

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



**CARACTERIZACIÓN DE MICROPLÁSTICOS ASOCIADOS A GRUPOS DE
ZOOPLANCTON EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, DURANTE LA TEMPORADA
DE TEHUANOS EN EL 2022**

TESIS

Que para obtener el título profesional de
Licenciado en Biología Marina

Presenta

Jorge Eduardo Murcia López

Directora

Dra. Cecilia Chapa Balcorta

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2024

Resumen

Los plásticos son compuestos químicos con estructuras complejas compuestas por monómeros, y con ayuda de aditivos pueden adquirir características específicas. El mal desecho del plástico conduce a su almacenamiento en el medio ambiente, y por procesos ambientales se fragmentan en partículas de menos de 5 mm llamados microplásticos (MPs). Este tamaño tan diminuto les permite ser ingeridos por organismos marinos, por ejemplo el zooplancton. Este grupo conformado por pequeños crustáceos y larvas de moluscos, peces y equinodermos son tan pequeños que son arrastrados por las corrientes marinas. En el Pacífico sur mexicano, se desconoce la distribución de MPs en el océano así como sus características físicas y si el zooplancton está consumiendo dichas partículas. Es fundamental conocer el tipo de MPs que están a la deriva de las corrientes y su posible consumo, esto para conocer las posibles fuentes y riesgos a los organismos. Las muestras de zooplancton se colectaron por medio de una red bongo a bordo del B/I 'Dr Jorge Carranza Fraser' en Abril del 2022 y analizadas en la UMAR, los mapas de corrientes y vientos se elaboraron con el lenguaje de programación de MatLab. Los MPs sobrenadantes fueron de fibras de color negro de entre 200 a 500 μm , y los MPs ingeridos fueron fragmentos negros de 100 a 200 μm . Los copépodos, eufáusidos, anfípodos, quetognatos, doliólidos, salpas, sifonóforos, medusas y larvas de pez fueron los grupos que consumieron MPs. Se observaron en los mapas de corrientes, que la abundancia de MPs seguía el patrón de un giro ciclónico. Las fibras negras fueron más abundantes a pesar de que existe literatura que dice que los fragmentos azules son los MPs más comunes, esto puede deberse a la presencia de factores como el desecho de aguas residuales así como la presencia de carreteras costeras. Los copépodos consumieron los MPs más pequeños en gran cantidad, esto por ser filtradores. Este es el primer trabajo en el Pacífico sur mexicano que documenta la ingestión de MPs por zooplancton, esto da pie a más preguntas de investigación.

Palabras clave: microplástico, zooplancton, corrientes, viento, Tehuantepec.

Abstract

Plastics are chemical compounds with complex structures made up of monomers, and with the help of additives they can acquire specific characteristics. Poor disposal of plastic leads to its storage in the environment, and due to environmental processes it fragments into particles of less than 5 mm called microplastics (MPs). This tiny size allows them to be ingested by marine organisms, for example zooplankton. This group is made up of small crustaceans and mollusk larvae, fish and echinoderms are so small that they are dragged by sea currents. In the Mexican southern Pacific, the distribution of PMs in the ocean is unknown, as well as their physical characteristics and whether zooplankton are consuming these particles. It is essential to know the type of PMs that are drifting in the currents and their possible consumption, this to know the possible sources and risks to organisms. The zooplankton samples were collected by means of a bongo net on board the B/I 'Dr Jorge Carranza Fraser' in April 2022 and analyzed at the UMAR, the current and wind maps were prepared with the MatLab programming language. The supernatant MPs were black fibers of between 200 to 500 μm , and the ingested MPs were black fragments of 100 to 200 μm . Copepods, euphausiids, amphipods, chaetognaths, doliolids, salps, siphonophores, jellyfish and fish larvae were the groups that consumed MPs. It was observed in the current maps that the abundance of MPs followed the pattern of a cyclonic gyre. Black fibers were more abundant even though there is literature that says that blue fragments are the most common MPs, this may be due to the presence of factors such as wastewater disposal as well as the presence of coastal roads. The copepods consumed the smallest MPs in large quantities, this being because they are filter feeders. This is the first work in the Mexican South Pacific that documents the ingestion of MPs by zooplankton, this gives rise to more research questions.

Keywords: Microplastic, zooplankton, currents, wind, Tehuantepec.

Dedicatoria

Con gran aprecio y gratitud, dedico este trabajo a cada uno de los miembros de mi familia, los cuales, apoyaron incondicionalmente a mi persona para no claudicar y seguir adelante sin importar las adversidades y a las personas que no dejaron de apoyarme en esta etapa importante.

Agradecimientos

Un agradecimiento a mi familia, por su enorme apoyo y esfuerzo para que este objetivo sea alcanzado y cumplido.

A la Dra. Cecilia Chapa, al Dr. Antonio López y al Dr. Vladislav, por estar al pendiente de esta tesis, por compartir sus opiniones, observaciones e información sobre este tema, para que este trabajo salga adelante.

Al maestro Roberto Vallarta y al maestro Víctor Martínez, por compartir información sobre la campaña JCFINP2204 y por las revisiones finales de esta tesis.

Al Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables (IMIPAS) por el uso de sus muestras de zooplancton y de sus datos, así como permitirme participar en una de sus campañas oceanográficas.

A la técnico Magdalena y al Dr. Julio Acosta por permitirme trabajar en el laboratorio de oceanografía biológica.

A cada uno de mis amigos y compañeros que conocí durante (Yurani, Sandy, Viridiana, Alfredo) y después de la carrera (Elida, Joslyn, Ricardo).

Índice

| | |
|---|------|
| Lista de figuras | viii |
| Lista de tablas | xi |
| Introducción | 1 |
| Antecedentes | 5 |
| Justificación | 10 |
| Hipótesis | 11 |
| Objetivos | 12 |
| <i>Objetivo general</i> | 12 |
| <i>Objetivos específicos</i> | 12 |
| Material y métodos | 13 |
| <i>Área de estudio</i> | 13 |
| <i>Métodos</i> | 15 |
| <i>Trabajo en campo</i> | 15 |
| <i>Trabajo en laboratorio</i> | 17 |
| <i>Trabajo de gabinete</i> | 21 |
| <i>Condiciones Oceanográficas</i> | 23 |
| Resultados | 24 |
| <i>Cable filado, profundidades, volumen filtrado y estandarización.</i> | 24 |
| <i>Microplásticos</i> | 25 |
| <i>Formas</i> | 33 |
| <i>Color</i> | 40 |
| <i>Tamaño</i> | 44 |
| <i>Zooplancton</i> | 47 |
| <i>Vientos</i> | 54 |
| <i>Corrientes marinas</i> | 57 |
| Discusión | 61 |

| | |
|---------------------------|----|
| Conclusiones | 72 |
| Referencias | 74 |
| Anexos | 81 |
| <i>Anexo A</i> | 81 |
| <i>Anexo B</i> | 82 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Algunos estudios de MPs a nivel mundial | 6 |
| Figura 2. Muestreo de Alejo-Plata et al. (2021)..... | 10 |
| Figura 3. Costa occidental de Oaxaca (A) y golfo de Tehuantepec (B) | 13 |
| Figura 4. Zona de estudio (costa occidental de Oaxaca y Golfo de Tehuantepec). | 16 |
| Figura 5. Alícuotas de 50 gr de las muestras de zooplancton (frascos)..... | 17 |
| Figura 6. A) Equipo de filtración. B) Separación de los organismos del alcohol. | 19 |
| Figura 7. A) Eufáusidos sin alcohol. B) Eufáusidos con KOH 10%..... | 20 |
| Figura 8. A) Estufa. B) Viales con KOH. C) Sobres de aluminio. | 20 |
| Figura 9. MPs en materia orgánica colectada en el crucero al golfo de Tehuantepec durante Abril del 2022..... | 25 |
| Figura 10. MPs adheridos a copépodos. | 26 |
| Figura 11. Formas de MPs más encontradas: fibras y fragmentos. | 28 |
| Figura 12. Formas de MPs menos frecuentes A) Pellets, B) Cilindros y C) Discos. | 29 |
| Figura 13. Abundancia relativa de MPs ($\text{MPs} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$)..... | 30 |
| Figura 14. Distribución y abundancia relativa de MPs..... | 30 |
| Figura 15. Velocidad de corrientes ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) anomalías del nivel del mar (m) y abundancia ($\text{MPs} \cdot 100 \text{ m}^{-3}$).. | 31 |
| Figura 16. Cantidad total de MPs consumidos por grupo de zooplancton.. | 32 |
| Figura 17. Cantidad de MPs por individuo por cada grupo..... | 32 |
| Figura 18. Porcentaje de formas. | 33 |
| Figura 19. Distribución de las fibras.. | 34 |
| Figura 20. Distribución de los fragmentos.. | 35 |
| Figura 21. Distribución espacial de pellets.. | 36 |
| Figura 22. Distribución de los discos.. | 36 |
| Figura 23. Distribución de los cilindros.. | 37 |
| Figura 24. Número de formas de MPs en el golfo de Tehuantepec..... | 38 |

| | |
|---|----|
| Figura 25. Número de formas de MPs en la costa occidental de Oaxaca. | 38 |
| Figura 26. Porcentaje de colores..... | 40 |
| Figura 27. Frecuencia de colores por estación en el golfo de Tehuantepec. ... | 41 |
| Figura 28. Frecuencia de colores por estación en la costa occidental de Oaxaca. | 41 |
| Figura 29. Número de colores por estación en el golfo de Tehuantepec. | 42 |
| Figura 30. Número de colores por estación en la costa occidental de Oaxaca.. | 42 |
| Figura 31. Frecuencia de colores consumidos por grupo..... | 43 |
| Figura 32. Intervalos de tamaño de los MPs sobrenadantes e ingeridos (en μm).. | 45 |
| Figura 33. Tamaño promedio por estación..... | 46 |
| Figura 34. Tamaño (en μm) promedio de MPs ingeridos por grupos zooplanctónicos..... | 46 |
| Figura 35. Porcentaje de copépodos (COP) y de organismos restantes (OR) en las estaciones del golfo de Tehuantepec..... | 48 |
| Figura 36. Abundancia por estación en el golfo de Tehuantepec. | 49 |
| Figura 37. Porcentaje de organismos (sin contar copépodos) en estaciones del golfo de Tehuantepec..... | 50 |
| Figura 38. Porcentaje de copépodos (COP) y de organismos restantes (OR) en las estaciones de la costa occidental de Oaxaca..... | 51 |
| Figura 39. Abundancia por estación en la costa occidental de Oaxaca. | 51 |
| Figura 40. Porcentaje de organismos (sin contar copépodos) en estaciones de la costa occidental de Oaxaca.. | 52 |
| Figura 41. Mapa de diversidad taxonómica del área de estudio.. | 53 |
| Figura 42. Abundancia de zooplancton por estación. | 54 |
| Figura 43. Promedios semanales y general del campo de viento del área de estudio.. | 56 |
| Figura 44. Abundancia vs velocidad del viento..... | 57 |
| Figura 45. Promedios semanales y general de corrientes geostróficas superficiales y de anomalías del nivel del mar del área de estudio durante Marzo y Abril de 2022.. | 60 |

| | |
|---|----|
| Figura 46. Gráfica de abundancia relativa vs velocidad de corriente. | 61 |
| Figura 47. Algunas plantas de tratamiento de agua, descarga de agua residual y basureros municipales (INEGI 2014a, INEGI 2014b, INEGI 2016) cerca de la costa del Pacífico sur mexicano. | 64 |
| Figura 48. Algunas localidades, ríos y lagunas del área de estudio.. | 67 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla I. Categorías para el MPs según Hidalgo-Ruz et al. (2012). | 21 |
| Tabla II. Datos de MPs por estación. | 26 |
| Tabla III. Formas ingeridas.. | 39 |