

# UNIVERSIDAD DEL MAR

## Campus Puerto Ángel



### **PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN INVERTEBRADOS BÉNTICOS (BIVALVOS, GASTERÓPODOS, CIRRÍPEDOS) Y PECES EN LA PLAYA SAN VICENTE, OAXACA**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de  
Licenciada en Biología Marina

Presenta  
Naomi Rodríguez Silva

Director de Tesis  
Dr. Francisco Benítez Villalobos

Co-directora de Tesis  
Dra. María del Carmen Alejo Plata

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2025

## Resumen

El plástico es un polímero sintético que representa aproximadamente el 25% de la producción industrial química mundial, con alrededor de 4000 formulaciones diferentes en fabricación actual. Una de las situaciones muy particulares con los plásticos es su degradación, ya que se van fragmentando en pequeñas partículas por la acción de diversos factores ambientales como la fricción del viento, acción del agua, o por la fotooxidación, hasta pequeños fragmentos entre 1µm y 5 mm llamados “microplásticos”. La playa San Vicente en la laguna Superior, Oaxaca se encuentra influenciada por descargas de aguas residuales y se realiza captura de diversas especies de invertebrados y peces para el consumo local. Actualmente no existe trabajos que caracterice o evalúe la presencia de microplásticos en la laguna. En el presente estudio se evaluó la presencia de contaminación por microplásticos en invertebrados bénticos, incluyendo bivalvos (*Mytella trigata*, *Trachycardium (Mexicardia) procerum*, *Cardites laticostatus*), gasterópodos (Cerithiidae), cirrípedos (*Amphibalanus eburneus*) y peces (*Diapterus peruvianus*, *Albula vulpes*, *Chanos chanos*, *Ariopsis guatemalensis*, *Centropomus viridis*, *Mugil setosus*, *Mugil curema*) de la laguna superior. Para el procesamiento de las muestras se utilizó 20 mL de KOH al 10% a una temperatura de 56 a 58°C durante 48 h para la degradación de materia orgánica. Se usaron filtros de 1.6µm y una bomba de vacío para su filtración, con posterior observación al estereoscopio. Para el caso de los peces, se hizo únicamente revisión de branquias al estereoscopio. Los resultados obtenidos muestran que los peces contienen la mayor cantidad de microplásticos, con 42 ítems, siendo las fibras y fragmentos de color negro y azul más sobresalientes. Para los invertebrados las fibras y fragmentos blancos, transparente y azul fueron las que más sobresalieron. *C. laticostatus* con 17 ítems fue la especie de invertebrado que más sobresalió con fibras de color azul; *A. eburneus* y Cerithiidae fueron las de menor observación con solo 2 ítems (5%). Se encontró que existe una posible preferencia de los organismos al momento de la ingesta dependiendo el color y tipo de microplástico. Se concluye que en la Playa San Vicente sí existe contaminación por microplásticos en los diferentes grupos taxonómicos analizados.

### Palabras clave:

Contaminación, aguas residuales, fibras, *Mugil setosus*, *Cardites laticostatus*

## Abstract

Plastic is a synthetic polymer, which accounts for approximately 25% of global chemical production, with around 4,000 different formulations currently in use. One notable aspect of plastics is their degradation process, since they break down into smaller particles due to environmental factors such as wind, water, and photo-oxidation, resulting in microplastics that range in size from 1  $\mu\text{m}$  to 5 mm. The Playa San Vicente community, located in the Superior lagoon in Oaxaca is impacted by wastewater discharges and serves as a source of various invertebrate and fish species for local consumption. Despite its importance, no studies have characterized or evaluated the presence of microplastics in this lagoon. This study used benthic invertebrates, including bivalves (*Mytella strigata*, *Trachycardium (Mexicardia) procerum*, *Cardites laticostatus*), gastropods (Cerithiidae), cirripeds (*Amphibalanus eburneus*), and several fish species (*Diapterus peruvianus*, *Albula vulpes*, *Chanos chanos*, *Ariopsis guatemalensis*, *Centropomus viridis*, *Mugil setosus*, *Mugil curema*), to assess microplastic contamination levels in the lagoon. Sample processing involved digestion with 20 ml of 10% KOH at a constant range of temperature of 56-58°C for 48 hours. Filtration followed, by using 1.6  $\mu\text{m}$  filters and a vacuum pump, and subsequent observation under a stereoscope. For fish, only gill tissues were examined. Our results indicate that fish contain higher amounts of microplastics with 42 microplastic items detected, predominantly black and blue fibers and fragments. Regarding invertebrates, white, transparent, and blue fibers and fragments were most common. *Cardites laticostatus* had the highest number of microplastic items among invertebrates, with 17 items, mostly blue fibers, while *Amphibalanus eburneus* and Cerithiidae had the lowest, with only 2 items (5%). We observed an apparent preference in microplastic ingestion based on color and type, suggesting selective uptake by organisms. This study confirms the presence of microplastic contamination in the different taxonomic groups analyzed in Playa San Vicente.

**Keywords:** Microplastics, wastewater, fibers, *Mugilsetosus*, *Carditeslaticostatus*.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo con todo mi corazón a mi familia quienes siempre me estuvieron apoyando, me impulsaron e hicieron todo lo posible para que concluyera con esta etapa en mi vida, si bien no fue fácil siempre me alentaron a seguir adelante y confiaron en mí. Por eso les doy mi trabajo en ofrenda por su paciencia y amor a ustedes, los amo.

1 Corintios 2:9

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel por brindarme de sus instalaciones y permitirme usar el laboratorio de histología, así como del instrumento de laboratorio que se utilizó.

Quiero agradecer al Dr. Francisco Benítez y a la Dra. Carmen Alejo por darme la oportunidad de concluir esta etapa de mi formación académica, por su tiempo y dedicación en el trabajo; por brindarme de su conocimiento en este tema y darme las herramientas necesarias para finalizar.

A mis revisores, Mtra. Luz Maria Hernández, Mtro. Gerardo Esteban Leyte, Dr. Julio Adolfo Acosta Calderón por darse el tiempo de revisar el trabajo, ayudar a corregirlo y que quedara aun de mejor calidad.

Quiero agradecer a la Dra. Norma Barrientos quien me ayudo para la identificación de moluscos.

Al laboratorio de Ictiología de la Universidad del Mar por ayudarme a la identificación de peces.

Al laboratorio de SIG, por ayudarme a realizar el mapa de estudio.

Quiero agradecer a Dios y mis papás que siempre me estuvieron apoyando a lo largo de este camino, por su gran paciencia, comprensión e infinito amor, por darme las herramientas necesarias de cumplir este sueño y reto, que a pesar de no ser fácil nunca me dejaron sola.

Quiero agradecer a mis amigos que hice durante la carrera y que ya forman parte de mi familia, por siempre estar para mi aun en momentos de frustración, momentos tristes, por siempre sacarme risas, por su gran apoyo incondicional, por abrir mi panorama y por siempre estar para mí, sé que siempre voy a poder contar con ellos a lo largo de mi vida, como dije anteriormente ya forman parte de mi familia. Gracias por abrirme las puertas de su casa; cuidarme y llenarme de tanto amor, por enseñarme a siempre ver el lado bueno de las cosas aunque sean complicadas, por motivarme a salir adelante, a todos los quiero enormemente.

## ÍNDICE

Índice de figuras .....	viii
Índice de tablas .....	x
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1 Microplásticos en invertebrados bénticos .....	4
2.2 Microplásticos en peces .....	7
2.3 Microplásticos en cuerpos de agua .....	10
3. JUSTIFICACIÓN.....	10
4. HIPÓTESIS.....	11
5. OBJETIVOS.....	11
5.1 General .....	11
5.2 Particulares.....	11
6. METODOLOGÍA .....	12
6.1 Área de estudio.....	12
6.2 MATERIAL Y MÉTODOS .....	14
6.2.1 Trabajo de campo .....	14
6.2.2 Procesamiento de muestras <i>in situ</i> .....	15
6.2.3 Trabajo de laboratorio.....	15
6.2.4 Preparación del material de laboratorio .....	15
6.2.5 Invertebrados bentónicos (bivalvos, gasterópodos y cirrípedos) .....	16
6.2.6 Peces .....	16
7. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROPLÁSTICOS .....	17
8. ANÁLISIS DE DATOS .....	19
9. RESULTADOS .....	19
9.1 Peces.....	24
9.2 Comparación general.....	28
9.3 Preferencia de los grupos analizados por algún tipo, color o tamaño de microplástico.....	33

9.3.1 Relación entre los grupos analizados y el color.....	33
9.3.2 Relación entre los grupos analizados y la forma .....	34
9.3.3 Relación entre los grupos analizados y el tamaño.....	35
9.3.4 Relación entre los grupos analizados y el tipo.....	36
10. DISCUSIÓN.....	37
11. CONCLUSIÓN.....	43
12. RECOMENDACIONES.....	43
13. REFERENCIAS .....	45
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Mapa del área de estudio (Playa San Vicente, Oaxaca) .....	13
2 Clasificación de microplásticos según Viršek <i>et al.</i> 2016.....	18
3 Escala de tamaños actualmente aceptada para los plásticos y sus productosde degradación física .....	18
4 Contenido proporcional de microplásticos (ítems) observado en cada uno de los invertebrados analizados .....	21
5 Número de ítems por forma de microplástico en los invertebrados de estudio .....	22
6 Número de ítems por origen de cada microplástico en los invertebrados .....	22
7 Número de ítems de microplástico por color en los invertebrados de estudio.....	23
8 Posibles fibras de pesca y/o ropa. Escala 2.5X.....	23
9 Número de ítems observado en cada uno de los peces analizados.....	25
10 Número de ítems observados en los diferentes peces, de acuerdo con su origen .....	26
11 Número de ítems observados en los diferentes peces, de acuerdo con su color.....	27
12 Número de ítems observados en los diferentes peces de acuerdo con la forma .....	27
13 Número de ítems por origen de los diferentes tipos de microplásticos en peces e invertebrados .....	28
14 Número de ítems por origen de los diferentes tipos de microplásticos en peces e invertebrados .....	29
15 Número de ítems por forma de microplástico en peces e invertebrados .....	30

16 Proporción de los diferentes tipos de microplástico (ítems) registrados en los diferentes grupos, de acuerdo a su tamaño .....	31
17 Proporción de los diferentes tipos de microplástico (ítems) registrados en los diferentes peces, de acuerdo a su tamaño.....	32
18 Proporción de los diferentes tipos de microplástico (ítems) registrados en los diferentes bivalvos, de acuerdo a su tamaño .....	33
19 Gráfica para el análisis de correspondencia simple entre los grupos analizados (círculo azul) y el color de los microplásticos (cuadrado rojo). Los círculos naranjas son los subgrupos de clasificación que pueden establecerse. ....	34
20 Gráfica del análisis de correspondencia simple para las formas de microplásticos (cuadro rojo) y los grupos (círculo azul). Los círculos naranjas son los subgrupos de clasificación que pueden establecerse.....	35
21 Gráfica del análisis de correspondencia simple para los tamaños de microplásticos (cuadro rojo) y los grupos (círculo azul). Los círculos naranjas son los subgrupos de clasificación que pueden establecerse .....	36
22 Gráfica del análisis de correspondencia simple para los tipos de microplásticos (cuadro rojo) y los grupos (círculo azul). ....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
I. Peso y talla promedio de las especies de invertebrados bénticos recolectadas.....	20
II. Medidas de la longitud furcal y peso de cada uno de los peces analizados.....	24
III. Proporción en ítems*gramo para cada especie de pez.....	28
IV. Tipo y color de microplástico observado en cada especie .....	66