



Universidad del Mar

Campus Puerto Ángel

Presencia de microplásticos en el tiburón angelito *Squatina californica* Ayres, 1859 y tiburón musola castaña *Mustelus henlei* (Gill, 1863).

Tesis

Que para obtener el título profesional de licenciado en Biología Marina

Presenta

Nayely Rodriguez Reyes

Director externo

Dr. Felipe Galván Magaña

Co-Directora interna

Dra. Ana María Torres Huerta

Puerto Ángel, Oaxaca, México 2025

Abreviaturas

FA: Fibras azules

FN: Fibras negras

F: Fibra

Fr: Fragmento

P: Película

L: Lamina

E: Esfera

LT: Longitud total

MP's: Microplásticos

Ej: Ejemplar

GC: Golfo de California

ELL: Estómagos llenos

EV: Estómagos vacíos

EM: Estómagos medios

DOF: Diario oficial de la federación

T: Transparente

A: Azul

N: Negro

Ro: Rojo

Am: Amarillo

R: Rosa.

V: Verde

M: Morado

RESUMEN

La contaminación por plásticos está presente en todos los océanos y mares del mundo estos pueden causar daños a los organismos marinos a través de la ingestión de microplásticos, este es el fenómeno más estudiado en el que se ha registrado una debilitación general del organismo, incluyendo alteraciones en la saciedad y el hambre, reducción de la capacidad de depredación, desequilibrios energéticos, afectación de la reproducción y alteraciones endocrinas y debido al papel que desempeñan los tiburones como depredadores y su amplia distribución están expuestos a la ingestión de plásticos situados en su entorno. Se colectaron estómagos del tiburón angelito *Squatina californica* en el Puerto Adolfo López Mateos y el tiburón musola castaña *Mustelus henlei* en el Saladito, Baja California Sur. Para la degradación materia orgánica del contenido estomacal se utilizó la técnica de KOH (proporción 1:4) con objetivo de determinar la presencia de microplásticos (MP's). Los resultados del estudio revelaron en *Squatina californica* una densidad promedio de 8.1 ± 10.7 MPs. Los MPs transparentes y negros representaron el 82% de la abundancia. En *Mustelus henlei*, los resultados mostraron una densidad promedio de 16.1 ± 37.7 MPs, siendo los MPs transparentes el 62% de la abundancia. El tipo de microplástico más común en ambas especies fueron las fibras, con un total de 92% en *Squatina californica* y 98% en *Mustelus henlei*. Los resultados también indicaron que el 85.71% de los estómagos de *Squatina californica* contenían MPs, mientras que en *Mustelus henlei* fue del 82.35%, lo que evidencia la alta frecuencia de ingestión de microplásticos en ambas especies. Los valores obtenidos en cuanto los tipos de MP's, sobre todo en fibras no fueron muy diferentes a los citados para las especies en otros trabajos, se concluye que hay una mayor tendencia a encontrar microfibras que cualquier otro tipo de MP's

Palabras clave: Baja California Sur, contaminación, elasmobranquios, plásticos.

Agradecimientos

A la Universidad del Mar por darme las bases y las oportunidades de formarme profesionalmente, por todas las experiencias inolvidables como estudiante.

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - IPN (CICIMAR) por la oportunidad de realizar mis estancias en sus instalaciones, por el apoyo y oportunidades brindadas, y por las muestras biológicas otorgadas.

A mi Director, el Dr. Felipe Galván Magaña por confiar en mí, por el apoyo brindado y ser un gran mentor al permitirme trabajar con tiburones.

A mi Co-Directora, la Dra. Ana María Torres Huerta por todo su apoyo, consejos, orientación que me brindo a lo largo de la carrera, como sus aportes a este trabajo, por su amistad y permitirme trabajar con ella durante todo este proceso.

A mis revisores, el Dr. Pedro Cervantes por enseñarme y orientarme en el área estadística.

Al Dr. Francisco Benítez por toda su dedicación y consejos para este trabajo.

A el M.I.A.I.A Eduardo Ramírez por las herramientas que me brindo y enseñanza a lo largo de la carrera y por su amistad.

A mis padres por todo el apoyo, paciencia y amor que me brindaron durante este trayecto, a sus horas de desvelo y horas de trabajo extra, por alentarme y creer en mí para que pudiera cumplir mi sueño, los amo.

A mi abuelita por ser un pilar para seguir adelante y un motivo de inspiración.

A mi familia y hermanos que siempre estuvieron pendientes de mí y apoyándome.

A Irvin por acompañarme y hacer todo menos pesado durante las noches de desvelo.

A Sinthia por acompañarme en el proceso, animarme a continuar y por todo su apoyo incondicional.

A Rin Matsuoka y theGazettE por acompañarte toda mi vida como una fuerte fuente de inspiración y símbolo sobre jamás rendirse.

A mis amigos, Chucho, Ulises, Joslin, Juan, Benja, Sergio, Fer, Rosy, Jaz y Wendolyne mi segunda familia que encontré, gracias por todas las risas y las aventuras que compartimos juntos.

A los pescadores por su arduo trabajo ya que gracias a ellos podemos seguir haciendo investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
I. INTRODUCCIÓN	6
<i>I.1 Importancia de los tiburones</i>	6
<i>I.2 Origen y uso de los plásticos</i>	8
<i>I.4. Plásticos en el océano.</i>	12
<i>I.5 Especies de estudio.</i>	14
II. ANTECEDENTES	17
III. JUSTIFICACIÓN	20
IV. HIPÓTESIS	21
V. OBJETIVOS	21
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	22
<i>VI.1 Área de estudio</i>	22
<i>VI.2 Trabajo de campo</i>	23
<i>VI.3 Obtención de muestras</i>	23
<i>VI 4. Trabajo de laboratorio</i>	25
<i>VI 5. Clasificación de los microplásticos según el color y la forma</i>	26
<i>VI. 6 Clasificación de los microplásticos según su tamaño.</i>	26
<i>VII. 7 Análisis de datos</i>	27
<i>7.1 Frecuencia de ocurrencia estómagos con MP´s</i>	27
<i>7.2 Red neuronal</i>	27
VII. RESULTADOS	29
<i>VII.1 Abundancia de microplásticos por color y tipo</i>	29
<i>VII.2 Abundancia de microplásticos por tamaño</i>	32
<i>VII.3 Evidencia fotográfica de MP´s</i>	33
<i>VII 5. Presencia de microplástico en las diferentes categorías de llenado de los estómagos.</i>	37
<i>VII.4 Relación entre la cantidad de MP´s y la talla de cada especie.</i>	39
VIII. DISCUSION	46
<i>VIII.1 Presencia de microplástico en tiburones</i>	46

<i>VIII.2 Tamaño del microplástico encontrado en tiburones</i>	48
<i>VIII.3 Abundancia de microplásticos.</i>	49
<i>VIII. 4 Abundancia de MP´s y longitud total de los tiburones</i>	51
<i>VIII.5 Concentraciones de MP´s por sexo</i>	53
IX. CONCLUSIÓN	55
X. REFERENCIAS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medidas para clasificar los distintos tamaños de los plásticos.....	10
Figura 2. Fotografía en vista dorsal del tiburón angelito <i>Squatina californica</i>	15
Figura 3. Fotografía en vista lateral de la musola castaña <i>Mustelus henlei</i>	17
Figura 4. Área de estudio en la Península de Baja California	24
Figura 5. Frecuencia de microplásticos por color encontrados en el estómago de <i>S. californica</i>	29
Figura 6. Frecuencia de microplásticos por color, encontrados en el estómago de <i>M. henlei</i>	30
Figura 7. Tipos de MP's más abundantes en los estómagos de <i>S. californica</i>	31
Figura 8. Tipos de MP's más abundantes en los estómagos de <i>M. henlei</i>	31
Figura 9. Evidencia fotográfica de los diferentes tipos de MP's encontrados en los estómagos del tiburón angelito <i>S. californica</i>	34
Figura 10. Continuación de la Figura. 9. Evidencia fotográfica de los diferentes tipos de MP's encontrados en los estómagos del tiburón angelito <i>S. californica</i>	35
Figura 11. Evidencia fotográfica de los diferentes tipos de microplásticos encontrados en los estómagos del tiburón musola castaña <i>M. henlei</i>	36
Figura 12. Continuación de la Figura 11. Evidencia fotográfica de los diferentes tipos de microplásticos encontrados en los estómagos del tiburón musola castaña <i>M. henlei</i>	37
Figura 13. Frecuencia de microplásticos en las diferentes categorías de llenado de estómagos en <i>S. californica</i>	38
Figura 14. Frecuencia de microplásticos en las diferentes categorías de llenado de estómagos en <i>M. henlei</i>	39
Figura 15. Estructura del modelo de regresión neuronal generado con inteligencia artificial. Concentración de Microplásticos (MP's) en machos y hembras de <i>M. henlei</i> y <i>S. californica</i>	43
Figura 16. Tendencia probabilística estandarizada de la frecuencia de MP's por sexo del tiburón <i>M. henlei</i>	44

Figura 17. Tendencia probabilística estandarizada de la frecuencia de MP's por sexo del tiburón *S. californica*..... 45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Tiempo de descomposición de los plásticos.....	12
Tabla II. Clasificación de los tipos de microplásticos.	28
Tabla III. Longitud (máxima, media, mínima) y desviación estándar (d.e) por tipo y color del microplástico encontrado en <i>S. californica</i>	32
Tabla IV. Longitud (máxima, media, mínima) y desviación estándar (d.e) por tipo y color del microplástico encontrado en <i>M. henlei</i>	33
Tabla V. Comparación entre el número de microplásticos con la longitud total (LT) de <i>Squatina californica</i> . Primer rango: 50 -69 cm LT; y segundo rango: 70-91 cm LT. <i>Mustelus henlei</i> , Primer rango: 70-82 cm LT; Segundo rango: 50-69 cm LT.....	40