TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍAAMBIENTAL

“Caracterización visual de microplásticos en *Thaisella chocolata* de un puerto del sur peruano”

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Camila Jaen Rodriguez (0000-0003-1790-9918)

Asesor:
José Alberto Iannacone Oliver (0000-0003-3699-4732)

Lima – Perú

2024

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 16 de mayo del 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dra. Sara Regina Purca Cuicapusa
Miembro: Mg. Orlando Advíncula Zeballos
Miembro: Mg. Yaneth Charito Vasquez Olivera

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"Caracterización visual de microplásticos en *Thaisella chocolata* de un puerto del sur peruano"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Camila Jaen Rodriguez**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dr. José Alberto Iannacone Oliver

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Camila Jaen Rodriguez			Nota (en letras): 16 (Dieciséis)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Dra. Sara Regina Purca Cuicapusa
Presidente

Mg. Orlando Advíncula Zeballos
Miembro 1

Mg. Yaneth Charito Vasquez Olivera
Miembro 2

Dr. José Alberto Iannacone Oliver
Asesor

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

T // (511) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 10 de junio del 2024.

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

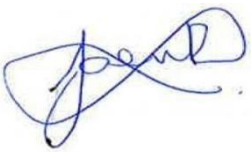
De nuestra consideración,

Yo: Camila Jaen Rodriguez, egresada de la carrera de ingeniería ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor José Alberto Iannacone Oliver, declaramos que este informe final de tesis titulado: Caracterización visual de microplásticos en *Thaisella chocolata* de un puerto del sur peruano, sustentado para obtener el título/grado de ingeniera ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
Camila Jaen Rodriguez
DNI: 77387335



Firma del asesor de tesis
José Alberto Iannacone Oliver
DNI:

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Caracterización visual de microplásticos en *Thaisella chocolata* de un puerto del sur peruano

Autores. Camila Jaen Rodriguez

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2412620040).

Resultado de la evaluación. 8%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Caracterización visual

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	8%	5%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	revistas.unne.edu.ar Fuente de Internet	2%
2	Juan García, José Iannacone, Lorena Alvariño. "Microplásticos en Emerita analoga (Crustacea: Hippidae) y en sedimentos en ocho playas arenosas de Lima, Perú", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2023 Publicación	1%
3	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
4	doaj.org Fuente de Internet	1%
5	José Iannacone, Fabiola Principe, David Minaya, Grober Panduro, Mario Carhuapoma, Lorena Alvariño. "Microplásticos en peces marinos de importancia económica en Lima, Perú", Revista de Investigaciones Veterinarias	1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Caracterización visual de microplásticos en *Thaisella chocolata* de un puerto del sur peruano

Camila Jaén-Rodriguez[1] y José Iannacone[1,2]

[1]COEPERU- Coastal Ecosystems of Peru Research Group. Laboratorio de Ingeniería Ambiental. Escuela de Ingeniería Ambiental. Universidad Científica del Sur, Panamericana Sur Km 19, Villa, Lima, Perú. [2]Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCCNM). Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA), Escuela Universitaria de Posgrado (EUPG). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Jr. Río Chepén 290, El Agustino, Lima, Perú. *E-mail: camilajaen16@gmail.com

Resumen

El litoral marino se ve afectado por las considerables cantidades de microplásticos (MPs), y estos se encuentran como MPs primarios y secundarios. En el Puerto Matarani, ubicado en Arequipa, Perú, se realizan actividades como la pesca y la extracción de mariscos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la cantidad y la caracterización visual de microplásticos en el caracol marino *Thaisella chocolata* en un puerto del sur peruano. Se recolectaron 150 individuos de *T. chocolata* en dos zonas (A y B) del puerto de Matarani, Arequipa, Perú, en las temporadas de invierno y primavera del 2021. Se digirió el tejido del caracol con KOH 10%, se usó NaCl para la separación de densidades, se filtró; y, finalmente, se determinaron y midieron los MPs hallados por microscopía. Se encontraron 597 partículas de MPs. El 100%de los caracoles registraron MPs. Los tipos de MPs más abundantes fueron filamentos>fibras>fragmentos. El color dominante fue el azul (53,94%) y el rango de tamaño más frecuente fue 0,0825-0,1609 mm (45,9%). La temporada de invierno y

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

los caracoles hembra de la zona B presentaron la mayor abundancia de MPs (5,74 y 2,74 MPs/ind, respectivamente). No se halló relación directa entre la longitud de la conchilla y el peso del tejido de *T. chocolata* en función a la cantidad de MP/ind. Se determinó químicamente mediante la espectroscopía μRaman la presencia de PPO, PPSU, PDMS, PBT, PVBP, y PPO. Se concluye que el caracol *T. chocolata* puede ser empleado como un bioindicador de contaminación MPs en el ecosistema marino.

Palabras clave: *basura marina, contaminación marina, gasterópodo*

Visual characterization of microplastics in *Thaisella chocolata* from a southern Peruvian port

Summary

The marine coastline is affected by considerable amounts of microplastics (MPs), and these are found as primary and secondary MPs. In Puerto Matarani, located in Arequipa, Peru, activities such as fishing and shellfish extraction are carried out. The objective of this work was to evaluate the quantity and visual characterization of microplastics in the sea snail *Thaisella chocolata* in a port in southern Peru. 150 individuals of *T. chocolata* were collected in two areas (A and B) of the port of Matarani, Arequipa, Peru, in the winter and spring seasons of 2021. The snail tissue was digested with 10% KOH, NaCl was used to density separation, filtered; and, finally, the MPs found by microscopy were determined and measured. 597 PM particles were found. 100% of the snails recorded MPs. The most abundant types of MPs were filaments>fibers>fragments. The dominant color was blue (53.94%) and the most common size range was 0.0825-0.1609 mm (45.9%). The winter season and female snails from zone B presented the highest abundance of MPs (5.74 and 2.74

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

MPs/ind, respectively). No direct relationship was found between the length of the shell and the weight of the tissue of *T. chocolata* based on the amount of MP/ind. The presence of PPO, PPSU, PDMS, PBT, PVBP, and PPO was determined chemically by μRaman spectroscopy. It is concluded that the snail *T. chocolata* can be used as a bioindicator of MPs pollution in the marine ecosystem.

Keywords: *gastropod, marine pollution, marine litter*.

INTRODUCCIÓN

Los microplásticos (MPs), considerados basura marina, son un problema a nivel mundial, pues se han registrado distintos impactos en la biota, ocasionado la alteración en la supervivencia, y en funciones fisiológicas y de crecimiento (Li *et al*., 2018; Naji *et al*., 2018; Ory *et al*., 2018; Camacho *et al.*, 2019; Kutralam-Muniasamy *et al*., 2020). El litoral marino se ve afectado por considerables cantidades de MPs, los que se encuentran en diversas formas tales como a) primarios: fabricados intencionalmente para aplicaciones particulares como productos cosméticos y de limpieza, y b) secundarios*:* que se generan por la fragmentación y/o degradación de plásticos de mayor tamaño expuestos al ambiente, como botellas o bolsas plásticas degradadas en partículas microplásticas (Kowalski *et al*., 2016; Castañeta *et al.*, 2020; Karkanorachaki *et al.*, 2021). Algunos factores que contribuyen en su formación son las corrientes marinas, la velocidad del viento, la fluctuación en el nivel del mar y las oscilaciones de las precipitaciones; Asimismo, la desintegración de MPs se ve catalizada por el incremento de la radiación solar (Browne *et al*., 2015; Manullang, 2018; Hale *et al*., 2020).

Algunos estudios han evidenciado la ingesta indirecta de MPs en el

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

organismo humano, sugiriendo que el consumo de productos marinos es una de las principales fuentes (FAO, 2019; Schwabl *et al.*, 2019). El consumo de productos hidrobiológicos en Perú es uno de los más elevados a nivel de América Latina (Ministerio de la Producción, 2015; FAOSTAT, 2021). Las ciudades con un deficiente manejo de residuos sólidos podrían contribuir a la ingesta de MPs en mayor medida, impactando la fauna marina endémica (Cárdenas-Callirgos y Wetzel, 2017; De-la-Torre *et al*., 2019a; Valencia-Velasco *et al*., 2020). Se han realizado investigaciones sobre MPs en ecosistemas marinos peruanos, determinando MPs enel sustrato del litoral, en diversos componentes de la biota animal (Purca y Henostroza, 2017; De-la-Torre *et al.* 2019b; Iannacone *et al.*, 2019; Ayala *et al.*, 2021; De-la-Torre *et al.*, 2020a; De-la-Torre *et al.*, 2020b; Santillán *et al.*, 2020; Iannacone *et al*., 2021; Iannacone *et al.*, 2022).

El Puerto Matarani, ubicado en Arequipa, Perú, brinda las facilidades para realizar diferentes actividades locales, dentro de las cuales figura la pesca y la extracción de mariscos (Fernández, 2013; Cuisano y Guillén, 2015). El caracolmarino *T. chocolata*, distribuido desde Piura hasta Tacna, en el litoral peruano, es un molusco de interés extractivo y económico-ambiental (Montes, 2018; Ramírez *et al*., 2019; Alfaro, 2020; Li *et al*., 2020; Ganoza *et al.*, 2021). Bajo este contexto, los objetivos del presente estudio fueron (1) determinar las características visuales de losMPs en *T. chocolata* extraídos de El Faro, Matarani, Arequipa, Perú, y (2) cuantificarlos MPs hallados según género del caracol, zona y temporada de recolección (3) determinar bajo el análisis micro-raman la composición química de MPs.

METODOLOGÍA

Área de recolecta:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Se realizaron dos evaluaciones con criterio estacional-espacial. Con relación al criterio estacional, se obtuvieron muestras en las estaciones invierno y primavera del 2021. Para el criterio espacial, los caracoles procedieron del –El Faro, Puerto Marítimo de Matarani, Islay, Arequipa, Perú (16°159’56.57‖ S y 72°06’28.8‖ O) en dos zonas (A y B), según los criterios de Castro y Fillmann (2012). Las figuras 1 y 2 muestran las zonas. La zona A (A) se encuentra cerca al muelle (100 m de distancia), en donde reposan las embarcaciones de pescadores artesanales y la zona B (B), es una lobera, ubicada a 2 km aproximadamente de distancia al muelle (Luna-Pacompea*et al.*, 2022).

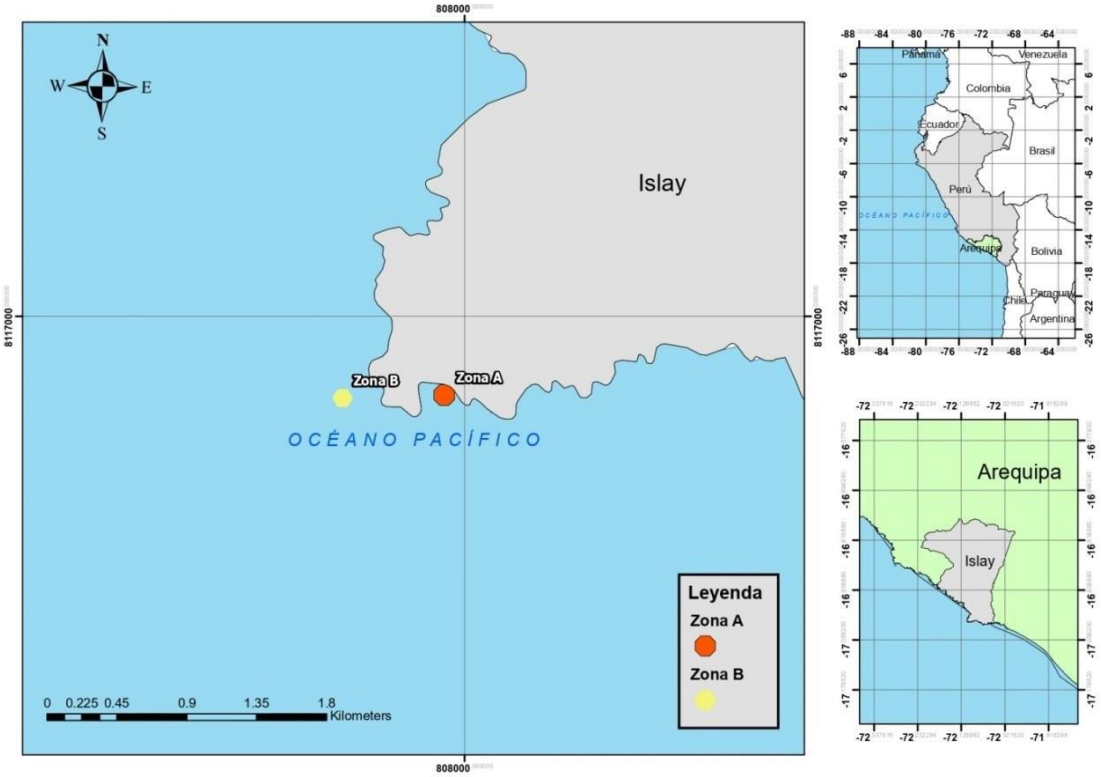


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio en Matarani, Distrito de Islay, Provincia de Arequipa, Perú.

Las muestras se recolectaron por integrantes de la Asociación de Buzos y Tripulantes Extractores de Mariscos de Matarani, Arequipa, Perú. En cuanto alnúmero de muestras, se recolectaron 50 individuos de *T. chocolata* en la temporada

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

de invierno (n_{zonaB}= 50), y en primavera se obtuvieron 100 individuos (n_{zonaA}= 50; n_{zonaB}=50). No se obtuvieron caracoles marinos en la n_{zonaA} en invierno durante la evaluación realizada.



Figura 2. Recolección de muestras de *Thasiella chocolata* en la Zona A (A) y Zona B (B) en Matarani, Distrito de Islay, Provincia de Arequipa, Perú.

Lo señalado a continuación, adaptó la metodología sugerida por Lusher y Hernandez-Milian (2018), con el propósito de conseguir los MPs presentes en el tejido blando, incluyendo el tracto digestivo de *T. chocolata*. Los individuos se trasladaron al Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA), Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCCNM), Universidad Nacional FedericoVillarreal (UNFV), Lima, Perú a través de ‒coolers‖, correctamente rotulados, con geles refrigerantes envueltos en papel aluminio, para evitar la contaminación cruzada. Se midieron las siguientes variables en cada caracol: longitud de la concha (mm), peso del tejido (g) y género (hembra y macho), determinado de manera estandarizada en malacología marina (Paredes *et al*., 2009; IMARPE, 2018).

Criterios de calidad del ambiente de evaluación

Se desinfectó con alcohol etílico al 70% el ambiente de evaluación. Asimismo, para la evaluación de los moluscos marinos se utilizaron guantes de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

nitrilo. Debido a la naturaleza de la investigación, no se emplearon instrumentos de laboratorio que presentaran plástico en su composición. Además, el agua usada en el procedimiento del laboratorio, se filtró previamente, con el fin de evitar contaminación de los MPs propios de la muestra (Iannacone *et al.*, 2022).

Procedimiento en laboratorio:

Se extrajo el tejido blando de la concha del caracol marino, para su posterior uso como muestra. Se preparó una solución de hidróxido de potasio (KOH) al 10%. Luego, se introdujo el tejido de cada individuo en frascos de vidrio de 150 mL junto con KOH al 10% en proporción 3:1. Después, se reservó en la estufa a 60°C por 24 h (Wang y Wang, 2018). Una vez enfriadas las muestras se añadieron a embudos de decantación con NaCl en una proporción de 3:1 por 24 h de exposición. La disolución bifásica se filtró al vacío en Buchner en un filtro de papel de porosidad de 12 µm.

Caracterización visual:

Se categorizaron y clasificaron las muestras, a partir de lo sugerido porLusher *et al.* (2018) y Lusher y Hernandez-Milian (2018). Se empleó un microscopiocon el fin de analizar los MPs encontrados en los papeles filtrantes, las partículas resultantes fueron registrados según forma (filamento, fragmento, pellets, espuma y fibras), tamaño (de 0,004 a 0,6325 mm) y color (azul, fucsia, transparente, celeste, morado, negro, amarillo y blanco).

Caracterización Química:

Para identificar los compuestos presentes en cinco muestras representativas (filamentos azul, fucsia, negro, morado y transparente) por medio del análisis de espectroscopía µRaman, se utilizaron objetivos de 50x y 100x dependiendo del

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

tamaño de la muestra. Se midió en diferentes puntos de la muestra, repitiéndose el espectro Raman. Se utilizaron diferentes longitudes de onda de excitación, i.e. 514 nm, 785 nm y 633 nm, correspondientes a un láser de Argón, Diodo de AsGa y láser de Helio-Neón, respectivamente, con el fin de identificar las mejores condicionespara obtener la señal Raman. La longitud de onda de excitación que mostró la mejor relación señal-ruido para estos materiales fue la de 785 nm (Löder y Gerdts, 2015; Wirnkorn *et al.* 2019).

Análisis estadístico:

Se determinó la mayor predominancia de tipos, colores y tamaños de MPs en los individuos de *T. chocolata*. Asimismo, previo análisis de normalidad (Prueba Shapiro-Wilk) y de homogeneidad de varianzas, se empleó la prueba T de student, con el objetivo estadístico de comparar los MP/ind según la temporada, zona, y género (hembra y macho) del caracol. Se ejecutó la prueba de correlación Pearson (r_p) entre las variables peso del tejido son concha (g) y longitud de concha del caracol(mm), en función a los MP/ind de *T. chocolata*. El análisis estadístico se efectuó con SPSS Statistics, versión 29.0 con un nivel de significancia de $p<0,05$.

RESULTADOS

Caracterización de MPs:

Se encontraron MPs en el 100% de muestras de caracoles marinos. Se hallaron 597 MPs en un total de los 150 individuos muestreados.

En la zona de muelle (A) versus lobera (B), en las temporadas de primavera e invierno 2021, predominaron los MPs de color azul (53,94%). Los filamentos fueron el tipo de MP con mayor abundancia (59,63%). Con relación al tamaño, primaron los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

MPs de 0,0825 a 0,1609 mm de longitud (n=274), seguidos del rango de longitud 0,004 a 0,0824 mm (n=227) (tabla 1).

Tabla 1. Caracterización de MPs (MP/ind) según zona y temporada de muestreo por color, tipo y tamaño de MPs en el mar territorial de Matarani, Arequipa, Perú.

Parámetro del MP	Características	Temporada		Zona		Total
		Primavera	Invierno	A	B	
Color	Azul	173	149	119	203	322
	Fucsia	9	29	5	33	38
	Transparente	43	53	11	85	96
	Celeste	29	12	16	25	41
	Morado	10	44	10	44	54
	Negro	14	0	1	13	14
	Amarillo	15	0	15	0	15
	Blanco	17	0	4	13	17
Tipo	Fragmento	25	2	15	12	27
	Fibras	63	151	50	164	214
	Filamentos	222	134	116	240	356
Tamaño (mm)	0,004 – 0,0824	134	93	78	149	227
	0,0825 – 0,1609	116	158	69	205	274
	0,161 – 0,2394	46	22	28	40	68
	0,2395 – 0,3179	4	6	3	7	10
	0,318 – 0,3964	3	4	3	4	7
	0,3965 – 0,4749	0	4	0	4	4
	0,475 – 0,5534	5	0	0	5	5
	0,5535 – 0,6325	2	0	0	2	2
		310	287	181	416	597

La Figura 3 muestra imágenes observadas por microscopio de diferentes MPs hallados en *T. chocolata*.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

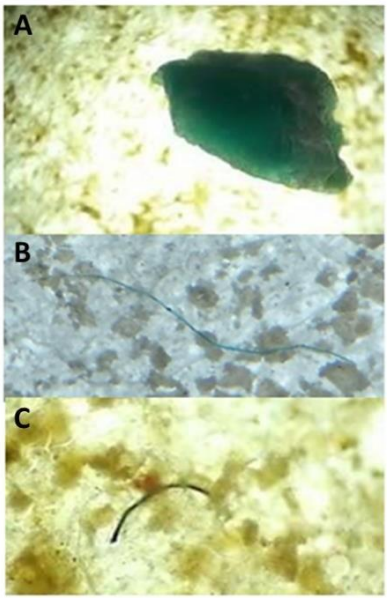


Figura 3. Imágenes observadas por microscópio de diferentes MPs ingeridos por *Thaisella chocolata*: **A.** Fragmento. **B.** Filamento. **C.** Fibra.

Tabla 2. Comparación entre la abundancia (MPs/ind) en *Thaisella chocolata* según género, zona de muestreo y temporada en el mar territorial de Matarani, Arequipa, Perú.

Variables	Dimensiones de las variables	MPs/ind	Rango	t	Sig.
Género	Hembra (n=81)	4,30 ± 3,91	1 a 25	1,28	0,20
	Macho (n=69)	3,59±2,67	1 a 13		
Temporada	Invierno (n=50)*	5,74±4,63	1 a 25	4,79	<0,001
	Primavera (n=100)	3,10±2,12	1 a 9		
Zona de muestreo	Zona A (n=50)*	3,62±2,33	1 a 9	0,91	0,36
	Zona B (n=100)	4,16±3,82	1 a 25		

*Solo se incluyeron 50 individuos debido a que no se recolectaron caracoles marinos en la zona A en invierno durante la evaluación realizada.

La cantidad de MP/ind en *T. chocolata* no presenta diferencias significativas según el género, y zona de muestreo de recolección (tabla 2). En cambio, para la temporada de recolecta de invierno se observó una mayor abundancia de MP/ind en comparación con la primavera (tabla 2).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 3. Correlación de Pearson (r_p) entre la abundancia (MPs/ind) y la biometría del caracol marino *Thaisella chocolata* (peso del tejido y longitud de concha) en el mar territorial de Matarani, Arequipa, Perú.

Asociaciones	r_p	Sig.
Longitud de concha de *T. chocolata vs* MPs por individuo de caracol marino (MP/ind)	0,08	0,13
Peso del tejido de *T. chocolata vs* MPs por individuo de caracol marino (MP/ind)	0,04	0,60

La correlación de Pearson nos indica ausencia de relación entre la longitud de la concha y el peso del tejido de *T. chocolata*, en función de la cantidad de MP/individuo (Tabla 3).

En cuanto al análisis de espectroscopía μRaman, en tres de los MPs evaluados se observan las gráficas de los espectros apilados con Normalización(Figura 4). Se observó que en dos de las gráficas de los cinco MPs analizados no presentaron modos vibracionales característicos impidiendo su identificación pormedio de esta técnica de espectroscopía (Figura 4). Se determinó que la presencia de:

(1) Poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) (PPO) (CAS: 25134-01-4); (2) polifenolsulfona (PPSU) (CAS: 25135-51-7); (3) poly (dimethylsiloxane-co-methylphenylsiloxane) (PDMS) (CAS: 63148-52-7); (4) Poly (1,4 butylene terephthalate) (PBT) (CAS = 26062-94-2) y (5) Poly (4-vinyl biphenyl) (PVBP)(CAS = 25232-08-0).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

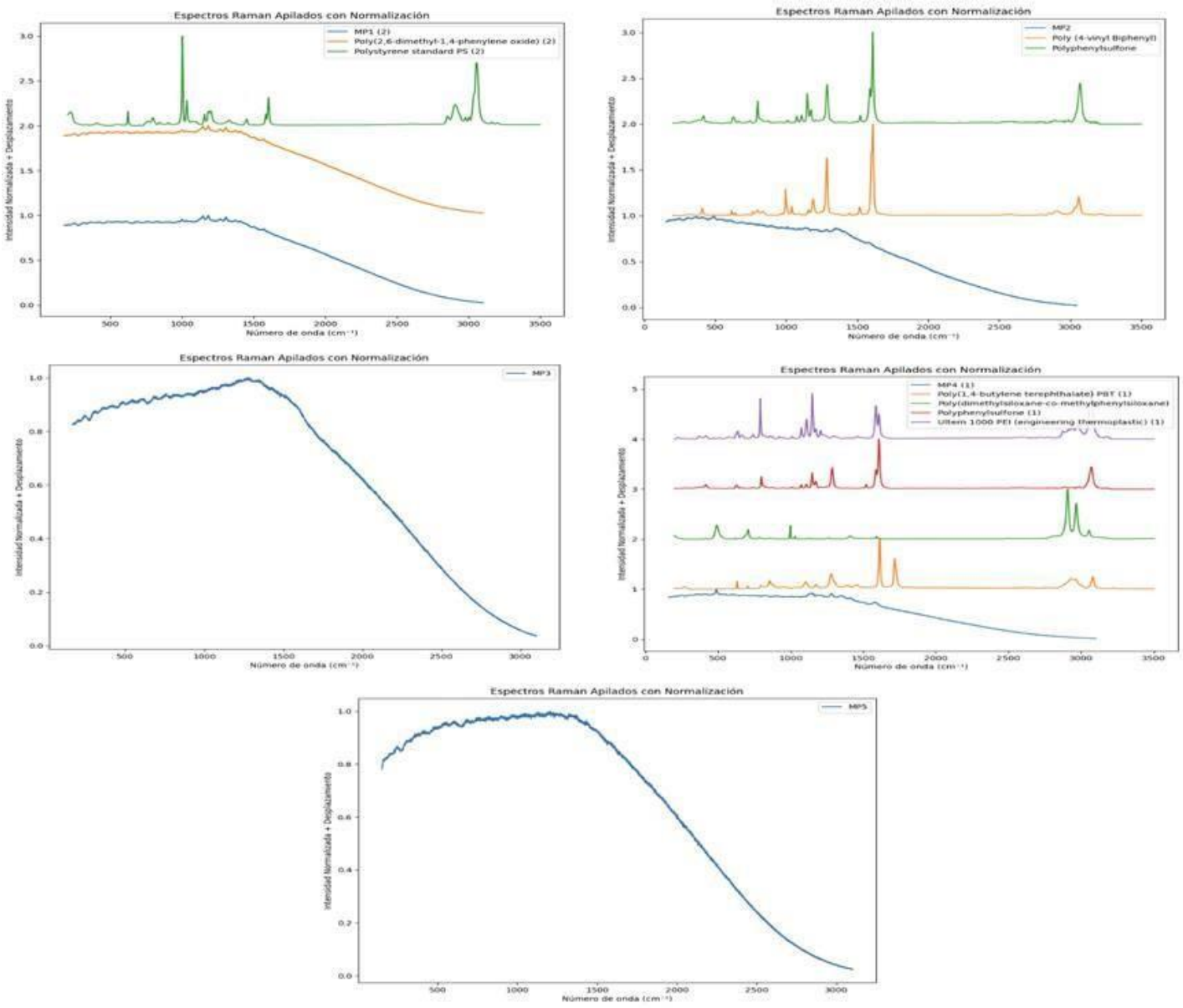


Figura 4. Análisis de espectroscopía μRaman para identificación de MPs.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran una mayor incidencia de MPs azules (53,94%) y en menor proporción MPs negros (2,35%) en *T. chocolata*. Los colores de los MPs podrían ser importantes para organismos marinos con alimentación selectiva al confundirlos con su alimento (De-la-Torre *et al*.; 2019a). Asimismo, se podría

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

relacionar a los colores de los MPs con la absorción de otros contaminantes oaditivos, los que podría generar bioacumulación (Worm *et al*. 2017; Weis, 2020; Iannacone et al. 2021, 2022).

Se ha encontrado MPs en *T. chocolata* de tipo filamentos (59,6 %), fibras (35,8%) y fragmentos (4,5%), respectivamente. En distintos estudios, los MPs de tipo fibra y fragmento son los de mayor abundancia en otras especies de moluscos; sin embargo, en esta investigación los MPs de tipo filamento fueron los más abundantes, seguidos del tipo fibra (Catarino *et al*., 2018; Naji *et al*., 2018). Lafuente de los MPs tipo filamentos y fibras usualmente provienen de redes de pesca y del lavado de prendas de fibras sintéticas (Egessa *et al*., 2020; Carretero *et al*., 2020; Godoy-Balcarcel *et al*., 2021). Por otro lado, los fragmentos tienden a ser plásticos de un solo uso y de restos de pinturas de las embarcaciones (Calderón *et al*., 2020; Cisneros *et al*., 2021). Los MPs primarios de tipo pellets y espuma no fueron hallados en esta investigación, lo que podría indicar que los MPs encontrados son de origen secundarios (Cole *et al*., 2011; Canchari y Iannacone, 2022).

Los tamaños de MPs en *T. chocolata* con mayor abundancia fueron en los rangos de 0,0825 a 0,1609 mm (45,9%). Expósito *et al*. (2022) encontraron MPs dentro del rango mencionado en caracoles marinos en menor porcentaje de acumulación (10%) y los tamaños de mayor porcentaje de acumulación fueron de 4 a5 mm.

Con relación al género, los caracoles hembras y machos en *T. chocolata* presentaron similares abundancias de MPs/ind. Torres-Zevallos *et al*., (2023) mencionan que las hembras de *T. chocolata* presentaron un porcentaje alto

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

microplásticos (73,21%), opuestamente en el presente estudio no se observó que las hembras sean más propensas a acumular MPs que los machos.

En cuanto a la zona, pese a que se esperaría encontrar mayor cantidad de MPs en la zona A en *T. chocolata*, por su interacción directa con la actividad humana, la zona B presentó similar abundancia de MPs que la zona A. Es posible que esto ocurra debido a que la zona de lobera (B) es un ambiente rocoso, en donde las corrientes marinas podrían concentrar los MPs en forma similar que la zona A(Browne *et al.*, 2010). Estos resultados concuerdan con lo evidenciado por Cisneros*et al.* (2021), que reporta presencia de fibras y fragmentos en sustratos rocosos de losbancos del molusco *Modiolus capax* en Punta Sal, Perú, si bien las corrientes no son similares, el ambiente en donde se acumulan los microplásticos son zonas rocosascon semejanza.

La temporada de invierno-2021 presentó más abundancia de MPs/individuo en *T. chocolata* que la primavera-2021. Las diferencias climáticas representaron un periodo muy frio para el litoral peruano, especialmente en la zona sur, por elfenómeno de la niña, lo que influyó en las anomalías negativas del nivel del mar de ambos periodos, que podrían influenciar en la variación de MPs presentes en ambas temporadas (ENFEN, 2022; Uogintė *et al.*, 2022; Torres-Zevallos *et al.*, 2023).

No se halló correlación entre la longitud de la concha de *T. chocolata* y el peso del tejido, en función de la cantidad de MP/individuo. Esto puede deberse a la posible adaptación de tolerancia a la ingesta de materiales no digeribles, como los MPs, no mostrando efecto de los MPs sobre el crecimiento de *T. chocolata* (Weber *etal*., 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Entre las principales fuentes de MPs en el mar, se precisan actividades económicas como el turismo costero, pesca industrial y artesanal, actividades realizadas en el puerto de el Faro en Matarani; asimismo, la deficiente gestión de residuos sólidos se sugiere como principal fuente de MPs en *T. chocolata* (Fernández y Jiménez, 2020; Ministerio del Medio Ambiente Chile, 2021). Hasta el 2017, Islay es la cuarta provincia con mayor población en el departamento de Arequipa (3,76%), de igual manera, es la cuarta provincia en Arequipa con mayor generación municipal per cápita de residuos sólidos (0,74 kg/hab/día), siendo la primera Camaná (0.8 kg/hab/día); aun así, no cuentan con infraestructuras de disposición final, ni disponen en rellenos sanitarios, lo cual evidenciaría la presencia de MPs en sus costas marinas (SINIA, 2020).

Por otro lado, las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) es otro importante aportante al ambiente marino, pues, grandes cantidades de MPs se descargan a distintos cuerpos de agua, debido a que atraviesan procesos incompletos de retención (Sol *et al.*, 2020; Castro-García *et al.*, 2021).

El análisis de espectroscopía µRaman para cinco MPs determinó picos significativos para tres de ellos, y se identificó químicamente el PPO que es un poliéter termoplástico amorfo que se ha utilizado ampliamente como membrana en pilas de combustible de electrolitos poliméricos; el PPSU se utiliza en aplicaciones que incluyen fusibles de automóviles, biseles de faros, accesorios de plomería, electrodomésticos, utensilios de cocina antiadherentes, platos de avión, impulsores de bombas, membranas de filtro y visores de alta temperatura; el PDMS es usado en sistemas de microfluidos, dispositivos biomédicos, componentes electrónicos, membranas para filtrado y pervaporación, sensores y recubrimientos; el PBT que es un polímero termoplástico de ingeniería que se utiliza como aislante en las industrias

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

eléctrica y electrónica; el PVBP que se usa en dispositivos optoelectrónicos orgánicos y como componente en varios tipos de materiales electrónicos orgánicos (Xu et al., 2008; Ariati et al., 2023), por lo que la presencia de estos polímeros podríaindicar que los MPs hallados tienen procedencia industrial.

Debido al interés gastronómico de esta especie, se podría sugerir la ingesta indirecta humana de MPs a través del consumo de *T. chocolata*. Se han registrado efectos de MPs en las enzimas digestivas, y neurotoxicidad en los moluscos gasterópodos comestibles (Torres-Zeballos et al., 2023; Wang et al., 2023). Sin embargo, aún se requiere de mayor información sobre el daño significativo de MPs a la salud humana (De-la-Torre et al., 2019a).

Los resultados evidencian la necesidad de realizar más estudios focalizados en determinar el impacto de los MPs en los ecosistemas marinos, incluidos losrecursos hidrobiológicos, como *T. chocolata*, de importancia comercial en Arequipay a nivel nacional, para implementar políticas y acciones que aporten a la protección de la pesca y la cadena alimenticia.

CONCLUSIONES

Existe un 100% de presencia de MPs en *T. chocolata* en Matarani, Arequipa, Perú. El color con mayor dominancia de MPs fue azul (53,94%) en *T. chocolata*. Los tipos de MPs en orden de mayor a menor abundancia fueron: filamentos>fibras>fragmentos. El rango de tamaño con mayor incidencia fue de0,0825 a 0,1609 mm (45,9%) en *T. chocolata*.

La cantidad de MP/ind en *T. chocolata* no presenta diferencias significativas según el género (hembra y macho), y zona de muestreo de recolección (Zona A,cerca al muelle y B, zona de loberas a 2 km de distancia del muelle). En cambio, para

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

la temporada de recolecta de invierno-2021 se observó una mayor abundancia de MP/ind en *T. chocolata* en comparación con la primavera-2021 ($t = 4{,}79$, $p < 0{,}001$). No se halló correlación entre la longitud de la concha y el peso del tejido sin concha en función de la cantidad de MP/individuo en *T. chocolata*. El caracol *T. chocolata* puede ser empleado como un bioindicador de contaminación MP en el ecosistema marino.

Se determinó químicamente mediante la espectroscopía μRaman la presencia de PPO, PPSU, PDMS, PBT, PVBP, y PPO.

ORCID

Jaén-Rodriguez, C.https://orcid.org/0000-0003-1790-9918

Iannacone, J. https://orcid.org/0000-0003-3699-4732

AGRADECIMIENTOS

Al apoyo económico de la Universidad Científica del Sur, Lima, Perú, Fondo Semilla 2021 (030-2021PRO99); al Laboratorio de Ecología y Biología Animal (LEBA), de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), a la Asociación de Buzos y Tripulantes Extractores de Mariscos de Matarani, Arequipa, Perú.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, S. (2020). Distribución batimétrica de *Thaisella chocolata* (Duclos) en la Isla Guañape Norte - La Libertad, Perú. Marzo 2016. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, *35*, 19–28.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Ariati, R., Sales, F., Souza, A., Lima, R.A. y Ribeiro, J. (2021). Polydimethylsiloxane composites characterization and its applications: a review. *Polymers*, *13*, 4258. https://doi.org/10.3390/polym13234258

Ayala, F., Cardeña, M., y Cárdenas-Alayza, S. (2021). Registro preliminar de microplásticos en fecas del león marino sudamericano (*Otaria byronia* [de Blainville 1820]) Punta en San Juan, Perú. *Revista de Internacional de Contaminación Ambiental*, *37*, 273–279. https://doi.org/https://doi.org/10.20937/RICA.53745

Browne, M., Galloway, T., y Thompson, R. (2010). Spatial Patterns of Plastic Debris along Estuarine Shorelines. *Environmental Science and Technology*, *44*, 3404–3409. https://doi.org/https://doi.org/10.1021/es903784e

Browne, M. A., Chapman, M. G., Thompson, R. C., Zettler, L. A. A., Jambeck, J., y Mallos, N. J. (2015). Spatial and Temporal Patterns of Stranded Intertidal Marine Debris: Is There a Picture of Global Change? *Environmental Science and Technology*, *49*, 7082–7094. https://doi.org/10.1021/es5060572

Calderón, H., Martínez, P., y Muñoz, J.L. (2020). *Caracterización y cuantificación de microplásticos en los sedimentos y la columna de agua del río Magdalena en la ciudad de Neiva, Colombia.* Desarrollo e innovación en ingeniería. http://doi.org/10.5281/zenodo.4031208

Camacho, M., Herrera, A., Gómez, M., Acosta-dacal, A., Martínez, I., Henríquez-Hernández, L. A., y Luzardo, O. P. (2019). Organic pollutants in marine plastic debris from Canary Islands beaches. *Science of the Total Environment*, *662*, 22–31. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.422

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Canchari, F., y Iannacone, J. (2022). Microplásticos en sedimentos de canales de riego en el centro poblado de Madeán, Distrito de Madeán, Provincia de Yauyos, región Lima, Perú. *The biologist (Lima), 20* (1), 85-92. DOI: https://doi.org/10.24039/rtb20222011318

Cárdenas-Callirgos, J., y Wetzel, E. J. (2017). Iniciativa de salud global del wabash college: Experiencia de imersión en el Perú. *Revista de Facultad de Medicina Humana*, *17*(1), 89–92. https://doi.org/10.25176/RFMH.v17.n1.754

Carretero, O; Gago, J., y Viñas, L. (2020). From the coast to the shelf: Microplastics in Rías Baixas and Miño River shelf sediments (NW Spain). *Marine Pollution Bulletin*, *162*, 111814. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111814

Castañeta, G., Gutiérrez, A., Nacarette, F., y Manzano, C. (2020). Microplásticos: Un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Revista Boliviana de Química*, *37(*3), 160–175. https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.3.4

Castro-García, S., Barrera-Leiva, A.M., González-Evaristo, A.M., Pinot-Gómez, A.L., Vargas-Chan, J.R., Sierra-Lemus, I., y Huchin-Mian, J.P. (2021). Contaminación por microplásticos en ecosistemas acuáticos. *Ciencia, Revista de la Academia Méxicana de Ciencias*, *10*, 28-35.

Castro, Í., y Fillmann, G. (2012). High tributyltin and imposex levels in the commercial muricid *Thais chocolata* from two peruvian harbor areas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Environmental Toxicology and Chemistry in Latin America, *31*, 955–960. https://doi.org/10.1002/etc.1794

Catarino, A.I., Macchia, V., Sanderson, W., Thompson, R., y Henry, T.B. (2018). Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. *Environmental Pollution, 237*, 675-684. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.069

Cisneros, P., Montero, P., y Guevara, M. (2021). Registro de fragmentos y fibras de plástico en sedimentos marinos, Tumbes, Perú. *Informe Instituto del Mar del Perú*, *48* (3), 478-483.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., y Galloway, T.S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin, 62,* 2588-2597. https://doi.doi:10.1016/j.marpolbul.2011.09.025

Cuisano, V. R., y Guillén, L. F. (2015). El liderazgo de Arequipa en el contexto macrorregional sur del Perú: Un análisis socioeconómico del espacio globalizado. *Investigaciones Sociales, 19*(35), 79–90. https://doi.org/10.15381/is.v19i35.12114

De-la-Torre, G. E., Mendoza-Castilla, L. L., y Laura, R. P. (2019a). Microplastic contamination in market bivalve *Argopecten purpuratus* from Lima, Peru. *Revista de Investigacion Cientifica Manglar, 16*, 85–89. https://doi.org/10.17268/manglar.2019.012

De la Torre, G. E., Dioses-Salinas, D. C., Licinio, B., y Pérez-Baca, Santillán, L. (2019b). Microplastic abundance in three commercial fish from the coast of

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Lima, Perú. *Brazilian Journal of Natural Sciences, 2(*3), 171–177. https://doi.org/https://doi.org/10.31415/bjns.v2i2.67

De-La-Torre, G. E., Apaza-Vargas, D. M. y Santillán, L. (2020a). Microplastic ingestion and feeding ecology in three intertidal mollusk species from lima, Peru. *Revista de Biologia Marina y Oceanografia, 55*(2), 167–171. https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.2.2502

De-la-Torre, G. E., Dioses-salinas, D. C., Marlith, J., Antay, R., Yupanqui, N., Espinoza-Morriberón, D., y Saldaña-serrano, M. (2020b). Abundance and distribution of microplastics on sandy beaches of Lima, Peru. *Marine Pollution Bulletin, 151*, 110877. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110877

Egessa, R., Nankabirwa, A., y Nabwire, R. (2020). Occurrence, distribution and size relationships of plastic debris along shores and sediment of northern Lake Victoria. *Environmental Pollution, 257*, 113442. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113442.

ENFEN. (2022). *Diagnóstico climático y previsión de el Niño-Oscilación del Sur en el Perú*. Diciembre 2021. Año 7, N°12, 39 p.

Expósito, N., Rovira, J., Sierra, J., Gimenez, G., Domingo, J.L., y Schuhmacher, M. (2022). Levels of microplastics and their characteristics in molluscs from North-West Mediterranean sea: Human intake. *Marine Pollution Bulletin, 181*, 113843. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113843

FAO. (2019). *Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FAOSTAT. (2021). *Consumo de comida marina (kg/percápita/año) en Perú desde 1993 hasta 2013*. http://www.fao.org/faostat/en/#data/CL/visualize

Fernández, E. J. (2013). Nuevos retos y perspectivas del puerto de Matarani en el contexto regional en el marco de la globalización. *Espacio y Desarrollo, 25*,157–171.

Fernandez, I., y Jimenez, M. (2020). *La mar de plástico*. Universidad de Rioja.

Ganoza, F., Ramirez, A., Gonzales, R., y Barreto, J. (2021). Evaluación de *Thaisella chocolata* ‒caracol negro‖ y *Cheilodactylus variegatus* ‒pintadilla‖ en las islas del grupo Huaura, Región Lima, diciembre 2018. *Informe Del Instituto Del Mar Del Perú, 48*(1), 146–165.

Godoy-Balcarcel, B., Ponciano-Nuñez, M., Alpuche-Palma, A., Vera-Quiñones, F., y Mendiola-Campuzano, J. (2021). Identificación de microplástico en el contenido gastrointestinal de peces comerciales. Caso: Lago Petén Itzá, Guatemala. *Revista Iberoamericana de Ciencias, 8* (3), 124-134.

Hale, R.C., Seeley, M.E., La Guardia, M.J., Mai, L., y Zeng, E.Y. (2020). A global perspective on microplastics. *Journal of Geophysical Research: Oceans, 125*, e2018JC014719.

Iannacone, J., Huayhua, A., Alvariño, L., Valencia, F., Principe, F., Minaya, D., Ortega, J., Artoga, G., y Castañeda, L. (2019). Microplásticos en la zona de marea alta y supralitoral de una playa arenosa del litoral costero del Perú. *The Biologist (Lima), 17*(2), 335–346. https://doi.org/https://doi.org/10.24039/rtb2019172369

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Iannacone, J., Principe, F., Minaya, D., Panduro, G., Carhuapoma, M y Alvariño, L. (2021). Microplásticos en peces marinos de importancia económica en Lima, Perú Microplastics in marine fishes of economic importance in Lima ,Peru. *Revista de Investigaciones Veterinarias en el Perú, 32*(2), 1–15. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20038

Iannacone, J., Principe, F., Alvariño, L., Minaya, D., Panduro, G., y Ayala, Y. (2022). Microplásticos en el <<cangrejo peludo>> *Romaleon setosum* (Molina, 1782) (Cancridae) del Perú. *Revista de investigación Veterinaria del Perú, 33*(1), e22161. http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v33i1.22161

[IMARPE] Instituto del Mar del Perú. (2018). *Guía ilustrada para el reconocimiento de especies de poliplacóforos, gasterópodos y cefalópodos con valor comercial en el Perú.* https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3180

Karkanorachaki, K., Syranidou, E., y Kalogerakis, N. (2021). Sinking characteristics of microplastics in the marine environment. *Science of The Total Environment, 793*, 148526 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.1485

Kowalski, N., Reichardt, A.M., y Waniek, J.J. (2016). Sinking rates of microplastics and potential implications of their alteration by physical, biological, and chemical factors. *Marine Pollution Bulletin, 109*, 310–319. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.064

Kutralam-Muniasamy, G., Pérez-Guevara, F., Elizalde-Martínez, I., y Shruti, VC. (2020). Review of current trends, advances and analytical challenges for

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

microplastics contamination in Latin America. *Environmental Pollution, 267*, 115463. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115463

Li, J., Zhang, K., y Zhang, H. (2018). Adsorption of antibiotics on microplastics. *Environmental Pollution, 237*, 460–467. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.050

Li, P., Wang, X., Su, M., Zou, X., Duan, L., y Zhang, H. (2020). Characteristics of plastic pollution in the environment : A review. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 107*, 577–584. https://doi.org/10.1007/s00128-020-02820-1

Löder, M.G.L. y Gerdts, G. (2015). Methodology Used for the Detection and Identification of Microplastics—A Critical Appraisal. In: Marine Anthropogenic Litter (eds. Bargeman, M., Gutow, G., y Klages, M.). Springer Open, pp. 201-227. https://doi.org/0.1007/978-3-319-16510-3_8

Luna-Pacompea, N., Juarez-Laguna, F., Jaen-Rodriguez, C., Alvariño, L., yIannacone, J. (2022). Metales pesados e imposex en *Thaisella chocolata* (Gasteropoda: Muricidae) en Matarani, Arequipa, Perú. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú, 33* (5), e23793. https://doi.org/10.15381/rivep.v33i5.23793

Lusher, A., y Hernandez-Milian, G. (2018). Microplastic extraction form marine vertebrate digestive tracts, regurgitates and scats: A protocol for researchers from all experience levels. *Bio-Protocol, 8*(22), 1–12. https://doi.org/10.21769/bioprotoc.3086

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Lusher, A.L., Hernandez-Milian, G., Berrow, S., Rogan, E., y O'Connor, I. (2018). Incidence of marine debris in cetaceans stranded and bycaught in Ireland: Recent findings and a review of historical knowledge. *Environmental Pollution, 232*, 467–476. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.09.070

Manullang, CY. (2018). Current status and future prospect of marine pollution research in the Banda Sea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 184*, 012007.

Ministerio de la Producción. (2015). *Patrones de consumo de productos hidrobiológicos en el Perú.* http://www.acomerpescado.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/09/Patrones_Consumo_Productos_Hidrobiologicos_PNACP-015.pdf

Ministerio del Medio ambiente Chile. (2021). Estrategia Nacional para la gestión de residuos marinos y microplásticos. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/08/Estrategia-Nacional-para-la-gestion-de-residuos-marinos-y-microplasticos.pdf

Montes, D. (2018). *Guía para la identificación de gasterópodos y bivalvos marinos*. Fondo Editorial de la Universidad Científica del Sur.

Naji, A., Nuri, M., y Vethaak, A. D. (2018). Microplastics contamination in molluscs from the northern part of the Persian Gulf. *Environmental Pollution, 235*, 113–120. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.046

Ory, N., Chagnon, C., Felix, F., Fernández, C., Ferreira, L. J., Gallardo, C., Garcés, O., Henostroza, A., Laaz, E., Mizraji, R., Mojica, H., Murillo, V., Ossa, L.,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Preciado, M., Sobral, P., Urbina, M. A., y Thiel, M. (2018). Low prevalence of microplastic contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, *127*, 211–216. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.016

Paredes, C., Altamirano, K., Romero, L., y Cardoso, F. (2009). Nuevos registros de gasterópodos para el mar tropical del Perú. *Revista peruana de biología, 15* (2), 073-078. ISSN: 1727-9933

Purca, S. y Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biologia*, *24*, 101–106. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724

Ramírez, A., Ganoza, F., Elliot, W., Gonzales, P., Silva, G., Fritz, E., y Ramos, A. (2019). Bancos naturales de invertebrados y determinación de áreas para maricultura entre Punta Litera y Playa Grande, Región Lima. *Informe Del Instituto Del Mar Del Perú*, *46*(2), 162–193.

Santillán, L., Saldaña-Serrano, M. y De-la-Torre, G. (2020). First record of microplastics in the endangered marine otter (*Lontra felina*). *Mastozología Neotropical*, *27*(1), 211-215. https://doi.org/10.31687/saremMN.20.27.1.0.12

Schwabl, P., Köppel, S., Königshofer, P., Bucsics, T., Tauner, M., Reiberger, T., y Liebmann, B. (2019). Detection of various microplastics in human stool. *Annals of Internal Medicine*, *171*, 453–457. https://doi.org/10.7326/M19-0618

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

SINIA. (2020). *Gestión integral de los residuos sólidos en Arequipa.* https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/dossier_arequipa_jun20.pdf

Sol, D., Laca, A., y Diaz, M. (2020). Approaching the environmental problem of microplastics: importance of WWTP treatments. *Science of the total environment, 740*, 140016. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140016

Torres-Zevallos, U., Arenas-Valeriano, A.D., Alvariño, L., y Iannacone, J. (2023). Microplásticos e imposex en el caracol marino *Thaisella chocolata* procedente de la costa central marina del Perú. *Revista Veterinaria. 34*(1), 25-32. http://dx.doi.org/10.30972/vet.3416607

Uogintė I., Pleskytė, S., Pauraitė, J., y Lujanienė, G. (2022). Seasonal variation and complex analysis of microplastic distribution in different WWTP treatment stages in Lithuania. *Environmental Monitoring and Assessment, 194*, 829.

Valencia-Velasco, F., Guabloche-Zuñiga, A., Alvariño, L., y Iannacone, J. (2020). Estandarización de un protocolo para evaluar microplásticos en bivalvos marinos en el departamento de Lima, Perú. *The Biologist (Lima), 18*(1), 119–134. https://doi.org/10.24039/rtb2020181478

Wang, W., y Wang, J. (2018). Investigation of microplastics in aquatic environments: An overview of the methods used, from field sampling to laboratory analysis. *Trends in Analytical Chemistry, 108,* 195-202. https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Wang, S., Zheng, L., Shen, M., Zhang, L., Wu, Y., Li, G., Guo, C., Hu, C., Zhang, M., Sui, Y., Dong, X., y Lv, L. (2023). Habitual feeding patterns impact polystyrene microplastic abundance and potential toxicity in edible benthic mollusks. *Science of the total Environment, 866*, 161341. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161341

Weber, A., von Randow, M., Voigt, A.L., Au, M., von der, Fischer, E., Meermann, B., y Wagner, M. (2020). Ingestion and toxicity of microplastics in the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis*: No microplastic-induced effects alone or in combination with copper. *Chemosphere*, *263*, 128040. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128040

Weis, J.S. (2020). Aquatic microplastic research A critique and suggestions for the future. *Water, 12*, 1475. https://doi.org/10.3390/w12051475

Wirnkorn, V.A., Ebere, E.C., y Ngozi, V.E. (2019). Microplastics, an emerging concern: A review of analytical techniques for detecting and quantifying microplastics. *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal*, 2, 13-30. https://doi.org/10.24200/amecj.v2.i2.57

Worm, B., Lotze, H.K., Jubinville, I., Wilcox, C., y Jambeck, J. (2017). Plastic as a persistent marine pollutant. *Annual Review of Environment and Resources, 42*, 1-26. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060700

Xu, T., Wu, D., y Wu, L. (2008). Poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) (PPO)—A versatile starting polymer for proton conductive membranes (PCMs). *Progress in Polymer Science, 33*, 894-915. https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2008.07.002

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ANEXOS

1. Evidencia de envío del artículo científico a la revista Veterinaria UNNE.



[VET] Acuse de recibo de envío Recibidos ×

David Roque Hernández
para mi

1:53 p.m. (hace 0 minutos)

Jose Iannacone:

Gracias por enviar el manuscrito, "Caracterización de microplásticos en Thaisella chocolata de un puerto del sur peruano" a Revista Veterinaria. Con nuestro sistema de gestión de revistas en línea, podrá iniciar sesión en el sitio web de la revista y hacer un seguimiento de su progreso a través del proceso editorial:

URL del manuscrito: https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/authorDashboard/submission/7569
Nombre de usuario/a: jiannacone

En caso de dudas, contacte conmigo. Gracias por elegir esta revista para publicar su trabajo.

David Roque Hernández
El siguiente mensaje se está enviando a nombre de Revista Veterinaria.

Responder Reenviar

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Constancia N° 002-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2021

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** (reunión ordinaria del 18 de enero de 2022).

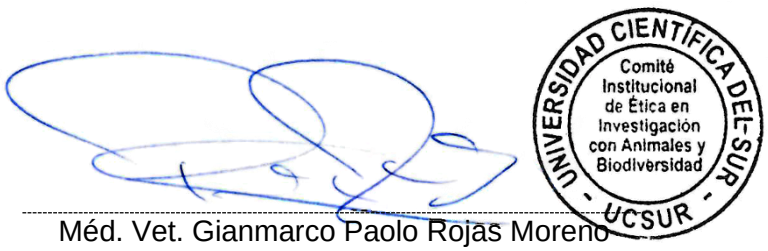
Código de registro:	**441-2021-PRE11**
Título:	**Características microplásticas en *Thaisella chocolata* en un puerto del sur peruano**
Investigador(a):	**Camila Jaen Rodriguez**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-AB-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 23 de julio del 2023**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 24 de enero de 2022



Méd. Vet. Gianmarco Paolo Rojas Moreno
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación
con Animales y Biodiversidad

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 026 -2022-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima, 09 de febrero del 2022

VISTO:
El informe de revisión independiente académica y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: ***Características microplásticas en Thaisella chocolata en un puerto del sur peruano***, presentado por:

- **Camila Jaen Rodriguez**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: ***Características microplásticas en Thaisella chocolata en un puerto del sur peruano*** y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **José Alberto Iannacone Oliver** como asesor(a) para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Dr. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico
Carrera de Ingeniería Ambiental