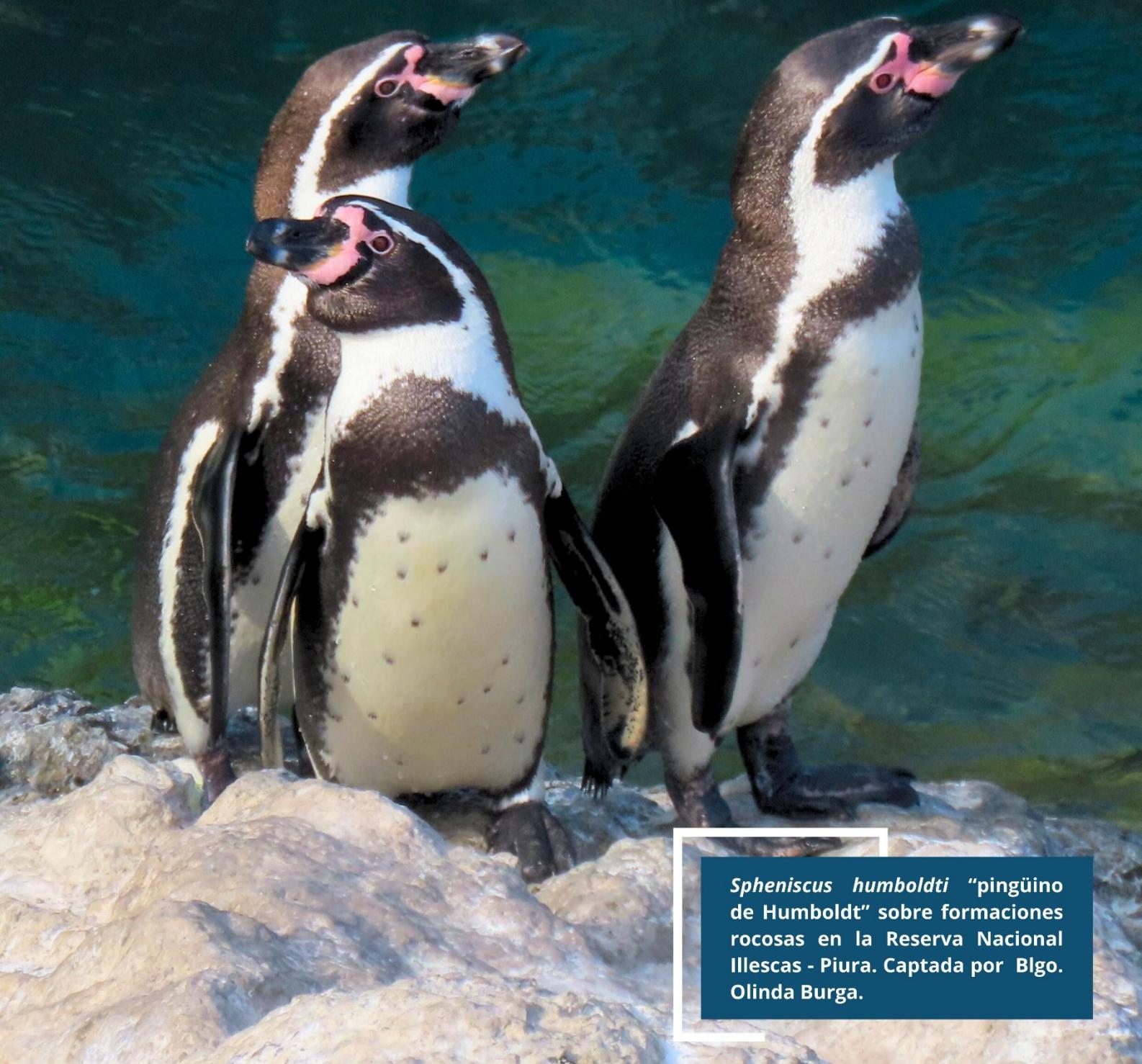




ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

# RECBIO

## REVISTA DE ESTUDIANTES DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



*Spheniscus humboldti* "pingüino de Humboldt" sobre formaciones rocosas en la Reserva Nacional Illescas - Piura. Captada por Blgo. Olinda Burga.



ESCUELA PROFESIONAL DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS

---

VOL 01 – 1 MARZO, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE PIURA

---



**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Dr. José del Carmen Silva Mechato  
**Decano**

M.Sc. Ronald Marcial Ramos  
**Director Escuela Profesional de Ciencias  
Biológicas**

Dr. Santiago Coronel Chávez  
**Director Departamento Académico de Ciencias  
Biológicas**

---

**Editor**  
M.Sc. Ronald Marcial Ramos

**Área de Publicaciones Científicas**

**Comité Editorial**  
M.Sc. Ronald Marcial Ramos  
M.Sc. Jaime Fernández Ponce  
Dr. María del Rosario Montes Torres  
Dr. Santiago Coronel Chávez  
M.Sc. Humberto Rivera Calle  
M.Sc. Henry Robles Cueva

**Diseño y diagramación**  
Blgo. Olinda Nataly Burga Hurtado

**© Universidad Nacional de Piura**  
Facultad de Ciencias  
Escuela Profesional de Ciencias Biológicas.  
Campus Universitario s/n Castilla –Piura – Perú.

**Teléfono:** 998250546

**URL**  
<https://www.unp.edu.pe/web/revistas-recbio/>

**Depósito Legal:** 2025-03491  
**ISSN:** 3084-7605 (En línea)

Prohibida la reproducción total o parcial de los artículos publicados en esta revista.

La Revista RECBIO, es una publicación para estudiantes de la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Piura, de periodicidad semestral, tiene como objetivo difundir resultados de trabajos de investigación desarrollados por alumnos y docentes de nuestra escuela, contribuyendo de este modo en su formación académica y de investigación.

Está dirigida a estudiantes de pregrado y profesores de la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas.

# RECBIO

**REVISTA DE ESTUDIANTES DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS**

## EDITORIAL

La publicación de investigaciones científicas es de gran importancia, se trabajan para divulgar los conocimientos, mejorando el desarrollo de la ciencia. Sin embargo, debido a la presión por mantener o mejorar sus carreras académicas, surgen nuevos motivos para publicar, proliferando malas prácticas en el proceso. Esta presión de los investigadores ha condicionado un gran aumento en la cantidad de artículos científicos publicados y con ello ha quedado en evidencia, el aumento de los casos de malas prácticas. De ahí la importancia de retomar el sentido original de la investigación científica y su difusión, tomando en cuenta los aspectos éticos que los deben regir.

La necesidad de publicar no es reciente; inicialmente se contempló como una manera de comunicar los saberes de la ciencia y como esto repercute en el desarrollo y aplicación de nuevos conocimientos. Las vías de divulgación cambiaron debido a los adelantos tecnológicos, comunicación oral inicial, revistas impresas, y de éstas a los medios electrónicos. También cambiaron las razones para publicar; ahora no solamente es el de divulgar los adelantos científicos y resultados de una investigación, sino que la publicación se ha convertido en un medio para obtener, entre otras cosas, un mejor salario, promocionar carreras académicas, ya que, el número de artículos publicados es tomado como un parámetro de productividad y de la categoría del investigador.

El conocimiento producto de la investigación debe contribuir directamente a establecer las pautas que consigan mejorar la existencia de la vida, de ahí que resulta importante los estudios científicos en las ciencias biológicas. La universidad como centro de formación profesional, es idóneo para el quehacer científico, pues, por un lado, la investigación es tarea sine qua non del ejercicio académico, de la cual se retroalimenta para proseguir, y se podría decir, para justificar su existencia. De otro lado, la diversidad biológica y de ecosistemas nos genera un amplio campo que necesita ser investigado. La Universidad Nacional de Piura necesita asistir a un nuevo despertar científico académico, a retomar la senda correcta en este campo. La globalización y la creciente comunicación mundial, nos da herramientas para estar actualizados con la información que el mundo científico está produciendo; asimismo, nos está dando una demostración de lo alejados que estamos en la generación de nuevo conocimiento; nuestra universidad no debe apartarse de su razón de ser, debemos trabajar para que, mediante el aporte científico, nuestra región y país mejoren su producción científica.

Blgo. Ronald Marcial Ramos  
Comité Editorial

MARZO 2025

VOLUMEN 1 - NUMERO 1

# RECBIO

REVISTA DE ESTUDIANTES DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS

## CONTENIDO



### MICROPLÁSTICOS EN EL TRACTO DIGESTIVO DE *Cynoscion analis* “CACHEMA” ADQUIRIDOS EN EL TERMINAL PESQUERO JOSÉ OLAYA.

Nataly Aparicio, Miriam Esteves, Briggith Huacchillo, Fabricio Vásquez y Ronald Marcial.



### MACROINVERTEBRADOS EN SUSTRATO ARENOSO DE LA PLAYA “LA ESMERALDA DE COLAN”, PAITA, 2024.

Emmanuel Román, Fabricio Vásquez, Diego Sánchez, Sixto Reto y Santiago Coronel.



### MICROPLÁSTICOS EN TRACTO DIGESTIVO DE *Selene peruviana* “ESPEJO”.

Diana Guzmán, Jesmin Mego, Joseph Villarrel y Ronald Marcial.



### MICROPLÁSTICOS EN EL CONTENIDO ESTOMACAL DE *Scomber aponicus peruanus* “CABALLA” COMERCIALIZADOS EN EL TERMINAL PESQUERO JOSÉ OLAYA, PIURA.

Amaya Aquino, Barreto Ariana, Ramírez Socorro, Samaniego Vanessa, Vilcazán Fernanda y Ronald Marcial.



### MACROINVERTEBRADOS EN SUSTRATO ROCOSO DE LA PLAYA LA GRAMA

Joei Villegas, María Ramos, Anthony Quispe, Walter Albán y Ronald Marcial.

## MICROPLÁSTICOS EN EL TRACTO DIGESTIVO DE *Cynoscion analis* “CACHEMA” ADQUIRIDOS EN EL TERMINAL PESQUERO JOSÉ OLAYA.

Microplastics in the digestive tract of *Cynoscion analis* “cachema” acquired at the Jose Olaya fishing terminal.

---

Nataly Aparicio<sup>1\*</sup>

<https://orcid.org/0009-0004-2827-6460>

Miriam Esteves<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0006-4001-7925>

Briggit Huacchillo<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0000-9436-1234>

Fabricio Vásquez<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0003-5818-990X>

Ronald Marcial<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-3836-1894>

\* correspondencia:

[natalyapariciosañoval171103@gmail.com](mailto:natalyapariciosañoval171103@gmail.com)

1 Facultad de Ciencias,  
Escuela Profesional de  
Ciencias Biológicas,  
Universidad Nacional de  
Piura, s/n – Castilla,  
Piura, Perú.

Presentado: noviembre  
2024

Aceptado: enero 2025

Publicado online: marzo  
2025

### Resumen

Se hallaron microplásticos en *Cynoscion analis* “cachema” adquiridos en el terminal pesquero José Olaya, se cuantificaron y clasificaron según su forma y color y se calculó si existe relación entre el peso y longitud total del pez con la cantidad de microplásticos. Se evaluaron 90 individuos de *C. analis*, y se tomaron los datos de peso y longitud total. Con una disección ventral se retiraron los estómagos e intestinos de cada ejemplar y se almacenaron en bolsas ziploc, posteriormente se realizó la digestión con hidróxido de potasio al 10%. Empleando una bomba de vacío se filtró cada una de las muestras, usando papel filtro y colocados en placas Petri para su observación. Los microplásticos se presentaron en 88 individuos de *C. analis*, representando el 97,7% del total. Asimismo, las fibras fueron 55,34% azules, 35,57% negras, 3,95% rojas y 2,37% blancas y los fragmentos 1,98% azules y 0,79% fucsia para un total de 253 microplásticos. La correlación de Pearson indica que no existe relación entre el peso ni la longitud total del pez con la cantidad de microplásticos.

**Palabras clave:** contaminación, fibras, filtración, mar peruano, perciformes.

### Abstract

Microplastics were found in *Cynoscion analis* “cachema” acquired at the José Olaya fishing terminal, they were quantified and classified according to their shape and color, and it was calculated if there is a relationship between the weight and total length of the fish with the amount of microplastics. Ninety individuals of *C. analis* were evaluated, and weight and total length data were collected. Using a ventral dissection, the stomachs and intestines of each specimen were removed and stored in zip lock bags and then digested with 10% potassium hydroxide. Using a vacuum pump, each sample was filtered using filter paper and placed in petri dishes for observation. Microplastics were present in 88 individuals of *C. analis*, representing 97,7% of the total. Likewise, fibers were 55.34% blue, 35.57% black, 3.95% red and 2.37% white and fragments 1.98% blue and 0.79% fuchsia for a total of 253 microplastics. Pearson's correlation indicates that there is no relationship between the weight or total length of the fish with the amount of microplastics.

**Keywords:** pollution, fiber, filtration, peruvian sea, perciformes.

### Introducción

12,7 millones de toneladas métricas de residuos plásticos provenientes de 192 países costeros terminan contaminando los océanos (Andrady et al., 2022). Los desechos plásticos de menos de 5 mm, conocidos como microplásticos, pueden ingresar al ambiente marino como fuentes primarias sean pellets o microesferas, o como fuentes secundarias, que resultan de la fragmentación de plásticos más grandes en fibras, fragmentos, gránulos o películas (Bajt, 2021; Compa et al., 2018).

En cuanto a los desechos que se encuentran flotando en la columna de agua de los océanos, el 80 a 85%

son objetos elaborados a base de polímeros (Autu et al., 2017); los plásticos se acumulan en el medio marino a causa de un mal manejo de desechos sólidos en ciudades costeras (Maximenko et al., 2012).

De igual modo pueden llegar a este medio debido a que son arrojados en vías fluviales como ríos, escorrentías de aguas pluviales o residuales que desembocan directamente en el mar. Asimismo, cabe recalcar que las fuentes de contaminación marina no son exclusivamente terrestres, ya que los desechos plásticos también pueden proceder de actividades llevadas a cabo en los mares como: la pesca,

acuicultura, navegación y turismo, por consiguiente, los residuos generados en estas actividades se acumulan y desplazan hacia áreas marinas inaccesibles para el ser humano a través de las corrientes oceánicas (Pawar et al., 2016).

El consumo de microplásticos por parte de varios organismos marinos es cada vez más frecuente y, se ha reportado la presencia de microplásticos en los sistemas digestivos de individuos de diferentes niveles tróficos (Nelms et al., 2018). En cuanto a la ingesta de microplásticos se puede dar de forma directa o indirecta. La forma directa implica que los organismos que se encuentran en niveles inferiores de la cadena trófica ingieren microplásticos accidentalmente debido a que estos contaminantes son confundidos con su alimento habitual, mientras que la forma indirecta involucra la ingesta de micropartículas plásticas a través de la depredación de organismos con presencia de microplásticos en sus tractos digestivos o adheridos en las branquias (Andraday, 2011).

Los objetivos de este estudio fueron determinar microplásticos en *Cynoscion analis* "cachema" adquiridos en el terminal pesquero "José Olaya", así como cuantificarlos y clasificarlos según su forma y color, y calcular la correlación entre el peso y longitud de los individuos con la cantidad de microplásticos.

### Materiales y Métodos

Se siguió la metodología propuesta por Iannancone et al. (2021) con modificaciones en el proceso de filtrado y la conservación de muestras.

**Tamaño de la población** - Se muestrearon 90 individuos de *Cynoscion analis* "cachema", adquiridos en el terminal pesquero José Olaya, Piura.

**Características morfométricas y peso** - Para cada ejemplar evaluado, se tomaron medidas precisas del peso total con una balanza Hasar digital con 0,01g de sensibilidad y longitud total con un ictiómetro de metal Krausshenke de 0,01m de sensibilidad.

**Disolución del contenido estomacal** - Se realizó una disección ventral para extraer el tracto digestivo (estómagos e intestinos) de cada ejemplar de *C. analis*. Posteriormente, las muestras se almacenaron en bolsas ziploc y conservadas a una temperatura de 4 °C para mantener el tejido en óptimas condiciones, en espera de los siguientes procedimientos a realizar. A cada tracto digestivo se le agregó 200 ml de hidróxido de potasio (KOH) al 10% para digerir la materia orgánica, las bolsas ziploc fueron cerradas y almacenadas en bandejas a temperatura ambiente durante 72 horas.

**Filtración de las muestras** - Con ayuda de una bomba de vacío se filtraron cada una de las muestras, empleando papel filtro. Tras la filtración, se colocó el papel filtro en placas de Petri limpias y se prepararon para su observación.

**Observación de microplásticos** - Los filtros se observaron bajo un estereomicroscopio (Shawshank, China), y las partículas de microplásticos se clasificaron según las siguientes características físicas:

Fibras, plástico delgado o fibroso y recto  
Fragmentos, partícula de plástico duro e irregular.

**Análisis estadístico** - Se calculó la correlación entre el peso y longitud total de los individuos y la cantidad de microplásticos con ayuda del programa Python o utilizando la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Donde:

r= Coeficiente de correlación

$x_i$ = valores de la variable x en una muestra

$\bar{x}$  = media de los valores de la variable x

$y_i$ = valores de la variable y en una muestra

$\bar{y}$  = media de los valores de la variable y

Rango de valores: entre -1 y 1.

-1 que indica una correlación negativa perfecta, 0 para ausencia de correlación, y 1 para correlación positiva perfecta.

### Resultados

Medidas de longitud total y peso de los 90 ejemplares de *Cynoscion analis* "cachema" (Tabla 01).

### Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Sciaenidae

Género: *Cynoscion*

Especie: *Cynoscion analis*  
(Jenyns, 1842)



Figura 01: *Cynoscion analis* "cachema"

**Tabla 01:** Frecuencias en peso de *Cynoscion analis* “cachema”

Peso (g)	f <sub>i</sub>	F <sub>i</sub>	h <sub>i</sub>	H <sub>i</sub>
[87,60 – 99,7>	6	6	0,07	0,07
[99,7 – 111,8>	11	17	0,12	0,19
[111,8 – 123,9>	23	40	0,26	0,44
[123,9 – 136,0>	19	59	0,21	0,66
[136,0 – 148,1>	14	73	0,16	0,81
[148,1 – 160,2>	10	83	0,11	0,92
[160,2 – 172,3]	7	90	0,08	1,00

**Nota:** f<sub>i</sub> = frecuencia absoluta, F<sub>i</sub> = frecuencia acumulada, h<sub>i</sub> = frecuencia relativa, H<sub>i</sub> = frecuencia relativa acumulada.

**Tabla 02:** Frecuencias en longitud de *Cynoscion analis* “cachema”.

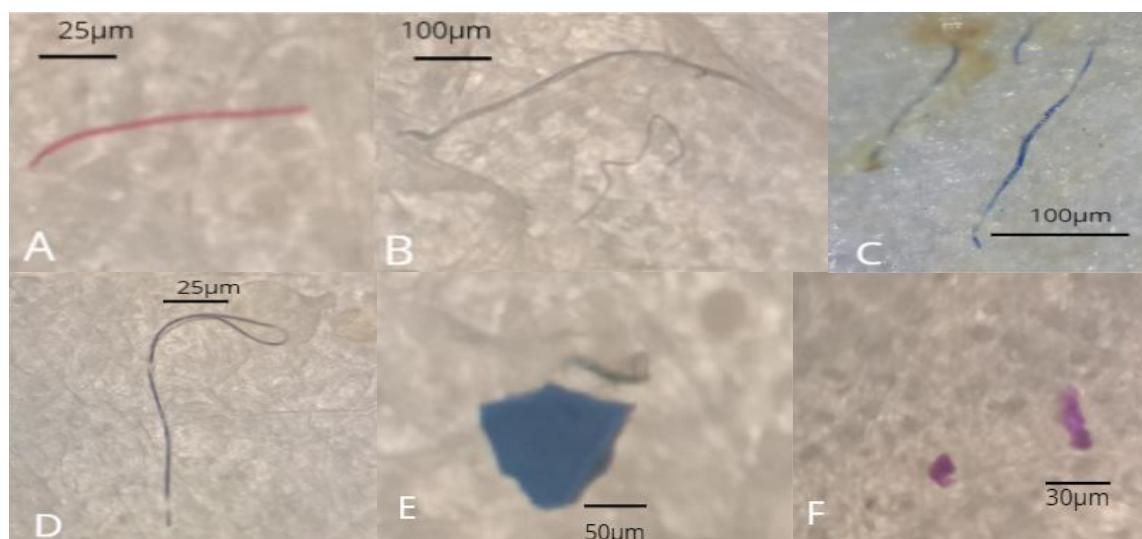
Tamaño (cm)	f <sub>i</sub>	F <sub>i</sub>	h <sub>i</sub>	H <sub>i</sub>
[21,10 – 22,0>	9	9	0,10	0,1
[22,0 – 22,9>	12	21	0,13	0,23
[22,9 – 23,8>	32	53	0,36	0,59
[23,8 – 24,7>	22	75	0,24	0,83
[24,7 – 25,6>	12	87	0,13	0,97
[25,6 – 26,5>	1	88	0,01	0,98
[26,5 – 27,4]	2	90	0,02	1,00

**Nota:** f<sub>i</sub> = frecuencia absoluta, F<sub>i</sub> = frecuencia acumulada, h<sub>i</sub> = frecuencia relativa, H<sub>i</sub> = frecuencia relativa acumulada.

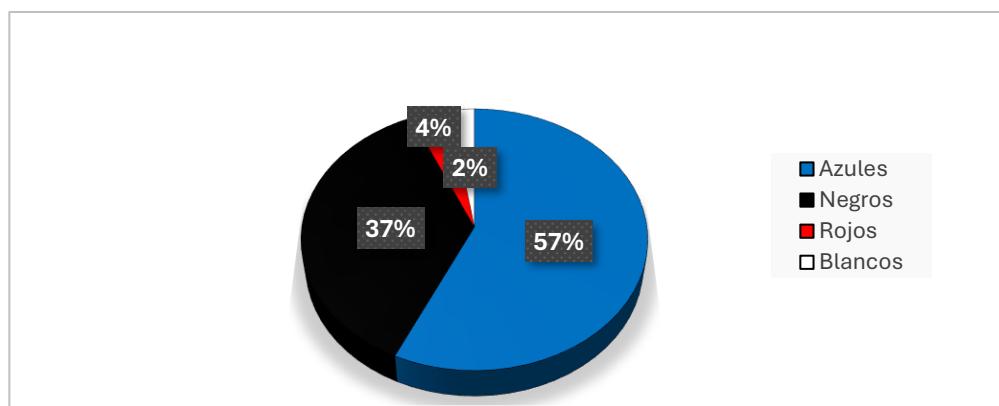
**Tabla 03:** Cantidad de microplásticos según su forma y color.

FIBRAS				FRAGMENTOS		TOTAL
Azules	Negras	Rojas	Blancas	Azules	Fucsias	
140	90	10	6	5	2	253

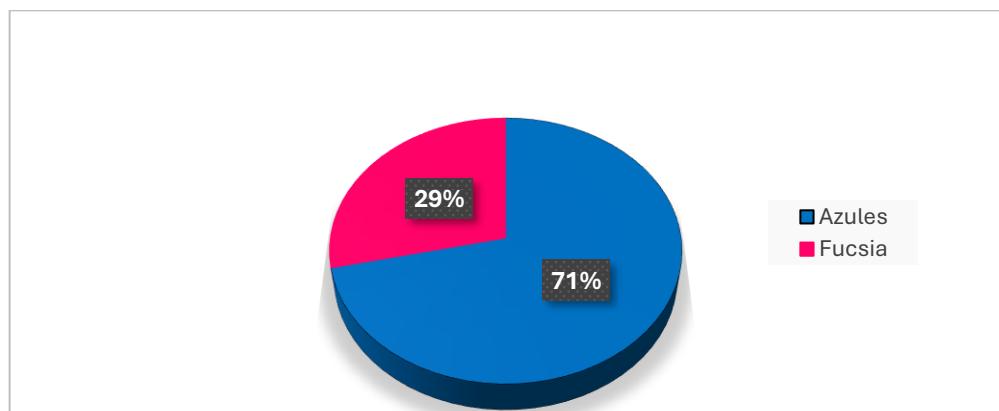
De los 253 microplásticos extraídos de *C. analis*, 246 fueron de tipo fibras, clasificadas en 140 azules (57%) color predominante, 90 negras (37%), 10 rojas (4%) y 6 blancas (2% y 7 de tipo fragmento, 5 azules (71%) y 2 fucsias (29%). (Tabla 03; Figura 02, 03, 04 y 05).



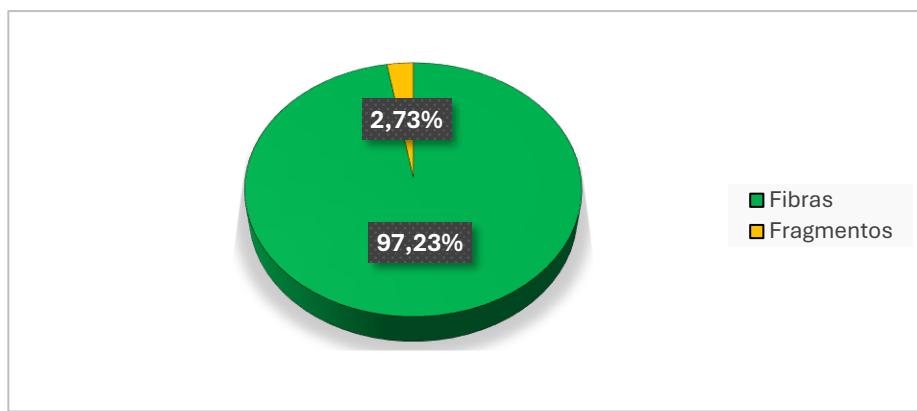
**Figura 02:** Microplásticos tipo fibra. (A) Rojo, (B) blanco, (C) azul, (D) negro, Microplásticos tipo fragmento (E) Azul, (F) fucsia.



**Figura 03:** Distribución porcentual de los microplásticos de tipo fibra, según su color.



**Figura 04:** Distribución porcentual de los microplásticos de tipo fragmento, según su color



**Figura 05:** Distribución porcentual de microplásticos según su forma.

#### Correlación de Pearson.

Se calculó la correlación entre el peso, longitud total y cantidad de microplásticos (Tabla 03), observando que no existe relación significativa entre ambas variables.

**Tabla 04:** Correlación de Pearson entre peso, talla y cantidad de microplásticos en *Cynoscion analis*.

Muestra	Variable 01	Variable 02	Correlación
90 ejemplares de <i>Cynoscion analis</i>	Peso	Cantidad de microplásticos	0,310
	Longitud total	Cantidad de microplásticos	0,208

#### Discusión

“Cachema” *Cynoscion analis* es una especie de importancia comercial en el Perú, así como un componente clave de la ictiofauna demersal costera, considerada como ictiófaga principalmente de la “anchoveta” *Engraulis ringens*, existen diversos estudios acerca de la composición de su dieta, sin embargo, en este trabajo se estudia su tracto digestivo con el enfoque en la contaminación que puede estar ocurriendo a través de la ingesta del alimento. De los 90 individuos de *C. analis*, 88 presentaron microplásticos en su tracto digestivo, lo que representa un 97,7% de ocurrencia. Herrera y Tume (2022) identificaron una frecuencia del 75% con presencia de microplásticos en *C. analis*, además determinaron frecuencia en la presencia de microplásticos de 9 especies más incluyendo: *Scomber japonicus* “caballa”, *Sarda chiliensis* “bonito”, *Mugil cephalus* “lisa”, *Trachurus picturatus murphyi* “jurel”, *Basilichthys microlepidotus*

“pejerrey”, *Sciaena deliciosa* “lorna”, *Anisotremus scapularis* “chita”, *Paralabrax humeralis* “cabrilla”, *Peprilus medius* “chiri”.

El hábito alimenticio de *C. analis* está compuesto por peces (79,27%), detritos, escamas, otolitos, zooplancton, crustáceos (20,73%). El hecho de la presencia de microplásticos en su tracto digestivo radica en el consumo a través de la cadena de alimentación, así como lo menciona Andrade et al. (2022) bolsas de plástico, botellas, aparejos de pesca, y otros productos están entrando en los cuerpos de agua y se degradan en partículas meso y microplásticos que pueden ser ingeridos, directa o indirectamente por los peces a través de la cadena alimenticia. Cepero (2023) hace hincapié en los resultados de las nuevas investigaciones, ya que afirman que a este proceso de fragmentación natural se le tienen que añadir los nanoplasticos que crea el plancton, así, investigadores de la Universidad de Massachusetts Amherst han descubierto que los

rotíferos, son capaces de convertir microplásticos en nanoplásticos, al degradarlos y excretarlos al exterior.

Se cree que la presencia de microplásticos estaría distribuida en otra estructura como en las branquias comprometiendo la vida del pez. Estrada. (2021) en peces como “caballa”, “lorna”, “cabinza”, “borrachito” y “lisa”, especies que forman parte del consumo humano directo en los hogares del país, en el tracto digestivo halló la mayor proporción de fibra y en menor proporción fragmentos; mientras que en las branquias encontró fibras. Los microplásticos ingresan por el tracto digestivo de estas especies al consumirlos de manera accidental, o cuando se alimentan de otros peces que habían ingerido previamente esas partículas y a las branquias al momento en que filtran el agua para obtener oxígeno.

Según forma y color, se halló microplásticos tipo fibras (55,3% azules, 35,6% negras, 4% rojas y 2,4 % blancas). y tipo fragmentos (2,0% azules y 0,8% fucsias). Según Frost (2024), expertos de la Universidad de Leicester, Inglaterra, han demostrado que colores como rojo, azul y verde pueden afectar significativamente la velocidad a la que se degradan los plásticos causando mayor número de microplásticos. Esto podría suponer la introducción de más microplásticos nocivos en el medioambiente. Ríos (2022), encontró un total de 86 fragmentos de MPs en los estómagos analizados de “pez cebra” *Danio rerio* y la contribución porcentual promedio de cada color fue la siguiente: azul, 64 %, negro, 17 %; rojo, 9 %; amarillo, 7 %; verde, 1%, y blanco, 1%.

El índice de Pearson arrojó una correlación débil entre el peso, longitud total y cantidad de microplásticos, lo que indica que no existe relación significante entre la variable peso y talla y la cantidad presente de microplásticos, lo que difiere con los resultados de (Parker et al., 2020) y (García et al., 2023) que concluyen que la cantidad y tamaño de los microplásticos encontrados en los contenidos estomacales de peces está en función de la talla del organismo.

El pescado y los productos pesqueros pueden estar contaminados con microplásticos y sus contaminantes asociados, impactando en la seguridad alimentaria y la salud humana. Es por ello que en la última década la contaminación por microplásticos ha recibido mayor atención por la comunidad científica, organizaciones

internacionales, gobiernos y medios públicos, impulsado principalmente por preocupaciones ambientales y de salud humana (Lusher et al., 2017).

### Conclusiones

Se determinó microplásticos en 88 individuos de *C. analis*, representando un 97,7% de ocurrencia, según la clasificación se encontró tipo fibra un 55,34% azules, 35,57% negras, 3,95% rojas y 2,37 % blancas y tipo fragmentos 1,98% azules y 0,79% fucsia, siendo un total de 253 microplásticos hallados.

La correlación de Pearson indica que no hay una relación significativa entre el peso y la longitud total con la cantidad de microplásticos.

### Literatura citada

- Andrade, A. (2011). Microplásticos en el medio marino. Contaminación marina boletín, 62(8), 1596-1605.
- Andrade, A.; Barnes, P.; Bornman, J.; Gouin, T.; Madronich, S.; White, C.; Zepp, R.; & Jansen, M. (2022). Oxidación y fragmentación de plásticos en un entorno cambiante; desde la radiación ultravioleta hasta la degradación biológica. Ciencia del Medio ambiente total, 851:158022.
- Auta, H.; Emenike, C.; & Fauziah, S. (2017). Distribución e importancia de Microplásticos en el medio marino: una revisión de las fuentes, el destino, efectos y posibles soluciones. Medio ambiente internacional, 102, 165-176.
- Bajt, O. (2021). De los plásticos a los microplásticos y organismos. FEBS Open Bio, 11(4):954-966.
- Cepero, C. (2023). Descubren que el plancton convierte los microplásticos en peligrosas nanopartículas de plástico por toda el agua del planeta. Página de internet “El Tiempo”.
- Cole. M.; Lindeque, P.; Halsband, C.; & Galloway, T. (2011). Microplastics as contaminant in the marine environment: a review. Marine Pollution Bulletin, 62: 2588–2597.
- Compa, M.; Ventero, A.; Iglesias, M.; & Deudero, S. (2018). Ingestión de microplásticos y fibras naturales en *Sardina pilchardus* (Walbaum,

- 1792) y *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) a lo largo del español Costa mediterránea. Boletín de contaminación marina, 128: 89-96.
- Estrada, M. (2021). El plástico en nuestra mesa: hallan partículas en pescados que se venden en Lima. Ojo Público. <https://ojopublico.com/2963/el-plastico-en-nuestra-mesa-particulas-en-pescados-de-consumo-humano>.
- Frost, R. (2024). Los plásticos de colores más llamativos se deterioran antes causando más microplásticos.
- García, L.; Morán, A.; Chávez, R.; & Cházaro, S. (2023). Presencia de microplásticos en tracto digestivo de Anchoa hepsetus (Clupeiformes: Engraulidae) obtenidos de la pesca ribereña del municipio de Alvarado, Veracruz. BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología, 16: 1155-1169, 2023
- Herrera, A.; & Tume, M. (2022). Presencia de microplásticos en el tracto digestivo de los pescados comercializados en el puerto de pescadores-Chorrillos 2022. [Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Cesar Vallejo].
- Iannancone, J.; Principe, F.; Minaya, D.; Panduro, G.; Carhuapoma, M.; & Alvariño L. (2021). Microplásticos en peces marinos de importancia económica en Lima, Perú. Rev Inv Ver Perú 2021; 32(2): e20038.
- Lusher, L.; Hollman, G.; & Mendoza, J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Fisheries and Maximenko, N.; Hafner, J.; & Niiler, P. (2012). Caminos de los desechos marinos derivado de trayectorias de vagabundos lagrangianos. Contaminación marina boletín, 65(1-3), 51-62.
- Nelms, S.; Galloway, T.; Godley, B.; Jarvis, D.; & Lindeque, P. (2018). Investigando la transferencia trófica de microplásticos en la superficie marina depredadores. Contaminación Ambiental, 238, 999-100.
- ONU (2023). Microplásticos: consecuencias históricas de la contaminación por plásticos. ONU Programa para el Medio Ambiente.
- Parker (2020). Microplastic and tire wear particle occurrence in fishes from an urban estuary: Influence of feeding characteristics on exposure risk. Marine Pollution Bulletin.
- Pawar, P.; Shirgaonkar, S.; & Patil, R. (2016). Residuos marinos de plástico: fuentes, distribución e impactos en la biodiversidad costera y oceánica. PENCIL Publicación de Ciencias Biológicas, 3 (1), 40-54.
- Ríos, M. (2022). El papel del color en la ingesta de fragmentos de microplástico por el pez cebra (*Danio rerio*). Revista internacional de contaminación ambiental, 38, 54523. Epub 28 de febrero de 2023.

#### Agradecimientos:

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Piura y al personal de laboratorio que nos facilitaron equipos y materiales para llevar a cabo la investigación.

#### Contribución de los autores

NP: Investigación, redacción, análisis formal.  
ME: Investigación, redacción, análisis formal.  
BH: Investigación, redacción, análisis formal.  
FV: Investigación, redacción, análisis formal.  
RM: Revisión y edición.

#### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

**MACROINVERTEBRADOS EN SUSTRATO ARENOSO DE LA PLAYA “LA ESMERALDA DE COLAN”, PAITA, 2024**  
**MACROINVERTEBRATES IN SANDY SUBSTRATE OF “LA ESMERALDA DE COLAN” BEACH, PAITA, 2024**

**Emmanuel Román<sup>1\*</sup>**

<https://orcid.org/0009-0004-7501-5132>

**Fabricio Vásquez<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0003-5818-990X>

**Diego Sánchez<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0005-2806-1125>

**Sixto Reto<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0003-2977-8852>

**Santiago Coronel<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0000-0002-9314-6345>

**\* correspondencia:**

[emanuelromaneintimilla@gmail.com](mailto:emanuelromaneintimilla@gmail.com)

**Resumen**

Se determinaron los macroinvertebrados presentes en el sustrato arenoso de la playa “La Esmeralda de Colán”, entre julio y agosto 2024. Se establecieron seis estaciones de muestreo perpendiculares a la orilla, separadas entre sí por 50 metros. En cada estación se trabajó un transecto vertical compuesto por 10 a 12 puntos, separados cada 4,8 metros. Se utilizó un cilindro metálico de 18,5 cm de diámetro y 30 cm de altura para extraer las muestras de arena, que fueron tamizadas *in situ* empleando una malla de celosía con 0,5 mm de abertura de malla. Los organismos colectados se conservaron en frascos con alcohol al 70% y fueron determinados bajo un estereoscopio con la ayuda de claves taxonómicas. Las especies fueron: *Emerita analoga*, *Excirolana brasiliensis*, *Mazatlania fulgurata*, *Mellita quinquiesperforata*, *Ocypode gaudichaudii*, *Olivella columellaris*, *Nephtys sp1*, *Nephtys sp2*, *Hemipodus sp*, *Pitar lulanaria* y un ophiuro no determinado. El análisis de diversidad alfa utilizando el índice de Shannon-Wiener reflejó una diversidad específica media de especies, el índice de Simpson indicó un alto predominio, y finalmente el índice de Pielou indicó una alta equitatividad.

**Palabras clave:** Bentos, intermareal, tamizaje, transecto, supralitoral.

**Abstract**

The macroinvertebrates present in the sandy substrate of “La Esmeralda de Colán” beach were determined between July and August 2024. Six sampling stations were established perpendicular to the shore, separated by 50 meters. At each station, a vertical transect composed of 10 to 12 points, separated by 4.8 meters, was worked. A metal cylinder 18.5 cm in diameter and 30 cm in height was used to extract the sand samples, which were sieved *in situ* using a lattice mesh with a 0.5 mm mesh opening. The collected organisms were preserved in flasks with 70% alcohol and were determined under a stereoscope with the help of taxonomic keys. The species were: *Emerita analoga*, *Excirolana brasiliensis*, *Mazatlania fulgurata*, *Mellita quinquiesperforata*, *Ocypode gaudichaudii*, *Olivella columellaris*, *Nephtys sp1*, *Nephtys sp2*, *Hemipodus sp*, *Pitar lulanaria* and an undetermined ophiuroid. The alpha diversity analysis using the Shannon-Wiener index reflected a medium species specific diversity, Simpson's index indicated a high dominance, and finally Pielou's index indicated a high evenness.

**Keywords:** Benthos, intertidal, screening, transect, supralitto

**Introducción**

Los macroinvertebrados constituyen un grupo heterogéneo, que pueden encontrarse en los mares de casi todo el mundo, así como en ambientes dulceacuícolas y estuarinos, asociados con el sedimento o formando parte del plancton en etapas larvales (Gray & Elliot, 2010). Casi dos tercios de todos los intermareales del mundo, sin cobertura de hielo están caracterizados por playas arenosas con un alto valor ecológico, ya que son considerados como una importante zona de

alimentación y cría para numerosas especies, donde las perturbaciones antrópicas, puede alterar significativamente la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas (Defeo et al., 2009).

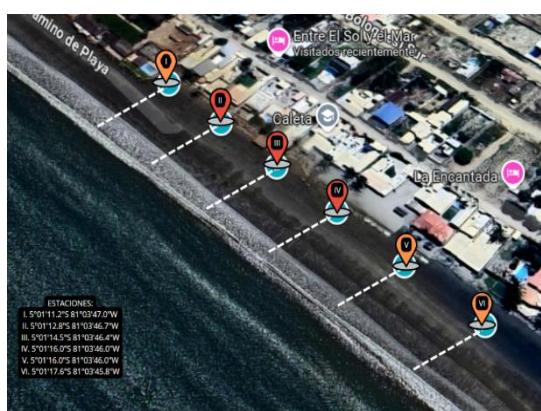
Los ecosistemas con influencia mareal presentan hábitats dinámicos y complejos. En las planicies intermareales las fuerzas hidrodinámicas influyen en las características del sedimento en cuanto al aporte de materia orgánica depositada y al tamaño

del grano. Los sistemas protegidos de baja energía generalmente están constituidos por partículas muy finas, las olas están restringidas o ausentes y hay una disminución de oxígeno en el espacio intersticial del sedimento. En estos sistemas de baja energía, particularmente en playas protegidas, hay una mayor acumulación de materia orgánica, y es donde se encuentran mayor abundancia y biomasa de organismos macro bentónicos, especialmente de tipo excavadores, en comparación con zonas expuestas o semi expuestas (Bello, 2016).

La zona intermareal constituye una interfaz que conforma un nexo crítico entre el sistema terrestre y marino. La mayor parte de los intermareales del mundo están caracterizados por playas arenosas. Estos ambientes son capaces de filtrar grandes volúmenes de agua y de reciclar nutrientes; además, presentan un alto valor ecológico ya que son considerados como una importante zona de alimentación y cría para numerosas especies, y un alto valor socioeconómico debido a que la población humana los utiliza como área de recreación y de asentamiento urbano. Cualquier cambio en la biodiversidad de estos ambientes como consecuencia de las perturbaciones antrópicas, puede alterar significativamente la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas (Crespi et al., 2016).

El objetivo general de este trabajo de investigación fue determinar los macroinvertebrados en sustrato arenoso de la playa "La Esmeralda" en Paita y analizar los índices de diversidad alfa con los valores obtenidos de macroinvertebrados.

### Materiales y Métodos



**Figura 01.** Estaciones de muestreo en el balneario "La Esmeralda"

El estudio se realizó en la playa "La Esmeralda de Colán", provincia de Paita, entre julio y agosto de 2024. En una zona poco transitada, se establecieron seis estaciones de muestreo perpendiculares a la orilla separadas entre sí por 50 metros, cuyas coordenadas geográficas fueron registradas utilizando la aplicación Google Maps. En cada estación, se realizó un transecto vertical orientado hacia el mar, compuesto por de 10 a 12 puntos, separados por 4,8 metros (Figura 01).

### Fase de campo

Se siguieron las metodologías propuestas por Lárez et al. (2021), Villamar & Cruz (2007) y Vásquez (2004). La colecta de organismos se realizó utilizando un cilindro metálico de 18,5cm de diámetro y 30 cm de altura. En cada punto de muestreo se tomó una porción de arena equivalente a los  $\frac{3}{4}$  del cilindro. Posteriormente, la muestra fue tamizada *in situ* con agua de mar, empleando una malla de celosía con abertura de 0,5 mm. Para minimizar la perturbación de la fauna y reducir errores de muestreo, el recorrido no se realizó directamente sobre el transecto. En su lugar, se mantuvo una distancia de al menos dos pasos alrededor del mismo, regresando rápidamente para enterrar el cilindro, tomar la muestra de tierra y proceder a tamizarla. Se contabilizaron las especies e individuos encontrados. En todos los casos, solo se recolectaron especímenes representativos de cada especie, los cuales fueron colocados en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su posterior determinación en el Laboratorio de Ecología de la Universidad Nacional de Piura.

### Fase de laboratorio

La determinación de los organismos recolectados se realizó en el laboratorio de ecología de la Universidad Nacional de Piura. Para el estudio cualitativo, los organismos fueron determinados taxonómicamente bajo un estereoscopio hasta el nivel más bajo posible mediante el uso de las guías taxonómicas de Alamo & Valdivieso (1997); Borrero, Benavidez & Díaz (2012) y Borrero, Benavidez & Díaz (2011).

### Análisis y procesamiento de datos

Se utilizó Microsoft office Word y Excel para realizar las tablas y análisis de datos. En el estudio cuantitativo, se contaron los individuos por especie para calcular los índices de Shannon-Wiener, Pielou y Simpson con las siguientes fórmulas:

**1. Shannon-Wiener:**

$$H = -\sum pi \log pi .3,3219$$

**2. Simpson:**

$$S = 1 - \sum pi^2$$

**3. Pielou**

$$E = \frac{H}{HMáx}$$

en donde  $HMáx = \log (Sx) .3,321$

**Resultados**

Se determinaron 11 especies de macroinvertebrados, distribuidas en diversas categorías taxonómicas como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 01.** Macroinvertebrados distribuidos según categorías taxonómicas.

Clase	Orden	Familia	Especie	NC	Taxón
Malacostraca	Decapoda	Emeriidae	<i>Emerita analoga</i>	Muy muy	CD
	Decapoda	Ocypodidae	<i>Ocypode gaudichaudii</i>	Carretero	CD
	Decapoda	Cirolanidae	<i>Exciorlana brasiliensis</i>	Isópodo	CI
Ophiuroidea	Ophiurida	-	-	Ofiuro	EO
Gastropoda	Venerida	Veneridae	<i>Pitar lulanaria</i>	Bivalvo	MB
	Neogastropoda	Columbellidae	<i>Mazatlania fulgurata</i>	Caracol	MG
		Olividae	<i>Olivella columellaris</i>	Caracol	MG
Echinoidea	Spatangoida	Mellitidae	<i>Mellita quinquiesperforata</i>	Galleta de mar	EE
Polychaeta	Phyllodocida	Nephtyidae	<i>Nephtys sp.1</i>		AP
			<i>Nephtys sp.2</i>	Poliqueto	AP
			<i>Hemipodus sp.</i>		AP

Nota: AP = Anélidos poliquetos; CD = Crustáceos decápodos; CI = Crustáceos isópodos; EE = Equinodermos equinoideos; EO = Equinodermos ophiuroideos; MB = Moluscos bivalvos; MG = Moluscos gasterópodos.

**Tabla 02.** Macroinvertebrados según estaciones en la playa “La Esmeralda de Colán”

Especie	I	II	III	IV	V	VI	Total
<i>Emerita analoga</i>	4	6	0	0	0	1	11
Ophiuroidea	1	0	0	0	0	0	1
<i>Exciorlana brasiliensis</i>	6	5	3	0	1	3	18
<i>Mazatlania fulgurata</i>	16	14	2	25	14	0	81
<i>Mellita quinquiesperforata</i>	1	0	2	0	0	0	3
<i>Ocypode gaudichaudii</i>	1	0	0	2	1	0	4
<i>Olivella columellaris</i>	4	19	2	0	32	7	64
<i>Nephtys sp.1</i>	1	2	2	1	1	7	14
<i>Nephtys sp.2</i>	3	6	9	6	7	6	37
<i>Hemipodus sp.</i>	1	3	1	0	17	2	24
<i>Pitar lulanaria</i>	0	1	0	0	0	0	1

El índice de Shannon-Wiener ( $H= 2,664$ ) reflejó una diversidad específica media, el índice de Simpson ( $S=0,801$ ) indicó un alto predominio, y finalmente el índice de equitatividad o uniformidad de Pielou ( $E= 0,770$ ) indicó una alta equitatividad.



**Figura 02:** Especies en el sustrato arenoso de la playa “La Esmeralda”, Paita, 2024. **A:** *Excirolana braziliensis*. **B:** *Ocypode gaudichaudii*. **C:** *Pitar lulanaria*. **D:** *Olivella columellaris*. **E:** *Mellita quinquesperforata*. **F:** Ophiuroidea. **G:** *Emerita analoga*. **H:** *Mazatlania fulgurata*. **I:** *Nephthys* sp.1. **J:** *Hemipodus*.

## Discusión

Los transectos III y IV soportaron presiones de actividades recreativas, que causan perturbaciones en el sustrato arenoso, esto explica la mayor abundancia de invertebrados registrados en los transectos I, II, V y VI que presentaban escasa concurrencia de personas. Gheskier et al. (2005) demostraron que la zona supralitoral de las playas arenosas usadas por los turistas, tienen menor concentración de materia orgánica, abundancia y diversidad de invertebrados en comparación con las playas cercanas que no tienen influencia de turistas. Este hecho lo atribuyen a la combinación de acciones de limpieza de playas, pisoteo y otros disturbios directos ocasionados por los usuarios. La zonación supra y mediolitoral de la Playa La Esmeralda concuerda con Vásquez (2004), en donde la franja supralitoral de la playa de Lobos se caracteriza por tener a especies como el isópodo *Excirolana braziliensis*, como *Hemipodus pectinans*. En la zona mediolitoral se presentan a *Nephthys impressa*, *Emerita analoga*, *Hemipodus pectinans*, *Olivella columellaris*, *Excirolana braziliensis*, además de otros poliquetos no hallados en este trabajo como *Lumbrineris* sp y *Euzonus mucronata*. sp. **K:** *Nephthys* sp.2.

Tanto *Mazatlania fulgurata* y *Pitar lulanaria* estuvieron zonificadas de acuerdo con Alemán et al. (2014) quienes indican que *M. fulgurata* habita en zonas intermareales y submareales, mientras que *P. lulanaria* estaría solo en zonas submareales. Por su parte, De Mahieu y Gamba (2000) así como Brusca (2005) reportaron a *Excirolana braziliensis* para la la zona supralitoral de playas arenosas, lo que indica que se trata de una especie residente en este tipo de playas.

Los poliquetos estuvieron presentes en las seis estaciones evaluadas con 75 organismos respectivamente. Según Angeloni (2003) y Ramírez (2012), los poliquetos son los organismos más abundantes de las playas de arena. McLachlan (2001) atribuye la abundancia de poliquetos en una playa al tipo de sedimento presente, pues menciona que este grupo puede ser escaso en arena gruesa, con condiciones disipativas; pero que, en arena fina, y con condiciones reflectivas, los poliquetos pueden ser esencialmente abundantes.

Según Moreno (2001) el índice de diversidad de Shannon-Wiener como indicador de diversidad específica mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo

escogido al azar de una colección. El índice de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes mientras que el índice de equiparidad de Pielou expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas.

En cuanto a los índices de biodiversidad para las estaciones, el índice de Shannon-Wiener presentó un valor de 2,664 presentando una diversidad específica media. Vásquez (2004) encontró que para el intermareal de la Playa Lobos este índice fue de 1,52, lo que indica una diversidad específica baja.

El índice de Simpson, presentó un valor de 0,801 lo que indica alto predominio de especies, este resultado coincide con Reque y Dávila (2003) quienes obtuvieron que el valor de este índice fue de 0,88 para el intermareal arenoso de la playa Santa Rosa.

El valor del índice de equitatividad de Pielou fue de 0,770 lo que indica una elevada equitatividad. Estos resultados no coinciden con Vásquez (2004) ya que tuvo un valor de 0,62, lo que indica baja equitatividad de especies.

El macrobentos de la zona supralitoral e intermareal arenosa de la playa “La Esmeralda de Colán” estuvo conformado por: *Emerita analoga*, *Exciorlana brasiliensis*, *Mazatlania fulgorata*, *Mellita*

*quinquiesperforata*, *Ocypode gaudichaudii*, *Olivella columellaris*, *Nepthys sp.1.*, *Nepthys sp.2.*, *Hemipodus sp.*, *Pitar lulanaria* y un ofiuro no determinado. En síntesis, la diversidad alfa en este sector de la playa presenta una diversidad media, un alto predominio y una alta equitatividad.

### Conclusiones

Se determinaron 10 especies distribuidas en 5 clases, 8 órdenes, 8 familias y un ofiuro (Ophiuroidea) no determinado.

Las clases con mayor número de especies e individuos fueron Gastropoda y Malacostraca.

El índice de Shannon-Wiener ( $H= 2,664$ ) reflejó una diversidad específica media, el índice de Simpson ( $S=0,801$ ) indicó un alto predominio, y finalmente el índice de equitatividad o uniformidad de Pielou ( $E= 0,770$ ) indicó una alta equitatividad.

### Literatura citada

- Angeloni, P. (2003). Impacto del uso recreativo sobre la fauna macrobentónica de las playas arenosas de la Bahía de La Paz. [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas].
- Álamo, V., & Valdivieso, V. (1997). Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Callao-Perú. Instituto del Mar del Perú.
- Alemán, S, Montero, P, Vera, M, Luque, C & Ordinola, E. 2016. Bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y zonas de pesca artesanal. Tumbes, Perú. Otoño 2014. Inf Inst Mar Perú. 43(3): 275-297.
- Bello, N. (2016). Efecto de la disponibilidad de macroinvertebrados bentónicos sobre la abundancia de aves playeras migradoras: el caso de *Limosa haemastica* (O. Charadriiformes) en la isla grande de Chiloé, Chile. Tesis de Grado. Chile. 11 p.
- Borrero, G., Benavides, M., & Díaz, C. (2011). Equinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 22. Santa Marta, 384 p.
- Borrero, G., Benavides, M., & Díaz, C. (2012). Equinodermos del Caribe colombiano II: Echinoidea y Holothuroidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 30. Santa Marta, 250 p.
- Brusca, R. (2005). Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. 2d. NoUniversity Arizona Press, Tucson. 513p.
- Crespi, A. C., Ferrando, A., & Agostino, M. E. D. (2016). “Estudio de macroinvertebrados en dos intermareales de fondos blandos: datos de referencia en condiciones incipientes de impacto antrópico”. Latin american journal of aquatic research, 44(3), 433-441.
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, S., Schalacher, A. & Dugan, J. (2009). Threats to sandy beach ecosystems: a review. Estuarine Coastal and Shelf Science, 81: 1-12.

Gheskiere, T., Vincx, M., Weslawski, J.M., Scapin, F. & Degraer, S. (2005) Meiofauna descriptor of tourism-induced changes at sandy beaches. Mar. Environm. Res. 60, 245-265.

Gray, J. & Elliot, M. (2010). Ecology of marine sediments. 2a ed., Oxford University Press, Nueva York. p. 225.

Lárez, L., Mendoza, J., Pereira, N., Nava, M., & Cabrera, L. (2021). Macroinvertebrados bentónicos intermareales de la costa oriental del lago de Maracaibo, Venezuela. Rev. REDIELUZ, 11 (2), 122-130.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Ramírez, A. (2012). Variación espacio-temporal de la comunidad macrobentónica del intermareal de la playa “El Conchalito”,

Reque, M & Dávila, A. (2003). Efecto de la descarga del Dren 4000 sobre la estructura comunitaria del macrozoobentos intermareal arenoso de Santa Rosa. Marzo 2001- marzo 2002. [Tesis para obtener el grado de Licenciado en Biología, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

Vásquez, J. (2004). Macrobentos intermareal de playas Lobos y Media Luna. Puerto Eten. Lambayeque. setiembre 2002-agosto 2003. [Tesis para obtener el título de Biólogo Pesquero, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

Villamar, F. & Cruz, M. (2007). Macrofauna bentónica en la zona intermareal y submareal en Caleta Aeolian, Isla Baltra (Galápagos, Ecuador). Acta oceanográfica del Pacífico. Vol. 14, Nº1, 2007.

### Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional de Piura, por permitirnos utilizar sus instalaciones y al personal de laboratorio de Ecología por proveernos de los equipos y materiales necesarios para llevar a cabo esta investigación.

### Contribución de los autores

EM: conceptualización, Investigación, análisis formal, redacción y edición.

FV: conceptualización, Investigación, análisis formal, redacción y edición.

DS: conceptualización, Investigación, análisis formal, redacción y edición.

SZ: conceptualización, Investigación, análisis formal, redacción y edición.

SC: Revisión y edición.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

## MICROPLÁSTICOS EN TRACTO DIGESTIVO DE *Selene peruviana* “ESPEJO” MICROPLASTICS IN DIGESTIVE TRACT OF *Selene peruviana* “MIRROR”

---

Diana Guzmán<sup>1</sup>  
<https://orcid.org/0009-0000-1101-2267>

Jesmin Mego<sup>1</sup>  
<https://orcid.org/0009-0003-9468-6145>

Joseph Villarreal<sup>1\*</sup>  
<https://orcid.org/0009-0005-5121-7335>

Ronald Marcial<sup>1</sup>  
<https://orcid.org/0000-0002-3836-1894>

\* correspondencia:  
[idv.jvp@gmail.com](mailto:idv.jvp@gmail.com)

1 Facultad de Ciencias,  
Escuela Profesional de  
Ciencias Biológicas,  
Universidad Nacional de  
Piura, s/n – Castilla,  
Piura, Perú.

**Presentado:** noviembre  
2024

**Aceptado:** enero 2025

**Publicado online:** marzo  
2025

### Resumen

Los microplásticos en tracto digestivo de *Selene peruviana* fueron determinados por medio de digestión química. Se adquirieron 86 individuos en el terminal pesquero de Piura “José Olaya”, a los cuales se les registró longitud total (LT), peso total (PT) y sexo; con una tijera se disecaron los tractos digestivos y fueron inmersos en recipientes con KOH al 10% durante dos semanas. El contenido fue filtrado con un tamiz metálico de 45 µm y observado en placas Petri bajo un estereoscopio. Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. El PT promedio fue de  $121,8 \pm 42,6$  g, y la LT promedio de  $21,1 \pm 2,3$  cm. Se encontraron microplásticos en el 87,2% de los tractos digestivos, siendo un 93,5% fibras y 6,5% fragmentos. Los colores de las fibras fueron 67,4% transparentes y 29,6% azules; mientras que los fragmentos fueron 100% azules. El coeficiente de correlación de Spearman no mostró evidencia suficiente para una correlación entre la LT y el PT con la cantidad de microplásticos en los tractos digestivos.

**Palabras clave:** Carangidae, fibras, fragmentos, Spearman.

### Abstract

Microplastics in the digestive tract of *Selene peruviana* were determined through chemical digestion. A total of 86 individuals were acquired from the "José Olaya" fishing terminal in Piura, for which total length (TL), total weight (TW), and sex were recorded. The digestive tracts were dissected with scissors and immersed in containers with 10% KOH for two weeks. The contents were filtered using a 45 µm metal sieve and observed in Petri dishes under a stereoscope. The Spearman correlation coefficient was calculated. The average TW was  $121,8 \pm 42,6$  g, and the average TL was  $21,1 \pm 2,3$  cm. Microplastics were found in 87,2% of the digestive tracts, with 93,5% being fibers and 6,5% fragments. The colors of the fibers were 67,4% transparent and 29,6% blue, while the fragments were 100% blue. The Spearman correlation coefficient showed no sufficient evidence for a correlation between TL and TW with the number of microplastics in the digestive tracts.

**Keywords:** Carangidae, fibers, fragments, Spearman.

---

### Introducción

Con el inicio de la producción masiva de plásticos en la década de 1940, la contaminación del mar ha sido un problema creciente, debido a que este material puede permanecer cientos de años en el ambiente (Cole et al., 2011), además sufre una serie de fragmentaciones, lo que conduce a la formación de partículas microscópicas de plástico, los llamados "microplásticos" (MPs), cuyas propiedades flotantes y persistentes los dotan de un potencial ampliamente dispersante en el entorno marino a través de procesos hidrodinámicos y corrientes oceánicas (Claessens et al., 2011).

En la actualidad los MPs son de gran preocupación debido a su abundancia y distribución por todo el medio marino, siendo especialmente mayor su concentración cerca a las costas; en estudios recientes se ha demostrado que debido a su pequeño tamaño pueden ser ingeridos por una gran cantidad de organismos (Cole et al., 2011), incluidos el plancton y organismos superiores, como peces y mamíferos marinos (Da Costa et al., 2016). Los MPs pueden ser ingeridos directamente del medio marino o de forma indirecta al consumir presas que los han ingerido previamente (Wang et al., 2020).

La ingesta de estos materiales puede provocar efectos adversos como la obstrucción del tracto digestivo, contaminantes en branquias, dificultad para alimentarse, así como también déficits nutricionales y de crecimiento (Sun et al., 2024).

Los MPs detectados en especies demersales y pelágicas, así como en algunos invertebrados como bivalvos, confirman la exposición en nichos tróficos, las diferentes concentraciones de estos materiales en las estructuras de alimentación de los organismos reflejan una importante ingesta y retención in vivo (Sun et al., 2024).

Los MPs provienen de diferentes fuentes, una muy común el uso de lavadoras, debido a que la acción mecánica ocasiona el desprendimiento de grandes cantidades de fibras, que posteriormente terminan en los ríos y son arrastradas hasta los océanos (Lebreton et al., 2017; Emmerik y Schwarz, 2020). De igual manera, las artes de pesca también son una fuente de fibras en los ecosistemas, dado que muchas de ellas están hechas de materiales sintéticos que se desprenden durante su uso o cuando son abandonadas (Rodríguez et al., 2021).

Un riesgo asociado a los MPs es la biodisponibilidad para los organismos marinos, ya que imitan la apariencia de los alimentos (Bilismos y Thompson, 2015), y pueden ser consumidos por organismos como *Selene peruviana* “espejo”, que es una especie que se encuentra en aguas de la plataforma continental de hábitat pelágico y demersal, se alimenta de peces pequeños y crustáceos; y es un importante recurso para la pesca artesanal e industrial (Martínez, 2005). Es uno de los siete peces más capturados en pesquerías artesanales y comercializados en Tumbes en la costa norte del Perú (De la Puente et al., 2020).

El objetivo principal fue determinar MPs en el tracto digestivo de *S. peruviana*, además se registró datos biométricos, cuantificó y clasificó los MPs hallados, y evaluó la relación entre longitud total (LT) y peso total (PT) con la cantidad de MPs.

## Materiales y Métodos

### Colecta de muestras

Los especímenes fueron adquiridos en agosto del 2024 en el terminal pesquero José Olaya de Piura, ubicado en la zona industrial III etapa, distrito de 26 de octubre de la provincia de Piura. Las muestras fueron trasladadas en una cooler con hielo para mantener a temperatura de 4°C al Laboratorio de

Ecología del departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Piura.

### Análisis biométrico

Los especímenes fueron medidos, considerando para su LT desde la boca hasta el extremo de la aleta caudal empleando un ictiómetro de metal (precisión de 1 mm). Los organismos fueron pesados empleando una balanza electrónica marca Digital Precision con una precisión de 0,1g. El sexo se determinó por observación de gónadas.

### Disección

Se cortó iniciando en la cloaca hacia la base del opérculo; una vez ubicado el tracto digestivo fue extraído (Flores, 2022).

### Extracción de MPs

Los tractos digestivos se colocaron en recipientes de 25 ml con KOH al 10%, o suficiente hasta cubrir el material biológico y fueron almacenados en cajas de cartón a temperatura ambiente durante 2 semanas. El contenido fue filtrado con un tamiz metálico de 45 µm de apertura, y se trasladó lo retenido a una placa Petri.

### Clasificación de MPs

Los MPs fueron colocados en una placa Petri con agua destilada y fueron observados bajo un estereoscopio para determinar las formas y colores. Se empleó las categorías con modificaciones descritas por Hidalgo et al. (2014); mientras que las categorías utilizadas para los colores fueron: transparente, rojo, azul y negro. Además, se cuantificaron los MPs hallados por tracto digestivo.

### Análisis estadísticos

Empleando el software Microsoft Excel, los datos fueron evaluados con la prueba de Kolmogorov-Smirnov con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  para esta y todas las pruebas efectuadas. Para calcular la correlación entre dos variables se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman.

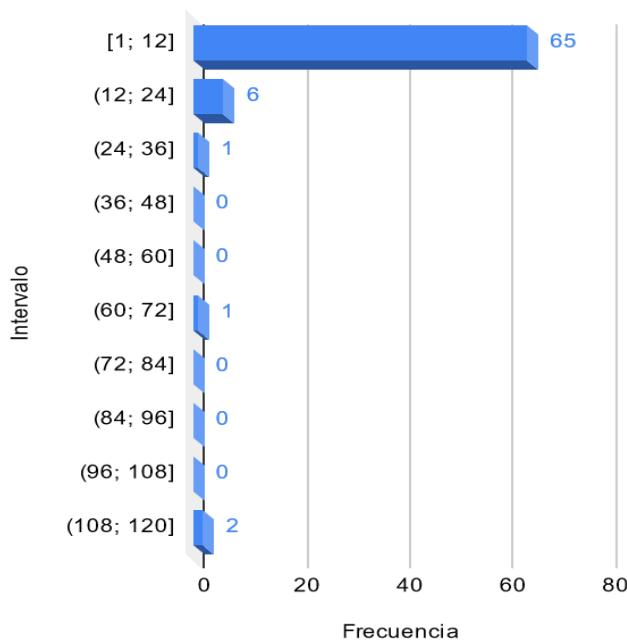
## Resultados

*Selene peruviana* (Figura 1) es una especie que vive en fondos arenosos de zonas costeras de al menos 50 m de profundidad. Puede alcanzar un tamaño máximo de 40 cm (Jiménez y Béarez, 2004). Su cuerpo corto, rectangular y comprimido de color plateado brillante, con iridiscencias en tonos verde olivo o azulados, tiene escamas muy pequeñas y aletas pélvicas diminutas. Su cabeza es un poco alta y la nuca redondeada (Melchorita, 2010).



**Figura 01.** *Selene peruviana* y su clasificación taxonómica

La muestra evaluada fue de 86 individuos, de los cuales 35 fueron machos, 47 hembras y 4 indeterminados. El peso total (PT) promedio registrado fue  $121,8 \pm 42,6$  g. La longitud total (LT) promedio fue de  $21,1 \pm 2,3$  cm, siendo la moda 21 cm, y el valor mínimo y máximo de 17,5 cm y 27 cm, respectivamente.



**Figura 02.** Frecuencias de MPs hallados en *Selene peruviana*.

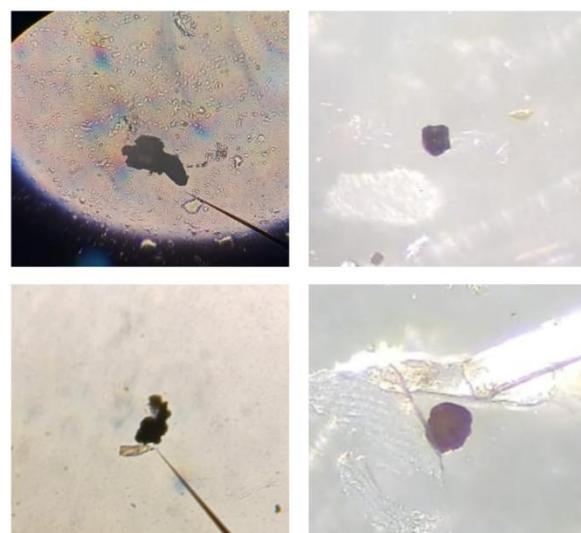
Se encontró MPs en 75 tractos digestivos (87,2%). Los MPs hallados fueron fibras y fragmentos, el primero representó el 93,5% de los MPs totales, mientras que el 6,5% restante fueron fragmentos. Por otro lado, según la cantidad hallada de MPs (Figura 2), el 65,0% de estos presentaron de 1 a 12 MPs.

Los colores observados en las fibras de MPs fueron un 67,38% transparentes, 29,61% azules, 2,15% rojas y 0,86% negras. Por otro lado, los fragmentos de MPs fueron 100% azules.

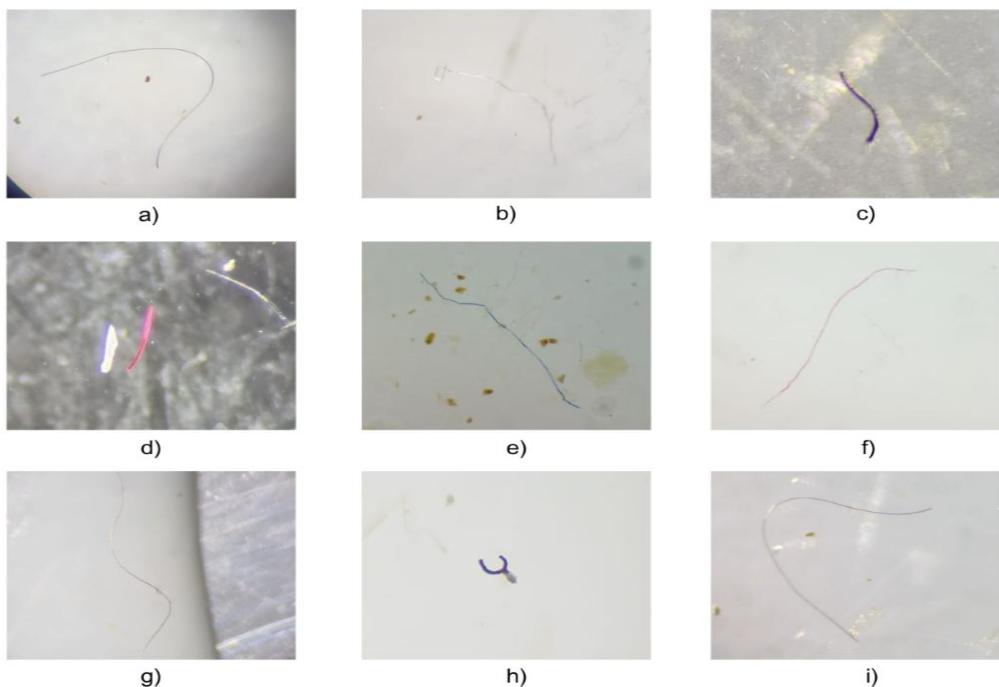
**Tabla 01.** Prueba de correlación Rho de Spearman entre parámetros biométricos y cantidad de MPs.

Parámetro Biométrico	Coeficiente de correlación	Estadístico de Prueba t	Valor crítico
LT	-0,0089	-0,0814	1,989
PT	-0,0508	-0,4663	1,989

Se aplicó la prueba de correlación de Spearman (Tabla 01) que mostró que la correlación entre las variables LT y PT con MPs hallados es realmente baja, además que no existen pruebas suficientes para aceptar la hipótesis nula de que existe una correlación entre las variables. Entonces los parámetros biométricos y la cantidad de MPs hallados no tienen relación alguna.



**Figura 03.** Fragmentos hallados en tracto digestivo de *Selene peruviana*.



**Figura 04.** Fibras halladas en tracto digestivo de *Selene peruviana*. **a, c, e, h)** fibras azules; **d)** fibra roja; **b, f, g, i)** fibras transparentes.

## Discusión

Se encontró MPs en 75 tractos digestivos analizados, representando el 87,21% del total de muestras, estas cifras resultan mayores a las registradas en Manta, Ecuador por Mendoza y Mendoza (2020) quien reportó ingestión de microplásticos en un 60% de los individuos de esta especie.

*Selene peruviana* es una especie demersal que se encuentran en aguas costeras, habita en fondos arenosos llegando hasta al menos 50 m de profundidad, generalmente formando cardúmenes cerca del fondo, donde se alimentan de pequeños peces y crustáceos (Eschmeyer, Herald y Hammann, 1983., Flores, 2022). Por lo que la alta frecuencia de ingestión de MPs por esta especie está relacionada con sus hábitos alimenticios, pues la mayoría de los microplásticos poseen formas y organismos planctónicos del medio marino. Estos muestran gran biodisponibilidad para ser ingeridos por grupos de peces que se alimentan en los fondos marinos, o cerca de este estrato, ya que estos se encuentran altamente biodisponibles al poder ser ingeridos incidentalmente por organismos forrajeros en bentos (Roman et al., 2024).

Mazariegos et al. (2020) registró una mayor presencia de microplásticos en especies demersales, seguido por los bentónicos y pelágicos. Huang et al. (2020), reportó una mayor abundancia de MPs en peces demersales en comparación con los pelágicos. Estos hallazgos fortalecen el conocimiento respecto a la forma en que los peces ingieren MPs, evidenciando la estrecha relación que tienen los peces de fondo con este contaminante (Mazariegos et al., 2021).

Las especies carnívoras mostraron una predominancia del color azul en los MPs ingeridos, pudiendo esto estar relacionado a las especies en algunas especies de pequeños crustáceos pueden presentar colores azules intensos durante las noches (Domínguez, 2020).

Según la morfología de los MPs hallados se registró que predominaron las fibras representando el 93,50% de los MPs totales, mientras que fragmentos se reportaron solo en 6,50% de las muestras procesadas.

Estas cifras estarían relacionadas al hábitat en donde se alimentan los organismos, pues de esto también dependerá su disponibilidad de ingerir ciertos tipos de MPs (Fischer y Wolf, 2006). Los organismos pelágicos habitan en aguas libres y no tocan el fondo marino, por ende, su exposición es a los MPs flotantes, como es el caso de las fibras. Los organismos bentónicos habitan en el fondo marino, por lo que están más expuestos a los MPs más densos con capacidad de hundirse y que se encuentran en los sedimentos del fondo marino (Bessa et al., 2019). Al ser *Selene peruviana* un pez de hábitos demersales, se encuentra expuesto a ambos tipos de hábitats marinos. Eschmeyer, Herald y Hammann (1983), mencionan que los juveniles de esta especie suelen desplazarse más cerca de la superficie, por lo que se esperaría una relación entre la proporción de microplásticos y la madurez del individuo.

No obstante al ser un pez cuya alimentación se da mayormente en los fondos, tiene sentido que la mayor cantidad de microplásticos hallados correspondiera a fragmentos, por lo que es importante considerar que, además de que los organismos carnívoros pueden confundir los microplásticos con sus presas naturales (Cáceres et al., 2023) las partículas plásticas pueden transferirse de unos organismos a otros a través de las cadenas tróficas (Mattson et al., 2017) por lo que existiría una relación entre la presencia y los tipos de microplásticos hallados y el espectro trófico de la especie, más allá del consumo incidental de materiales plásticos, asociándose además, al propio espectro trófico de sus presas.

La correlación entre los parámetros biométricos y la cantidad de MPs resultó -0,0089 y -0,0508 para los parámetros LT y PT respectivamente, siendo estos valores muy bajos, suficientemente cercanos a 0 para admitir que no tienen relación alguna. Resultados similares obtuvo Flores (2022) quien trabajó con *Selene peruviana* y no halló correlación significativa entre las variables longitud y frecuencia de polímeros obteniendo un valor de correlación de Pearson de 0,018, lo que indica una relación casi nula.

La presencia de MPs en peces nos permite comprender su impacto ambiental en ambientes acuáticos, y a la larga conocer los efectos que su

ingesta puede ocasionar en la vida marina. Este problema representa una de las amenazas globales actuales, y está considerada como uno de los indicadores más destacados para evaluar el impacto de la sociedad humana en el medioambiente, comenzó como una problemática de contaminación marina, pero en la actualidad se ha convertido en un problema de salud pública (Castañeta et al., 2020). Pues la bioacumulación de microplásticos en peces puede tener repercusiones en la salud humana, ya que estos organismos son fuente de alimento para muchas comunidades. Los microplásticos y nanoplásticos también recorren la red alimentaria y llegan a organismos superiores, incluidos los humanos. Por lo tanto, la contaminación por plásticos se reconoce no solo como una amenaza ambiental significativa, sino también como una preocupación crítica para la salud humana (Özsoy et al., 2024). Por lo tanto, investigar la presencia y el impacto de microplásticos en especies de consumo humano como *Selene peruviana* es esencial para garantizar la salud no solo de los ecosistemas, sino también la salud humana.

#### Literatura citada

- Astorga, A., Ulate, K. y Abarca, L. (2022). Presencia de microplásticos en especies marinas del Parque Nacional Marino las Baulas. Revista Tecnología en Marcha, 35(2), 27-38. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v35n2/0379-3982-tem-35-02-27.pdf>
- Bessa, F., Kogel, T., Frías, J., y Lusher, A. (2019). Protocolo armonizado para el seguimiento de microplásticos en la biota, proyecto Vista al Mar. pp. 1-30, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.28588.72321/1.
- Castillo, T. (2023). Microplásticos en contenido estomacal de *Scomber japonicus peruanus* “caballa”, Piura- Perú. [Tesis para optar al título de Bióloga, Universidad Nacional de Piura].
- Castañeta, G., Gutiérrez, A., Nacaratte, F. & Manzano, C. (2020). Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para salud pública por exposición. Revista Boliviana de Química, 37(3), 160-175. <https://www.redalyc.org/journal/4263/426365043004/html/>.

- Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K., y Janssen, C. (2011). Presencia y distribución de microplásticos en sedimentos marinos a lo largo de la costa belga. Obtenido de Elsevier: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.06.030>.
- Cole, M., Lindique, P., Halsband, C., y Galloway, T. (2011). Los microplásticos como contaminantes en el medio marino: una revisión. Obtenido de Scieduredirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11005133>
- Da Costa, J., Duarte, S., & Roch, T. (1 de octubre de 2016). (Nano)plásticos en el medio ambiente: fuentes, destinos y efectos. Obtenido de Scieduredirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S00489697163097>
- De la Puente, S., López, S., Sueiro, J., & Pauly, D. (2020). *Creciendo hacia la pobreza: reconstruyendo el esfuerzo pesquero artesanal peruano entre 1950 y 2018.* Obtenido de Scielo: <https://doi:10.3389/fmars.2020.00681>
- Domínguez, L. y Grisell, J. (2020). Microplásticos en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, provincia de Santa Elena-Ecuador. [Tesis para optar por el título de Biólogo Marino, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5246>
- Emmerik, T., y Schwarz, A. (2020). *Residuos plásticos en los ríos.* Obtenido de <https://doi.org/10.1002/wat2.1398>
- Fernández, C. (2020). Contaminación por microplásticos en individuos de la especie *Sciaena deliciosa* "Lorna" obtenidas del puerto de Huacho-2018. [Tesis para optar por el título de Ingeniero Ambiental, universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4170>.
- Fischer, S., y Wolff, M., (2006). Evaluación de la pesca de *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, Fish. Res., vol. 77, pp. 301-311, 2006, doi: 10.1016/j.fishres.2005.11.009.
- Flores, J. (2022). Estudio de microplásticos en el tracto digestivo y en tejidos de *Selene peruviana* y *Lepophidium negropinna* que desembarcan en el puerto pesquero Anconcito- Santa Elena, Ecuador. [Trabajo de integración para optar por el título de Biólogo, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
- García, L., Morán, S., & Chávez, C. S. (2023). Presencia de microplásticos en tracto digestivo de *Anchoa hepsetus* (Clupeiformes Engraulidae) obtenidos de la pesca ribereña del municipio de Alvarado, Veracruz. Obtenido de <https://doi.org/10.22201/fesi.20072082e.2023.16.86352>
- Godoy, B., Ponciano, M., Alpuche, A., Vera, F. y Mendiola, J. (2021). Identificación de microplástico en el contenido gastrointestinal de peces comerciales. Revista Iberoamericana de Ciencias, 8(3), 124-134. <http://reibci.org/publicados/2021/dic/4400107.pdf>
- Hidalgo, V., L. Gutow, R. Thompson, E., (2014). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. Environmental Science & Technology 46(6): 3060-75. <http://dx.doi.org/10.1021/es2031505>
- Iannaccone, J., Principe, F., Minaya, D., Panduro, G., Carhuapoma, M. y Alvariño, L. (2021). Microplásticos en peces marinos de importancia económica en Lima, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 32(2). <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/20038>
- Jiménez, P., Béarez, P. (2004) Peces Marinos del Ecuador continental. Tomo 2: Guía de Especies. SIMBIOE/NAZCA/IFEA.

- Lebreton, M., Zwet, J., Damsteeg, J., Slat, B., Andrade, A., Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications* 8:15611.
- Lino, J. (2019). “Microplásticos en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* Y *Axius thazard*, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, provincia de Santa Elena Ecuador.”. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5246/1/UPSE-TBM-2020-0003.pdf>
- Macias, N. (2022). Presencia de microplásticos en peces pelágicos pequeños *Axius thazard* y *Scomber japonicus*, en el puerto pesquero de la ciudad de Manta, provincia de Manabí-Ecuador. [Trabajo de integración para optar por el título de Bióloga, Universidad Estatal Península de Santa Elena].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8852/1/UPSE-TBI-2022-0044.pdf>
- Martínez J. 2005. White Fish Handbook. Manual de la Pesca Blanca. 2nd ed. Manta (Ecuador): Poligrafica C.A. 174 p.
- Mazariegos, O., Xajil, M., Blanda, E., & Delvalle, D. (18 de junio de 2021). Ocurrencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2188/1398>
- Melchorita. (2010). Guía de identificación de peces. Obtenido de [https://perulng.com/wp-content/uploads/2024/02/Guia\\_identificacion\\_peces-1.pdf](https://perulng.com/wp-content/uploads/2024/02/Guia_identificacion_peces-1.pdf)
- Mendoza, M., y Mendoza, K. (2020). Presencia de microplásticos en peces pelágicos de mayor comercialización, en el mercado de “Playita mía” de la ciudad de Manta. Obtenido:  
<https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1327/1/TTMA08D.pdf>
- Morillo, L. (2021). Efectos potenciales de los microplásticos en la salud humana. (Trabajo Fin de Grado Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla.
- <https://hdl.handle.net/11441/133051>
- Ory, N., Chagnon, C., Felix, F., Fernández, C., Ferreira, J., Gallardo, C., Ordóñez, O., Henostroza, A., Laaz, E., Mizraji, R., Mojica, H., Murillo, V., Ossa, L., Preciado, M., Sobral, P., Urbina, M. & Thiel, M. (2018). Low prevalence of microplastics contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, volumen (127 ), 211- 216.
- Otero, D. (2022). Microplásticos en el sistema digestivo de los peces *Opisthonema oglinum*, *mugil* spp. y *Caranx cryos*, capturados en la zona costera del Magdalena, caribe colombiano. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/26929>
- Özsoy, S., Gündogdu, S., Sezigen, S., Tasalp, E., Arinc, D. & Kideys, A. (2024). Presence of microplastics in human stomachs. *Forensic Science International*, 364.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073824003281>
- Rodríguez, F., Suresh, B., & Campos, L. (2021). *Evidencias de microplásticos en diversas especies de peces en la costa occidental del Océano Pacífico, México*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105544>
- Román, M., Martínez, I., Ahumada, R., Portillo, R., Atún, J., Zavala, A. y Santamaría, A. (2023). Contaminación por microplásticos en peces marinos de importancia comercial del Norte de Sinaloa, México. *Abanico Agroforestal*, 6, 1-22.  
<https://abanicoacademico.mx/revistasabano-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/article/view/183>
- Sun, X., Yang, R., Ji, J., Zhu, Z., White, J., y Shen, Y. (5 de mayo de 2024). Evaluación de la contaminación por microplásticos en las aguas marinas y las especies de la región costera del sur del mar Amarillo, China. Obtenido de Elservier:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389424005971>

Wang, H., Gao, Z., Zhu, Q., Liu, J., & Zhu, J. (2024).

Panorama de los riesgos ambientales de los microplásticos y su degradación controlada desde la perspectiva de los radicales libres. Obtenido:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749124009412>.

#### **Agradecimientos**

Agradecemos el apoyo de la Universidad Nacional de Piura, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas, por permitirnos usar la infraestructura y los equipos.

#### **Contribución de los autores**

DG: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

JM: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

JV: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

RM: Redacción y Revisión.

#### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

**MICROPLÁSTICOS EN EL CONTENIDO ESTOMACAL DE *Scomber japonicus peruanus*  
“CABALLA” COMERCIALIZADOS EN EL TERMINAL PESQUERO JOSÉ OLAYA, PIURA**  
**MICROPLASTICS IN THE STOMACH CONTENTS OF *Scomber japonicus peruanus*  
MACKEREL” MARKETED AT THE JOSÉ OLAYA FISHING TERMINAL, PIURA.**

---

**Amaya Aquino<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0007-1265-5409>

**Barreto Ariana<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0006-9435-7984>

**Ramírez Socorro<sup>1\*</sup>**

<https://orcid.org/0009-0006-5354-9066>

**Samaniego Vanessa<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0007-6249-6733>

**Vilcazán Fernanda<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0009-4641-0607>

**Ronald Marcial<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0000-0002-3836-1894>

\* correspondencia:

[ramirezvegasocorro@gmail.com](mailto:ramirezvegasocorro@gmail.com)

1 Facultad de Ciencias,  
Escuela Profesional de  
Ciencias Biológicas,  
Universidad Nacional de  
Piura, s/n – Castilla,  
Piura, Perú.

**Presentado:** noviembre  
2024

**Aceptado:** febrero 2025

### Resumen

Se determinó la presencia y caracterizó los microplásticos en contenido estomacal de *Scomber japonicus peruanus* comercializados en el Terminal Pesquero José Olaya, Piura. Se extrajo el contenido estomacal de 90 individuos y se colocaron en una solución de hidróxido de potasio al 10% para separar la materia orgánica de las micropartículas plásticas, dejando reposar las muestras durante dos semanas. Posteriormente, fueron tamizadas con una malla de 45 µm, extrayéndose los microplásticos retenidos en el tamiz para su visualización con un estereoscopio. Los resultados mostraron la presencia de microplásticos en 87 de las 90 muestras (96,6%). En cuanto a la caracterización de los microplásticos, 51% correspondió a fibras, 27% a formas espumosas y 22% a fragmentos. Los colores predominantes fueron: azul (39%), negro (17%) y en menor proporción amarillo con 3%.

**Palabras clave:** Contaminación, fibras, fragmentos, plásticos espumosos.

### Abstract

The presence and characterization of microplastics in the stomach contents of *Scomber japonicus peruanus* sold at the José Olaya Fish Terminal in Piura were determined. Stomach contents were extracted from 90 individuals and placed in a 10% potassium hydroxide solution to separate organic matter from plastic microparticles, allowing the samples to settle for two weeks. Subsequently, the samples were sieved using a 45 µm mesh, and the microplastics retained on the sieve were extracted for visualization with a stereoscope. The results showed the presence of microplastics in 87 out of 90 samples (96,6%). Regarding the characterization of microplastics, 51% were fibers, 27% were foam-like shapes, and 22% were fragments. The predominant colors were blue (39%), black (17%), and yellow in smaller proportions (3%).

**Keywords:** Pollution, fibers, fragments, foam plastics.

### Introducción

Se producen más de 380 millones de toneladas de plástico anualmente y tres cuartas partes de ese volumen se descartan como basura. Un pequeño porcentaje de esa cantidad se recicla, otro se incinera y el resto se desechará, acumulándose en vertederos, ríos y océanos. La producción de plástico está aumentando exponencialmente y, dado que no se biodegrada, la mayor parte del plástico producido hasta el momento persiste en el ambiente. Desde que comenzó a comercializarse en el siglo pasado hasta ahora, se han producido 7,8 billones de toneladas de plástico, lo que significa que hoy existe una tonelada de plástico por persona en el mundo (Buteler, 2019).

La contaminación del medio ambiente con consecuencias sobre la flora y la fauna causada por estas sustancias han sido demostradas por múltiples estudios. En muchas fuentes de agua dulce y en todos los mares se han detectado materiales poliméricos, macro y micro plásticos, que llegan a los cuerpos de agua por lixiviación, inundación y por el viento. Todos estos desechos plásticos que llegan al mar, en su forma original o fragmentados tienen efectos nocivos. No solo contaminación causada por sí mismos, sino por el riesgo generado y los daños sobre la fauna marina. Se ha mencionado que por lo menos 690 especies diferentes han sido afectadas

por desechos, que en el 92 % de los casos corresponde a plásticos. Además, los animales marinos pueden quedar atrapados y morir por asfixia, o ingerir estas sustancias y sufrir ahogamiento (Schmidt, 2018).

El recurso caballa (*Scomber japonicus peruanus*), tiene una amplia distribución en el Océano Pacífico Suroriental, realizando desplazamientos latitudinales y longitudinales, asociados a las variaciones en las condiciones oceanográficas. Tiene una gran importancia comercial, debido a su alto valor nutritivo en ácidos grasos esenciales, contribuyendo a la seguridad alimentaria del país. El recurso caballa en el Perú, a partir del 2002, es destinado para consumo humano directo (Ministerio de la Producción, 2021).

El objetivo fue determinar la presencia y caracterizar los microplásticos en el contenido estomacal en *Scomber japonicus peruanus* comercializado en el Terminal Pesquero José Olaya, Piura.

#### Materiales y Métodos

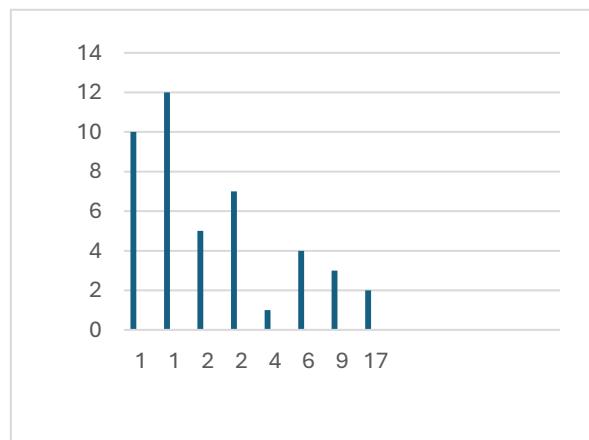
Se adquirieron 45 individuos por mes (julio y agosto), las muestras fueron transportadas en un Cooler con hielo al Laboratorio de Ecología de la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Piura para el análisis correspondiente de microplásticos. Se registró el peso de cada individuo utilizando una balanza con una sensibilidad de 0,1 g. Luego se procedió a diseccionar los especímenes desde la cloaca hasta la mandíbula, extrayendo cuidadosamente los estómagos. Estos se colocaron en frascos de vidrio individualmente, con una solución de hidróxido de potasio (KOH) al 10%, y fueron almacenados durante dos semanas para permitir la degradación del material orgánico y la conservación de los microplásticos (Rochman et al., 2015).

Transcurrido el tiempo de almacenamiento, el contenido de los frascos se vertió sobre un tamiz con una abertura de malla de 45 µm. Los microplásticos retenidos en el tamiz fueron extraídos para su posterior visualización mediante estereoscopio Labomed. Se emplearon las categorías modificadas y descritas por Hidalgo et al. (2014), clasificando los microplásticos en fragmentos (partes microscópicas de macroplásticos), fibras (filamentos microscópicos derivados de ropa o artes de pesca), pellets (cilindros diminutos de resina virgen), gránulos (esferas microscópicas elaboradas con

polietileno) y microplásticos espumados (espuma de poliestireno). Los colores de los microplásticos se categorizaron como: transparente, blanco, rojo, naranja, azul, negro, gris, verde y amarillo.

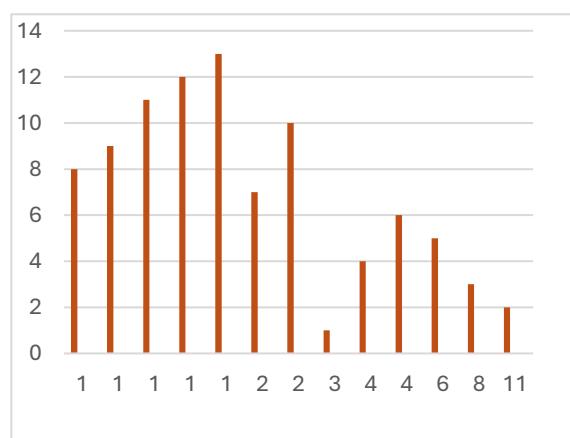
#### Resultados

El número de microplásticos por espécimen analizado en julio se observa en la figura 1. El mayor número fue de 12 MPs encontrados en un solo espécimen. La cantidad más frecuente fue de 2 MPs presentes en 17 especímenes.



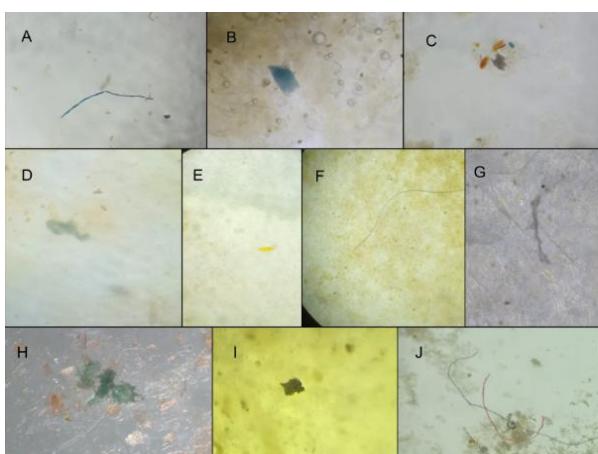
**Figura 01.** Microplásticos en *Scomber japonicus peruanus* en Julio, 2024.

Para agosto (Figura 02), se observa que el mayor número de microplásticos fue de 13 encontrados en un solo espécimen y la cantidad más común fue de 2 MPs hallados en 11 especímenes.



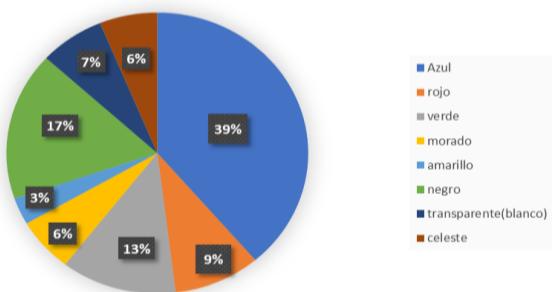
**Figura 02.** Microplásticos en *Scomber japonicus peruanus* en agosto, 2024.

en relación con el color de los microplásticos (Figura 3), se observa que el mayor porcentaje corresponde al color azul, seguido del negro y verde, el color con menor porcentaje fue el amarillo.



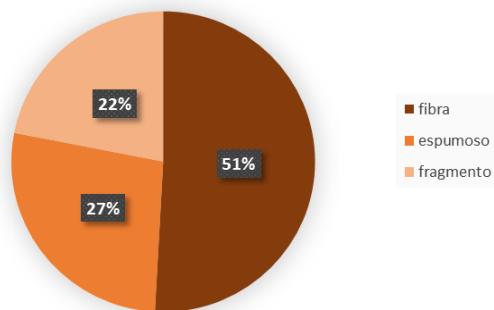
**Figura 03.** Microplásticos encontrados

A) Fibra color azul. B) Fragmento color azul. C) Fragmento color rojo, azul y blanco. D) Espuma color blanco. E) Fragmentos color amarillo. F) Fibra color negro. G) Fragmento color blanco. H) Fragmento color verde. I) Fragmento color negro J) fibras de color rojo, negro y celeste.



**Figura 04.** Distribución porcentual de la forma de microplásticos en *Scomber japonicus peruanus*

En relación con la forma de los microplásticos (Figura 04), se observa que el mayor porcentaje corresponde a fibras y los microplásticos espumoso y fragmento son los más próximos entre sí.



**Figura 05.** Distribución porcentual de la forma de microplásticos en *Scomber japonicus peruanus*

## Discusión

En *Scomber japonicus peruanus* se determinó la presencia de microplásticos en 87 de 90 individuos trabajados, el número de microplásticos osciló entre 1 y 13 elementos por individuo. Estos valores son similares a los reportados por Castillo (2023) quien determinó la presencia de microplásticos en el 100% de los individuos de (*Scomber japonicus peruanus*), siendo la muestra de 120 individuos capturados en Isla Lobos de Tierra, ubicada en la costa sur del departamento de Piura.

Se registró que 58 individuos presentaban presencia de microplásticos en forma de fibra, 25 individuos en forma de fragmento y 31 individuos en forma espumosa. En cuanto a los colores de mayor predominancia de los microplásticos, se determinó que, 50 individuos tenían color azul y 22 negro. Esto coincide con Iannaccone et al. (2021) encontrando microplásticos en peces marinos de importancia económica entre ellos *Scomber japonicus*, obtuvieron como resultado que el color azul era el dominante de los microplásticos en su tracto digestivo. Las tonalidades de microplásticos encontradas, sugiere que está tendencia de consumo por color estaría relacionada al comportamiento alimenticio y hábitat de las especies analizadas (Markic et al., 2018).

Además, se infiere que la selectividad de microplásticos de color azul estaría relacionada con el espectro trófico de esta especie, en vista que al ingerir copépodos como parte de su dieta pueden confundir a estos organismos con microplásticos, puesto que, estos pequeños crustáceos durante la noche emiten colores brillantes de tono azul (Luzuriaga, 2015).

Fernández (2022) menciona que los microplásticos en los océanos derivan de la fragmentación de diferentes tipos de plásticos y la mayor parte de las fibras de microplásticos proviene de mucha de la ropa que utilizamos ya que es elaborada con textiles sintéticos y en cada lavada se desprenden en promedio 20 000 fibras y estas llegan a los océanos junto con las aguas residuales. Así mismo, García (2019) indica que las fibras provienen del desgaste de desechos sólidos como cabos, piolas y sacos utilizados por los pescadores y turistas en las playas. La gran presencia de los microplásticos en forma de fibra en el mar se evidenció ya que el 51% de la forma de microplásticos en *Scomber japonicus peruanus* fue fibra.

Diversos estudios han evidenciado que los organismos marinos incorporan microplásticos, lo cual generaría graves consecuencias, ya que estos pueden acumularse en sus tejidos, actuar como transportadores de patógenos, y absorber contaminantes tóxicos. Los microplásticos pueden llegar a los humanos mediante la cadena alimentaria. Aunque los efectos en la salud humana aún no se conocen con precisión, se químicas o aditivos tóxicos que afectarían el bienestar y la salud humana (Auta et al., 2017).

Los resultados son preocupantes, ya que los organismos analizados contienen partículas de tamaño microscópico. Esto sugiere que la fragmentación de los microplásticos avanza rápidamente, aumentando la probabilidad de que los peces los ingieran al confundirlos con su alimento. Esto genera residuos en la cadena alimenticia y repercusiones negativas en el medio ambiente e incluso en el hombre al actuar como consumidor final.

### **Conclusiones**

Se determinó la presencia de microplásticos en 87 de 90 individuos de *Scomber japonicus peruanus* comercializadas en el Terminal Pesquero José Olaya de Piura 2024.

Se caracterizó la presencia de microplásticos en el tracto gastrointestinal de *Scomber japonicus peruanus*, de los cuales 51% correspondió a fibras, 27% a formas espumosas y 22% a fragmentos, los colores de microplásticos predominantes fueron azul encontrado en 50 especímenes, seguido del negro y el color menos representado fue el amarillo.

### **Literatura citada**

Álvarez, J. C., S. Ojeda, A. A. Cruz, C. Martínez y A. Vázquez. (2020), “Microplastics in Mexican beaches”, Resources, Conservation and Recycling, 155:104633.

Auta, H., Emenike C., & Fauziah S. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions.

Astorga, P y María, A. (2020). Determinación de microplásticos en especies marinas del

Parque Nacional Marino Las Baulas [Tesis de Licenciatura, Tecnológico de Costa Rica]. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12255/TFG\\_Angelica\\_Astorga\\_P%C3%a9rez.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12255/TFG_Angelica_Astorga_P%C3%a9rez.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

tissues: first observations in commercial species from Adriatic Sea. Marine environmental research , 111, 18- 26.

Bouchon, M., Ayón, P., Mori, J., Peña, C., Espinoza, P., Hurchings, L., Butron, B., Perea, A., Goicochea, C. & Messie, M. (2010). Biología de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens*. Instituto Del Mar Perú. 25, 1-9.

Buteler, M. (2019). El problema del plástico. Desde la Patagonia difundiendo saberes, 16(28), 56-60.

Castilla, A y Roque, M. (2022). Contaminación por microplásticos en cuatro especies de peces en playas de Punta de Bombón, Islay - Arequipa.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/98549>

Castillo, T. (2023). Microplásticos en contenido estomacal de *Scomber japonicus peruanus* “Caballa”, Piura Perú. Universidad Nacional de Piura.

Centro de Derecho Ambiental Internacional. (2019). El plástico es una crisis mundial de salud que pasa desapercibida a la vista de todo el mundo. <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/03/Plastic-Health-Spanish.pdf>

Contreras, J y Sánchez, J. (2020). Evaluación de la incidencia de microplásticos y su afectación en especies marinas. [Tesis para obtener el título profesional]. Universidad Cesar Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67980/Cerd%C3%A1n\\_CJC-Quiroz\\_SJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/67980/Cerd%C3%A1n_CJC-Quiroz_SJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cruces, C., Chero, J., Iannacone, J., Diestro, A., Saez, G y Alvariño, L (2014). Metazoos parásitos de caballa *Scomber japonicus houttuyn*, 1782 (Perciformes: Scombridae) del puerto de

- Chicama, La Libertad, Perú. Neotropical helminthology, 8(2), 357-381.
- Collette, B. & Nauen, C. (1983). FAO Species catalogue. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish. Synop. No. 125. 137 ppfile:///C:/Users/cesar/Downloads/ilide.info-tesis-investig-castillo-laban-tahis-facultad-de-ciencias-pr\_54df208e76ce937668436b8edc2d8a44.pdf
- De Sá, L., Luís, L., & Guilhermino, L. (2015). Effects of microplastics on juveniles of the common goby (*Pomatoschistus microps*): Confusion with prey, reduction of the predatory performance and efficiency, and possible influence of developmental conditions. Environmental Pollution, 196, 359–362. doi:10.1016/j.envpol.2014.10.026.
- Dioses T., R. Dávalos & Zuzunaga, J. 2002. El Niño 1982-1983 and 1997-1998: Efectos en el Peruvian Jack Mackerel and Peruvian Chub Mackerel. Investigaciones marinas supl. Symp Valparaíso ago. 2002, 30 (1): 185-87.
- Ding, J. (2023). ¿Los peces más viejos implican más microplásticos? La historia de los microplásticos del abadejo de Alaska en el mar de Bering. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adf5897>
- Escobar, W., Villasante, Y., Macedo, A y Remuzgo, G. (2019). Impacto de la ingestión de residuos plásticos en peces. Revista Kawsaypacha, 4(2), 79-92. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.201902.004>
- González, N., Prado, M., Castro, R., Solano, F., Jurado, V. y Peña, M. (2008). Análisis de la Pesquería de Peces Pelágicos Pequeños en el Ecuador (1981-2007). Instituto Nacional de Pesca. Documento interno. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5246/1/UPSE-TBM-2020-0003.pdf>.
- Gobierno del Perú. (2021). Científicos del IIAP demuestran que peces de consumo humano de la Amazonía ingieren plástico. <https://www.gob.pe/institucion/iiap/noticias/500782-cientificos-del-iiap-demuestran-que-peces-de-consumo-humano-de-la-amazonia-ingieren-plastico>.
- Fernández, A. (2022). Contaminación por Microplásticos. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias. Vol.,73(2). [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73\\_2/PDF/Ciencia\\_73-2.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/Ciencia_73-2.pdf)
- Fossi, M. (2015). First Evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin, 95(1), 358-361. file:///C:/Users/cesar/Downloads/ilide.info-tesis-investig-castillo-laban-tahis-facultad-de-ciencias-pr\_54df208e76ce937668436b8edc2d8a44.pdf
- Forciniti, L. y Perrotta, R. (1989). Sobre la edad de crecimiento de la caballa (*Scomber japonicus*) de Mar del Plata. <https://aquadocs.org/handle/1834/1964>.
- Guven, O. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. Environmental pollution (Barking, Essex: 1987), 223, 286–294. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.025>.
- Hernández, J. y Ortega, A. (2000). Sinopsis de datos biológicos sobre la caballa (*Scomber japonicus Houttuyn, 1782*). Organización de Alimentos y Agricultura.
- Hidalgo, V., Gutow, L., Thompson, R., & Thiel, M. (2012). Microplásticos en el medio ambiente marino: una revisión de los métodos utilizados para la identificación y cuantificación. Revista: Tecnología ambiental y científica, 3060-3075. doi: <https://doi.org/10.1021/es2031505>.

- Iannacone, J., Príncipe, F., Minaya, D., Panduro, G., Carhuapoma, M y Alvariño, L. (2021). Microplásticos en peces marinos de importancia económica en Lima, Perú. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20038>.
- Lino, J. (2020). Microplástico en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, provincia de Santa Elena-Ecuador. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias del Mar. 145p. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5246>.
- Luzuriaga, M. (2015). Distribución del ictioplancton y su interrelación con parámetros bióticos y abióticos en aguas costeras ecuatorianas.
- Macuyama, W y Mendoza, J. (2020). Primer registro de ingestión de microplásticos por un pez de importancia comercial en la ciudad de Iquitos, amazonía peruana. *Folia Amazónica*. 29. 179-188. 10.24841/fa.v29i2.521
- Markic, A., Niemand, C., Bridson, J. H., Mazouni, N., Gaertner, J., Eriksen, M., & Bowen, M. (2018). Double trouble in the South Pacific subtropical gyre: Increased plastic ingestion by fish in the oceanic accumulation zone. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 547–564. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.09.031.
- Ministerio de la Producción. (2021). Informe sobre el desarrollo de la pesquería de caballa *Scomber japonicus peruanus*. Durante el 2021, situación actual y perspectivas de explotación del 2022. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2768243/INFORME\\_OFICIO%20No.%201057-2021-IMARPE-PCD-Informe%20%20pesqueri%C3%A1a%20de%20caballa%202021%20y%20perspectivas%20para%20el%202022.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2768243/INFORME_OFICIO%20No.%201057-2021-IMARPE-PCD-Informe%20%20pesqueri%C3%A1a%20de%20caballa%202021%20y%20perspectivas%20para%20el%202022.pdf).
- Markic, A., Niemand, C., Bridson, J. H., Mazouni, N., Gaertner, J., Eriksen, M., & Bowen, M. (2018). Double trouble in the South Pacific subtropical gyre: Increased plastic ingestion by fish in the oceanic accumulation zone. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 547–564. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.09.031.
- Omarza, F., Anastacio, J y Velasco, M. (2018). Análisis de causa raíz para la pesquería de pelágicos pequeños en Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5246/1/UPSE-TBM-2020-0003.pdf>.
- Ory, N. (2018). Low prevalence of microplastics contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 127, 211- 216.
- Robin, G. (2022). Contaminación ambiental por plásticos durante la pandemia y sus efectos en la salud humana. *Rev Colomb Cir.* 2023; 38:22-9. <https://doi.org/10.30944/20117582.2203>
- Rochman, C., Hoh, E., Kurobe, T., & Teh, S. (2013). Plástico ingerido por transferencias de sustancias químicas peligrosas para los peces que induce estrés hepático. *Scientific Reports*, 3: 3263.
- Romeo, T., Prieto, B., Peda, C., Consoli, P., Andoloro, F. & Fossi, M. (2015). First Evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 95(1), 358-361.
- Rochman, C. M. (2018). Investigación sobre microplásticos: del sumidero a la fuente. *Science*, 360(6384), 28-29. <https://doi.org/10.1126/science.aar7734>.
- Schaefer, K. (1980). Synopsis of biological data on the chub mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782, in the Pacific Ocean. Inter-American Tropical Tuna Commission, 2, 395-446.
- Santos, Y., Correa, Y., Baca, A y Flores, S. (2019). Microplásticos en contenido estomacal de la “lisa” *Mugil cephalus*, Lima - Perú

Revista de Investigación: Ciencia,  
Tecnología y Desarrollo. 5(2).  
<https://doi.org/10.17162/rictd.v5i2.885>.

#### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Schmidt, N., Thibault, D., Galgani, F., Paluselli, A., Sempéré R. (2018). Occurrence of microplastics in surface waters of the gulf of Lion (N W Mediterranean sea). *Prog Oceanogr.* 163 (2), 214–20.  
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.11.010>.

Sánchez, N., Ouréns, R., Pan, M., Álvarez, I., Samba, I., Dione, L. & Freire, J. (2011). Desarrollo de una estrategia para la gestión sostenible y desarrollo comunitario de la pesquería artesanal de Yoff, Península de Cabo Verde, Senegal.

Tundisi, T & Tundisi, T.M. (1976). “Produção orgânica em ecosistemas acuáticos”. *Ciência e Cultura São Paulo.* 8 861-887.

Valeiras, J. & Abad, E. (2006). Melva, [en línea]. ICCAT. Disponible en:  
[https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Mensual/CH2/2\\_1\\_11\\_3\\_FRI\\_SP\\_A.pdf](https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Mensual/CH2/2_1_11_3_FRI_SP_A.pdf).

Xiong, X., Tu, Y., Chen, X., Jiang, X., Shi, H., Wu, C., & Elser, J. (2019). Ingestion and egestion of polyethylene microplastics by goldfish (*Carassius auratus*): influence of color and morphological features. *Heliyon*, 5(12), 2405-8440.  
[doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03063](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03063).

#### Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional de Piura y al personal del laboratorio de Ecología por brindarnos los materiales y equipos necesarios para la realización de la investigación.

#### Contribución de los autores

AM: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

AB: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

SR: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

VS: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

## MACROINVERTEBRADOS EN SUSTRATO ROCOSO DE LA PLAYA LA GRAMA

### MACROINVERTEBRATES ON THE ROCKY SUBSTRATE OF LA GRAMA BEACH

**Joei Villegas<sup>1\*</sup>**

<https://orcid.org/0009-0007-0141-2946>

**María Ramos<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0002-0985-3045>

**Anthony Quispe<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0005-5790-3061>

**Walter Albán<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0009-0008-3818-944X>

**Ronald Marcial<sup>1</sup>**

<https://orcid.org/0000-0002-3836-1894>

### Resumen

Se determinaron las especies de macroinvertebrados en sustrato rocoso de la playa La Grama, La Islilla, Paita, Piura, entre julio y agosto del 2024. Se realizaron muestreos diurnos en períodos de bajamar determinadas por la tabla de mareas proporcionada por la Dirección de Hidrografía y Navegación, 2024. Se aplicó el método *Ad libitum*, observando y colectando de manera directa los organismos con espátulas y/o cuchillos los cuales fueron depositados en frascos de plásticos con agua de mar y formalina al 10%. Se midió la temperatura del mar y del aire con un termómetro y la salinidad con un salinómetro. Se hallaron 37 especies de seis phyla: Platyhelminthes, Cnidaria, Annelida, Mollusca, Arthropoda y Echinodermata. Distribuidos en 11 clases, 19 órdenes y 28 familias. Siendo Mollusca el más abundante con 16 especies.

**Palabras clave:** Cnidaria, bentos, macrofauna, Mollusca

### Abstract

The species of macroinvertebrates on the rocky substrate of La Grama beach, La Islilla, Paita, Piura, were determined between July and August 2024. Daytime sampling was conducted during low tide periods, as determined by the tide table provided by the Directorate of Hydrography and Navigation, 2024. The *Ad libitum* method was applied, directly observing and collecting organisms using spatulas and/or knives, which were placed in plastic jars with seawater and 10% formalin. The sea and air temperatures were measured with a thermometer, and salinity was measured with a salinometer. A total of 37 species from six phyla were found: Platyhelminthes, Cnidaria, Annelida, Mollusca, Arthropoda, and Echinodermata. These were distributed across 11 classes, 19 orders, and 28 families, with Mollusca being the most abundant group, comprising 16 species.

**Keywords:** Cnidaria, benthos, macrofauna, Molluscos.

**\* correspondencia:**  
[1322022046@alumnos.unp.edu.pe](mailto:1322022046@alumnos.unp.edu.pe)

1 Facultad de Ciencias, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Piura, s/n – Castilla, Piura, Perú.

**Presentado:**

**Aceptado:**

**Publicado online:**

### Introducción

El litoral peruano, se distingue por la presencia de diversos accidentes geográficos, como bahías, puntas, ensenadas, islas, islotes, playas de arena y de roca (Uribe et al., 2013).

La costa de Piura, con corrientes de aguas frías y tropicales, forma una zona de transición que genera un ambiente único con una alta biodiversidad, considerada la más importante del mar peruano (Novoa et al., 2010).

El sustrato rocoso intermareal es particularmente interesante debido a su susceptibilidad a factores climáticos y a la adaptación de sus habitantes. Este ecosistema ha sido fundamental para el desarrollo de teorías ecológicas sobre competencia, depredación, perturbaciones y sucesión (Hernández et al., 2015).

La zona intermareal rocosa es uno de los ambientes

costeros más ricos en especies debido a las condiciones del sustrato y a los diversos factores que en ella confluyen (Contreras, 1991).

Las playas rocosas son el ambiente con mayor riqueza y abundancia de especies, donde los moluscos destacan como el grupo taxonómico predominante de la comunidad intermareal (Ramírez et al., 2015).

En playas con sustrato rocoso predominan poblaciones del pequeño caracol *Littorina peruviana*, “chorito” *Perumytilus purpuratus*, “pico de loro” *Balanus peruvianus* y el cirrípedo *Jehlius cirratus* (Kameya, 2016).

En la playa Mollendito se contabilizaron 17 740 especímenes de moluscos, agrupados en 4 clases, 29 familias, 42 géneros y 57 taxones. La clase más representada fue Gastropoda (54,39%), seguida de

Bivalvia (29,82%), Polyplacophora (14,04%) y Cephalopoda (1,75%). Las familias más diversas fueron Lottiidae, Chitonidae y Fissurellidae (Pérez et al., 2018).

En la isla Foca se registró 150 especies de organismos constituidos por 37 especies de peces, 32 moluscos, 28 crustáceos, 18 equinodermos, 16 poliquetos, 4 actinias, 3 gorgonias, 3 ascidias, 2 corales pétreos, 2 hidrozoos, 2 poríferos, 2 platelmintos y 1 briozoos (Hooker et al., 1998). Posteriormente en la misma área, se determinaron 24 especies de equinodermos, representados por 9 especies de erizos, 6 ofiuroides, 8 holoturoideos y un asteroideo. La presencia de algunas de estas especies se dio por influencia de El Niño 97-98 (Hooker, 1999).

El objetivo fue determinar los macroinvertebrados que habitan en el sustrato rocoso de la playa La Gramma.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

La playa La Gramma, La Islilla, provincia de Paita, Piura. Ubicada en la región noroeste del Perú. Se definieron cuatro puntos de muestreo georreferenciados en 5°11'41.7"S, 81°11'15.3"W; 5°11'41.6"S, 81°11'12.9"W; 5°11'41.5"S, 81°11'11.2"W y 5°11'41.4"S, 81°11'10.0"W.



**Figura 01.** Zona de estudio y puntos de muestreo de la playa La Gramma (Fuente: Google Maps, 2024)

Se realizaron tres muestreos entre julio y agosto de 2024 en el sustrato rocoso de la playa La Gramma. Las fechas y horas para la toma de muestras fueron en periodo de bajamar determinadas por la tabla de

mareas proporcionadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación, 2024.

Para el muestreo se ejecutó la técnica *Ad Libitum*, empleada por (Hooker et al., 2012), la cual consiste en la observación y colecta de macroinvertebrados de manera directa, a mano, usando espátulas y/o cuchillos para separarlos del sustrato, depositándolos en frascos de plástico con agua de mar y formalina al 10%. Se registró la temperatura atmosférica y temperatura del agua de mar utilizando un termómetro de mercurio de marca Eurolab con sensibilidad de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  y rango de -20 °C a 110 °C, se midió la salinidad utilizando un Salinómetro portátil 0 - 100% marca Zhifong modelo FG 211.

Las muestras no determinadas fueron llevadas al laboratorio de Ecología de la Universidad Nacional de Piura para su análisis con uso de estereoscopios Labomed. Se utilizaron claves taxonómicas: "Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú" (Alamo y Valdivieso, 1997), "Guía ilustrada para el reconocimiento de especies de poliplacóforos, gasterópodos y céfalópodos con valor comercial en el Perú" (Carabajal et al., 2018), "Invertebrados Marinos bentónicos del litoral de la Región de Áncash, Perú" (Uribe et al., 2013) "Inventario preliminar de la fauna subacuática de Isla Foca, Piura" (Hooker et al., 2012), "Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú" (Moscoso, 2012), "Moluscos del Perú" (Ramírez et al., 2003).

## Resultados

La Temperatura atmosférica registró un rango de 15°C a 17°C, la temperatura del agua de mar 16°C a 18,5°C, mientras que la salinidad 36 UPS (Cuadro 1).

**Tabla 01.** Parámetros abióticos en la playa "La Gramma".

Fecha	Bajamar	T° Atmosférica	T° del agua de mar	Salinidad
Junio	11:12 am	15°C	16°C	36 UPS
Julio	9:28 am	15°C	18,5°C	
Agosto	8:03 am	17°C	17,9°C	

Se determinaron 37 especies, distribuidas en 28 familias, 19 órdenes y 11 clases de los phyla Cnidaria, Platyhelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda y Echinodermata. El phylum Mollusca fue el más representado, con 16 especies, seguido por Echinodermata con 8 especies (Cuadro 2). En Arthropoda se hallaron 7 especies, mientras que Cnidaria presentó 4 (Cuadro 3). Finalmente, tanto Annelida como Platyhelminthes tuvieron 1 especie cada uno (Cuadro 2).

**Tabla 02..** Especies de moluscos y equinodermos en sustrato rocoso de playa “La Grama”

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
M O L L U S C A	Gastropoda	Chitonida	Chitonidae	<i>Acanthopleura echinata</i>
				<i>Tonicia elegans</i>
			Ischnochitonidae	<i>Ischnochiton elongatus</i>
		Archaeogastropoda	Anaspidea	<i>Aplysia juliana</i>
			Siphonariida	<i>Siphonariidae</i>
			Littorinimorpha	<i>Echinolittorina paytensis</i>
			Fissurellidae	<i>Fissurella volcano</i>
			Tegulidae	<i>Tegula eiseni</i>
			Lottiidae	<i>Collisella orbignyi</i>
			Trochida	<i>Lunella undulata</i>
			Neogastropoda	<i>Prisogaster niger</i>
				<i>Columbellidae</i>
				<i>Columbella fuscata</i>
				<i>Stramonita haemastoma</i>
				<i>Muricidae</i>
				<i>Thaisella chocolata</i>
				<i>Plicopurpura columellaris</i>
		Cycloneritida	Neritidae	<i>Nerita atramentosa</i>
E C H I D E R M A T A	Asteroidea	Forcipulatida	Heliasteridae	<i>Heliaster helianthus</i>
	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiciidae	<i>Ophiothrix spiculata</i>
			Ophiodermatidae	<i>Ophioderma panamense</i>

Holothurioidea	Camarodonta	Echinometridae	<i>Caenocentrotus gibbosus</i>
	Cidaroida	Cidaridae	<i>Eucidaris thouarsii</i>
	Arbacioida	Arbaciidae	<i>Arbacia incisa</i>
	Dendrochirotida	Cucumariidae	<i>Patallus mollis</i>
			<i>Cucumaria flamma</i>

**Tabla 03.** Especies de Artrópodos y Cnidarios en sustrato rocoso de playa “La Grama”

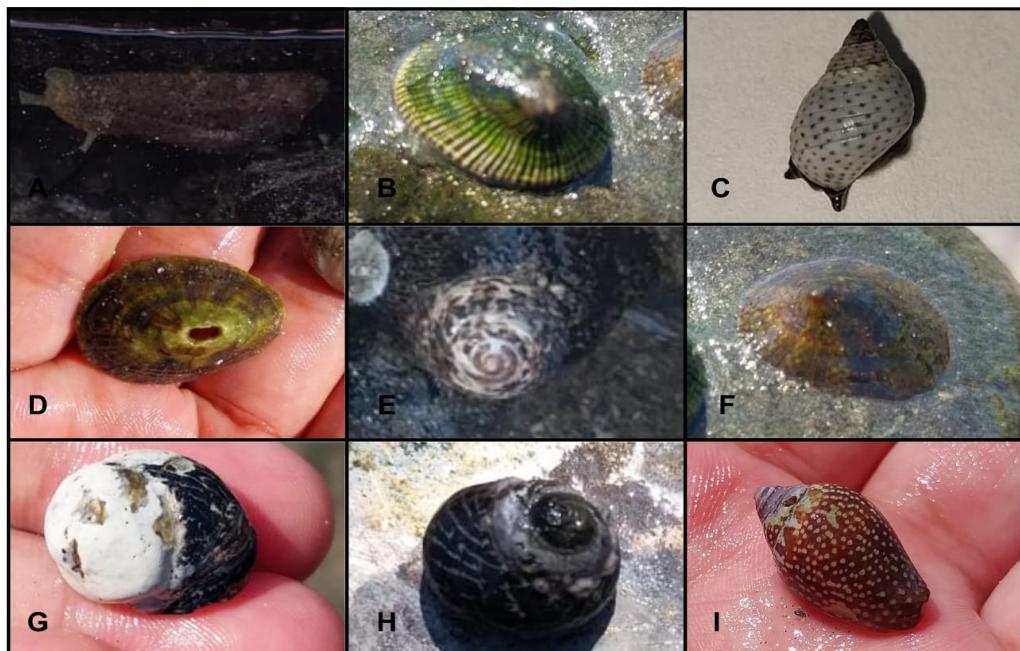
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
A R T H R O P O D A	Cirripeda	Thoracica	Balanidae	<i>Balanus tintinnabulum</i>
			Pollicipedidae	<i>Pollicipes elegans</i>
			Chthamalidae	<i>Jehlius cirratus</i>
	Malacostraca	Decapoda	Grapsidae	<i>Grapsus grapsus</i>
			Grapsidae	<i>Grapsus tenuicrustatus</i>
			Porcellanidae	<i>Pachycheles crinimanus</i>
			Diogenidae	<i>Calcinus obscurus</i>
	Anthozoa	Actiniaria	Actiniidae	<i>Actinia fragacea</i>
			Actiniidae	<i>Phymactis papillosa</i>
			Actiniidae	<i>Phymactis clematis</i>
			Actiniidae	<i>Bunodactis mexicana</i>

**Tabla 04.** Especies de Platelmintos y Anélidos en sustrato rocoso de playa “La Grama”

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Anelida	Platyhelminthes	Turbellaria	Polycladida	
			Amphinomidae	<i>Notoplana sp</i>
			Amphinomidae	<i>Eurythoe sp.</i>



**Figura 02.** Organismos observados del Phylum Platyhelminthes: *Notoplana* sp. (A); del Phylum Cnidaria: *Actinia fragacea* (B), *Phymactis papillosa* (C), *Phymactis clematis* (D), *Bunodactis mexicana* (E); del Phylum Annelida: *Eurythoe* sp. (F); del Phylum Mollusca: *Acanthopleura echinata* (G), *Tonicia elegans* (H), *Ischnochiton elongatus* (I)



**Figura 03:** Organismos observados del Phylum Mollusca: *Aplysia juliana* (A), *Siphonaria lessoni* (B), *Echinolittorina paytensis* (C), *Fissurella volcano* (D), *Tegula eiseni* (E), *Collisella orbignyi* (F), *Lunella undulata* (G), *Prisogaster niger* (H), *Columbella fuscata* (I)

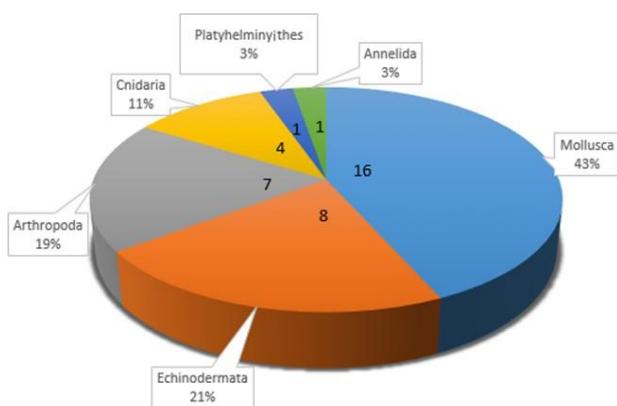


**Figura 04:** Organismos observados del Phylum Mollusca: *Stramonita haemastoma* (A), *Thaisella chocolata* (B), *Plicopurpura columellaris* (C), *Nerita atramentosa* (D); del Phylum Arthropoda: *Balanus tintinnabulum* (E), *Pollicipes elegans* (F), *Jehlius cirratus* (G), *Grapsus grapsus* (H), *Grapsus tenuicrustatus* (I), *Pachycheles crinimanus* (J)



**Figura 05.** Organismos observados del Phylum Arthropoda: *Calcinus obscurus* (A); del Phylum Echinodermata: *Heliaster helianthus* (B), *Ophiothrix spiculata* (C), *Ophioderma panamense* (D), *Caenocentrotus gibbosus* (E), *Eucidaris thouarsii* (F), *Arbacia incisa* (G), *Patallus mollis* (H), *Cucumaria flamma* (I)

El phylum Mollusca fue el más abundante con 16 especies (43%); seguido por Echinodermata con 8 (21%); Arthropoda presentó 7 (19%); Cnidaria con 4 (11%); y finalmente, los phyla Platyhelminthes y Annelida con 1 especie cada uno (3% cada uno) (Figura 2).



**Figura 06.** Distribución porcentual de las especies según su Phylum

## Discusión

Los macroinvertebrados de la playa La Grama están constituidos por moluscos, equinodermos, artrópodos, cnidarios y en menor proporción por anélidos y platelmintos. Las especies van a estar condicionadas a los cambios que resultan de la variación de la marea, ya que como menciona Kameya (2016), la naturaleza del sustrato y la profundidad determinan la composición especiológica y densidades de las comunidades bentónicas de una misma área oceánica.

Vásquez (2004) evidenció que el número de especies es mayor en otoño, cuando las temperaturas del agua y la atmósfera son bajas, con 18,7°C y 20°C, respectivamente. En contraste, observó un menor número de especies durante la primavera, cuando las temperaturas del agua y la atmósfera fueron más altas, alcanzando 19,3°C y 24°C, respectivamente. Estos resultados subrayan la importancia de la estación y la temperatura en la biodiversidad. En invierno, también se registraron temperaturas relativamente bajas, con valores del agua entre 16°C y 18,5°C, y de la

atmósfera entre 15°C y 17°C. Estas condiciones, similares a las reportadas por Vásquez, 2004, para el otoño, podrían explicar la diversidad observada en la playa La Grama, ya que ambas situaciones presentan temperaturas favorables para un mayor número de especies.

Se determinaron 16 especies de moluscos, seguidas de 8 equinodermos, lo que contrasta con los resultados obtenidos por Vásquez (2004), quien observó variaciones en el número de especies de macrobentos en la playa Media Luna a lo largo de las estaciones. Reportó un incremento de poliquetos y moluscos durante el otoño, mientras que en verano los equinodermos y cnidarios mostraron una mayor diversidad. Además, el número de especies de crustáceos fue más alto en primavera. Esto resalta que la estacionalidad juega un papel clave en la diversidad de especies de un ecosistema, afectando a distintos grupos taxonómicos de manera diferenciada.

Se registraron 37 especies, pertenecientes a 6 grupos taxonómicos, 4 especies de cnidarios, 1 de platelmintos, 16 de moluscos, 1 de anélidos, 7 de artrópodos y 8 de equinodermos. Mientras que Ramírez et al. (2015), registró en la isla Lobos de Tierra 60 especies de invertebrados de la comunidad bentónica, distribuidas en 6 grupos taxonómicos, encontrándose 29 especies de moluscos, 4 anélidos, 13 artrópodos, 12 equinodermos, 1 especie para porífera y cnidaria. Coinciendo con la presencia de la mayoría de phyla, pero diferenciándose en la cantidad de especies de estos. Se destaca que en ambos casos fueron los moluscos el grupo taxonómico con mayor número de especies registradas, lo que podría estar relacionado con la abundancia de especies registradas de esta clase en el país.

Las especies del phylum Mollusca fueron 16, pertenecientes a 2 clases: gastropoda y polyplacophora con 13 y 3 especies respectivamente. Siendo la clase gastropoda la que presentó mayor cantidad de especies, relacionándose con lo mencionado por

Ramírez et al. (2003), quienes indican que esta clase es la dominante en el mar peruano.

La especie determinada del phylum Annelida fue *Eurythoe* sp., coincidiendo con los resultados de Novoa et al. (2010), quienes también reportaron esta especie. Esta puede explicarse por el hecho de que *Eurythoe* sp. puede habitar en aguas poco profundas y es especialmente abundante bajo rocas, una característica común en las áreas estudiadas.

El filo Platyhelminthes estuvo representado por una sola especie, esto se atribuye a las características específicas del ecosistema. De acuerdo a Liñero y Díaz (2006), las diferencias en la abundancia de especies entre localidades pueden explicarse por las condiciones ambientales particulares. Áreas con mayor diversidad, densidad y riqueza suelen encontrarse en zonas relativamente tranquilas, lo que facilita el asentamiento y colonización del substrato. El área analizada, caracterizada por la movilidad del agua y el oleaje, presenta condiciones más dinámicas limitando la diversidad de especies de platelmintos.

El phylum Echinodermata fue el segundo más abundante, con 8 especies, incluidas *Heliaster helianthus*, *Ophiothrix spiculata*, *Ophioderma panamense* y *Caenocentrotus gibbosus*. Estos hallazgos concuerdan con los de Novoa et al. (2010), quienes registraron 30 especies de Echinodermata en la Isla Foca, entre las cuales se encuentran las cuatro mencionadas. Dado que ambas áreas de estudio comparten características del hábitat que favorecen la presencia de especies de equinodermos en estos lugares.

Según Lobo et al. (2006), los litorales rocosos poseen una importancia ecológica fundamental, dado que generan un hábitat único para numerosas especies de invertebrados. Este entorno genera el establecimiento de comunidades caracterizadas por una alta diversidad. La determinación de 37 especies de macroinvertebrados de 6 filos distintos ilustra

la riqueza taxonómica del ecosistema. Esta biodiversidad juega un papel crucial en el mantenimiento del equilibrio ecológico de la zona.

### Conclusión

Se determinaron 37 especies correspondientes a 28 familias, 19 órdenes y 11 clases de los phylum Cnidaria, Platyhelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda y Echinodermata. El filo Mollusca resultó ser el más abundante con 16 especies, seguido por Echinodermata con 8 especies, Arthropoda con 7 especies, Cnidaria con 4 especies, Annelida y Platyhelminthes con 1 especie.

### Literatura citada

- Alamo, V. & Valdiviezo, V. ((1997). Lista sistemática de moluscos marinos del Perú (2ed.). Instituto del Mar del Perú
- Arana, J., Carrasco, C., Coayla, R., Chalco, C. & Sánchez, M. (2021). Aquatic macroinvertebrates of arid and semiarid ecosystems of Perú. *Frontiers in Environmental Science*, 9(7), 1-14.
- Araujo, O., Lorda, S., Moriel, M., Ruiz, S., Gonzales, A. & Durazo, L. (2024). "La vida en la zona intermareal: Adaptaciones en un ecosistema cambiante". *Biología y Sociedad*, 7(13), 48 - 62.
- Carbajal, P. (2018). Guía ilustrada para el reconocimiento de especies de poliplacóforos, gasterópodos y cefalópodos con valor comercial en el Perú. Instituto del Mar del Perú (1era ed.). Instituto del Mar del Perú.
- Contreras, E., Castañeda, L. & Torres, A. (1991). Hidrología, nutrientes y productividad primaria en las lagunas costeras del estado de Oaxaca, México. *Hidrobiológica*, 7(1), 9 - 17.
- Hooker, Y., Barragan, Y., Gamero, D. & More, A. (2012). Inventario preliminar de la

- fauna subacuática de isla Foca, Piura. Informe Científico. 44.
- Hernández, N., Guerrero, R. & Morales, F. (2015). Comunidades de Macroinvertebrados bentónicos del sustrato rocoso artificial del muro de San Carlos, Venezuela. *CIENCIA*, 23(1), 5-13.
- Kameya, A. (2016). Características ecológicas del mar peruano. Recuperado de <https://www.oannes.org.pe/upload/20160922103437969171575.pdf>.
- Liñero, I. & Díaz, D. (2006). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) epibiontes de *Spondylus americanus* (Bivalvia: Spondylidae) en el Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 54(3), 765-772.
- Lobo, M., Orozco, C., Posso, C., Valega, J., Villaveces, O., Galvis, O. (2006). Diagnóstico de la epifauna del mesolitoral rocoso presente en el costado oeste de la Ensenada de la Concha, Parque Nacional Natural Tayrona. *Nueva época*, 2(1), 8-16.
- Moscoso, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Bol. Inst. Mar. Perú-Callao*. 27(1-2): 209.
- Novoa, J., Hooker, Y. & García, A. (2010). Isla Foca, Guía Fauna Silvestre (1era ed.). Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC.
- Ramírez, P., De La Cruz, J. & Torres, D. (2015). Biodiversidad de Isla Lobos de Tierra, Región Lambayeque, septiembre 2015. *Instituto del Mar del Perú*, 45(3), 341-359.
- Ramírez, P., De La Cruz, J. & Castro, J. (2019). Biodiversidad en isla Lobos de Tierra, Región Lambayeque septiembre 2016. *Instituto del Mar del Perú*, 46(3), 444-461.
- Ramírez, R., Paredes, C. & Arenas, J. (2003). Moluscos del Perú. 51(3), 225-284.
- Roldan, G. (1999). Los Macroinvertebrados y su Valor como indicadores en la calidad del agua. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 23(88), 375-387.
- Tejada, C., Villasante, F., Luque, C., Tejada, C. & Espinoza, M. (2018). Riqueza y distribución vertical de los moluscos del litoral rocoso de la provincia de Islay, Arequipa, al sur del Perú. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*. 10 (1), 47-66.
- Uribe, R., Rubio, J., Carbajal, P. & Berrú, P. (2013). Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la Región Áncash, Perú. *Instituto del Mar del Perú*, 28(1-2), 136-293.
- Vásquez, J. (2004). Macrobiotas intermareal de playas Lobos y Media Luna, Puerto Eten, Lambayeque. Septiembre 2002 – agosto 2003. [Tesis de pregrado] Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Villamar, F. & Cruz, M. (2007). Macrofauna Bentónica en la zona Intermareal y submareal en la caleta Aelolian, Isla Baltra. *Acta Oceanográfica*, 14(1), 139-1.

### Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Piura por facilitarnos el laboratorio de Ecología para realizar la determinación de las especies.

### Contribución de los autores

JV: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.  
 MR: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

AQ: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

WA: conceptualización, Investigación, análisis formal y redacción.

RM: Redacción y Revisión.

**Conflictos de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.