sus posibilidades de

valoración. Madrid: Díaz de Santos.

- Elourdy Garay, J., & Peláez Mendoza, A. (1996). Hábitos alimentarios de *Caulolatilus affinis* (Perciformes: Branchiostegidae) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Biol. Trop*, 241-249.
- Florencia , M., Márquez, F., Gatti, M., Galván, D., Bravo, G., Bigatti, G., & Brogger, M. (2020). Microplásticos: Macroproblemas. En F. y. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Residuos plásticos en Argentina. Su impacto y en el desafío de la economía circular (págs. 8-22).
- Flores Piguave, J. (2022). Estudio de microplásticos en el tracto digestivo y en tejidos de *Selene peruaviana* y *Lepophidium negropinna* que desembarcan en el puerto pesquero de Anconcito-Santa Elena, Ecuador. Santa Elena.
- Foley, C., Feiner, Z., Malinich, T., & Höök, T. (2018). A meta-analysis of the effects of exposure to microplastics on fish and aquatic invertebrates. *Science of the Total Environment*(18), 550-559.  
<https://doi.org/doi:10.1016/j.scitotenv.2018.03.046>
- Gallardo , C., Ory, N., & Thiel, M. (2016). Curso de entrenamiento sobre microplásticos y proyectos piloto. Coquimbo.
- GESAMP. (2019). Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean. Brasil: Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.
- Geyer, R., Jambeck, J., & Lavender, K. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3, 25-29.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

- Girón, I. R. (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD). Guatemala.
- Hastuti, A., Lumbambatu, 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). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200513>
- 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 and Technology*, 46(6), 3060-3075. [https://doi.org/DOI: 10.1021/es2031505](https://doi.org/DOI:10.1021/es2031505)
- Hildebrandt, L., El Gareb, F., Zimmermann, T., Ole, K., Emeis, C., & Proefrock, D. (2020). Agilent Application Note: Fast, Automated Microplastics Analysis Using Laser Direct Chemical Imaging - Characterizing and quantifying microplastics in water samples from marine environments. Alemania.
- Iannacone, J., Príncipe, F., Alvarino, L., Minaya, D., Panduro, G., & Ayala, Y. (2022). Microplásticos en el «cangrejo peludo» *Romaleon setosum* (Molina, 1782) (Cancridae) del Perú. *Revista de investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(1), e22161-e22161. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v33i1.22161>
- Instituto Nacional De Pesca. (2018). Proceso de investigación de recursos bioacuáticos y su ambiente. Guayaquil.

Instituto de ecología litoral. (2021). Mar o Plástico, El futuro de mares y océanos esta en tus manos. [https://doi.org/https://ecologialitoral.com/files/1916/3186/3214/expo\\_unidad.pdf](https://doi.org/https://ecologialitoral.com/files/1916/3186/3214/expo_unidad.pdf)

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. (2015). <https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/thefishes/species/1160>

Jonathan, M., Sujitha, S., Rodriguez, F., Campos, L., Hernández, C., & Sarkar, S. (2021). Evidences of microplastics in diverse fish species off the Western Coast of Pacific Ocean, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 204, 105544. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105544>

Karkanorachaki, K., Syranidou, E., & Kalogerakis, N. (2021). Sinking characteristics of microplastics in the marine environment. *Science of the Total Environment*, 793, 148526. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148526793>

Kelly, M., Lant, N., Kurr, M., & Burgess, J. (2019). Importance of Water-Volume on the Release of Microplastic Fibers from Laundry. *Environmental Science & Technology*, 53(20), 11735-11744. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/acs.est.9b03022>

Kolb, K., & Kolb, D. (1991). Method for separating or identifying plastics. *Journal of Chemical Education*, 68(4), 348. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/ed068p348>

- Labropoulou, M., & Eleftheriou, A. (2005). The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Fish Biology* , 50(2), 324-340. <https://doi.org/doi.org/10.1111/j.1095-8649.1997.tb01361.x>
- Lebreton, L., van der Zwet, J., Willem Damsteeg, J., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature communications*, 8, 15611. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Ley Orgánica para el Desarrollo de la acuicultura y pesca . (2020). Art. 41 (Título I). <https://www.pudeleco.com/infos/leydepesca.pdf>
- Li, J., Green, C., Reynolds, A., Shi, H., & Rotchell, J. (2018). Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom. *Science of the Total Environment*, 241, 35-44. <https://doi.org/DOI: 10.1016/j.envpol.2018.05.038>
- Lino, J. G. (2019). Microplástico en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Ophistonema libertate* y *Auxis thazard*, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, Provincia de Santa Elena-Ecuador. Santa Elena.
- Loyala, S., & Zhunaula, J. (2022). Identificación y caracterización de meso- y microplástico en tres playas turísticas de la provincia de el Oro.
- Lusher , A. L., McHugh, M., & Thompson, R. C. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from

the English Channel. *Science of the Total Environment*, 67, 94-99.  
<https://doi.org/DOI: 10.1016/j.marpolbul.2012.11.028>

Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza Hill, J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture, Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety.  
<https://doi.org/https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/49179/1/Microplastics%20in%20fisheries%20and%20aquaculture.pdf>

Lusher, A., Welden, N., Sobral, P., & Cole, M. (2017). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *The Royal Society of Chemistry*(9), 1346–1360.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1039/C6AY02415G>

Madsen, M. (Septiembre de 2013). Division de Informacion Pública del OIEA.  
Division de Informacion Pública del OIEA:  
<https://www.iaea.org/sites/default/files/54305612425es.pdf>

Martinez, M. A. (08 de Julio de 2019). Revisión bibliográfica de los métodos de análisis de micro(nano) Plásticos en el medio ambiente y en la biota marina. Tesis de maestría. España.

Mazariegos Ortiz, C., Xajil Sabán, M., Blanda, E., & Delvalle Borrero, D. ( 2021). Ocurrencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala. *Ecosistemas*.

- Mendoza , M., & Mendoza, K. (2020). Presencia de microplásticos en peces pelagicos de mayor comercialización, en el mercado de "Playita Mia" de la ciudad de Manta . Calceta.
- Montenegro, L. (2021). Desechos plásticos en el tracto digestivo de *Sarda orientalis* y *Katsuwonus pelamis* *Coryphaena hippurus*, comercializados en el Puerto Pesquero de Santa Rosa, Santa Elena, Ecuador.
- Mora, A. B. (2021). Efecto de los microplásticos en la salud humana. España.
- Morét, S., Lavender, K., Proskurowski , G., Murphy, E., Peacock, E., & Reddy, C. (2010). The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. *ScienceDirect*, 60(4), 1873-1878. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.07.020>
- Navarrete Fernandez, T., Hurtado Dominguez , M., Cuadra Frias , T., & Chang G., J. (2009). Evaluacion ambiental del terminal pesquero de Santa Rosa, Provincia de Santa Elena.
- Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J., & Pereira, T. (2015). Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *ScienceDirect*, 101(1), 119-126. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.008>
- Ocles, E. (2017). Las industrias del sector poliestireno en el marco del Código Orgánico de la Producción . Quito.
- Otero, D. (2022). Microplásticos en el sistema digestivo de los peces *Opisthonema oglinum*, *Mugil spp.* Y *Caranx crysos*, capturados en la zona costera del Magdalena, Caribe Colombiano.



- Panchana, R. (2018). Instituto Nacional de Pesca. Instituto Nacional de Pesca:  
<https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-Pesquera-Camotillo-RPG-008.pdf>
- Pappas, S. (07 de Noviembre de 2018). Scientificamerican. Scientificamerican:  
<https://www.scientificamerican.com/article/ghost-gear-haunts-the-oceans-in-a-growing-threat/>
- Parker, L. (2018). National Geographic. National Geographic:  
<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/05/datos-sobre-la-contaminacion-por-plastico>
- Pineda, V. L. (2021). El uso indiscriminado del plástico contamina el medio ambiente y vulnera los derechos de la naturaleza. Tesis para el título de Licenciada en Jurisprudencia y Abogada, Universidad Nacional De Loja , Loja.
- Políticas para gestión integral de plásticos en el Ecuador. (2014, 3 de abril). Art. 3 (Título I). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/Acuerdo-19.pdf>
- Proaño, G. A. (2020). Analisis de la normativa publica para la reduccion del uso de envases plasticos en Ecuador . Quito.
- Purca, S., & Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. Revista Peruana de Biología, 24(1), 101-106.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>

- Revelo, W., & Guzman, M. (1997). Estudio sobre la gestión de la pesca artesanal en regiones pobres: La pesca artesanal en Santa Rosa de Salinas – Provincia del Guayas. Guayaquil, Ecuador. Santa Rosa.
- Robertson, R., & Allen, G. (2015). Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama: [https://www.researchgate.net/publication/280714556\\_D\\_R\\_Robertson\\_and\\_G\\_R\\_Allen\\_2015\\_Shorefishes\\_of\\_the\\_Tropical\\_Eastern\\_Pacific\\_online\\_information\\_system\\_Version\\_20\\_Smithsonian\\_Tropical\\_Research\\_Institute\\_Balboa\\_Panama](https://www.researchgate.net/publication/280714556_D_R_Robertson_and_G_R_Allen_2015_Shorefishes_of_the_Tropical_Eastern_Pacific_online_information_system_Version_20_Smithsonian_Tropical_Research_Institute_Balboa_Panama)
- Rodríguez, G. (2019). Detección de microplásticos en mejillón (*Mytilus edulis*) de la costa atlántica Uruguaya. Uruguay.
- Rojo , E., & Montoto, T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. *Ecologistas en Acción*.
- Romeo, T., Pietro , B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F., & Fossi, M. C. (2015). First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *ScienceDirect*, 95(1), 358-361. <https://doi.org/DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.04.048>
- Ryan, P., Moore, C., Franeker, J., & Moloney, C. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *The Royal Society*, 364(1526), 1999-2012. <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0207>

Sánchez, N., Ouréns, R., Pan, M., Álvarez, I., Samba, I., Dione, L., Agüete, I., & 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. La Coruña .

Schettler, T. (2020). El policloruro de vinilo en la atención de la salud.

Schloesser, R., & Fabrizio, M. (2017). Condition Indices as Surrogates of Energy Density and Lipid Content in Juveniles of Three Fish Species. *Transactions of the American Fisheries Society*, 146(5), 1058-1069. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00028487.2017.1324523>

Solís, P. (1998). Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en el puerto de Santa Rosa, Provincia del Guayas. Santa Rosa.

Suaria, G., & Aliani, S. (2014). Floating debris in the Mediterranean Sea. *ScienceDirect*, 86, 494-504. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.025>

Thompson, R. (2015). Microplastics in the Marine Environment: Sources, Consequences and Solutions. En M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages, *Marine anthropogenic litter* (págs. 185-200). [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3\\_7](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_7)

Thompson, R., Moore, C., Vomm Saal, F., & Swan, S. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *The Royal Society*, 364, 2153-21666. <https://doi.org/doi.org/10.1098/rstb.2009.0053>

- Tigrero, W. G. (2012). Esfuerzo pesquero y aspectos de la biología reproductiva del tiburón aguado *Prionace glauca*, linnaeus, 1736, desembarcado en el puerto de Santa Rosa, durante el período de diciembre 2010 - noviembre 2011. Santa Rosa.
- Tomalá, M. Á. (2020). Macrobasura en la playas de Anconcito y Santa Rosa en la Península de Santa Elena. La Libertad.
- Torre, J. D. (11 de Julio de 2018). Blogspot. Blogspot: [https://tintorero-wwwartesdepesca.blogspot.com/2018/07/actinopterygii\\_53.html](https://tintorero-wwwartesdepesca.blogspot.com/2018/07/actinopterygii_53.html)
- Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J., & Janseen, C. (2013). Microplastic pollution in deep-sea sediments. *ScienceDirect*, 182, 495-499. <https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749113004387>
- Van Cuwenberghe, L., & Janssen, C. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *ScienceDirect*, 193, 65-70. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>
- Varela, M. (2019). Contaminacion marina por plásticos. La Coruña.
- Villamar, K. J. (27 de febrero de 2021). El microplástico y la contaminación del mar. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Villao, G. (2021). Presencia de microplásticos en el tracto digestivo del pez dorado (*Coryphaena hippurus*) (LINNAEUS, 1758) desembarcados en el puerto Santa Rosa, Salinas. Salinas.

- Villao, J. (2022). Miroplásticos en mejillones (*Mytella guyanensis*), capturados en el puerto El Morro, Provincia del Guayas-Ecuador, durante noviembre y diciembre. *Brazilian Journal of Development*, 8(8), 60110-60125. <https://doi.org/https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-340>
- Whitfield, A., Panfili, J., & Durand, J. (2012). A global review of the cosmopolitan flathead mullet *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 (Teleostei: Mugilidae), with emphasis on the biology, genetics, ecology and fisheries aspects of this apparent species complex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22, 641–681. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11160-012-9263-9>
- Wilcox, C., Seville, E., & Hardesty, B. (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *National Academy of Sciences*, 112(38), 11899 - 11904. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502108112>
- Woodall, L., Sanchez, A., Canals, M., Paterson, G., Coppock, R., Sleight, V., Calafat, A., Rogers, A., Narayanaswamy, B., & Thompson, R. (2014). The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society Open Science*, 1, 2153–2166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rsos.140317>
- Xiong, X., Yenan, T., Xianchuan, C., Xiaoming, J., Huahong, S., Chenxi, W., & Elser, J. (2019). Xiong, X., Yenan, T., Xianchuan, C., Xiaoming, J., Huahong, S., Chenxi, W., & Elser, J. (2019). *Heliyon*, 5(12), e03063. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03063>

## 9. ANEXOS

**Tabla 5.** Tabla de datos biométricos de *C. affinis* de noviembre 2022

CÓDIGO	LT (cm)	PT (g)	SEXO	N° MICROPLÁSTICO	COLOR	FORMA	TAMAÑO (mm)
CAN-01	28.5	235	H	-	-	-	-
CAN-02	30	305	M	-	-	-	-
CAN-03	30	305	H	-	-	-	-
CAN-04	30	275	H	-	-	-	-
CAN-05	31	305	H	-	-	-	-
CAN-06	28	265	H	-	-	-	-
CAN-07	28	255	H	-	-	-	-
CAN-08	27.5	225	H	1	azul	Fragmento	2.83
CAN-09	27.5	210	M	-	-	-	-
CAN-10	27	240	M	-	-	-	-

**Tabla 6.** Tabla de datos biométricos de *C. affinis* del mes de noviembre 2022

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
CAN-11	32	350	H	1	negro	Fragmento	2.73
CAN-12	30.4	290	H	-	-	-	-
CAN-13	26.8	212	H	-	-	-	-
CAN-14	28.7	287	H	-	-	-	-
CAN-15	33	383	H	-	-	-	-
CAN-16	25.6	190	H	-	-	-	-
CAN-17	27.4	224	H	-	-	-	-
CAN-18	31	300	H	-	-	-	-
CAN-19	27	200	H	-	-	-	-
CAN-20	30.3	306	H	-	-	-	-

**Tabla 7.** Tabla de datos biométricos de *C. affinis* de noviembre 2022

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
CAN-21	32	350	H	4	azul	Fibra	1, 1.20, 1.10, 1
CAN-22	30.4	290	H	3	azul	fibra	1.5, 1.30, 2
CAN-23	26.8	212	H	-	-	-	-
CAN-24	28.7	287	H	2	azul	fibra	1, 1.25
CAN-25	33	383	H	3	azul	fibra	1, 1.75, 1.40
CAN-26	29.4	299	H	-	-	-	-
CAN-27	30.3	300	H	1	azul	fibra	1.20
CAN-28	32.1	340	H	-	-	-	-
CAN-29	29.9	294	H	-	-	-	-
CAN-30	28.9	284	H	-	-	-	-



**Tabla 8.** Tabla de datos biométricos de *C. affinis* del mes de diciembre 2022

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
CAD-31	30.3	336	H	1	verde	fragmento	1.54
CAD-32	30	311	H	-	-	-	-
CAD-33	30	274	H	-	-	-	-
CAD-34	28	235	H	1	azul	fibra	1
CAD-35	29	295	H	-	-	-	-
CAD-36	31.5	346	H	-	-	-	-
CAD-37	29.6	297	H	-	-	-	-
CAD-38	30.2	335	H	1	azul	fibra	2
CAD-39	28.1	230	H	-	-	-	-
CAD-40	29.3	290	H	-	-	-	-

**Tabla 9.** Tabla de datos biométricos de *C. affinis* de diciembre 2022

CÓDIGO	LT (cm)	PT (g)	SEXO	Nº MICROPLASTICO	COLOR	FORMA	TAMAÑO (mm)
CAD-41	28	232	H				
CAD-42	26	199	H	1	azul	fibra	1.30
CAD-43	27	219	H				
CAD-44	29	255	H				
CAD-45	27	221	H				
CAD-46	28.5	264	H	1	azul	fibra	1.20
CAD-47	29.6	282	H				
CAD-48	28.7	246	H				
CAD-49	27	236	H				
CAD-50	26.5	193	H				

**Tabla 10.** Tabla de datos biométricos de *C. affinis* de diciembre 2022.

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
CAD-51	28.7	257	H	1	azul	Fragmento	1.46
CAD-52	28.6	254	H	-	-	-	-
CAD-53	30.1	270	H	-	-	-	-
CAD-54	29	251	H	-	-	-	-
CAD-55	28.9	250	H	-	-	-	-
CAD-56	26.9	240	H	1	azul	fragmento	1.62
CAD-57	33.1	384	H	-	-	-	-
CAD-58	29.8	290	H	-	-	-	-
CAD-59	28.7	285	H	-	-	-	-
CAD-60	32	306	H	1	azul	fragmento	2.11

**Tabla 11.** Tabla de datos biométricos de *D. pacificum* de noviembre 2022

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
DPN-01	24.5	178.97	H	-	-	-	-
DPN-02	23.5	152.2	M	-	-	-	-
DPN-03	23.5	167.31	H	-	-	-	-
DPN-04	23.5	140.95	H	-	-	-	-
DPN-05	23.9	153.62	H	-	-	-	-
DPN-06	23.5	167.02	H	1	transparente	Película	4.20
DPN-07	23	153.63	H	1	Negro	fibra	1
DPN-08	23.6	141.1	H	-	-	-	-
DPN-09	23.4	140	H	-	-	-	-
DPN-10	24	177	M	-	-	-	-

**Tabla 12.** Tabla de datos biométricos de *D. pacificum* de noviembre 2022

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
DPN-11	21.7	160	H	-	-	-	-
DPN-12	22.8	260	H	-	-	-	-
DPN-13	21.3	150	H	-	-	-	-
DPN-14	22	200	H	-	-	-	-
DPN-15	21.5	155	H	-	-	-	-
DPN-16	23.2	230	M	-	-	-	-
DPN-17	22.5	250	H	-	-	-	-
DPN-18	19.3	140	H	-	-	-	-
DPN-19	20.5	160	M	1	verde	fibra	2.28
DPN-20	22.1	230	M	-	-	-	-

**Tabla 13.** Tabla de datos biométricos de *D. pacificum* de noviembre 2022

CÓDIGO	LT (cm)	PT (g)	SEXO	N° MICROPLÁSTICO	COLOR	FORMA	TAMAÑO (mm)
DPN-21	23	138.7	H	-	-	-	-
DPN-22	24	133	H	-	-	-	-
DPN-23	22.9	129	H	-	-	-	-
DPN-24	23.7	128.5	H	-	-	-	-
DPN-25	22.7	120.6	H	-	-	-	-
DPN-26	22.5	104.7	H	-	-	-	-
DPN-27	24	132	H	-	-	-	-
DPN-28	22	113.5	H	1	Transparente	Pellet	1.11
DPN-29	22	100.5	H	-	-	-	-
DPN-30	20.5	86.3	H	-	-	-	-

**Tabla 14.** Tabla de datos biométricos de *D. pacificum* de noviembre 2022

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
DPD-31	22.1	132.7	H	-	-	-	-
DPD-32	21.1	103.8	H	-	-	-	-
DPD-33	23	151.6	H	-	-	-	-
DPD-34	22.6	133.2	H	-	-	-	-
DPD-35	21	121.4	H	-	-	-	-
DPD-36	20	89	H	-	-	-	-
DPD-37	20.5	99.4	H	-	-	-	-
DPD-38	21	105	H	-	-	-	-
DPD-39	20	93.8	H	-	-	-	-
DPD-40	21	99.6	H	-	-	-	-

**Tabla 15.** Tabla de datos biométricos de *D. pacificum* de noviembre 2022

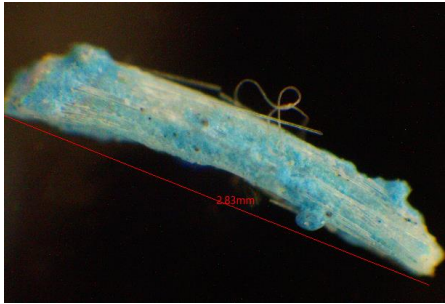
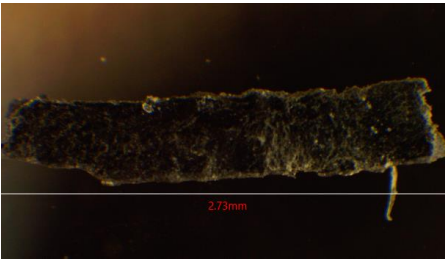

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
DPD-41	22.2	122	H	3	Negro	Fibra	1.50, 1.33, 1.3
DPD-42	22	132	H	1	Negro	Fibra	1.4
DPD-43	22	113	H	1	Roja	Fibra	1.8
DPD-44	21.5	117	H	1	Negro	Fibra	1.1
DPD-45	23	145	H	-	-	-	-
DPD-46	20.9	109	H	1	Morado	Fibra	1.10
DPD-47	21.5	114	H	-	-	-	-
DPD-48	21.7	114	H	-	-	-	-
DPD-49	22	126	H	-	-	-	-
DPD-50	23.5	138	H	-	-	-	-

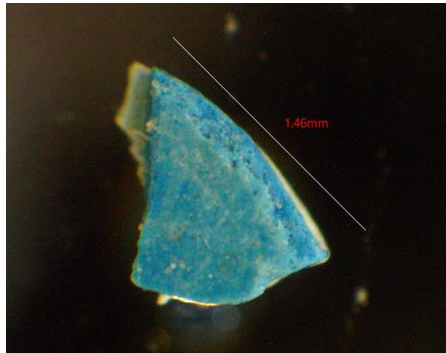


**Tabla 16.** Tabla de datos biométricos de *D. pacificum* de noviembre 2022

<b>CÓDIGO</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>PT (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>N° MICROPLÁSTICO</b>	<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>TAMAÑO (mm)</b>
DPD-51	22.1	130	H	-	-	-	-
DPD-52	21.1	114	H	-	-	-	-
DPD-53	21.1	134	H	-	-	-	-
DPD-54	22	120	H	-	-	-	-
DPD-55	21.5	111	H	-	-	-	-
DPD-56	21.3	127	H	1	Transparente	Fragmento	1.27
DPD-57	21.5	125	H	-	-	-	-
DPD-58	21.2	107	H	-	-	-	-
DPD-59	22.7	147	H	-	-	-	-
DPD-60	22.8	122	H	1	Blanco	Película	2.68

**Tabla 17.** Tipo de microplásticos tomadas desde el microscopio

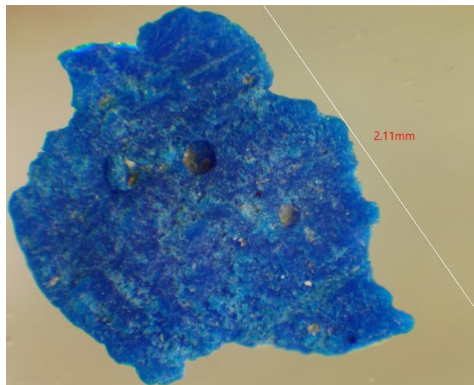
<i>Caulolatilus affinis</i>	
Muestra analizada	Tipo de plástico
 A long, translucent blue-green plastic fragment with a fibrous texture. A red diagonal line indicates a length of 2.83mm.	HDPE
 A dark, irregular, and somewhat brittle-looking plastic fragment. A red horizontal line at the bottom indicates a length of 2.73mm.	PET
 An irregular, bright green plastic fragment with a porous or crystalline appearance. A white diagonal line indicates a length of 1.54mm.	HDPE



HDPE



HDPE

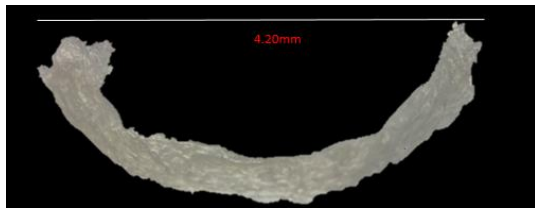


HDPE

---

*Diplectrum pacificum*

---



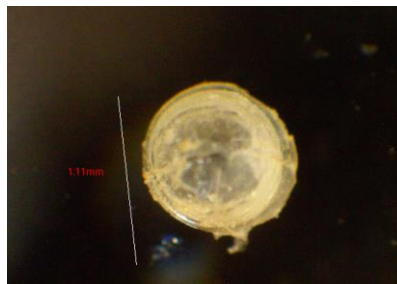
HDPE



LDPE

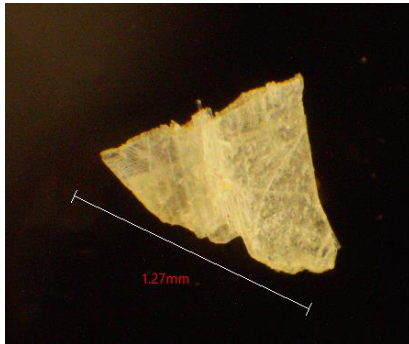


LDPE

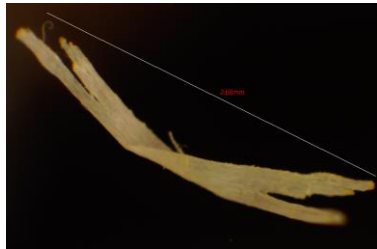


HDPE

---



HDPE



LDPE

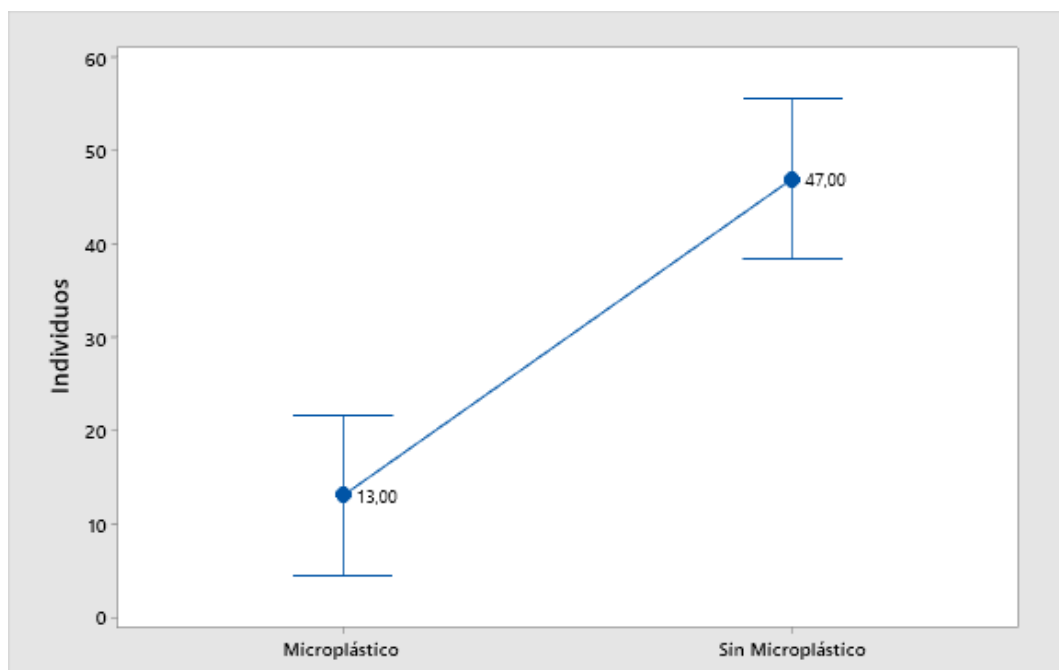
---

**Nota:** LDPE: polietileno de baja densidad; HDPE: polietileno de alta densidad;  
PET: Tereftalato de polietileno.

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	1156.00	1156.00	144.50	0.007
Error	2	16.00	8.00		
Total	3	1172.00			

**Figura 11.** Análisis de varianza, valores significativos ( $p = 0,00 < 0,05$ ).



**Figura 12.** Diferencias en las medias de los individuos donde se presencia microplásticos vs individuos que no presentaron microplásticos.



**Figura 13.** Preparación de la muestra en laboratorio para ser pesado y medido



**Figura 14.** Medición de las muestras con ictiómetro



**Figura 15.** Medición del peso en balanza digital



**Figura 16.** Disección de la muestra





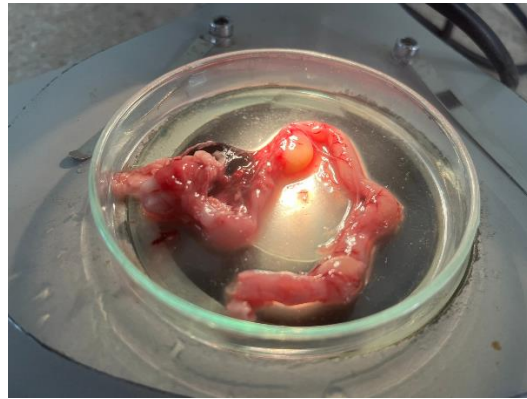
**Figura 17.** Extracción del tracto digestivo



**Figura 18.** Colocación de NaOH 10%, en la muestra durante 24h



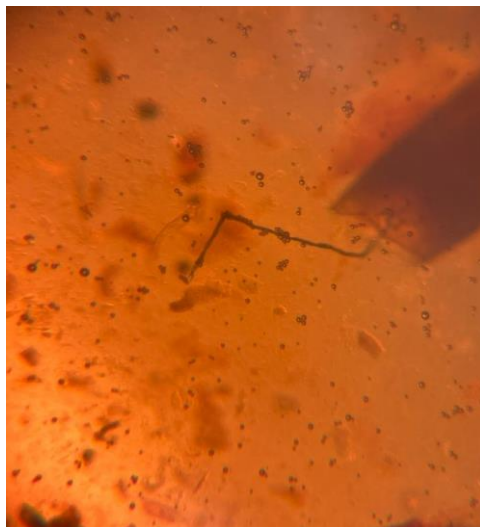
**Figura 19.** Rotulación de códigos sobre los frascos con muestras



**Figura 20.** Observación del tracto digestivo en el estereoscopio



**Figura 21.** Observación de muestra al microscopio



**Figura 22.** Microplástico tipo fibra observado en el estereoscopio



**Figura 23.** Prueba de densidad con NaCl



**Figura 24.** Disolución de  $\text{ZnCl}_2$ /Agua destilada para prueba de densidad



**Figura 25.** Reposo de las muestras sumergidas dentro de un tubo de ensayo



**Figura 26.** Observación de la flotabilidad de las muestras después de reposar por 15 min