

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Microplásticos en el tracto digestivo de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y *Rhamdia quelen* "bagre",  
del río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023**

Tesis para optar el título profesional de:  
**Bióloga, Especialidad: Microbiología**

Presentado por:  
**Bach. Digna Milagros Añaños Mendoza**

Asesor:  
**Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz**

**Ayacucho - Perú**

**2024**

*Dedico este trabajo a mis padres y a mi hermana Añaños  
Mendoza, Diana por su apoyo constante e incondicional.*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Alma Máter, la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga por haberme acogido y brindado la oportunidad de formarme como profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, a la Escuela de Formación Profesional de Biología, a la especialidad de Microbiología y al laboratorio de Biodiversidad y sistema de información geográfica (BIOSIG)

Al Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz; por haber aceptado el asesoramiento, guiarme y apoyarme en la ejecución del presente trabajo

A la MCs. Carolina Rayme Chalco y al Mtro. Rebelino Acuña Martínez por haberme ayudado con sus conocimientos para la elaboración de este trabajo.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas por brindarme sus conocimientos día a día en esta formación profesional.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
INDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Aspectos teóricos	4
2.2.1. Plásticos	4
2.2.2. Microplásticos	6
2.2.3. Taxonomía de <i>Creagrutus yanatili</i> "sardinilla"	10
2.2.4. Taxonomía de <i>Rhamdia quelen</i> "Bagre"	11
2.3. Marco conceptual	12
2.3.1. Plástico	12
2.3.2. Macroplástico	12
2.3.4. Nanoplástico	13
2.3.5. Nectónico	13
2.3.6. Bentónico	13
2.4. Marco legal	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Ubicación de la zona de estudio	15
3.2. Población	16
3.3. Muestra	16
3.4. Procedimientos y análisis de datos	16
3.4.1. Obtención de la muestra	16
3.4.2. Identificación de los especímenes	17
3.4.3. Extracción del tracto digestivo	18
3.4.4. Digestión del tracto digestivo	18
3.4.5. Caracterización y cuantificación de microplásticos	19
3.5. Análisis estadístico	20

IV.	RESULTADOS	21
V.	DISCUSIÓN	34
VI.	CONCLUSIONES	40
VII.	RECOMENDACIONES	41
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	ANEXO	47

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de plásticos más frecuente.	5
Tabla 2. Características biométricas (promedio, máximo, mínimo y desviación estándar) de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	22
Tabla 3. Características morfológicas del microplásticos hallados en el tracto digestivo de las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023	32
Tabla 4. Número promedio, máximo y mínimo de microplásticos según su color en las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructuras químicas de los polímeros presente en microplásticos	7
Figura 2. Principales estructuras morfológicas de los microplásticos	8
Figura 3. Mapa de ubicación del rio Huarpa	15
Figura 4. Proporción de las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el rio Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023; con presencia de microplásticos en el tracto digestivo.	23
Figura 5. Proporción de las 30 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> capturados en el rio Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023; con presencia de microplásticos en el tracto digestivo.	24
Figura 6. Proporción de las 30 muestras de <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el rio Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023; con presencia de microplásticos en el tracto digestivo.	25
Figura 7. Frecuencia de la presencia de microplásticos de las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	26
Figura 8. Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	27
Figura 9. Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 30 muestras de <i>Creagrutus yanatili</i> según el peso	28
Figura 10. Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 30 muestras de <i>Creagrutus yanatili</i> según la longitud total (cm)	29
Figura 11. Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 30 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> según el peso (g).	30
Figura 12. Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 30 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> según la longitud total (cm).	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Prueba de normalidad para las características morfológicas de las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> y las características físicas de los microplásticos en el tracto digestivo	48
Anexo 2. Diagrama de caja y bigotes de peso para las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	49
Anexo 3. Diagrama de caja y bigotes de longitud total para las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	50
Anexo 4. Proporción de las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> con presencia de microplásticos en el tracto digestivo capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	51
Anexo 5. Porcentaje de microplásticos para las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	52
Anexo 6. Porcentaje de microplásticos para las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> y prueba de chi cuadrado	53
Anexo 7. Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) para las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	54
Anexo 8. Resultado de la prueba de Mann-Whitney para comparar el número de microplásticos según el peso y longitud total de las 30 muestras de <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	55
Anexo 9. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comprar el número de microplásticos según el peso y longitud total de las 30 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	56
Anexo 10. Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comprar el número de microplásticos por color según el color en las especies de las 60 muestras de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i> capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.	57
Anexo 11. Evidencias fotográficas de la metodología	58



Anexo 12. Registro fotográfico de microplásticos hallados en el tracto digestivo de <i>Rhamdia quelen</i> y <i>Creagrutus yanatili</i>	63
Anexo 13. Ficha de las medidas y peso tomados de <i>Rhamdia quelen</i>	64
Anexo 14. Ficha de las medidas y peso tomados de <i>Creagrutus yanatili</i>	65
Anexo 15. Ficha de identificación taxonómica de <i>Rhamdia quelen</i> descrita por Maldonado et al. (2005).	66
Anexo 16. Ficha de identificación taxonómica de las especies realizada por la Universidad nacional Mayor de San Marcos.	67
Anexo 17. Matriz de consistencia	68

## RESUMEN

El grado de contaminación por microplásticos en los ecosistemas acuáticos está en aumento, asimismo es poco estudiado en nuestro país y región. Puede llegar a afectar a los organismos que habitan en el agua, como peces, macroinvertebrados, entre otros. La presencia de microplásticos afecta la cadena alimenticia y también llega a causar alteraciones genéticas, obstrucciones, intoxicaciones, entre otros. La investigación tuvo como objetivo evaluar las características de los microplásticos (cantidad y forma) en el tracto digestivo de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" (hábito neotónico) y *Rhamdia quelen* "bagre" (hábito bentónico), obtenido de pescadores que habitan en las cercanías del río Huarpa, en la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho. Se analizaron 60 peces, donde 30 fueron de *Creagrutus yanatili* y 30 de *Rhamdia quelen*, capturados durante los meses de julio a setiembre de 2023, en el río Huarpa por pescadores que posteriormente lo expenden en el mercado de la ciudad de Huanta. De los microplásticos, se describió el morfotipo, el tamaño (1 mm a 5 mm) y el color de los microplásticos; así como su relación con el tamaño y el peso de los especímenes colectados. Se halló que el 0.75 de los peces examinados presentaron al menos un microplástico; para el caso de *Rhamdia quelen*, en el 0.83 y para *Creagrutus yanatili* un 0.70, lo que fue estadísticamente similares ( $p > 0.05$ ), por lo que hay evidencia de que su alimento está contaminado o son activamente ingeridos. Con respecto a la forma, el 100% de lo registrado correspondió a fibra, con colores blanco/transparente, azul, negro, rojo y verde, además de que no existe preferencia por un color en particular. El tamaño y el peso de los especímenes capturados no se hallan asociados a la cantidad, la forma y el color de los microplásticos hallados en su tracto digestivo ( $p > 0.05$ ). La investigación demuestra por primera vez la presencia de microplástico en especies de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili*, que son nativas de la zona sierra de nuestro país.

**Palabras clave:** Microplásticos, tracto digestivo, *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y *Rhamdia quelen* "bagre".

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el planeta se observa un gran problema sobre la contaminación ambiental que implica el suelo, el aire y el agua. Siendo el plástico el contaminante de mayor prevalencia en los ambientes terrestres y acuáticos, generando un problema en las especies acuáticas y también para el mismo humano. Estos plásticos se irán degradando y formando microplásticos. Los microplásticos pueden ser ingeridos de dos maneras; directa e indirecta (Acosta et al., 2022). El consumo de microplástico puede ocasionar daños graves en las especies acuáticas como mencionan Auta et al. (2017), quienes afirman que las consecuencias de la ingesta del microplástico sirven como vehículos para el transporte de patógenos, absorber, acumular contaminantes tóxicos, causar cáncer, la respuesta inmune disminuida y la malformación en animales y humanos. En la actualidad se realizan investigaciones acerca de la problemática que puede llegar a causar la presencia del microplástico en el ser humano y las especies acuáticas, en una investigación realizada por Zhang et al. (2021) donde analizaron muestras de heces de jóvenes dieron como resultado la presencia de microplástico y Barceló et al. (2023), mencionan que el alimento contaminado con microplástico pasa a través del moco intestinal, llegando a ingresar al sistema circulatorio y luego depositarse en órganos como el intestino, hígado y riñón. Este estudio se realizó para determinar la presencia de microplásticos en el tracto digestivo de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y *Rhamdia quelen* "bagre" mediante el análisis de las muestras colectadas del río Huarpa, ya que la presencia de microplásticos en los ríos ha llegado a captar la atención de los investigadores en el mundo, sin embargo las características de los microplásticos entre los principales afluentes de los ríos y los factores ambientales que influyen en estas características siguen siendo incierto y sobre todo en las especies acuáticas de los ríos; sobre todo en nuestro departamento, debido a que no se tiene información

referente a este tema de investigación para la región de Ayacucho, siendo necesario conocer su presencia en dos especies acuáticas, en base al cual se podría diseñar estrategias que permitan minimizar el uso de los plásticos. Frente al problema se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar las características de los microplásticos (cantidad y forma) en el tracto digestivo de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" (hábito nectónico) y *Rhamdia quelen* "bagre" (hábito bentónico), del río Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023 durante los meses de junio a agosto de 2023.

### **Objetivos específicos**

1. Estimar la proporción de ingesta de microplásticos para *Creagrutus yanatili* "sardinilla" (hábito nectónico) y *Rhamdia quelen* "bagre" (hábito bentónico).
2. Estimar la cantidad de microplásticos presentes en el tracto digestivo según la longitud total, el peso y la forma de vida (nectónico y bentónico) de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y *Rhamdia quelen* "bagre".
3. Estimar la morfología de microplásticos presentes en el tracto digestivo según la longitud total, el peso y la forma de vida (nectónico y bentónico) de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y *Rhamdia quelen* "bagre".

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Mendoza, et al. (2020), ejecutaron una investigación de tipo no experimental donde evaluaron la presencia de microplásticos en peces pelágicos del emporio “Playita Mía”, trabajaron con tres especies y tomaron como muestra 120 individuos. Realizaron la cuantificación y la caracterización del microplástico (color, morfotipo y tamaño); en este trabajo se encontró 760 piezas de microplástico.

Astorga (2020), evaluó la presencia de microplástico en el tracto digestivo de 56 individuos en siete especies de peces demersales y una especie de crustáceo bentónico. Para digerir la materia orgánica empleó KOH al 10 % y mediante la técnica de histología con parafina evaluó el tejido muscular de los individuos. Finalmente, evidencio la presencia de un total de 90 piezas de microplástico en los peces y un total de 58 piezas extraída de los crustáceos, con el método de histología se contempló el caso de microplásticos inmersos en el tejido muscular de las especies estudiadas por lo que el investigador recomienda esta técnica para nano plásticos.

Ortíz et al. (2021), realizaron una investigación acerca de la ingesta de microplástico en peces y la relación del hábito alimenticio y hábitat; en esta investigación evaluaron 624 individuos de 16 especies de peces. Para descomponer el tracto digestivo utilizaron KOH al 20 % y observaron los microplásticos en el estereoscopio, donde hallaron 644 microplásticos en el 47 % de los individuos de 15 especies; los tipos de microplásticos encontrados fueron de fibras, fragmentos y láminas.

Escobar et al. (2019), desarrollaron un estudio de revisión bibliográfica sobre la exposición de una diversidad de peces a diferentes concentraciones y tipos de residuos plásticos, ya sea por ingesta directa o indirecta. Hallaron tipos y

afecciones que pueden causar los microplásticos en los peces e incluyeron comparaciones de las experimentaciones realizadas en algunos estudios, los autores concluyen que los microplásticos son fácilmente asimilables por los peces. Iannacone et al. (2021), elaboraron una investigación sobre la presencia de microplásticos en cinco variedades de peces de importancia económica del Perú. La técnica utilizada para determinar la presencia de microplástico consistió en agregar KOH al 10 % para digerir el material orgánico del contenido estomacal y branquial de cada pez, se utilizó la técnica de filtración. Los microplásticos hallados se clasificaron según color y forma. Los colores predominantes del microplástico fue el azul, negro y blanco y el tipo de microplástico fue fibra, fragmento y film.

Ureta (2022), realizó un estudio de tesis sobre la determinación de nanoplasticos y microplásticos en contenido estomacal de peces amazónicos de consumo humano, reportó que en los 27 individuos utilizados contenían nanoplastico con forma de micropelículas. Asimismo, 13 individuos presentaron microfibras, se encontró que en 15 especies el color rojo y amarillo predominó en 5 especies.

Melgarejo (2022), evaluó la presencia de microplástico en agua, sedimento de río, peces y camarones de una cuenca baja del río Lacramarca; donde halló la presencia de microplástico con formas de filamentos, fragmentos y microesferas y los colores predominantes fueron azul, naranja, rojo, negro y transparente.

## **2.2. Aspectos teóricos**

### **2.2.1. Plásticos**

El origen del plástico comienza con la modificación química de materiales naturales como el caucho (Sánchez, 2021), posteriormente su introducción se dio a base del material Parkesina inventada por Alexander Parkes en 1855, que se basó en la química de la celulosa, pero el avance fundamental fue considerado al químico Leo Baekeland quien creó la baquelita la primera sustancia plástica sintética (Sánchez, 2021), esto condujo a la producción y consumo de todo tipo de plástico hasta la actualidad.

El término plástico proviene del griego: “plastikos” que significa moldear o dar forma. Debido a la composición que presenta; es un material que puede dar origen a varios productos como placas, fibras, botellas, entre otros; estos son muy persistentes y se dispersan fácilmente en los océanos del mundo, poniendo en riesgo el hábitat de las especies marinas y terrestres. Existen trillones de fragmentos de plásticos flotando en los océanos, los cuales corresponden entre el

60% y el 80% de la totalidad de basura presentes en el mar, siendo un riesgo para la vida de los seres marítimos y su cadena alimenticia (Aimone, 2018).

Según Greenpeace (2018) existen diferentes productos de plástico que generan contaminación de forma directa o indirectamente, ya sea por su generación o su degradación en el medio ambiente como es el caso de la producción de plásticos y su uso como parte de los productos comerciales.

- **Tipos de plásticos**

En los últimos años la producción de plásticos se ha incrementado a nivel mundial, siendo las principales fuentes de contaminación el sector de comercio, construcción y la fábrica de productos a base de plástico, debido a esto existen plásticos industriales y domésticos (Manrique, 2019) Estos plásticos se encuentran mayormente en el medio ambiente como botellas plásticas, tapas de botellas plásticas, colillas de cigarrillos, envoltorios de comida, bolsas plásticas, pajillas, recipientes de espumas para llevar, entre otros productos plásticos.

En la **Tabla 1**, se puede observar los principales tipos de plástico como el cloruro de polivinilo (PVC) seguidamente del polietileno (PE), polietileno tereftalato (PET), poli-propileno (PP), poliestireno (PS). Algunos polímeros que al ser mezclados generan plásticos secundarios (Manrique, 2019).

**Tabla 1.** Tipos de plásticos más frecuentes

<b>Tipo de plástico</b>	<b>Productos y origen típico</b>
Cloruro de vinilo (PVC)	Perfiles para marcos, ventanas y puertas, caños, mangueras, tuberías para redes de saneamiento, canalizaciones de cables, papel vinílico, bolsas para sangre, etc.
Polietileno de baja densidad	Bolsas de plástico, anillos de seis paquetes, botellas, redes, pajitas
Polietileno de alta densidad	Jarras de leche y jugo
Polipropileno	Cuerda, tapas de botellas, redes
Poliestireno	Utensilios de plástico, envases de alimentos
Poliestireno espumado	Flotadores, cajas de cebo, vasos de espuma
Nylon	Mallas y trampas
Poliéster	
Termoplástico	Botellas de bebidas de plástico

Fuente: Manrique (2019)

La emisión de plásticos en el Perú presenta una tasa de 0,61 kg·hab<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> (Manrique, 2019); por lo tanto, para regular la cantidad de plásticos desechados se impartió el 20 de diciembre de 2018 la ley N°30884 que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartable. Se estableció prohibiciones progresivas al consumo del plástico de un solo uso, plásticos no reutilizables y los envases de tecnopor, con el objetivo de reducir el impacto adverso a la salud

humana y al medio ambiente que generan estos insumos (Díaz et al., 2020)

### **2.2.2. Microplásticos**

Se considera como microplástico partículas de plástico no mayores a 5mm, las cuales resultan de la degradación de los desechos de macroplásticos, también se encuentra una subdivisión del microplástico pequeño de 1  $\mu\text{m}$  a 1 mm y microplástico grande de 1 mm a 5 mm (Campoy & Beiras, 2019). Estos macroplásticos degradados pueden hallarse en sedimentos sublitorales que se ha ido acumulando en el medio marino durante años (Christoph et al., 2016).

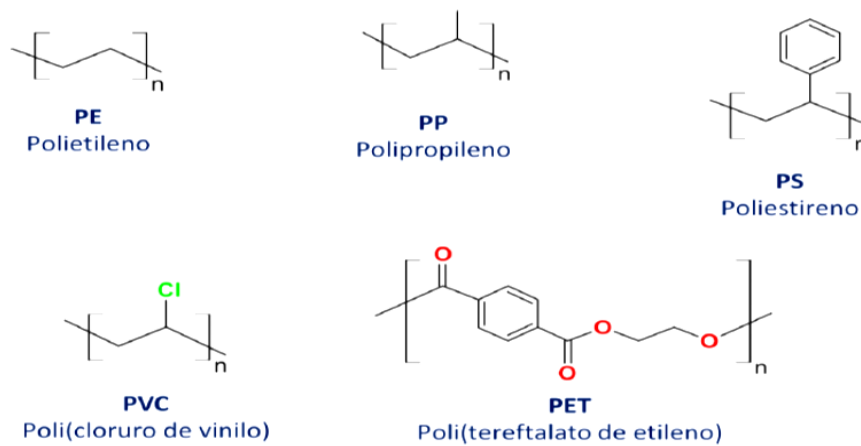
- **Identificación de microplásticos**

Los restos de plástico se clasifican de acuerdo al tamaño y estas pueden variar por pocos milímetros. Los nanoplástico presentan un tamaño  $< 1\mu\text{m}$ , los microplásticos tienen un rango de tamaño de  $< 5\text{ mm}$  del mismo modo, dentro de esta clasificación se incluyen partículas plásticas mayores, como los mesoplásticos o los macroplásticos (Sánchez, 2021). Los microplásticos se clasifican según sus características morfológicas por el tamaño, forma y color; el tamaño de los microplásticos imparte el nivel de organismos a los que puede afectar. Otra clasificación se da de acuerdo a su origen en primarios y secundarios; los microplásticos primarios son los producidos intencionalmente, se encuentran en productos como cosméticos y productos del cuidado personal como jabones, exfoliantes faciales, lociones y pasta dental. Los microplásticos secundarios derivan del resultado de la fragmentación de los macroplásticos liberados en el ambiente como por ejemplo los baldes de pinturas, los neumáticos, redes de pesca y entre otros derivados del plástico (Valencia, 2022).

- **Composición química del microplástico**

Los microplásticos están compuesto por polímeros. Los polímeros comúnmente encontrados son el polietileno y el polipropileno. Son sensibles a la degradación de ácidos, bases o incluso enzimas microbianas. Algunos polímeros que contienen solo átomos de carbono e hidrógeno sin enlaces dobles; presentan una estabilidad elevada (Valencia, 2022).





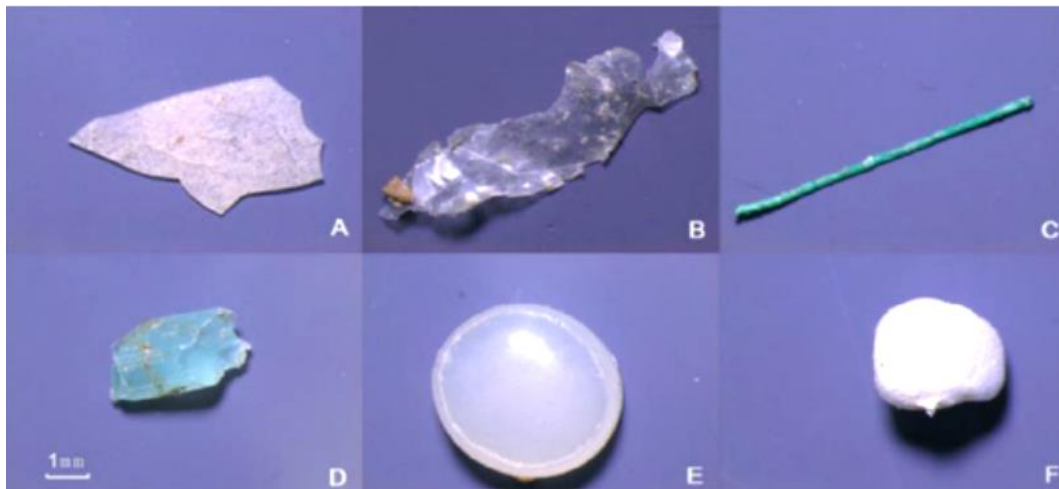
**Figura 1.** Estructuras químicas de los polímeros presente en microplásticos (Manrique, 2022)

Los microplásticos también están compuestos por aditivos como estabilizadores térmicos, agentes antibloqueo, plastificantes, retardantes de llamas, antioxidantes, biosidas y agentes antiestáticos; esto viene a ser asimilado por las especies marinas que vienen a formar un riesgo para su salud y la salud del consumidor. El polietileno es una molécula compuesta únicamente de átomos de carbono e hidrógeno, se caracteriza por tener propiedades químicas y mecánicas sobresalientes, con resistencia al impacto, su lubricidad y abrasión, y por ser químicamente inerte (Cardona et al., 2010). El polipropileno es un polímero que se emplea en la producción de envases descartables de alimentos como bandejas, bolsas, envoltorios y entre otros. El poliestireno (EPS) es un elemento líquido incoloro de material inerte no biodegradable, no se desintegra, no desaparece en el medio ambiente; se elabora a base de petróleo y no contiene Clorofluorocarburos (CFC), estos EPS no pueden contaminar el suelo, el agua o el aire químicamente (Martínez & Laines, 2013). Es difícil desechar tal material, debido a esto se utiliza técnicas químicas y térmicas. Las técnicas químicas implican el uso de disolventes peligrosos (Poletto et al., 2011) debido a esto el proceso más empleado incluye la contracción de aire caliente, comprensión por calor de fricción. López et al. (2019), menciona en su investigación que los métodos más utilizados para desechar el EPS son las técnicas de trituración manual, uso de solventes verdes como d-limoneno y p-cimeno, métodos de aglutinamiento y generación de energía.

- **Morfología del microplástico**

Se clasifica en cinco categorías principales: pellets tiene forma cilíndrica u ovoide

vienen hacer un microplástico primario que son útiles para generar otro de mayor tamaño; estos son incorporados al ambiente por la industria del cosmético (Valencia, 2022). Los microbeads son microperlas que se encuentran en productos de cuidado personal vienen hacer microplásticos primarios. Los fragmentos tienen bordes irregulares; las fibras provienen de tejidos sintéticos como el poliéster (PET), nailon o polipropileno (PP) su presencia se debe a la liberación de fibras sintéticas como las prendas de lavado, degradación de las colillas de cigarro que liberaran fibras de acetato de celulosa o también se debe a la fragmentación de redes de pesca. Los films son trozos de bolsas de un solo uso y las espumas provienen de los envases de protección (Sánchez, 2021). Estas características morfológicas se formaran debido a la fragmentación de los macrolásticos causado por la fotólisis, termo oxidación, termodegradación y la biodegradación (Valencia, 2022)



**Figura 2.** Principales tipos morfológicos de microplásticos

a. Lámina; b. Film; c. Fibra/hilo; d. Fragmento; e. Pellet/granza; f. Espuma. (Sánchez, 2021).

- **El microplástico y los efectos sobre los seres humanos y el ecosistema acuático**

La contaminación del ecosistema acuático y el medio ambiente por los microplásticos es de origen humano, debido a eso los humanos deberían conocer el impacto que los microplásticos causan tanto en el medio acuático y terrestre. Anderson et al. (2016) menciona que estos microplásticos tienen una elevada toxicidad que causa estrés por ingestión, fuga y adherencia de compuestos químicos, por ejemplo; los hidrocarburos aromáticos policíclicos son agentes endocrinógenos o carcinógenos. Las principales vías de entrada de los

microplásticos al cuerpo humano son la ingestión, la inhalación y el contacto dérmico (Barceló et al., 2023). Un ejemplo de vía de entrada por ingestión fue desarrollado por Delgado (2019) donde analizó la presencia de microplásticos en bebidas y alimentos, calculando un consumo máximo por persona y año donde se vio que el consumo de microplástico en la sal marina se encuentra presente entre 37 a 1000 partículas, 4000 en agua de grifo y 11000 en algunos mariscos. Menciona que el alto nivel de microplásticos presentes en los mariscos es debido a la alta contaminación de microplásticos causada por el proceso de lavado de textiles sintéticos que vienen hacer una fuente primaria de contaminación en el ecosistema acuático. Estos afectan a la ictiofauna causando obstrucciones intestinales, menor crecimiento y rendimiento reproductivo.

La presencia de microplástico puede llegar a abordar más allá de lo imaginable como es el caso demostrado en una publicación realizada por Ragusa et al. (2021) que demostraron la presencia de microplástico en la placenta humana donde se evidenció 12 fragmentos de microplástico de forma esférica en cuatro placentas, de las cuales se identificó al polipropileno (PP) también Schwabl et al. (2019) encontraron microplástico en heces humanas donde se halló 9 tipos de plástico, siendo el polipropileno (PP) y el tereftalato de polietileno (PET) los más abundantes. Así se aprecia el grado de asimilación y el efecto que causa la perturbación del microplástico en la cadena trófica. También se puede mencionar que estos microplásticos pueden llegar a ser inhalados y llegar a los pulmones causando complicaciones respiratorias. Otro vía de ingreso de estos microplásticos viene hacer a través de la piel que se asociaba con la inflamación local y la citotoxicidad (Gautam et al., 2022) Los microplásticos, que tienen un tamaño inferior a 150  $\mu\text{m}$ , pueden ingresar al interior de la epidermis por lesiones. Una vez dentro, estos microplásticos pueden ser absorbidos por las células fagocíticas, como las células dendríticas o los macrófagos. Este proceso de absorción ocurre mediante la endocitosis y pinocitosis (Barceló et al., 2023). La presencia de microplástico en la piel puede llegar a generar un estrés oxidativo (Gautam et al., 2022).

En un estudio realizado por Hou et al. (2021) Experimentaron con ratones machos para analizar el efecto que causa la presencia de microplástico en la fertilidad, encontrando así deformidades del cuello con dos colas, sin ganchos o hinchadas en las muestras de espermatozoides y el análisis morfológico del epitelio germinal dentro del testículo reveló daño celular, número reducido de espermátidas, células

desprendidas del epitelio germinal, picnosis (núcleo reducido) y rotura del núcleo. Aún se desconoce si la cantidad de microplástico presentes en los órganos humanos es suficiente para tener consecuencias perjudiciales para la salud (Sorci & Loiseau, 2022)

### 2.2.3. Taxonomía de *Creagrutus yanatili* “sardinilla”

- **Clasificación taxonómica**

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Characiformes

**Familia:** Characidae

**Género:** *Creagrutus*

**Especie:** *Creagrutus yanatili*

(Maldonado et al., 2005)

Esta especie vive en la sierra de nuestro país, principalmente a nivel de la cuenca media de los ríos, son de hábitos neotónicos. Presenta un tamaño alargado con mancha humeral, presenta típicamente 6 dientes en la fila primaria de dientes premaxilares, 2 o 3 dientes en el maxilar superior, 5 dientes en cada dentaria, 38 a 41 escamas en la línea lateral escamas, 4 filas de escamas entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral, 9 o 10 escamas predorsales, 2 escamas post anales anteriores al origen de la aleta anal, 16 radios de aleta anal ramificados (Román & Cala, 1997; Maldonado et al. 2005; Ministerio del Ambiente, 2019).

- **Hábito alimenticio**

Especie insectívora que principalmente consume larvas y adultos de insectos, principalmente larvas de Díptera (simuliidae) y ninfas de Ephemeroptera. También en su dieta incluye restos vegetales, hormigas, semillas e invertebrados terrestres. Esta especie según estudios pueden o no contener macroinvertebrados acuáticos (Gutiérrez et al., 2016).

- **Distribución geográfica**

Se encuentran distribuidos por la cuenca del río Amazonas en Perú, Brasil y Colombia, se pueden encontrar en afluentes y arroyos con corrientes de cabecera (Best et al., 2007; Gutierrez et al., 2016).

- **Tracto digestivo**

Presenta un estómago en forma de saco, redondo. Se localiza en la parte anterior de la cavidad celómica en medio de la masa visceral, mide un promedio de 6,56

cm y de ancho 3,79 mm, los ciegos pilóricos se encuentran al extremo anterior del estómago (Román, 1998; Best et al. 2007)

#### **2.2.4. Taxonomía de *Rhamdia quelen* "Bagre"**

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Siluriformes

**Familia:** Heptapteridae

**Género:** *Rhamdia*

**Especie:** *Rhamdia quelen*

(Maldonado et al., 2005)

morfológicamente se caracteriza por presentar una piel sin escamas, cabeza pequeña en relación a la longitud de su cuerpo, tiene una boca ancha con dientes diminutos con forma de sierra, presenta dos pares de bigotes sensitivos maxilares y cuatro mentonianas de diferente tamaño entre sí; presenta una cola homocercada bifurcada (Maldonado et al., 2005; Flores & Brown, 2010), Adicionalmente, su coloración puede variar desde un amarillo pálido hasta el gris, con el vientre siempre más claro. Los ejemplares adultos de las especies del género *Rhamdia* pueden alcanzar los 40 cm de largo y 5 Kg de peso ( Maldonado et al., 2005; Casás & López, 2017).

- **Hábito alimenticio**

La especie *Rhamdia quelen* viene hacer una especie con una alimentación flexible ya que se alimenta de peces, crustáceos, material vegetal, insectos y otros. Olaya et al. (2012) Menciona que la especie de *Rhamdia* tiene una frecuencia mayor de ingesta de peces pertenecientes a cuatro géneros como: Cachana (*Cynopotamus atratoensis*), Cocobolo (*Andinoacara pulcher*), Mayupa (*Sternopygus macrurus*), Sardina (*Astyanax sp*) y seguido de material vegetal como semillas y restos vegetales de igual manera la especie se alimenta de insectos conformado por Díptera, Coleóptera, Hemíptera, Odonata y menciona también que presenta un hábito nocturno.

- **Distribución geográfica**

Se distribuye en las cuencas del Atrato, Cauca, Magdalena, San Jorge, Sinú y Catatumbo, Orinoco y Amazonas (Hernández et al., 2009). Es una especie de hábitos bentónicos es muy común en riachuelos de poca corriente y lagunas con

vegetaciones de profundidades entre 2 y 3 m, esta especie se oculta en troncos y piedras (Flores & Brown, 2010)

- **Reproducción**

Comolli et al. (2016) menciona que el período reproductivo varía de acuerdo a la región geográfica en los trópicos donde se da en los meses de agosto a abril, la *Rhamdia* presenta un desove asincrónico, dimorfismo sexual. En el tiempo de reproducción la especie deja de alimentarse; para realizar el desove y poner 100 000 huevos, se ubican en aguas estancadas ricas en materia orgánica, esta especie no hace nidos para el desove ni presentan cuidados parentales. Los huevos puestos llegarán a eclosionar en 18 a 20 hrs a temperatura de 25 °C, las larvas son pequeñas y transparentes de 1 a 1,3 mm (Flores & Brown, 2010).

- **Tracto digestivo**

*Rhamdia* presenta un esófago de tubo corto y musculoso que comunica la cavidad faríngea con el estómago, este esófago presenta pliegues mucosos primarios, secundarios y terciarios con disposición longitudinal. La zona de la faríngea es más abundante en la porción subsiguientes, que permitirá una buena elongación para el paso de la comida. El estómago presenta una forma de J y se localiza posterior al hígado, es un saco muscular que se encuentra entre el esófago y el intestino. Presenta un intestino que viene hacer la parte más larga del tubo digestivo, se extiende desde la región pilórica del estómago hasta el ano. Presenta cuatro porciones: ascendente, descendente y extremo recto. La porción ascendente va desde el píloro hasta la primera curvatura, la porción descendente va desde esta hasta la segunda curvatura, la tercera porción pertenece a la circunvolución y la cuarta porción hasta el ano (Hernández et al., 2009).

### **2.3. Marco conceptual**

#### **2.3.1. Plástico**

Los plásticos vienen hacer materiales sintéticos que son obtenidos mediante las reacciones de polimerización a partir de derivados de petróleo (Segura et al., 2007).

#### **2.3.2. Macroplástico**

Plásticos mayores a 5 mm como juguetes, envases de alimentos, entre otros (Echegaray & Reyes, 2019)

#### **2.3.3. Microplásticos**

Son plásticos de 1 mm a 5 mm donde se incluyen partículas invisibles a la vista (Quirós et al., 2021). Estos se clasifican en primarios donde vienen a formarse en

las fábricas y secundarios viene hacer la fragmentación del plástico (Echegaray & Reyes, 2019; Castañeta et al., 2020).

#### **2.3.4. Nanoplástico**

Partículas de plástico menores a 1  $\mu\text{m}$ , considerados los más peligrosos debido a que pueden introducirse a los tejidos y órganos causando problemas en la salud (Echegaray & Reyes, 2019)

#### **2.3.5. Nectónico**

Es un grupo de organismos que viven en la columna de agua y que poseen movimiento autónomo, estos organismos tienen la capacidad de nadar y oponerse a las corrientes de agua (Lira, 2023).

#### **2.3.6. Bentónico**

Son todos aquellos individuos que viven, o están asociados al sustrato de los cuerpos de agua desarrollando sus actividades próximo al lecho, por lo general presentan un movimiento limitado (Mendoza & Mendoza, 2020).

#### **2.3.7. Proporción de ingesta**

Relación de una parte con el total al cual pertenece.

### **2.4. Marco legal**

#### **2.4.1. Ley N° 30884 - regula el plástico de un solo uso**

Para regular la cantidad de plásticos desechados en el Perú, el 20 de diciembre de 2018 se publicó la ley N° 30884, que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartable de poliestireno para alimentos y bebidas, con el objetivo de reducir el impacto adverso a la salud humana y al medio ambiente que generan estos insumos (Díaz et al., 2020)

- **Artículo 2. Reducción progresiva de bolsas de base polimérica:**

Los establecimientos que prestan servicios al consumidor, los contratistas o prestadores de servicios tienen un plazo de 36 meses desde la vigencia de la ley reemplazar de forma progresiva la entrega de bolsas no reutilizables por las reutilizables o que no generen contaminación por microplásticos o sustancias peligrosas, la opción que brindaron en esta ley es cobrar por cada bolsa que entreguen previamente explicando al consumidor (Congreso de la República, 2018)

- **Artículo 3. Prohibición del plástico de un solo uso y de recipientes o envases descartables**

Se menciona que a partir de los 120 días entrada en vigencia la ley se prohibió el uso, comercialización o compra de bolsas de base polimérica como sorbetes,

recipientes, envases entregados para bebidas y alimentos de consumo humano en áreas naturales protegidas, de patrimonio cultural, natural de la humanidad, museos, en las playas del litoral y Amazonía peruana también se prohíbe la entrega de envoltorios de base polimérica en publicidad impresa, diarios, revistas, etc. (Congreso de la República, 2018).

- **Artículo 4. Casos exceptuados de los alcances de la presente ley**

No están comprendidos en los alcances de la presente ley:

Las bolsas de base polimérica para contener alimentos o insumos húmedos elaborados o preelaborados, así como aquellas por razones de inocuidad o asepsia son utilizadas para contener los alimentos e insumos; también aquellas que son necesarios para uso por razones de limpieza, higiene o salud; también los sorbetes que sean utilizados debido a una necesidad médica, discapacidad y para adultos mayores (Congreso de la República, 2018).

#### **2.4.2. Ley N° 25977- Ley General de Pesca**

- **Artículo 3.** Se fomenta la participación de las personas jurídicas y naturales peruanas, permitiendo así a la contribución de la investigación, conservación, extracción, comercialización y procesamiento de los recursos pesqueros.
- **Artículo 20.** La extracción comercial se da en dos etapas; de mayor escala (la pesca es de mayor cantidad y se llevan a cabo con embarcaciones) y de menor escala (la pesca es manual, con embarcaciones pequeñas o sin necesidad de estas).



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación de la zona de estudio

##### 3.1.1. Ubicación política

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huanta

Distrito : Luricocha

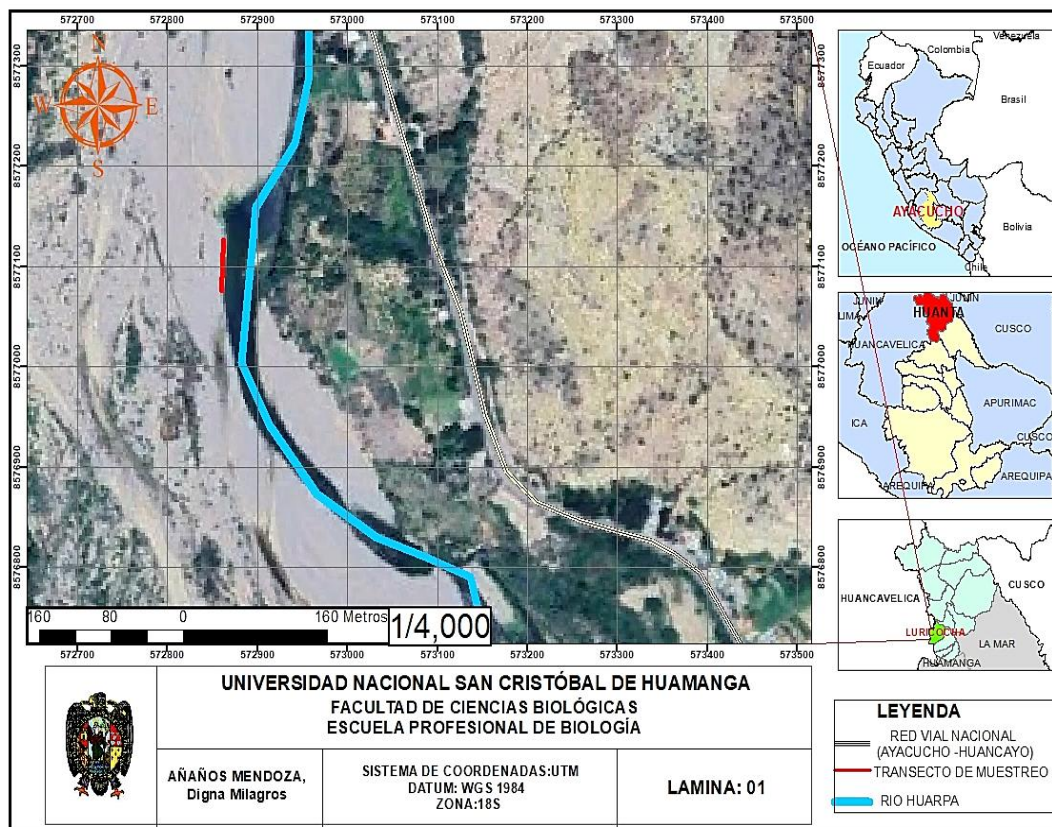


Figura 3. Mapa de ubicación del río Huarpa

### **3.1.2. Ubicación geográfica**

El punto de toma de muestra se realizó en las siguientes coordenadas geográficas UTM; Este a 572674.08 m y Norte a 8577679.81 m a una altitud de 2 210 msnm.

### **3.2. Población**

Peces de la especie de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y *Rhamdia quelen* "bagre" del río Huarpa en el año 2023.

### **3.3. Muestra**

60 unidades de peces distribuidos de la siguiente manera; 30 unidades de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y 30 unidades de *Rhamdia quelen* "bagre", se siguió la metodología referente a colectas para la obtención de microplástico en peces realizado por Markic et al. (2018).

### **3.4. Procedimientos y análisis de datos**

#### **3.4.1. Obtención de la muestra**

- a. La toma de muestra se realizó entre los meses de julio a setiembre de 2023.
- b. Los ejemplares fueron adquiridos de los pescadores que habitan en las zonas aledañas al río Huarpa, para el cual se acompañó a los pescadores en sus faenas de pesca.
- c. Los pescadores utilizaron una red de pesca denominada atarraya de 3,5 m de diámetro y una luz de malla de 0,5 pulgadas. Al momento de retirar la red de pesca se encontraron varios morfotipos que fueron dispuestos en un balde conteniendo agua para mantenerlos vivos y observarlos mejor.
- d. Dentro del conjunto de peces capturados, se seleccionaron dos morfotipos claramente diferentes tomando en cuenta la forma del cuerpo, la posición de la boca, la presencia de barbilones y escamas. Consideraciones que fueron tomados en cuenta en muestreos posteriores.
- e. La selección de los peces que conformaron la muestra fue aleatoria. El procedimiento seguido fue de la siguiente manera: A partir del recipiente conteniendo los peces capturados se seleccionó manualmente y de manera aleatoria a 10 especímenes por cada especie, este procedimiento se repitió en los 3 meses de muestreo.
- f. Los especímenes seleccionados fueron puestos a neveras móviles (hieleras) acompañadas de hielo picado para dar muerte por shock térmico y evitar la evacuación gástrica. Finalmente, se transportó al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG) antes de las cinco horas luego de la captura. Adicionalmente se rotuló e identificó las muestras de la siguiente

manera:

- Nombre común
- Fecha y hora de colecta

g. Con la finalidad de poder tener una información sobre las características morfológicas de los peces analizados se realizaron medidas de longitud y peso antes de ser evisceradas:

Para el peso total: se procedió a pesar a los individuos en una balanza granera con una capacidad máxima de 300 g y con una sensibilidad de 0,001 g.

Para la longitud: se realizaron las medidas morfológicas con una regla de metal complementada con un vernier. Para evitar la contaminación con microplásticos previamente fueron limpiadas con agua destilada. Se tomó las siguientes medidas:

- Longitud total (LT): desde el extremo del hocico hasta el extremo de la lámina de la aleta caudal.

Complementariamente, se registraron las siguientes medidas con la finalidad de identificar a los especímenes:

- Longitud estándar (LS): desde el extremo del hocico hasta el extremo distal del notocordio.
- Diámetro del ojo (DO): diámetro del ojo medido horizontalmente
- Longitud de la cabeza (LC): distancia de la punta del hocico hasta la porción ósea posterior del opérculo
- Altura del cuerpo (AC): distancia entre los extremos dorsal y ventral del cuerpo.

h. Después de tomar las medidas del peso y longitud las muestras fueron almacenadas en una temperatura no superior a 2 °C, hasta el día siguiente donde las muestras fueron procesadas.

Para todo este proceso se utilizó el protocolo de toma de muestras y envío al laboratorio de peces según M.A.R.M (2008).

#### **3.4.2. Identificación de los especímenes**

Para identificar los especímenes hasta género/familia se utilizó las claves taxonómicas descritas por Maldonado et al. (2005) para peces andinos. Para lograr la identificación se seleccionó especímenes con las mejores características morfológicas, los cuales fueron enviados al Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos conjuntamente con otros especímenes capturados en otros ríos para su respectivo

reconocimiento. Gracias al apoyo del Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, se logró costear el gasto de la identificación de los especímenes trabajados. Con respecto al género *Rhamdia*, al ser caracterizado como el único representante de la familia Heptapteridae, se envió muestras correspondientes a otros ríos con la finalidad de minimizar los costos de identificación. Los especímenes correspondientes al género *Creagrutus*, fue necesario su envío para su identificación, ya que es un grupo constituido por muchas especies similares, lo que dificulta la identificación. Las muestras enviadas que corresponde a los lugares de la colecta en la tesis, fueron codificadas como Q6 y Q7 (Anexo 14), de acuerdo a ello confirmó la identificación como *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatilli*.

#### **3.4.3. Extracción del tracto digestivo**

Los peces llevados al laboratorio fueron procesados en un tiempo no mayor a las 24 hrs de almacenamiento. Se siguió el protocolo establecido por Iannacone et al. (2021) y Mendoza & Mendoza (2020):

- a. Se inició con la limpieza del área de trabajo con etanol de 70 °.
- b. Se utilizó guantes de nitrilo, materiales de vidrio o metal para evitar la contaminación con microplástico.
- c. El agua utilizada para el lavado de las muestras se filtró con papel filtro.
- d. Para la extracción del tracto gastrointestinal, se realizó un corte desde el ano hasta el mentón, mediante la asistencia de una tijera quirúrgica. Se sujetó el ano y se retiró todo el tracto, hasta llegar al esófago en el cual se realizó un corte para extraerlo completamente con el debido cuidado de no romper otros órganos y exponer su contenido a la posible contaminación.

#### **3.4.4. Digestión del tracto digestivo**

- a. El tracto digestivo (esófago hasta el ano) de los peces se cortó transversalmente en secciones pequeñas y se vertió en tubos de vidrio de 30 ml rotulados.
- b. Para desintegrar la materia orgánica; se empleó 25 ml de Hidróxido de Potasio al 10% para los tractos gastrointestinales más pequeños y 20 ml para los más grandes, finalmente se llevó a la incubadora a una temperatura de 45 °C por 48 hrs. para facilitar la degradación de los tejidos (Iannacone et al., 2021).
- c. Posteriormente, el material digerido se filtró a través de un filtro de membrana de 0,45 µm de porosidad, para el cual se empleó un sistema de filtración al

vacío. Para evitar la acumulación del sobrenadante del material lipídico, los tubos de vidrio de 18 x 180 mm más el material digerido se colocó en agua caliente con la finalidad de disolver las grasas para facilitar el filtrado. Se almacenó los filtros de membrana en placas Petri de vidrio de 120 mm x 20 mm con su respectiva tapa, y secados a temperatura ambiente.

### **3.4.5. Caracterización y cuantificación de microplásticos**

Los filtros de membrana fueron observados con un estereoscopio para poder visualizar las partículas de plástico.

#### **Caracterización**

- a. Para diferenciar entre fibras sintéticas y orgánicas, se utilizó el método descrito por Kumar et al. (2018), el cual consistió en acercar una aguja caliente a las fibras observando si se estiran o se encogen al calor.
- b. Para la caracterización se utilizó la metodología propuesta por Mendoza et al. (2020) y el manual de identificación del microplástico (De Witte et al., 2014 y Hidalgo et al., 2012).
  - Color del microplásticos: amarillo, azul, blanco/transparente, negro, rojo, y verde (Ortiz, 2021).
  - Morfología de microplásticos: lámina (formas delgadas, irregulares y regulares), fibra (homogéneas y alargadas en longitud), fragmento (grosor y forma irregular), pellet (partícula de plástico duro y redondeado) y film (plástico endeble plano y delgado) (Iannacone et al., 2021)

Tamaño del microplástico: 1mm a 5 mm (Quirós et al., 2021)

#### **Cuantificación para determinar la proporción de ingesta y la cantidad de microplásticos**

- a. Se fotografió las observaciones de los microplásticos en el estereoscopio utilizando el programa ImageFocusAlpha instalada en una laptop.
- b. Las fotografías tomadas se llevaron a un formato de Word para facilitar el conteo de los microplásticos. Los datos obtenidos se trabajaron en un formato Excel.
- c. La proporción de Ingestión de microplásticos (IR) se realizó de acuerdo a la ecuación propuesta por Zhao et al., (2019) que trata sobre:

$$IR = \frac{FishMN}{FishN}$$

MPsN= el número de MPs.

FishN=el número total de peces.

FishMN= el número de peces que contienen MPs

### 3.5. Análisis estadístico

La información colectada de los peces y los microplásticos hallados en el tracto digestivo de los peces, fue registrada en una hoja de Excel, para luego ser exportada al software IBM SPSS 25 para su procesamiento. Se halló los estadísticos descriptivos de tendencia central (media y mediana), así como los de dispersión (desviación típica y varianza), los que fueron presentados en tablas y figuras.

Se realizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov (Anexo 1) para evaluar el tipo de distribución que presentaron los datos de las características morfológicas de las dos especies, así como las características físicas de los microplásticos en el tracto digestivo. Los resultados muestran que no presentaron distribución normal, por lo tanto, se utilizaron pruebas no paramétricas, como el Kruskal-Wallis y el Mann-Whitney, para realizar las comparaciones.

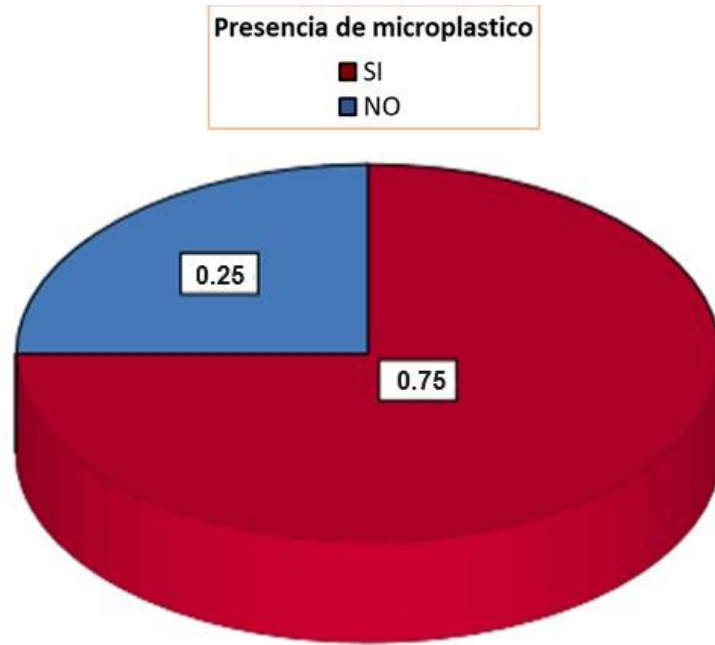
Para determinar las posibles diferencias de la cantidad de microplásticos ingeridos por *Creagrutus yanatili* "sardinilla" (hábito neotónico) y *Rhamdia quelen* "bagre" (hábito bentónico) se empleó la prueba de Kruskal-Wallis con un  $P \leq (0,05)$ ; de igual manera, se comparó por la forma y color. Adicionalmente, se empleó el análisis de Chi Cuadrado con la finalidad de determinar la posible asociación de la presencia de microplástico con una de las dos especies. En todos los análisis estadísticos inferenciales, se trabajó con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ).

## **IV. RESULTADOS**

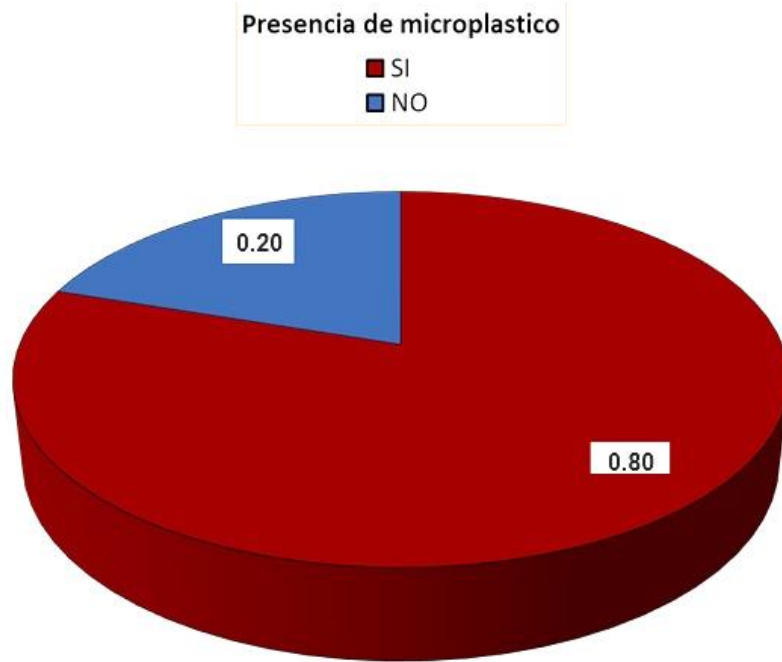
**Tabla 2.** Características biométricas (promedio, máximo, mínimo y desviación estándar) de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

Características morfológicas	Estadísticos descriptivos	Especie	
		<i>Rhamdia quelen</i>	<i>Creagrutus yanatili</i>
<b>Peso (g)</b>	Media	29,68	9,46
	Mínimo	14,92	5,81
	Máximo	60,07	16,18
	Desviación estándar	9,84	2,98
<b>Longitud total (cm)</b>	Media	14,55	8,94
	Mínimo	12,10	7,57
	Máximo	18,50	10,66
	Desviación estándar	1,48	0,91

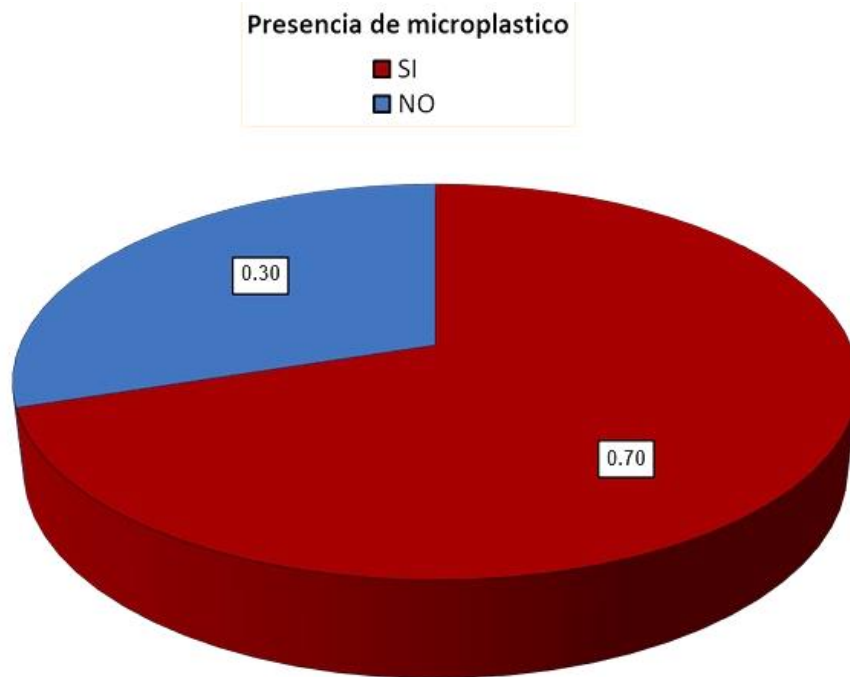




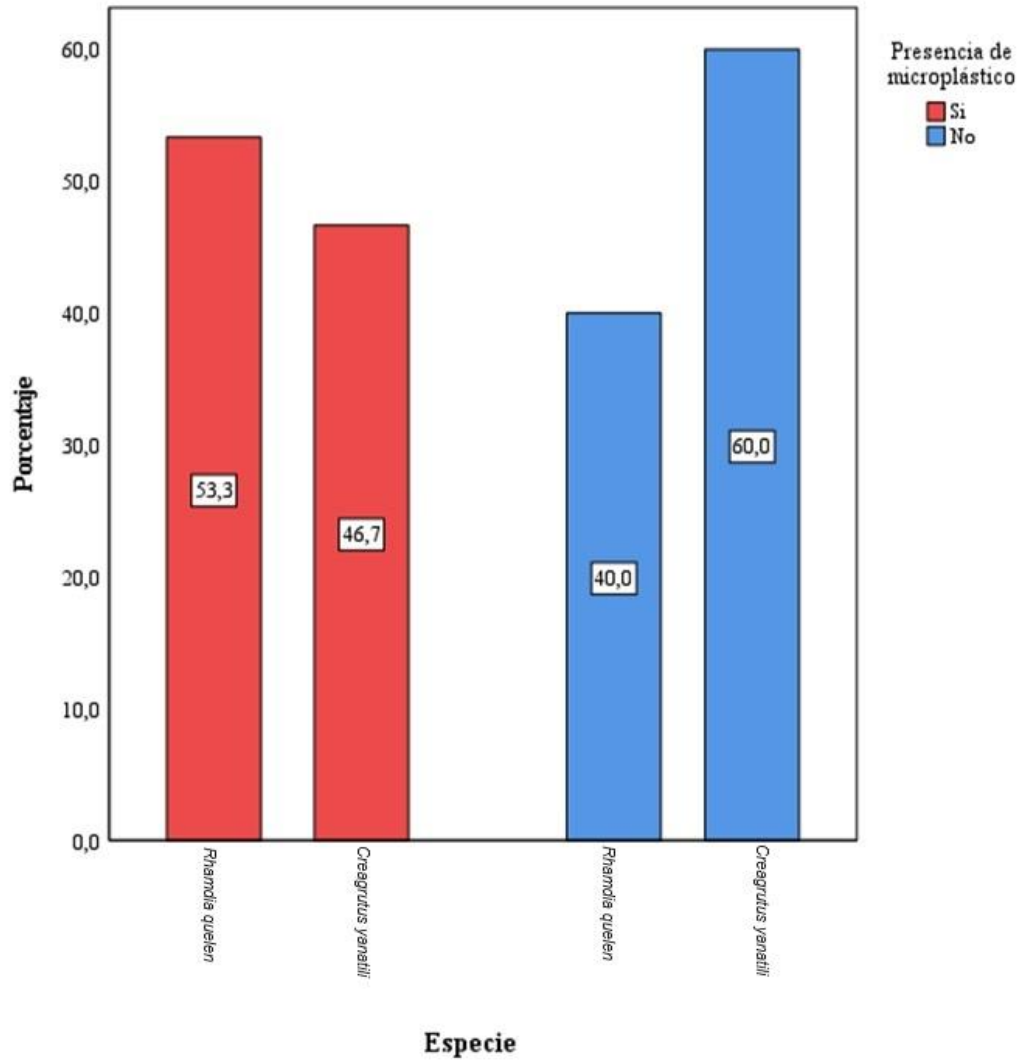
**Figura 4.** Proporción de las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023; con presencia de microplásticos en el tracto digestivo.



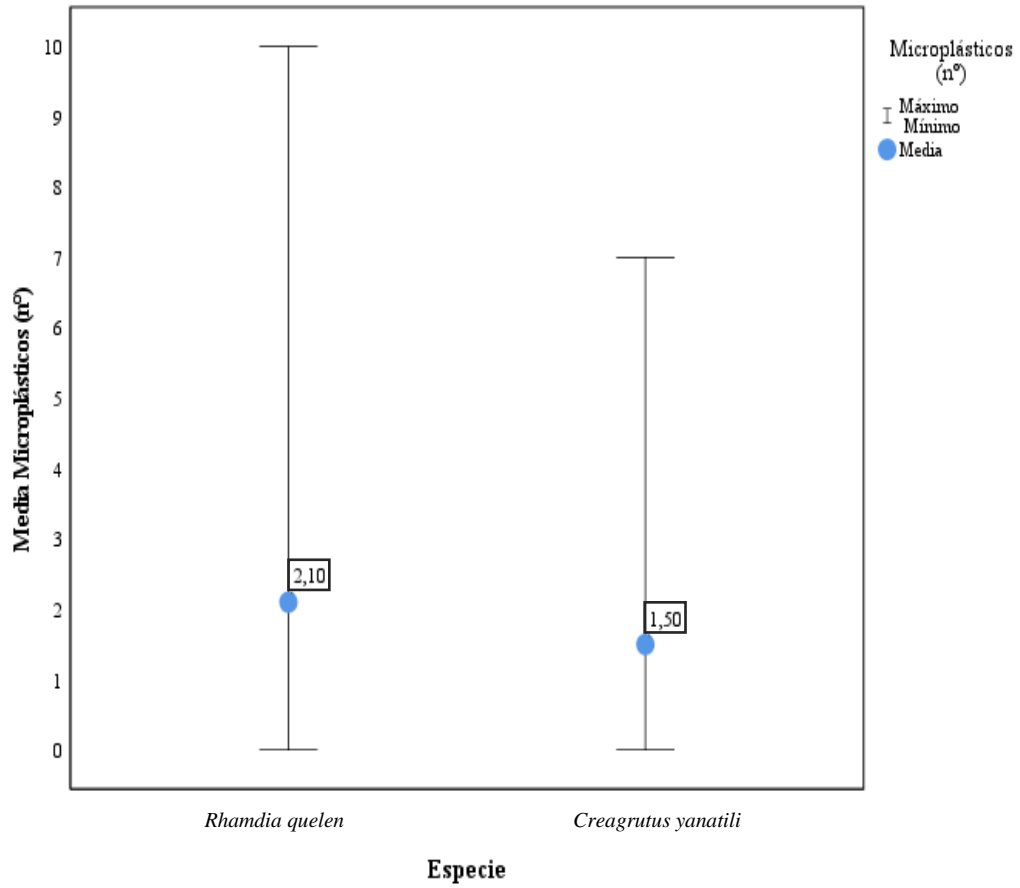
**Figura 5.** Proporción de las 30 muestras de *Rhamdia quelen* capturados en el rio Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023; con presencia de microplásticos en el tracto digestivo.



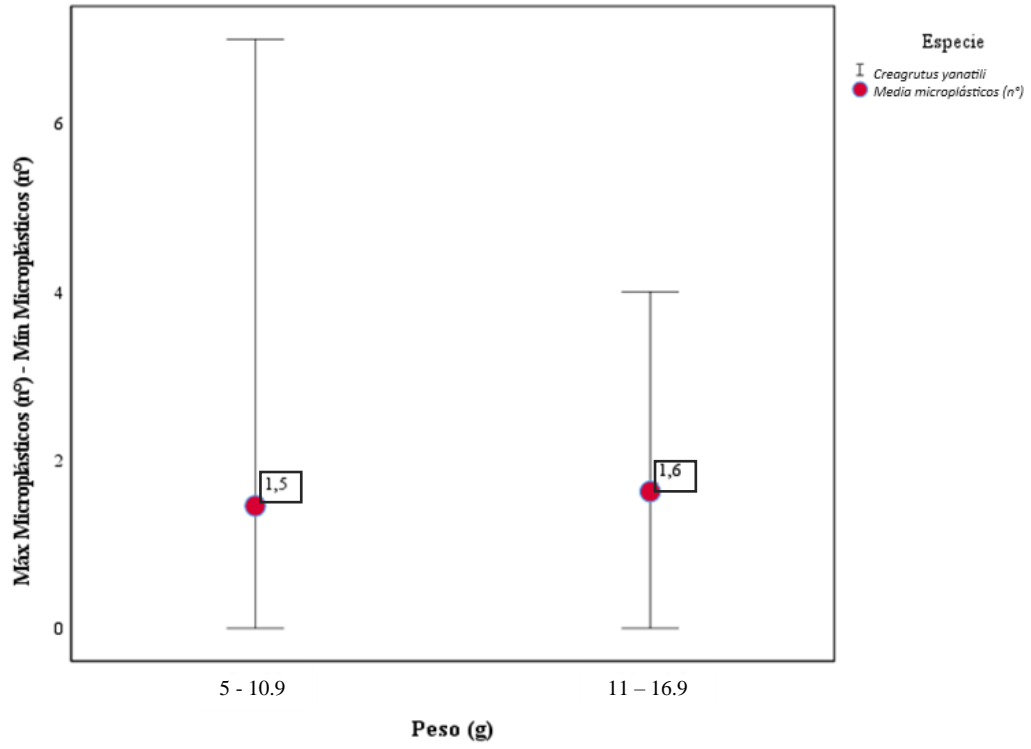
**Figura 6.** Proporción de las 30 muestras de *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023; con presencia de microplásticos en el tracto digestivo.



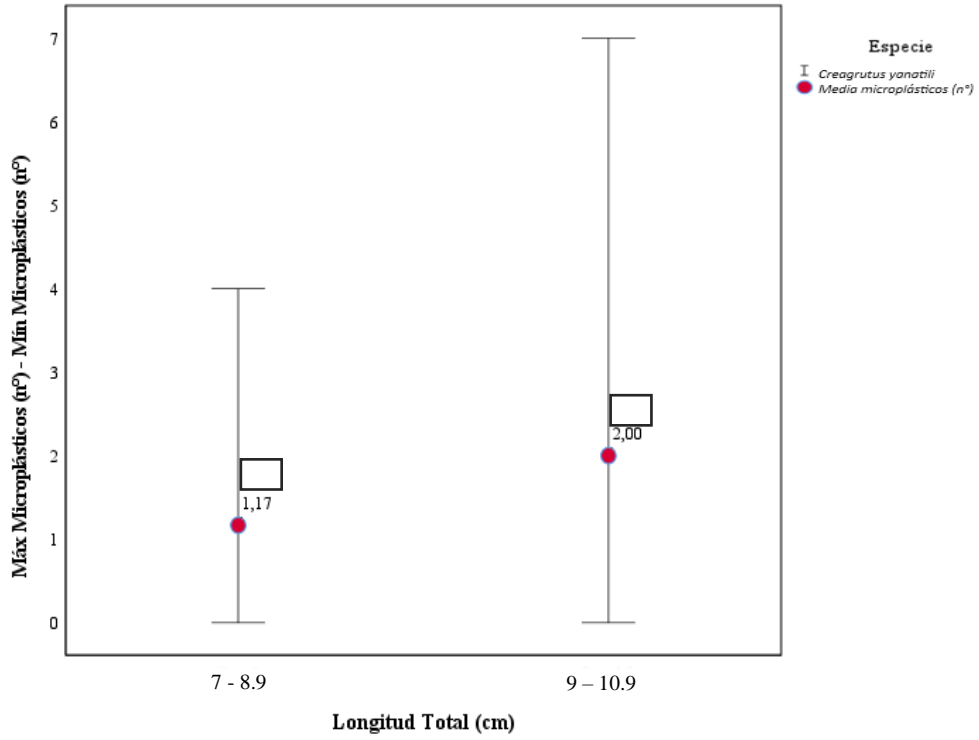
**Figura 7.** Frecuencia de la presencia de microplásticos de las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.



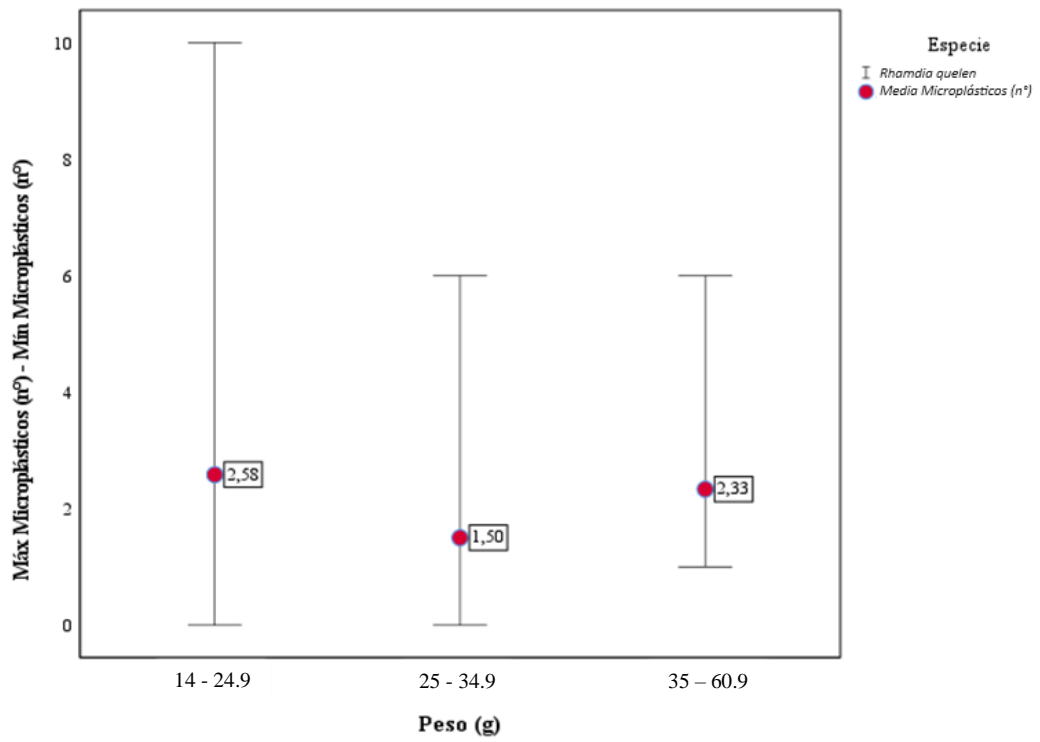
**Figura 8.** Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.



**Figura 9.** Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 30 muestras de *Creagrutus yanatili* según el peso

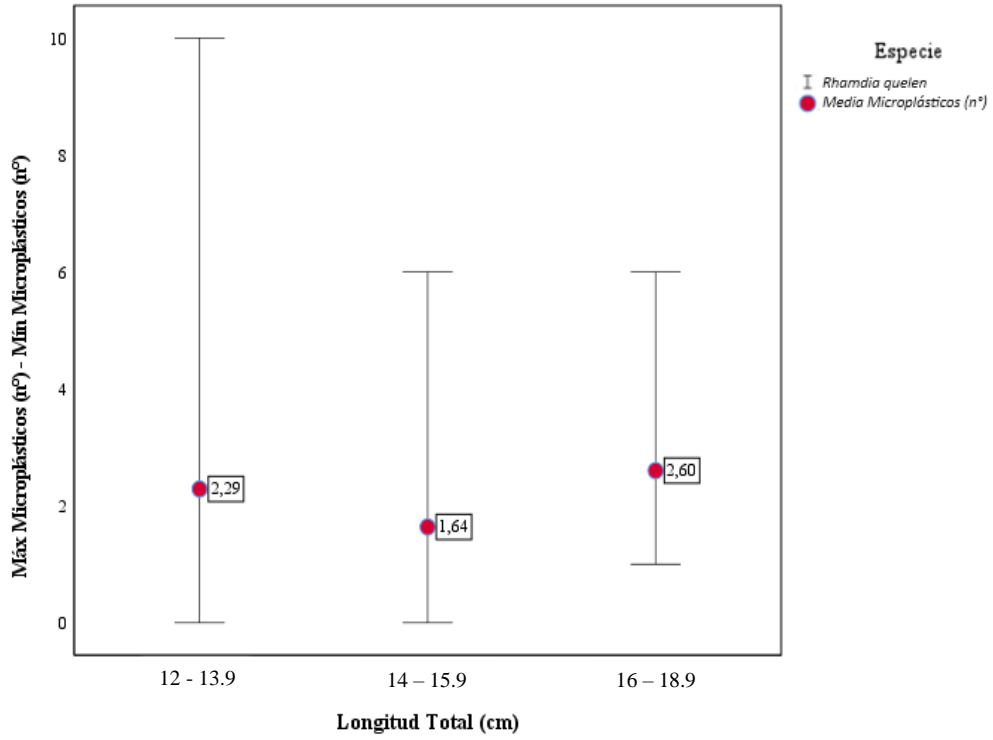


**Figura 10.** Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 30 muestras de *Creagrutus yanatili* según la longitud total (cm)



**Figura 11.** Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 30 muestras de *Rhamdia quelen* según el peso (g).





**Figura 12.** Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) de las 30 muestras de *Rhamdia quelen* según la longitud total (cm).

**Tabla 3.** Características morfológicas del microplásticos hallados en el tracto digestivo de las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

Especie	N° de muestra	Presencia		Forma de microplástico	Porcentaje
		Si	No		
<i>Creagrutus yanatili</i>	30	21	9	Fibra	100%
<i>Rhamdia quelen</i>	30	24	6	Fibra	100%

**Tabla 4.** Número promedio, máximo y mínimo de microplásticos según su color en las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

Color microplásticos (n°)	Especie					
	<i>Rhamdia quelen</i>			<i>Creagrutus yanatili</i>		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
<b>Blanco/transp. (n°)</b>	1,6	4,0	1,0	1,2	3,0	1,0
<b>Azul (n°)</b>	1,3	2,0	1,0	2,0	3,0	1,0
<b>Negro (n°)</b>	1,7	3,0	1,0	1,3	2,0	1,0
<b>Rojo (n°)</b>	2,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Verde (n°)</b>	1,0	1,0	1,0	1,3	2,0	1,0

## V. DISCUSIÓN

En la tabla 2, se presentan los resultados de las características morfológicas de las especies *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* que fueron analizadas en el estudio. Se incluyen los valores promedio, máximo, mínimo y desviación típica para cada una de las características. En cuanto al peso de *Rhamdia quelen*, se encontró que en promedio tienen 29,68 g, con un mínimo de 14,92 g y un máximo de 60,07 g; en cuanto a la longitud total, se obtuvo un promedio de 14,55 cm, con un mínimo de 12,10 cm y un máximo de 18,50 cm. En el caso de *Creagrutus yanatili*, presentaron en promedio un peso 9,46 g, con un mínimo de 5,81 g y un máximo de 2,98 g; para la longitud total, se registró un promedio de 8,94 cm, con un mínimo de 7,57 cm y un máximo de 10,66 cm. Complementariamente en los anexos 2 y 3 se muestra diagramas de cajas y bigotes que nos proporciona una representación visual de la distribución y variabilidad del peso y la longitud total de las dos especies.

Según Fernández et al. (2012) y Román (1998), los peces que pertenecen al género *Creagrutus* se caracterizan por tener una cabeza pequeña, mandíbula inferior incluida lateralmente, con aletas pectorales, aleta caudal bifurcada, ojos laterales y escamas cicloideas. Estos peces presentan un rango de tamaño que va desde un mínimo de 3 cm de longitud estándar en ambos sexos, hasta un máximo de 11,3 cm. Las características mencionadas por los autores coinciden con las características observadas en el *Creagrutus yanatili*. Esta especie en particular tienen como hábitat frecuente la columna agua (necton) de ríos donde hay un flujo constante de sustratos como arena, piedras y materiales orgánicos descompuestos o detritos (Gaspar et al., 2012).

También es importante mencionar que los peces de hábitos bentónicos como los integrantes del género *Rhamdia*, pueden desplazarse en la columna de agua adquiriendo la característica de nectónicos. Un ejemplo de estos peces son los

bagres, que presentan receptores en sus barbas que les permiten encontrar alimento en aguas turbias y en la oscuridad, siendo encontrados frecuentemente en huecos formados por rocas o en la vegetación acuática (Mendoza, 2020). En cuanto a su tamaño, pueden llegar a medir hasta 24 cm de longitud total en su estado de madurez sexual con un peso total que varía de 28 hasta 486 g, siendo los machos de mayor tamaño (Olaya et al., 2010).

La *Rhamdia quelen* presenta un tamaño mayor a *Creagrutus yanatili*, por las mismas características que lo hacen deseable en el consumo humano, por lo tanto, son los más comercializados en el mercado. Este aspecto mencionado, podría tener implicaciones en términos de pesca y consecuentemente afectar las poblaciones de esta especie (Olaya et al. 2010). Las características morfológicas como la longitud y el peso, son utilizados para comparar las condiciones de las poblaciones que habitan en sistemas acuáticos con distintos grados de intervención antrópica (Mendoza & Mendoza, 2020).

En la figura 4, se muestra la proporción en los 60 peces analizados cuya ingesta se encontró la presencia de microplásticos. Se observa que, en 45 de ellos (Anexo 4) (Anexo 5) se registró al menos una unidad de microplásticos en el tracto digestivo, lo que representa el 0.75 MP/ind. Al realizar el análisis de manera independiente por especie, se observa resultados semejantes, para *Rhamdia quelen* (Figura 5) se observa que el 0.80 MP/ind. (24 individuos) presentaron microplásticos; mientras que en *Creagrutus yanatili* (figura 6), la proporción fue de 0.70 MP/ind. (21 especímenes).

En la Figura 7, se muestra la frecuencia de la presencia de microplásticos en ambas especies de manera acumulada. Así del total de especímenes colectados con presencia de microplásticos, el 53,3% fue *Rhamdia quelen*, mientras que *Creagrutus yanatili* representa el 46,7%. Al realizar la prueba de Chi cuadrado (Anexo 6) se observa que la presencia de microplásticos no se halla asociado significativamente ( $p > 0.05$ ) a ninguna de las especies estudiadas, por lo que la frecuencia de especímenes con microplásticos es semejante en ambas especies. En la figura 8, se observa el número de microplásticos promedio, así como el máximo y mínimo en *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili*. La media en *Rhamdia quelen* fue de 2,10 microplásticos/individuo y el máximo de 10; para el caso de *Creagrutus yanatili*, la media fue de 1,50 microplásticos con un máximo de 7 (Anexo 7).

Astorga (2020), menciona que el 89 % de siete especies demersal de peces que caracterizó, presentan microplásticos en el tracto digestivo; por otro lado, Mendoza & Mendoza (2020), encontraron que el 76% de 120 peces bentónicos analizados, presentaron microplástico. Los resultados hallados en la presente investigación son semejantes a los reportados por los investigadores citados líneas arriba.

Otros investigadores mencionan que *Creagrutus yanatili* tiene mayor posibilidad de ingerir microplásticos flotantes, debido a que frecuentan hábitats por encima de la zona bentónica, tal como lo sostiene Nuamah et al. (2023). Así mismo, se sostiene que la presencia de microplásticos flotando en la superficie del río contribuye al aumento de su ingesta (Romeo et al., 2015). Sin embargo, en la presente investigación se observa que el mayor promedio lo presenta *Rhamdia quelen*, sin ser estadísticamente diferente al compararlo con *Creagrutus yanatili*.

La otra especie estudiada, *Rhamdia quelen* de hábitos bentónicos, tiene mayores probabilidades de toparse con plásticos retenidos en las piedras que se irán descomponiendo con el pasar del tiempo y por acción del ambiente. Probablemente, pueden llegar a confundir el microplástico con algún alimento debido a que tiene una alimentación flexible (Olaya et al., 2012). La alta proporción de ingestión de microplásticos encontradas en las especies estudiadas probablemente es debido a la alta interacción con los microplásticos hallados en el agua del río. Melgarejo (2020), menciona que es debido a la influencia de otros cuerpos de agua que llevan consigo contaminantes antrópicos; del mismo modo Condor et al. (2019) menciona que los peces bentónicos tienen mayor probabilidad de consumir microplásticos puesto que el fondo acuático es el lugar donde se encuentra la mayor presencia de residuos plásticos o desperdicios humanos, también menciona que las especies nectónicas tienen una probabilidad mayor o menor de ingerir microplásticos, puesto que en la columna de agua sobrenadan partículas de plástico.

Según el estudio realizado por Kılıç et al. (2022), se ha observado que la presencia de microplásticos en las especies acuáticas tiene un efecto negativo en su salud. Esto se debe al daño ocasionado por la presencia de microplásticos en el tracto digestivo, lo cual puede resultar en una disminución en los niveles de crecimiento y una reducción en la actividad inmune durante las etapas larvarias y juveniles.

En la figura 9, se presenta el promedio del número de microplásticos en *Creagrutus yanatili* según dos categorías de peso. Se observa que, la media para

el rango de 5 a 10,9 g, fue de 1,5 unidades con un máximo de 7; mientras que, en el rango de 11 a 16,9 g fue de 1,6 con un máximo de 4. Por otro lado, en la figura 10 se muestra el número de microplásticos según la longitud total, en promedio para el rango de 7 a 8,9 cm fue de 1,17 unidades con un máximo de 4; mientras que, para el rango de 9 a 10,9 cm, fue de 2,00 con un máximo de 7.

En la figura 11, se presenta el promedio de microplásticos, así como el máximo y el mínimo, para *Rhamdia quelen* según el peso. En el rango de peso de 14 a 24,9 g es el promedio fue de 2,58 unidades con un máximo de 10, en el rango de 25 a 34,9 g fue 1,50 y un máximo de 6 y en el rango de 35 a 60,9 g fue 2,33 y un máximo de 6. Por otro lado, en la figura 12 se muestra el número de microplásticos en *Rhamdia quelen* según la longitud total, en el rango de 12 a 13,9 cm se halló un promedio de 2,29 con un máximo de 10, en el rango de 14 a 15,9 cm fue de 1,64, y un máximo de 6 y finalmente para el rango de 16 a 18,9 cm fue de 2,60, y un máximo de 6. Los resultados hallados sugieren que a medida que el peso de los peces aumenta, también aumenta la probabilidad de encontrar microplásticos en su tracto digestivo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos datos representan un promedio y pueden existir variaciones individuales dentro de la población de peces. Con la finalidad de comparar los rangos de pesos y longitud total en función del número de microplásticos para *Creagrutus yanatili*, se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney (anexo 8), en la que no se halló significancia estadística ( $p > 0,05$ ). Para comparar los rangos de peso y talla en *Rhamdia quelen*, se empleó la prueba estadística de Kruskal-Wallis (anexo 9), en la que también no se halló significancia estadística ( $p > 0,05$ ). Los resultados de ambas pruebas nos indican que no se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de microplásticos ingeridos entre los diferentes pesos y tamaños en las dos especies. Estos hallazgos sugieren que el número de microplásticos no está influenciado por el tamaño o el peso de los peces en estudio.

En otras investigaciones, se halló que no existe relación entre la ingesta del número de microplásticos y el estado general de las especies de peces, tal es el caso del estudio realizado por Adika et al. (2020). También estos resultados coinciden con lo reportado por Nuamah et al. (2023), que afirma no haber relación entre el consumo de microplásticos, el peso y el tamaño de las especies. Semejantes resultados también son reportados por Calderón et al. (2019), que también concluyó de manera semejante a lo mencionado por los otros investigadores. Los resultados mencionados, nos refieren que la presencia de

microplásticos genera un impacto importante en los ecosistemas acuáticos, por lo que su estudio es importante.

En la tabla N° 3 con respecto a la forma predominante de los microplásticos hallado en el tracto digestivo de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* fue la fibra, hallado en el 100% de las muestras analizadas. En comparación con otros estudios, Kumar et al. (2018) encontraron microplásticos en el tracto digestivo de dos especies de peces, identificaron microfibras (fibras) en un 80% de las muestras y fragmentos de plástico en un 20%, utilizando un rango de medida de microplásticos de 0,5 mm a 1 mm. De manera similar, Ortíz et al. (2021) hallaron que la mayoría de los microplásticos eran fibras (82%), seguidos de fragmentos (12%) y láminas (6%), con longitudes inferiores a 5 mm, lo cual concuerda con los resultados de nuestro estudio. Según Ortíz et al. (2021), las fragmentaciones de plástico se producen debido a los procesos químicos, biológicos y físicos que degradan plásticos de mayor tamaño, como botellas y bolsas plásticas, así como otros materiales de plástico que se acumulan en el ecosistema acuático, ya sea alrededor de los ríos o atrapados en rocas y sustratos. Estas fragmentaciones dan origen a las fibras de microplástico, que provienen de diversas fuentes. Por ejemplo, el lavado de prendas sintéticas en la lavadora puede generar una liberación de fibras de microplástico, las cuales son arrastradas hacia ríos y océanos, formando parte del medio ambiente (Quirós et al., 2021).

En la tabla 4, se muestra el número promedio, máximo y mínimo de microplásticos según su color, para *Rhamdia quelen* el color blanco/transparente fue predominante seguido de negro y rojo; para *Creagrutus yanatili* el color blanco/transparente fue predominante seguido del azul.

Al realizar el análisis estadístico Kruskal-Wallis (anexo 10) con un nivel de confiabilidad del 95%, se determinó que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en cuanto a preferencias de color de microplásticos ingeridos en las dos especies estudiadas, por lo tanto, podemos afirmar que no hay una preferencia selectiva por un color en particular al ingerir microplásticos. Lo hallado discrepa con los resultados de otros estudios, como es el caso de Ortíz et al. (2021), que reportan que el color predominante de los microplásticos en el tracto digestivo fue el azul, seguido del rojo, y los colores menos recurrentes fueron el amarillo y el verde. Así mismo, Mendoza & Mendoza (2020), hallaron que los colores predominantes fueron el azul (40%) y el negro (30%). También Ory et al. (2017) Menciona que la mayoría de los microplásticos ingeridos por los peces *Decapterus*



*muroadsi* eran de color azul (40%), transparentes/blancos (26%), y que también se encontraron microplásticos de color negro (4%), gris (2%) y verde (2%), concluyó que estos peces consumían microplásticos de color azul similar al de su presa, el copépodo *Pontella sinica*, lo que sugiere una confusión entre los microplásticos y las presas. De igual forma De Sá et al. (2015) mencionaron la importancia del color en la captura de presas por parte de los depredadores, como los peces. Debido a esto, los microplásticos pueden ser ingeridos por confusión con las presas de la cadena alimenticia de los peces, especialmente si tienen un color similar. Dado que el *Creagrutus yanatili* y la *Rhamdia quelen* tienen una alimentación flexible, es posible que confundan los microplásticos con sus presas debido a la similitud de colores y a la intervención de la luz reflejada en los microplástico; también existe una probabilidad de que las presas hayan ingerido microplásticos (Romeo et al., 2015). En resumen, aunque en este estudio no se encontraron diferencias significativas en cuanto a preferencias de color en los microplásticos, otros estudios han reportado resultados diferentes, con el azul como color predominante, la confusión con las presas y la luz reflejada en los microplásticos que pueden influir en su ingesta por parte de los peces.

## VI. CONCLUSIONES

1. El 0.75 de proporción de los peces examinados presentaron microplásticos en el tracto digestivo, con una proporción para *Rhamdia quelen* de 0.83 y para *Creagrutus yanatili* de 0.70.
2. La cantidad de microplástico promedio ingerido por un individuo de *Rhamdia quelen* fue de 2,1, mientras que para *Creagrutus yanatili* fue de 1,5. No se registró diferencia estadística en la cantidad de microplásticos al comparar el peso y la longitud total de los peces.
3. En el 100 % de los peces en los que se registró microplásticos, tanto en *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili*, presentó la forma de fibra.
4. Los colores de los microplásticos hallados en *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* fueron blanco/transparente, azul, negro, rojo y verde, siendo estadísticamente semejante en ambas especies.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Evaluar la abundancia de los microplásticos en las aguas del sistema fluvial de la cuenca del río Cachi, con la finalidad de detectar los lugares que contribuyen con la mayor cantidad de microplásticos.
2. Evaluar la abundancia de los microplásticos presentes en el sedimento del río Huarpa situado en la provincia de Huanta del departamento de Ayacucho.
3. Determinar la toxicidad del microplástico en los diferentes morfotipos de peces presentes en el río Huarpa.
4. Realizar estudios de presencia de microplásticos en organismos acuáticos como los macroinvertebrados.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, G., Carrillo, D., & Caballero, A. (2022). *Microplásticos en agua y en organismos. Contaminación por microplásticos*. 73(2), 20.
- Aimone, G. (2018). El plástico en el mar. 2018, 964, 27-34.
- Anderson, J. C., Park, B. J., & Palace, V. P. (2016). Microplastics in aquatic environments: Implications for Canadian ecosystems. *Environmental Pollution*, 218, 269-280. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.074>
- Astorga, M. A. (2020). *Determinación de microplásticos en especies marinas del Parque Nacional Marino Las Baulas*. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12255>
- Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, 102, 165-176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>
- Barceló, D., Picó, Y., & Alfathan, A. H. (2023). Microplastics: Detection in human samples, cell line studies, and health impacts. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 101, 104204. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2023.104204>
- Best, M., Shandler, J., & Cornwell, M. (2007). *A field guide to the Amazon fishes of Loreto, Peru*. 10(2), 153-173.
- Cardona, D., Lavernia, C., & Alcerro, J. (2010). Polietileno. 2010, 24(2), 123-128.
- Casás, G., & López, J. F. (2017). *Estudio del parasitismo de una población de bagre negro, Rhamdia quelen, Quoy & Gaimard, 1824, (Osteichthyes, Heptapteridae), por Argulus sp. (Crustacea, Argulidae) en una laguna artificial de Ciudad de la Costa, Canelones*. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/24937>
- Castañeta, G., Gutiérrez, A. F., Nacaratte, F., & Manzano, C. A. (2020). Microplásticos: Un Contaminante Que Crece En Todas Las Esferas Ambientales, Sus Características Y Posibles Riesgos Para La Salud Pública Por Exposición. *Revista Boliviana de Química*, 37(3), 160-175.
- Castillo, J., Domínguez, J., García, M., Marín, G., Olórtegui, D., & Ynocente, C. (2022). Determinación de metales pesados en tomate (*Solanum lycopersicum*) y su riesgo para la salud humana. *Ciencia e Investigación*, 25(1), Article 1. <https://doi.org/10.15381/ci.v25i1.23470>
- Christoph, R., Muñoz, R., Hernández, Á., & Ventura, J. (2016). *Aspecto nano de los desechos de plástico*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/67351>
- Comolli, J., Roux, J. P., Sánchez, S., & Hernández, D. (2016). Engorde de bagres (*Rhamdia quelen*) en sistema de cultivo intensivo por sexos separados. *Revista Veterinaria*, 24(2), Article 2. <https://doi.org/10.30972/vet.242625>
- Congreso de la República. (2018). *Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables*. <http://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1724734-1>
- Condor, Villasante, Riva, Panduro, & Cruz. (2019). Impacto de la ingesta de

- residuos plásticos en peces. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 4, 79-92. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.201902.004>
- Delgado, O. (2019). *Implicaciones de la exposición a microplásticos en salud humana. Revisión bibliográfica* [Tesis, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/56407>
- De Sá, L. C., Luís, L. G., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.10.026>
- De Witte, B., Devriese, L., Bekaert, K., Hoffman, S., Vandermeersch, G., Cooreman, K., & Robbens, J. (2014). Quality assessment of the blue mussel (*Mytilus edulis*): Comparison between commercial and wild types. *Marine Pollution Bulletin*, 85(1), 146-155. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.006>
- Díaz, R., Velarde, G., & Lino, G. (2020). *Análisis de flujo de materiales de plásticos para la producción, consumo y comercio de envases rígidos del polietileno de tereftalato (PET) en Perú durante 2018* [Tesis, Universidad Autónoma de Encarnación]. <https://www.unae.edu.py/ojs/index.php/saetauniversitaria/article/view/238>
- Echegaray, M., & Reyes, J. (2019). *La contaminación marina por plásticos. Información básica para docentes de primaria*. ACOREMA.
- Escobar, E. W., Villasante, Y. I., Riva, A. M., Panduro, G. R., & Cruz, A. H. (2019). Impacto de la ingesta de residuos plásticos en peces. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 4, 79-92. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.201902.004>
- Fernández, E. M., Ferriz, R. A., Bentos, C. A., & López, G. R. (2012). Dieta y ecomorfología de la ictiofauna del arroyo Manantiales, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 14(1), 1-13.
- Flores, A., & Brown, A. (2010). *Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo*. FAO.
- Gaspar, S., Tobes, I., Miranda, R., Leunda, P. M., & Peláez, M. (2012). Length-weight relationships of sixteen freshwater fishes from the Hacha River and its tributaries (Amazon Basin, Caquetá, Colombia). *Journal of Applied Ichthyology*, 28(4), 667-670. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01928.x>
- Gautam, R., Jo, J., Acharya, M., Maharjan, A., Lee, D., K.c., P. B., Kim, C., Kim, K., Kim, H., & Heo, Y. (2022). Evaluation of potential toxicity of polyethylene microplastics on human derived cell lines. *Science of The Total Environment*, 838, 156089. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156089>
- Greenpeace. (2018). *Plásticos en los océanos. Datos, comparativas e impactos*. Oceanic Imagery P. [43](https://archivo-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos\_en\_los\_oceanos\_LR.pdf

- Gutierrez, J., Peláez, M., & Ovalle, H. (2016). Macroinvertebrados acuáticos presentes en dietas de peces de la cuenca del río Hacha (Caquetá, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*, 40(156), 420-432.
- Hernández, D. R., Pérez Gianceselli, M., & Domitrovic, H. A. (2009). Morfología, Histología e Histoquímica del Tubo Digestivo del Bagre Sudamericano (*Rhamdia quelen*). *International Journal of Morphology*, 27(1), 105-111. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022009000100019>
- Hidalgo, V., Lars, R., & Thompson, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification—PubMed. *pubmed logo*, 46, 3060-3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Hou, B., Wang, F., Liu, T., & Wang, Z. (2021). Reproductive toxicity of polystyrene microplastics: In vivo experimental study on testicular toxicity in mice. *Journal of Hazardous Materials*, 405, 124028. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124028>
- Iannacone, J., Principe, F., Minaya, D., Panduro, G., Carhuapoma, M., Alvariño, L., Iannacone, J., Principe, F., Minaya, D., Panduro, G., Carhuapoma, M., & 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>
- Kılıç, E. (2022). Microplastic ingestion evidence by economically important farmed fish species from Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 183, 114097. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114097>
- Kumar, V. E., Ravikumar, G., & Jeyasanta, K. I. (2018). Occurrence of microplastics in fishes from two landing sites in Tuticorin, South east coast of India. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 889-894. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.023>
- Lira, C. F. (2023). Necton [Blog educativo]. Lifeder. <https://www.lifeder.com/necton/>
- Markic, A., Niemand, C., Bridson, J. H., Mazouni-Gaertner, N., Gaertner, J.-C., 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. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09.031>
- Maldonado, J., Ortega, A., Usma, J., Villa, F., Vásquez, L., Prada, S., Ardila, C., & Calle, J. (2005). Peces de los Andes de Colombia. Guía de campo. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/32534>
- Manrique, R. E. (2019). Microplásticos sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15030>
- M.A.R.M. (2008). *Protocolo de toma de muestras y envío al laboratorio en peces*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

- [https://www.mapa.gob.es/ca/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/protocolomuestreopeces\\_tcm34-111068.pdf](https://www.mapa.gob.es/ca/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/protocolomuestreopeces_tcm34-111068.pdf).
- Melgarejo Velásquez, G. Y. (2022). Microplásticos del agua y sedimento en relación con su acumulación en peces y crustáceos de la cuenca baja del río Lacramarca (Ancash, Perú). *Repositorio Institucional - UNS*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3339752>
- Mendoza, M. J., & Mendoza, K. T. (2020). *Presencia de microplásticos en peces pelágicos de mayor comercialización, en el mercado de "Playita Mía" de la ciudad de Manta* [bachelorThesis, Calceta: ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1327>
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Servicio de consultoría para la elaboración de la línea de base de la diversidad genética de los peces ornamentales, prospección de la diversidad, estudio socioeconómico, ecológico, flujo de genes y sistematización*. [https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/sist\\_ldb\\_pecesornam\\_19.pdf](https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/sist_ldb_pecesornam_19.pdf)
- Martínez, C., & Laines, J. R. (2013). Poliestireno expandido (EPS) y su problemática ambiental. *Kuxulkab'*, 19(36), Article 36. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a19n36.339>
- Nuamah, F., Tulashie, S. K., Debrah, J. S., & Pèlèbè, R. O. E. (2023). Microplastics in the Gulf of Guinea: An analysis of concentrations and distribution in sediments, gills, and guts of fish collected off the coast of Ghana. *Environmental Research*, 234, 116567. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116567>
- Olaya, C., Pacheco Orozco, L., & Ochoa Arteaga, J. (2012). Ecología trófica del Liso (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) en el río Sinú, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 17(3), 3217-3223.
- Ory, N. C., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Thiel, M. (2017). Amberstripe scad *Decapterus muroadsi* (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. *Science of The Total Environment*, 586, 430-437. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.175>
- Ortíz, C. H. M., Xajil-Sabán, M., Blanda, E., & Delvalle-Borrero, D. (2021). Ocurrencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala: *Ecosistemas*, 30(2), Article 2. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2188>
- Poletto, M., Dettenborn, J., Zeni, M., & Zattera, A. (2011). Characterization of composites based on expanded polystyrene wastes and wood flour. *Waste management (New York, N.Y.)*, 31, 779-784. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.10.027>
- Quirós, R., Nisperuza, C., & Yepes, J. (2021). Los microplásticos, una amenaza desconocida para los ecosistemas marinos de Colombia: Perspectivas y desafíos a enfrentar. *Gestión y Ambiente*, 24(1), Article 1. <https://doi.org/10.15446/ga.v24n1.91615>
- Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M. C. A., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., & Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of

- microplastics in human placenta. *Environment International*, 146, 106274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>
- Román, C. (1998). Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Characidae) en Alto Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 46(3), 783-789.
- Román, C., & Cala, P. (1997). *Las especies colombianas del género Creagrutus (Pisces, Characidae)*. 21(79), 143-153.
- Romeo, T., Pietro, B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F., & Fossi, M. C. (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. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.048>
- Gaspar, S., Tobes, I., Miranda, R., Leunda, P. M., & Peláez, M. (2012). Length – weight relationships of sixteen freshwater fishes from the Hacha River and its tributaries (Amazon Basin, Caquetá, Colombia). *Journal of Applied Ichthyology*, 28(4), 667-670. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01928.x>
- Sánchez, R. (2021). *Presencia de microplásticos en el tracto digestivo de lubinas (Dicentrarchus labrax) cultivadas en Canarias*. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/22891>
- Segura, D., Noguez, R., & Espín, G. (2007). Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. *Biotecnología*, 14(3), 361-372.
- Sorci, G., & Loiseau, C. (2022). *¿Debemos preocuparnos por la acumulación de microplásticos en los órganos humanos?* <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.104191>
- Schwabl, P., Köppel, S., Königshofer, P., Bucsecs, T., Trauner, M., Reiberger, T., & Liebmann, B. (2019). Detection of various microplastics in human stool: a prospective case series. *Annals of internal medicine*, 171(7), 453-457.
- Ureta, S. N. (2022). Determinación del nanoplásticos y microplásticos en contenido estomacal de peces amazónicos de consumo humano: Carachama (*pseudorinelepis genibarbis*) toa (*hemisorubim platyrhynchos*), procedentes del río huallaga en el km 25 al noreste de tingo maria (aucayacu) 2021. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/3548>
- Valencia, M. (2022). *Evaluación de la presencia de micro plásticos en el Lago de Chapala* [Tesis, Instituto Politécnico Nacional]. <http://tesis.ipn.mx/xmlui/handle/123456789/30462>
- Zhang, N., Li, Y., Él, RR. H., Zhang, J., & Mamá, G. (2021). *Eres lo que comes: Microplásticos en las heces de hombres jóvenes que viven en Beijing*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144345>
- Zhao, Y., Sun, X., Li, Q., & Tian, Z. (2019). Data on microplastics in the digestive tracts of 19 fish species from the Yellow Sea, China. *Data in Brief*, 25, 103989. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.103989>



## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Prueba de normalidad para las características morfológicas de las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* y las características físicas de los microplásticos en el tracto digestivo.

*Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra*

Características morfológicas de los peces y los microplásticos	N	Parámetros normales <sup>a,b</sup>		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>
		Media	Desv. Desviación	Absoluta	Positivo	Negativo		
Peso (g)	60	19,5699	12,48761	0,172	0,172	-0,135	0,172	0,000
LT (cm)	60	11,7443	3,08321	0,154	0,154	-0,115	0,154	0,001
Microplásticos (n°)	60	1,80	1,955	0,225	0,225	-0,179	0,225	0,000
Azul (n°)	60	0,25	0,628	0,488	0,488	-0,345	0,488	0,000
Negro (n°)	60	0,52	0,792	0,393	0,393	-0,257	0,393	0,000
Rojo (n°)	60	0,22	0,613	0,488	0,488	-0,362	0,488	0,000
Verde (n°)	60	0,13	0,389	0,517	0,517	-0,366	0,517	0,000
Blanco/transp. (n°)	60	0,68	0,873	0,300	0,300	-0,217	0,300	0,000

a. La distribución de prueba es normal.

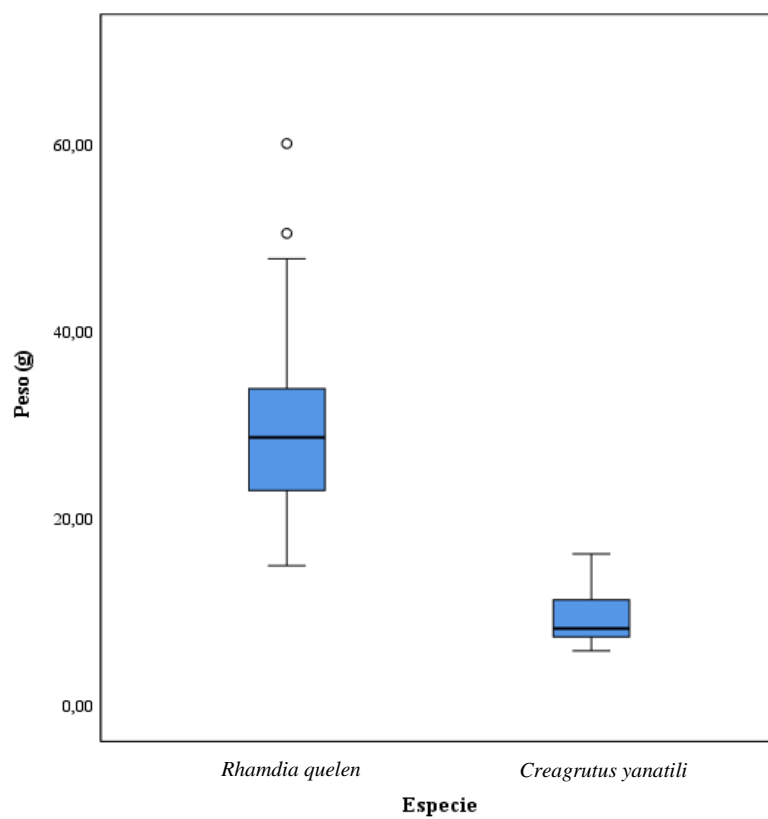
b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

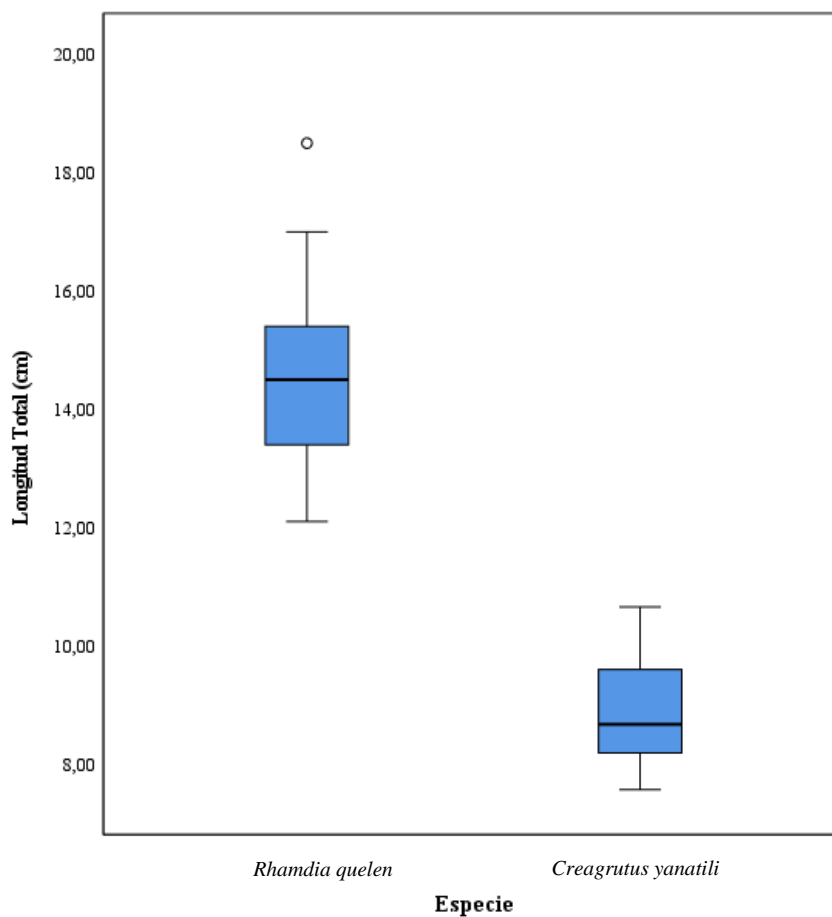
d. El método de Lilliefors basado en las muestras 10000 Monte Carlo con la semilla de inicio 2000000.

e. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

**Anexo 2.** Diagrama de caja y bigotes de peso para las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.



**Anexo 3.** Diagrama de caja y bigotes de longitud total para las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.



**Anexo 4.** Proporción de las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* con presencia de microplásticos en el tracto digestivo capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

<b>Especie</b>	<b>Tamaño de muestra</b>	<b>Número de peces con microplásticos</b>	<b>Número de partículas de microplásticos</b>	<b>Proporción de ingestión de microplásticos</b>
<i>Rhamdia sp</i>	60	25	63	0.80
<i>Creagrutus sp</i>	60	21	45	0.70

**Anexo 5.** Porcentaje de microplásticos para las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

<b>Presencia de microplástico</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Si	45	75,0	75,0	75,0
No	15	25,0	25,0	100,0
Total	60	100,0	100,0	

**Anexo 6.** Porcentaje de microplásticos para las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* y prueba de chi cuadrado.

Especie	Presencia de microplástico					
	Si		No		Total	
	n°	%	n°	%	n°	%
<i>Rhamdia quelen</i>	24	53,3%	6	40,0%	30	50,0%
<i>Creagrutus yanatili</i>	21	46,7%	9	60,0%	30	50,0%
Total	45	100,0%	15	100,0%	60	100,0%

*Pruebas de chi-cuadrado*

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	0,800 <sup>a</sup>	1	0,371		
Corrección de continuidad	0,356	1	0,551		
Razón de verosimilitud	0,804	1	0,370		
Prueba exacta de Fisher				0,552	0,276
Asociación lineal por lineal	0,787	1	0,375		
N de casos válidos	60				

a. 0 casillas (.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7.50.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

**Anexo 7.** Número de microplásticos (promedio, máximo y mínimo) para las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

<b>Especie</b>	<b>Estadísticos descriptivos</b>	<b>Microplásticos (n°)</b>
<i>Rhamdia quelen</i>	Media	2,10
	Máximo	10,0
	Mínimo	0,00
<i>Creagrutus yanatili</i>	Media	1,50
	Máximo	7,00
	Mínimo	0,00



**Anexo 8.** Resultado de la prueba de Mann-Whitney para comparar el número de microplásticos según el peso y longitud total de las 30 muestras de *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

*Estadísticos de prueba<sup>a</sup>*

Microplásticos (n°)	U de Mann-Whitney	75,000
	W de Wilcoxon	328,000
	Z	-0,630
	Sig. asin. (bilateral)	0,529
	Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,565 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Peso (g)

b. No corregido para empates.

*Estadísticos de prueba<sup>a</sup>*

Microplásticos (n°)	U de Mann-Whitney	82,000
	W de Wilcoxon	253,000
	Z	-1,137
	Sig. asin. (bilateral)	0,256
	Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	0,285 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: LT (cm)

b. No corregido para empates.

**Anexo 9.** Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comprar el número de microplásticos según el peso y longitud total de las 30 muestras de *Rhamdia quelen* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

*Estadísticos de prueba<sup>a,b</sup>*

Microplásticos (n°)	H de Kruskal-Wallis	1,888
	gl	2
	Sig. asin.	0,389

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Peso (g)

*Estadísticos de prueba<sup>a,b</sup>*

Microplásticos (n°)	H de Kruskal-Wallis	1,220
	gl	2
	Sig. asin.	0,543

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: LT (cm)

**Anexo 10.** Resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para comprar el número de microplásticos por color según el color en las especies de las 60 muestras de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili* capturados en el río Huarpa, Huanta - Ayacucho 2023.

*Estadísticos de prueba*<sup>a,b</sup>

	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Blanco/transp. (n°)	2,208	1	0,137
Azul (n°)	1,701	1	0,192
Negro (n°)	2,482	1	0,115
Rojo (n°)	2,857	1	0,091
Verde (n°)	1,333	1	0,248

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Especie

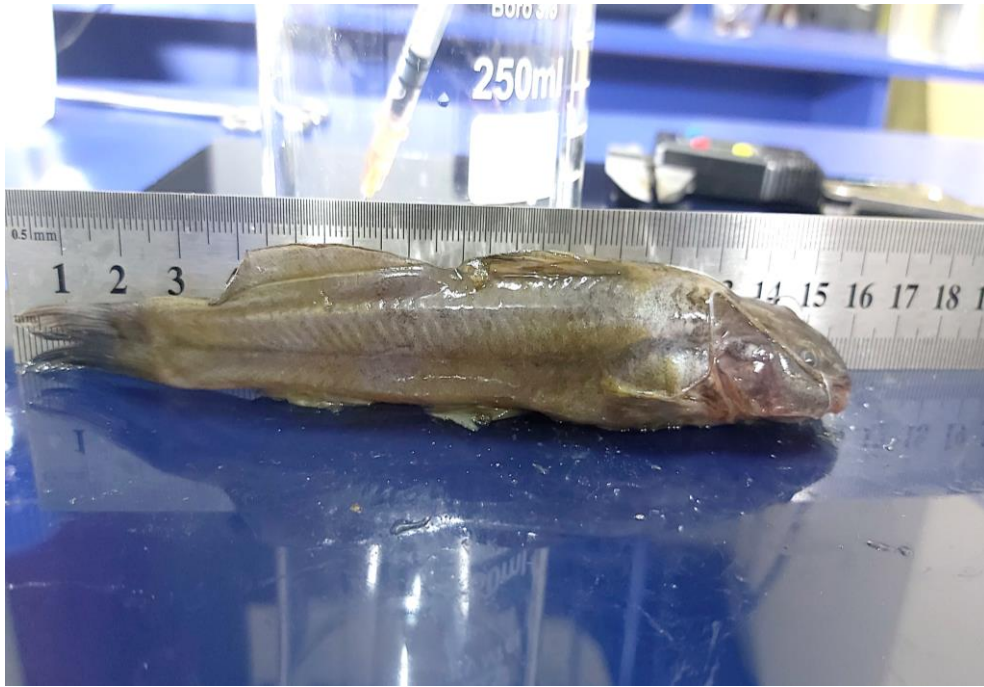
**Anexo 11. Evidencias fotográficas de la metodología.**



Muestras de *Creagrutus yanatili* ubicadas en el laboratorio de BioSIG



Proceso de medición de la longitud de *Creagrutus yanatili* tomados en el laboratorio de BioSIG



Proceso de medición de la longitud de *Rhamdia quelen* tomados en el laboratorio de BioSIG



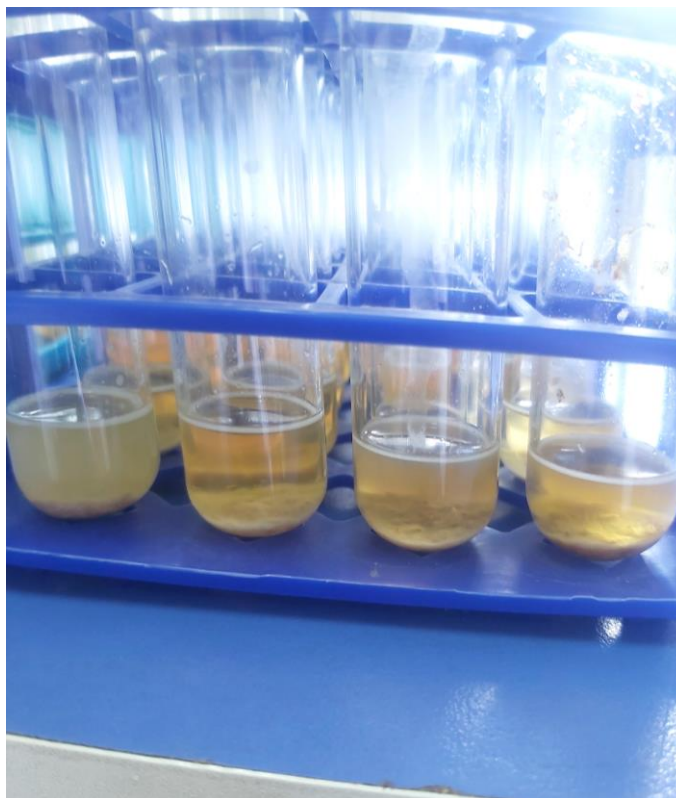
Disección de las muestras de *Creagrutus yanatili* realizado en el laboratorio de BioSIG



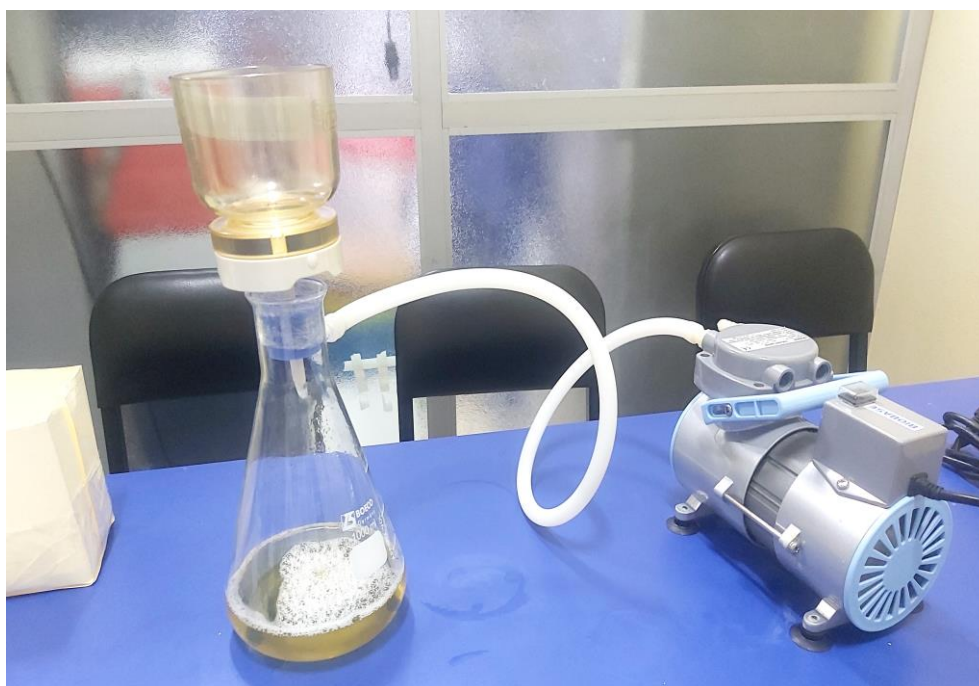
Incorporación del KOH al 10 % a los tubos de vidrio conteniendo el tracto digestivo *Creagrutus yanatili* cortado transversalmente en trozos pequeños procesadas en el laboratorio de BioSIG



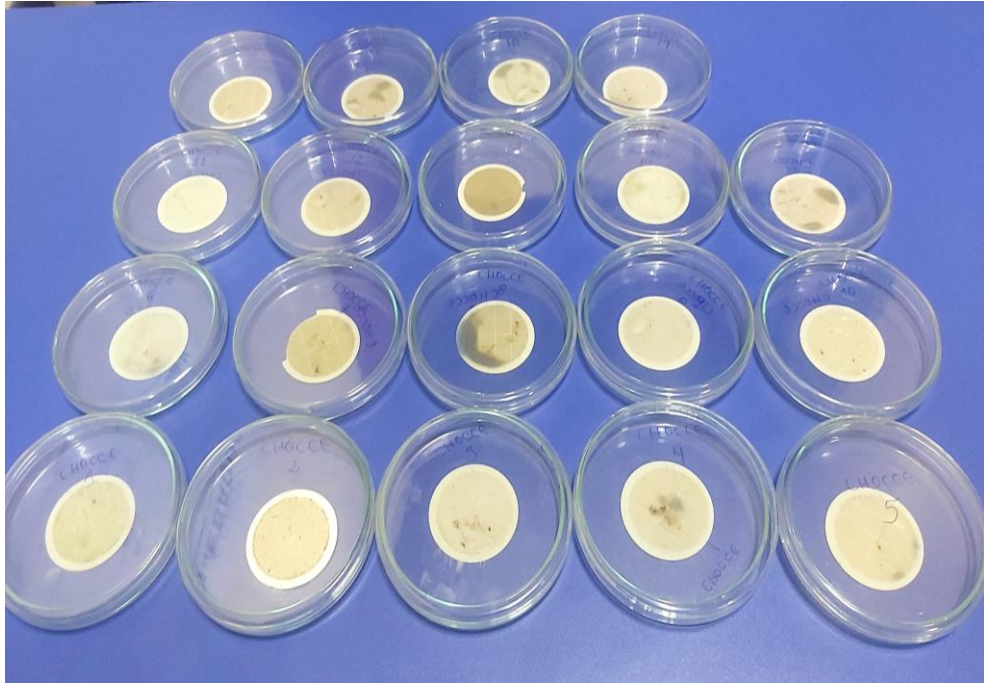
Tubos de vidrio conteniendo el tracto digestivo de *Rhamdia quelen* cortado transversalmente en trozos pequeños y KOH al 10 % llevadas a la incubadora procesadas en el laboratorio de BioSIG



Tubos de vidrio conteniendo el tracto digestivo de *Creagrutus yanatili* cortado transversalmente en trozos pequeños y KOH al 10 % después de las 48 hrs en la incubadora. laboratorio de BioSIG



Equipo de filtrado al vacío ubicado en el laboratorio de BioSIG



Filtro de membrana de celulosa conteniendo las muestras filtradas del tracto digestivo de *Creagrutus yanatili* y KOH al 10 % por el equipo de filtro al vacío



Muestras filtradas y selladas con papel de aluminio procesadas en el laboratorio de BioSIG



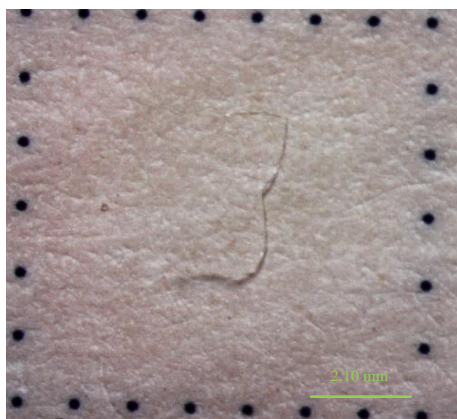
**Anexo 12.** Registro fotográfico de microplásticos hallados en el tracto digestivo de *Rhamdia quelen* y *Creagrutus yanatili*.



Microplástico registrado en *Rhamdia quelen*



Microplástico registrado en *Rhamdia quelen*



Microplástico registrado en *Creagrutus yanatili*



Microplástico registrado en *Creagrutus yanatili*

**Anexo 13.** Ficha de las medidas y peso tomados de *Rhamdia quelen*

ID	Especie	LT (cm)	LS (mm)	DO (mm)	AC (mm)	Peso trac. dig. (g)
1	<i>Rhamdia quelen</i>	16.3	30.8	3.6	20.7	1.441
2	<i>Rhamdia quelen</i>	13.0	26.2	2.7	15.6	1.094
3	<i>Rhamdia quelen</i>	14.5	28.1	3.2	18.7	1.334
4	<i>Rhamdia quelen</i>	15.0	27.2	4.0	23.0	1.108
5	<i>Rhamdia quelen</i>	15.0	26.2	3.4	19.8	0.983
6	<i>Rhamdia quelen</i>	15.3	28.7	3.4	18.7	1.153
7	<i>Rhamdia quelen</i>	12.8	21.7	2.5	16.6	0.832
8	<i>Rhamdia quelen</i>	12.1	23.0	3.3	15.5	0.917
9	<i>Rhamdia quelen</i>	14.5	28.0	2.2	20.0	1.127
10	<i>Rhamdia quelen</i>	13.2	25.5	2.4	18.0	0.878
11	<i>Rhamdia quelen</i>	16.0	29.5	4.0	25.2	1.269
12	<i>Rhamdia quelen</i>	13.7	24.1	3.1	21.4	0.81
13	<i>Rhamdia quelen</i>	13.4	22.8	2.1	19.4	0.685
14	<i>Rhamdia quelen</i>	13.2	23.4	2.4	19.8	0.879
15	<i>Rhamdia quelen</i>	13.4	24.9	2.9	18.7	0.936
16	<i>Rhamdia quelen</i>	12.7	19.9	2.7	14.7	0.646
17	<i>Rhamdia quelen</i>	15.4	28.7	3.4	17.5	1.295
18	<i>Rhamdia quelen</i>	15.0	24.5	3.0	21.5	1.036
19	<i>Rhamdia quelen</i>	15.4	25.6	3.0	21.5	1.056
20	<i>Rhamdia quelen</i>	14.5	26.8	3.2	20.8	1.205
21	<i>Rhamdia quelen</i>	13.9	22.1	3.2	23.1	0.799
22	<i>Rhamdia quelen</i>	13.7	23.2	3.0	21.2	0.891
23	<i>Rhamdia quelen</i>	13.5	24.1	3.7	18.5	0.724
24	<i>Rhamdia quelen</i>	13.6	28.1	2.7	19.8	1.331
25	<i>Rhamdia quelen</i>	15.9	27.3	3.6	23.5	0.875
26	<i>Rhamdia quelen</i>	15.6	29.6	3.3	23.9	1.377
27	<i>Rhamdia quelen</i>	16.8	32.4	3.1	28.7	1.279
28	<i>Rhamdia quelen</i>	17.0	29.7	3.9	25.6	1.847
29	<i>Rhamdia quelen</i>	13.7	24.7	3.2	20.5	0.959
30	<i>Rhamdia quelen</i>	18.5	36.6	4.4	29.4	2.487

**Anexo 14.** Ficha de las medidas y peso tomados de *Creagrutus yanatili*

ID	Especie	LT (cm)	LS (mm)	DO (mm)	AC (mm)	Peso trac. dig. (g)
1	<i>Creagrutus yanatili</i>	106.5	20.7	5.0	25.7	1.099
2	<i>Creagrutus yanatili</i>	93.1	18.0	4.5	20.8	0.775
3	<i>Creagrutus yanatili</i>	87.9	15.1	4.3	20.7	0.352
4	<i>Creagrutus yanatili</i>	91.6	16.3	4.3	20.6	0.363
5	<i>Creagrutus yanatili</i>	87.2	15.9	4.2	21.1	0.515
6	<i>Creagrutus yanatili</i>	97.9	16.7	4.1	20.6	0.385
7	<i>Creagrutus yanatili</i>	95.5	17.4	4.5	21.6	0.614
8	<i>Creagrutus yanatili</i>	86.9	15.3	4.0	17.6	0.449
9	<i>Creagrutus yanatili</i>	85.5	14.5	3.8	20.5	0.402
10	<i>Creagrutus yanatili</i>	97.0	18.5	5.0	22.4	0.593
11	<i>Creagrutus yanatili</i>	105.3	18.4	5.3	24.2	0.298
12	<i>Creagrutus yanatili</i>	86.5	15.3	3.8	20.0	0.425
13	<i>Creagrutus yanatili</i>	94.8	17.0	4.4	20.4	0.749
14	<i>Creagrutus yanatili</i>	106.6	20.8	4.5	23.1	0.61
15	<i>Creagrutus yanatili</i>	81.9	14.1	3.5	18.3	0.435
16	<i>Creagrutus yanatili</i>	75.7	13.3	3.0	20.2	0.354
17	<i>Creagrutus yanatili</i>	76.2	13.2	3.7	16.8	0.495
18	<i>Creagrutus yanatili</i>	103.2	18.5	4.4	26.1	0.607
19	<i>Creagrutus yanatili</i>	84.4	15.6	4.1	19.1	0.488
20	<i>Creagrutus yanatili</i>	80.7	15.0	4.1	18.8	0.707
21	<i>Creagrutus yanatili</i>	101.2	17.3	4.4	22.1	0.651
22	<i>Creagrutus yanatili</i>	79.7	14.3	3.7	18.9	0.531
23	<i>Creagrutus yanatili</i>	96.0	16.4	4.1	12.1	0.529
24	<i>Creagrutus yanatili</i>	80.5	14.7	3.4	19.5	0.534
25	<i>Creagrutus yanatili</i>	84.3	13.8	3.4	18.8	0.439
26	<i>Creagrutus yanatili</i>	78.9	13.9	3.2	18.9	0.538
27	<i>Creagrutus yanatili</i>	85.8	15.4	4.0	19.4	0.56
28	<i>Creagrutus yanatili</i>	83.1	20.4	3.8	15.2	0.495
29	<i>Creagrutus yanatili</i>	85.4	15.6	4.1	15.6	0.533
30	<i>Creagrutus yanatili</i>	81.5	14.6	3.5	18.4	0.369

**Anexo 15.** Ficha de identificación taxonómica de *Rhamdia quelen* descrita por Maldonado et al. (2005).

### DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE *Rhamdia quelen*

(Maldonado et al. 2005)

**ORDEN:** Siluriformes (Cuerpo sin escamas, desnudo o cubierto de placas óseas dérmicas, barbillones cercanos a la boca presentes).

**FAMILIA:** Heptapteridae (Primer radio pectoral blando y sin aserraciones) *Imagen 1*

**GÉNERO:** *Rhamdia* (Proceso supraoccipital no en contacto con la placa nugal) *Imagen 2*

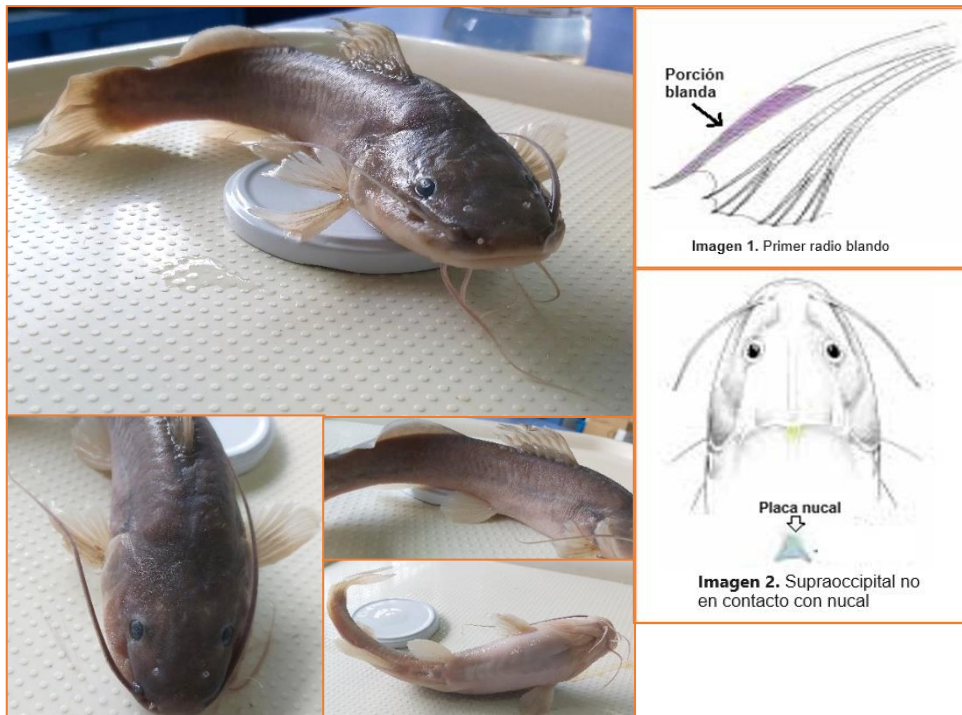
**ESPECIE:** *Rhamdia quelen*

#### Nombres comunes

Barbilla, barbudo negro, cantilero, capitán, guabina, lisa, liso, liso negro, capitanejo.

#### Descripción

Cuerpo alargado y cilíndrico; cabeza algo deprimida con boca terminal; ojo con margen libre; aletas pectorales con espina aserrada en el margen posterior; lóbulos de la aleta caudal redondeados, con el inferior un poco más largo que el superior; aleta adiposa muy larga y va casi inmediatamente después de la aleta dorsal hasta llegar casi a la aleta caudal; color del cuerpo es muy variable, encontrándose desde marrón oscuro, café, café rojizo, dorado hasta gris jaspeado con manchas negras en todo el cuerpo; algunas veces con una banda negra a lo largo del costado del cuerpo; todas las aletas pálidas o amarillentas.



**Anexo 16.** Ficha de identificación taxonómica de las especies realizada por la Universidad nacional Mayor de San Marcos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA  
**MUSEO DE HISTORIA NATURAL**



**RESULTADOS: IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA, CLASIFICACIÓN DE PECES: UNSCH – AYACUCHO - DPTO. DE ICTIOLOGÍA MHN LIMA**

**Datos generales y procedencia del material ictiológico:**

El Prof. Dr. Carlos Carrasco hizo entrega de once (11) muestras de peces recolectados en el norte de la región Ayacucho, entre el 14 de octubre al 03 de noviembre del presente año. Solicitando: Identificación taxonómica, clasificación, cuantificación y registro en la Col. Ictiológica MUSM.

Los peces provienen de diversos cuerpos de agua, de las provincias Cangallo, Huanta Huamanga, Vilcas Huamán y Víctor Fajardo, ubicados entre 2182 y 4316 m. snm.

**Resultados:**

Los resultados presentan 16 especies reunidas en seis familias y tres órdenes. Agrupados en 33 lotes y que fueron registradas y depositadas en la Colección de Peces MUSM del MHN - UNMSM, como sigue:

**Resumen de especies - Depósito Colección Ictiológica MUSM - PMB Seca 2023**

Orden, Familia y Especies	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q9	Q10	Q13	Q14	Total
<b>CHARACIFORMES</b>												
Characidae												
<i>Acrobrycon aff. ipanquianus</i>							3			2		5
<i>Astyanax bimaculatus</i>					4							4
<i>Creagrutus ouranonastes</i>	3		1		1	1				2		8
<i>Creagrutus yanatili</i>		1				1	1					3
<i>Creagrutus sp.</i>						1						1
<i>Creagrutus aff. unguis</i>							4					4
Stevardinae 1 (juveniles)			2									2
Stevardinae* 2					1							1
Stevardinae* 3					3							3
<b>SILURIFORMES</b>												
Astroblepidae												
<i>Astroblepus aff. rosei</i>				1							1	2
<i>Astroblepus aff. mancoi</i>	1											1
<i>Astroblepus sp.</i>								1				1
Heptapteridae												
<i>Rhamdia quelen</i>		2	1	1	3							7
Loricariidae												
<i>Ancistrus sp.</i>				1	3		1					5
Trichomycteridae												
<i>Trichomycterus rivulatus</i>								2	1			3
<b>CYPRINODONTIFORMES</b>												
Cyprinodontidae												
<i>Orestias agassi</i>								1			6*	1
Abundancia por estación	4	3	4	3	15	3	9	4	1	4	1	51
Riqueza x estación	2	2	3	3	6	3	4	3	1	2	4	33

(6\*) Comprende: BMI (2), CAE (2) y PI (2)

Lima, 09 de diciembre de 2023

Prof. Hernán Ortega.  
Departamento de Ictiología

Av. Arenales 1256, Jesús María  
Email: museohn@unmsm.edu.pe

Apdo. 14-0434, Lima 14, Perú

Telf.: (511) 619-7000 - anexo 5703  
http://museohn.unmsm.edu.pe

**Q:** Lugar de procedencia de las muestras

Anexo 17. Matriz de consistencia

<b>TITULO:</b> “Microplásticos en el tracto digestivo de <i>Creagrutus yanatili</i> “sardinilla” y <i>Rhamdia quelen</i> “bagre”, del rio Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023.” <b>AUTOR:</b> Bach. Añaños Mendoza, Digna Milagros <span style="float: right;"><b>ASESOR:</b> Dr. Carrasco Badajoz, Carlos Emilio</span>					
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuáles son las características de los microplásticos (cantidad y forma) en el tracto digestivo de <i>Creagrutus yanatili</i> “sardinilla” (hábito nectónico) en comparación con <i>Rhamdia quelen</i> “bagre” (hábito bentónico), del rio Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023? durante los meses de junio a agosto de 2023?	<p><b>GENERAL</b> Evaluar las características de los microplásticos (cantidad y forma) en el tracto digestivo de <i>Creagrutus yanatili</i> “sardinilla” (hábito nectónico) y <i>Rhamdia quelen</i> “bagre” (hábito bentónico), del rio Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023 durante los meses de junio a agosto de 2023.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b> a) Estimar la proporción de ingesta de microplásticos para <i>Creagrutus yanatili</i> “sardinilla” (hábito nectónico) y <i>Rhamdia quelen</i> “bagre” (hábito bentónico). b) Estimar la cantidad de microplásticos presentes en el tracto digestivo según la longitud total, el peso y la forma de vida (nectónico y bentónico) de <i>Creagrutus yanatili</i> “sardinilla” y <i>Rhamdia quelen</i> “bagre”. c) Estimar la morfología de microplásticos presentes en el tracto digestivo según la longitud total, el peso y la forma de vida (nectónico y bentónico) de <i>Creagrutus yanatili</i> “sardinilla” y <i>Rhamdia quelen</i> “bagre”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plásticos de plásticos</li> <li>• Tipos de plásticos</li> <li>• Microplásticos</li> <li>• Identificación de microplásticos</li> <li>• Composición química del microplástico</li> <li>• Morfología del microplástico</li> <li>• El microplástico y los efectos sobre los seres humanos y el ecosistema marino</li> <li>• Taxonomía de <i>Creagrutus yanatili</i> “sardinilla”</li> <li>• Taxonomía de <i>Rhamdia quelen</i> “bagre”</li> </ul>	Las características de los microplásticos (cantidad y forma) en el tracto digestivo difieren significativamente en <i>Creagrutus yanatili</i> “sardinilla” (hábito nectónico) difiere significativamente de los microplásticos (cantidad y forma) del tracto digestivo de <i>Rhamdia quelen</i> “bagre” (hábito bentónico), del rio Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023 durante los meses de junio a agosto de 2023.	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Especie de peces (<i>Creagrutus yanatili</i> “Sardinilla” y <i>Rhamdia quelen</i> “bagre”)</p> <p><b>Indicador</b> - Longitud total (cm) - Peso (g) - Tasa de ingestión de microplásticos - Forma de vida (bentónico, nectónico)</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Microplásticos en el tracto digestivo</p> <p><b>Indicador</b> - Cantidad (número) - Morfológicas (lámina; film; fibra/hilo; fragmento; pellet/granza y espuma.)</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Descriptivo</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Descriptiva correlacional</p> <p><b>METODO</b> Descriptivo</p> <p><b>MUESTREO</b> <b>Muestra:</b> 30 unid. <i>Creagrutus yanatili</i> “Sardinilla” y 30 unid. <i>Rhamdia quelen</i> “bagre”</p> <p><b>TÉCNICAS</b> Observación e identificación</p> <p><b>INSTRUMENTOS</b> Placa Petri de vidrio Estereoscopio Etanol 70 % KOH 10 % Equipos y otros</p>

**UNSCH**FACULTAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. Digna Milagros AÑÑOS MENDOZA**  
**RESOLUCIÓN DECANAL N° 102-2024-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del quince de marzo del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA; Dr. Segundo Tomás CASTRO CARRANZA (Miembro-Jurado); Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ (Miembro-Jurado); Dr. Edwin PORTAL QUICANA (Miembro- Jurado); Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ (Miembro-Asesor), actuando como secretario docente el Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Microplásticos en el tracto digestivo de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y *Rhamdia quelen* "bagre", del río Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023**; presentado por la Bach. **Digna Milagros AÑÑOS MENDOZA**; el Presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el Presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta a preguntas	Promedio
Dr. Segundo Tomás CASTRO CARRANZA	17	14	16
Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ	16	14	15
Dr. Edwin PORTAL QUICANA	16	14	15
		<b>PROMEDIO</b>	<b>15</b>

La sustentante alcanzó el promedio de 15 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis y treinta de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Segundo Tomás CASTRO CARRANZA  
Miembro – Jurado

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ  
Miembro – Jurado

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edwin PORTAL QUICANA  
Miembro – Jurado

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ  
Miembro – Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR  
Secretario – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 36-2024-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Microplásticos en el tracto digestivo de Creagrutus yanatili "sardinilla" y Rhamdia quelen "bagre" , del río Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023 por Digna Milagros Añaños Mendoza**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 16%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario Nº 039-2021-UNSCH-C.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 06 de abril de 2024.

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Escuela Profesional de Biología  
Dr. Fidel R. Mujica Lengua  
DIRECTOR



Microplásticos en el tracto  
digestivo de *Creagrutus yanatili*  
"sardinilla" y *Rhamdia quelen*  
"bagre", del río Huarpa, Huanta  
– Ayacucho 2023  
*por Digna Milagros Añaños Mendoza*

---

**Fecha de entrega:** 06 -abr-2024 08:55a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2341544184

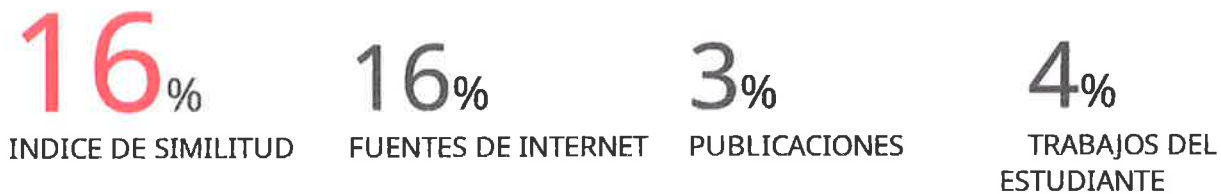
**Nombre del archivo:** AÑAÑOS-MENDOZA-Digna-Milagros-pregrado\_Tesis\_-\_2024\_TURNITIN\_4.pdf (877.42K)

**Total de palabras:** 9022

**Total de caracteres:** 47624

# Microplásticos en el tracto digestivo de *Creagrutus yanatili* "sardinilla" y *Rhamdia quelen* "bagre", del río Huarpa, Huanta – Ayacucho 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.espam.edu.ec">repositorio.espam.edu.ec</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://www.echecopar.com.pe">www.echecopar.com.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://bioseguridad.minam.gob.pe">bioseguridad.minam.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://tesis.ipn.mx">tesis.ipn.mx</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://revistamvz.unicordoba.edu.co">revistamvz.unicordoba.edu.co</a> Fuente de Internet	1 %
10	José Iannacone, Fabiola Principe, David Minaya, Grober Panduro, Mario Carhuapoma, Lorena Alvariño. "Microplásticos en peces marinos de importancia económica en Lima, Perú", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2021 Publicación	<1 %
11	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.colibri.udelar.edu.uy">www.colibri.udelar.edu.uy</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.sap.org.ar">www.sap.org.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.ups.edu.ec">www.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
16	<a href="http://www.scielo.sa.cr">www.scielo.sa.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://openaccess.uoc.edu">openaccess.uoc.edu</a> Fuente de Internet	

<1 %

19

[www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

<1 %

20

[revistas.ujat.mx](http://revistas.ujat.mx)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas      Activo

Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 30 words