



Universidad del Mar
mare nostrum veritabile faciendum
Puerto Escondido~Puerto Ángel~Huatulco~Oaxaca

Campus Puerto Ángel

Presencia de partículas antropogénicas presentes en el sistema digestivo y las branquias del calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny 1835) del Golfo de Tehuantepec

TESIS

Que para obtener el título profesional de

Licenciada en Biología Marina

PRESENTA

Natalia Lizbeth Hernández Chombo

DIRECTORA DE TESIS

Dra. María del Carmen Alejo Plata

CO-DIRECTOR DE TESIS

M. en C. Juan Roberto Felipe Vallarta Zárate

Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2025

Resumen

La contaminación por partículas antropogénicas ha sido un problema del que se habla desde hace casi un siglo, afecta a diversos organismos, desde mamíferos hasta peces. En el presente estudio se registró por primera vez la presencia de microplásticos en calamares gigantes (*Dosidicus gigas*) del Golfo de Tehuantepec. Se estudiaron 33 ejemplares recolectados durante un crucero realizado por el buque de investigación “Dr. Jorge Carranza Fraser” adscrito al Instituto Mexicano de Investigación Pesquera y Acuicultura Sustentables (IMIPAS) durante marzo del año 2023. Para llevar a cabo el proceso de aislamiento, observación e identificación de partículas antropogénicas se aplicó un método de digestión con KOH, cada muestra fue observada con un microscopio y se registró el tamaño de longitud, color y forma de cada partícula encontrada. Se encontraron partículas principalmente en forma de fibras, predominando los colores azul, translúcido y lila, con una abundancia promedio de 0.66 ± 1.73 ítems/g en las branquias y 0.69 ± 2.46 ítems/g en el sistema digestivo. Si bien los valores registrados se encuentran dentro de lo reportado para *D. gigas*, el análisis espacial reveló diferencias en la carga de partículas antropogénicas, las diferencias entre los grupos de lances para las branquias no fueron estadísticamente significativas, y para el sistema digestivo se encontraron diferencias significativas para al menos dos de los grupos. No se evidenció que existen efectos negativos directos sobre el crecimiento de los ejemplares. Se observó una mayor abundancia de ítems en los organismos más pequeños, lo que sugiere que ciertos aspectos del comportamiento de la especie podrían influir en su exposición a los microplásticos.

Palabras clave: Microplásticos, abundancia, sistema digestivo, branquias, calamar gigante, fibras.

Abstract

Anthropogenic particles pollution has been a widely discussed issue for nearly a century, affecting a range of organisms from mammals to fish. In the present study, the presence of microplastics was recorded for the first time in jumbo squid (*Dosidicus gigas*) from the Gulf of Tehuantepec. A total of 33 specimens were analyzed, collected during a research cruise aboard the vessel “Dr. Jorge Carranza

Fraser”, operated by the “Instituto Mexicano de Investigación Pesquera y Acuicultura Sustentables” (IMIPAS). To carry out the isolation, observation, and identification of anthropogenic particles, a digestion method using KOH was applied. Each sample was examined under a microscope, and the length, color and shape of each particle found were recorded.

Particles were found primarily in the form of fibers, with blue, translucent, and lila being the predominant colors. The average abundance was 0.66 ± 1.73 items/g in the gills and 0.69 ± 2.46 items/g in the digestive system. Although the recorded values fall within the range previously reported for *D. gigas*, spatial analysis revealed slight differences in the load of anthropogenic particles. Differences between sampling groups for the gills were not statistically significant, whereas significant differences were found in the digestive system for at least two groups.

No direct negative effects on the growth of the specimens were identified. A higher abundance of items was found in smaller organisms, suggesting that certain behavioral of the species may influence their exposure to microplastics.

Key words: Microplastics, abundance, digestive system, gills, jumbo squid, fibers.

Dedicatoria

Para Betty Chombo, mi hermosa madre:

A ti, que sembraste en mí la semilla de la curiosidad, que regaste con tu amor constante y tu fe inquebrantable. Con toda una infancia llena de datos curiosos y libros, fuiste mi primer puente hacia la ciencia, la voz que me enseñó a mirar el mundo con asombro.

Gracias por caminar conmigo en cada paso de este sueño, por sostenerme cuando dudaba, y por enseñarme que rendirse nunca es opción, cuando el corazón está lleno de propósito.

Este logro es tanto tuyo como mío, por que en cada página habita tu aliento.

Te amo.



Para mi abue, Evelia, porto tu nombre con orgullo. Me hubiera encantado que conocieras el lugar tan maravilloso en el que terminé de crecer, aun cuando dudamos juntas que este fuera el mejor camino para mí, tuve la dicha de recibir tu bendición antes de emprenderlo. Siempre te llevo en mi corazón, como guía silenciosa, como raíz firme, como luz cálida en cada descubrimiento.

Agradecimientos

A lo largo de este trabajo recorrí senderos tanto científicos como personales, aprendiendo, cuestionando y transformándome, reconozco y celebro a quienes me acompañaron en este viaje:

- A mi *alma mater*, la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel por haberme acogido como un hogar durante 5 años inolvidables. En sus aulas y entre mareas aprendí a apreciar la vida marina, a cuestionar profundamente y a soñar con compromiso.
- A mi directora de tesis, María del Carmen Alejo Plata, por su orientación sabia, su mirada crítica y su confianza en mi capacidad de aprender y crear, durante mi formación como científica, en la elaboración de este y otros proyectos de divulgación científica.
- A mi co-director de tesis, Juan Roberto Vallarta Zárate, por abrirme las puertas durante mis estancias profesionales y en el crucero abordo de “El Carranza”, experiencia que marcó profundamente el rumbo de esta investigación. Gracias por compartir tu valioso conocimiento y contribuir con generosidad al desarrollo de esta tesis.
- A mi jurado de tesis, por haber sido parte fundamental de mi formación académica durante los 5 años que anteceden este trabajo. Sus formas únicas de compartir el conocimiento me han inspirado. Gracias por sembrar ideas, cuestionarlas conmigo y acompañarme durante el proceso.
- A mi familia, por su apoyo incondicional en cada paso de este recorrido. A mi padre, Blas por enseñarme que la curiosidad también es herencia, y a mis cohabitantes del hogar Zitlalli y Tochtli, por su amor, y por sostener mis sueños con su entusiasmo inalcanzable, los amo.
- A mi abue, Estelita. Gracias por tenerme siempre presente, por tu amor incondicional, por cada palabra hermosa que me has regalado. Tu cariño ha sido un faro constante, y llevarlo conmigo en este proyecto significa todo.
- A mi familia de la costa: Bany, gracias por las aventuras, las risas, los mejores spots, por compartir tu pasión por la biología conmigo, por todo el apoyo y el cariño. Lilo, con quien compartí la experiencia de ser viajera, foránea, biker, observadora de la naturaleza y mi compañía durante los desvelos de los parciales y al escribir esta tesis. Gracias a ustedes por ser mi refugio, por la simbiosis + durante los momentos claves de esta travesía científica.



- A mis amistades y colegas biólogos marinos por compartir sus risas, desvelos, aventuras, salidas de campo, días de playa y clases en línea: Cris, mi primer amigo, Mich, por tu apoyo tan cálido, Tani y Mau, mis tripulantes chiquitas, Martha y Celina, mis amigas más valientes, Idalia y Quetz, las amistades más inesperadas, Saydi y Edgar, mis compañeros pulpo en Sisal, Mari, Ale, Scar, mi compañía en pandemia, Juanito, Benja y Chucho desde otra generación... ¡los tqm!
- A mis amistades más cercanas: Moi, mi mejor amigo, Rodri, Sara y Carla, crecimos juntos amigos. Chema, a pesar de la distancia seguías aquí. Dulce, Perlita y Jenny, la playita nos unió, gracias por su amistad. Alex, gracias por todo el apoyo a mí mami, gracias por los ánimos. Su presencia incluso en silencio hizo que esta travesía tuviera sentido. Gracias por sostenerme con cariño a pesar de la distancia, ustedes estuvieron ahí desde el momento en el que surgieron mis dudas sobre cambiar el rumbo de mí vida hacía el mar.



Índice

1. Introducción	9
2. Marco teórico	12
3. Antecedentes	15
4. Justificación	18
5. Pregunta de investigación	18
6. Hipótesis	18
7. Objetivos generales	19
7.1 Objetivos específicos	19
8. Materiales y métodos	19
8.1 Área de estudio	19
8.2 Muestreo en campo	21
9. Trabajo de laboratorio	21
9.1 Preparación de las muestras	21
9.2 Biometría	22
9.3 Digestión de las muestras	23
9.4 Identificación y medición de PA	23
9.5 Análisis de datos	24
10. Resultados	26
10.1 Biometría	26
10.2 Evaluación y frecuencia de aparición	28
10.3 Partículas antropogénicas de las branquias	30
10.4 Partículas antropogénicas del sistema digestivo	32
10.5 Abundancia de ítems	33
11. Análisis estadístico	34
11.1 Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnoff, Shaphiro-Wilk y Lilliefords	34
11.2 Análisis no paramétrico: Kruskal-Wallis	35
11.3 Matriz de correlaciones de Spearman	36
12. Discusión	39
13. Conclusión	42
14. Recomendaciones	43
15. Anexos	45
16. Literatura citada	49

Índice de figuras

Figura 1 Representación gráfica de la degradación del plástico.....	10
Figura 2 Transferencia trófica de microplásticos entre especies marinas (FAO 2017).....	12
Figura 3 Mapa de estaciones de pesca realizados a bordo del B/I Dr. Jorge Carranza Fraser en el Golfo de Tehuantepec (JCFINP2303). Elaboró: IMIPAS	20
Figura 4 <i>D. gigas</i> obtenido y fotografiado durante el crucero JCFINP2403	21
Figura 5 A) Baño María con temperatura programable, B) muestras separadas en frascos de vidrio, C) bomba de vacío, D) filtros, E) embudo Buchner y matraz, F) anillo Buchner, aquí se colocan los filtros, G) caja Petri etiquetada con lance y número de organismo....	23
Figura 6 Histograma de frecuencia de tallas de <i>D. gigas</i>	26
Figura 7 Histograma de frecuencia de pesos de <i>D. gigas</i>	27
Figura 8 Relación de peso-longitud de <i>Dosidicus gigas</i>	27
Figura 9 Partículas agrupadas por longitud (mm)	28
Figura 10 Porcentajes de tipos y colores de PA encontradas en todos los organismos ...	29
Figura 11 Frecuencia de posibles microplásticos encontrados en las branquias	30
Figura 12 Porcentajes de tipos y colores de PA encontrados en el sistema digestivo	31
Figura 13 Frecuencia de posibles microplásticos encontrados en el sistema digestivo ...	32
Figura 14 Porcentajes de tipos y colores de PA encontrados en las branquias	33
Figura 15 Fotografías de PA observados a través de un microscopio con escala, a) partícula esponjosa verde, b) madejita blanca, c) fibra azul y d) fibra verde, e) partícula de película translúcida y finalmente f) partícula solida transparente y lila.....	34
Figura 16 Abundancia de branquias y sistema digestivo por lances, la caja está asociada a la media y los bigotes están asociados a la varianza	36
Figura 17 Gráfico de correlación de Spearman por longitud del manto	37
Figura 18 Gráfico de correlación de Spearman por peso	38