

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE ALTO AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y Acuicultura



TESIS

**PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN PECES DEL RÍO HUALLAGA
(ALTO AMAZONAS – LORETO – PERÚ)**

Para optar el título profesional de:

BIÓLOGO ACUÍCOLA

Presentada Por:

SONIA FIGUEROA SHARDIN

Asesor:

Blgo. JUVENAL NAPUCHI LINARES, MSc.

Yurimaguas, 27 de octubre de 2025

MDJ-02. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Dr. Marco Antonio Mathios Flores
Coordinador de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, Programa de Estudios de
Acuicultura, de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Presencia de microplásticos en peces del río Huallaga (Alto Amazonas – Loreto – Perú)”**, constituye la memoria que presenta la Bachiller **Sonia Figueroa Shardin** para aspirar al título de Profesional en **Biólogo Acuicola**. Ha sido realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Yurimaguas, a los 18 días del mes de noviembre del año 2025.



FIRMA

Blgo. MSc. Juvenal Napuchi Linares

Asesor

PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN PECES DEL RÍO HUALLAGA
(ALTO AMAZONAS- LORETO – PERÙ)

MONOGRAFÍA

Presentada para optar el título profesional de Biólogo Acuícola

JURADO CALIFICADOR



PhD. Fred William Chu
Koo
Presidente



Ing. MSc. Magno Rosendo
Reyes Bedriñana.
Miembro



Blgo. MSc. Manuel Enrique
Navas Vásquez.
Miembro



Blgo. MSc. Juvenal
Napuchi Linares
Asesor

Yurimaguas, 18 de noviembre del 2025

Dedicatoria

Todo el esfuerzo y sacrificio por materializar este trabajo dedico al Creador, por darme la vida, la salud y la fortaleza para continuar este camino con fe y esperanza.

Con especial cariño dedico también a mis padres, por su amor incondicional, su ejemplo de perseverancia y los sacrificios que han hecho para que yo pudiera alcanzar este logro. Su apoyo ha sido el cimiento sobre el cual he construido cada paso de mi formación.

Esta investigación está dedicada también a los pueblos ribereños de Alto Amazonas, cuya relación ancestral con el río inspira la defensa y conservación de nuestros ecosistemas, con la esperanza de contribuir a un futuro más limpio, justo y sostenible.

Sonia Figueroa Shardin

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por darme vida, salud y fortaleza para culminar esta etapa académica.

A mis padres: Irma Shardin y Segundo Figueroa, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi principal motor en cada uno de mis logros. Sus confianza en mí ha sido fundamental para alcanzar esta meta.

A mis docentes y mentores, por su guía, sus enseñanzas y su compromiso con la formación académica y humana.

A la universidad, por brindarme una formación integral y un entorno propicio para el crecimiento académico y personal.

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar la presencia de microplásticos en peces del río Huallaga, en el tramo correspondiente a la provincia de Alto Amazonas (Loreto), entre julio y septiembre de 2024. Se analizaron 197 ejemplares pertenecientes a 25 especies y cinco categorías tróficas mediante el examen estereomicroscópico del contenido estomacal. Se registraron variables como especie, hábito alimenticio y presencia/ausencia de microplásticos, utilizando estadística descriptiva y tablas de frecuencia para su análisis. Los resultados mostraron que el 51.8% de los peces presentó microplásticos en el estómago, mientras que el 48.2% no evidenció ingestión. *Prochilodus nigricans* y *Psectrogaster amazónica* registraron las mayores proporciones de contaminación, lo que podría estar asociado a su hábito detritívoro. Según la clasificación trófica, los detritívoros concentraron la mayor presencia de microplásticos (38.2%), seguidos por omnívoros (33.3%) y carnívoros (19.6%). Estos patrones coinciden con estudios previos que relacionan la estrategia alimentaria con la susceptibilidad a ingerir partículas plásticas presentes en el sedimento y la columna de agua. En conclusión, los ecosistemas del río Huallaga están sujetos a creciente presión por residuos plásticos, y las especies detritívoras muestran mayor tendencia a ingerir microplásticos debido a su contacto directo con el fondo y la materia orgánica en descomposición.

Palabras clave: Amazonía peruana, ecosistemas lóticos, recursos pesqueros, hábitos tróficos, contaminación ambiental.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the presence of microplastics in fish from the Huallaga River, along the section corresponding to the province of Alto Amazonas (Loreto), between July and September 2024. A total of 197 specimens belonging to 25 species and five trophic categories were analyzed through stereomicroscopic examination of stomach contents. Variables such as species, feeding habit, and presence or absence of microplastics were recorded and analyzed using descriptive statistics. Results showed that 51.8% of the specimens contained microplastics in their stomachs, while 48.2% exhibited no ingestion. *Prochilodus nigricans* and *Psectrogaster amazónica* showed the highest contamination levels, likely associated with their detritivorous habit. By trophic category, detritivorous fish presented the highest proportion of microplastics (38.2%), followed by omnivores (33.3%) and carnivores (19.6%). These patterns are consistent with previous studies linking feeding strategies to the likelihood of ingesting plastic particles present in sediments and the water column. In conclusion, the aquatic ecosystems of the Huallaga River are under increasing pressure from plastic waste, and detritivorous species show a greater tendency to ingest microplastics due to their direct interaction with the riverbed and decomposing organic matter.

Keywords: Peruvian Amazon, lotic ecosystems, fishery resources, trophic habits, environmental pollution.

Introducción

Los ecosistemas acuáticos de la Amazonía peruana representan una de las mayores reservas de biodiversidad del planeta, albergando una gran variedad de especies hidrobiológicas que sustentan la seguridad alimentaria, la economía local y la identidad cultural de numerosos pueblos ribereños (Galvis *et al.*, 2006; García-Dávila *et al.*, 2022). Sin embargo, estas riquezas naturales enfrentan crecientes amenazas producto de la actividad humana, entre ellas, la contaminación por residuos plásticos, cuya fragmentación da origen a los llamados microplásticos: partículas menores a 5 mm, persistentes, ubicuas y potencialmente tóxicas (Giarrizzo *et al.*, 2019).

La problemática de los microplásticos ha ganado atención mundial en las últimas décadas debido a su presencia en océanos, ríos y lagos, así como por sus efectos nocivos sobre la fauna acuática (Gamarra-Jiménez & Salazar-Sánchez, 2024; Sarma *et al.*, 2022; van Emmerik *et al.*, 2022). Estas partículas pueden ser ingeridas directa o indirectamente por los organismos, lo que compromete no solo su salud y fisiología, sino también la calidad de los recursos pesqueros consumidos por las personas (Cuadra *et al.*, 2023). Pese al avance global en esta línea de investigación, la presencia e impacto de los microplásticos en los cuerpos de agua dulce del Perú, y en particular en el Amazonas y sus afluentes, sigue siendo un campo poco explorado (Benavente Talavera, 2021; Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020; GESAMP, 2015; Greenpeace, 2016; Mamani Flores *et al.*, 2025; Rojas *et al.*, 2023; Salazar-Sánchez *et al.*, 2024) y con escasa documentación científica.

En este contexto, la presente investigación se enfoca en el río Huallaga, un importante afluente de la Amazonía peruana, cuyo curso atraviesa áreas densamente pobladas y expuestas a múltiples fuentes de contaminación. Se analiza la presencia de microplásticos en

el contenido estomacal de peces recolectados en la provincia de Alto Amazonas (Loreto), durante el periodo de julio a septiembre de 2024. Se parte de la premisa de que determinadas especies, particularmente aquellas con hábitos alimenticios detritívoros u omnívoros, podrían tener mayor probabilidad de ingerir microplásticos debido a su interacción constante con el sedimento y materia orgánica en descomposición.

El estudio incluye el análisis de 197 ejemplares pertenecientes a 25 especies, los cuales fueron clasificados según su especie y categoría trófica. La metodología empleada consistió en el análisis de contenido estomacal bajo estereomicroscopía, permitiendo identificar la presencia o ausencia de partículas plásticas. Los datos obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva y analizados por especie y hábitos alimenticios, generando tablas y gráficos interpretativos que fundamentan la discusión.

Este trabajo busca no solo contribuir al conocimiento científico sobre la contaminación por microplásticos en ecosistemas dulceacuícolas del Perú, sino también alertar sobre los posibles riesgos ecológicos y sanitarios asociados. A partir de los resultados, se plantean recomendaciones orientadas a mejorar las estrategias de monitoreo ambiental, conservación de especies y concientización pública sobre la gestión de residuos plásticos. Asimismo, se espera que los hallazgos sirvan como base para futuras investigaciones relacionadas con ecotoxicología, salud ambiental y sostenibilidad de los recursos hidrobiológicos amazónicos.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Introducción	vi
Índice	viii
Capítulo I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
1.1. Identificación y determinación del problema	10
1.2. Delimitación de la investigación	11
1.3. Formulación del problema	12
1.3.1. Problema general	12
1.3.2. Problemas específicos	12
1.4. Formulación de objetivos	12
1.4.1. Objetivo general	12
1.4.2. Objetivos específicos	12
1.5. Justificación de la investigación	13
1.5.1. Relevancia social, económica y cultural	13
1.5.2. Utilidad teórica, práctica y metodológica	14
Capítulo II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes de estudio	15
2.2. Bases teóricas – científicas	26
2.3. Definición de términos básicos	33
2.4. Formulación de hipótesis	36
2.5. Identificación de variables	36
2.6. Operacionalización de variables	37
Capítulo III. METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	38
3.1. Tipo de investigación	38
3.2. Nivel de investigación	38
3.3. Métodos de investigación	38
3.4. Diseño de investigación	39
3.5. Población y muestra	39
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.6.1. Selección de ejemplares	40
3.6.2. Examen de contenido estomacal	40

3.6.3. Instrumentos utilizados	40
3.6.4. Plan de procesamiento para la obtención de los datos	41
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	41
3.8. Tratamiento estadístico	42
3.9. Orientación ética filosófica y epistemológica	43
3.9.1. Orientación ética	43
3.9.2. Orientación filosófica	44
3.9.3. Orientación epistemológica	44
Capítulo IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
4.1. Descripción del trabajo de campo y laboratorio	45
4.1.1. Descripción del trabajo de campo	45
4.1.2. Descripción del trabajo de laboratorio	46
4.2. Presentación de resultados	46
4.2.1. Análisis descriptivo	46
4.3. Prueba de hipótesis	55
4.4. Discusión de resultados	57
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	74
Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos	75
Anexo 2. Estadística complementaria	76
Anexo 3. Evidencias fotográficas	78

Capítulo I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La contaminación por microplásticos representa una creciente amenaza para los ecosistemas acuáticos, particularmente en zonas de alta biodiversidad como la Amazonía peruana (Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020; Gavilán Santos *et al.*, 2019; León-Muez *et al.*, 2020; Rojas *et al.*, 2023). Estas partículas, definidas como fragmentos plásticos menores de 5 mm, tienen la capacidad de ingresar y acumularse en la biota acuática, incluyendo peces de consumo humano, afectando su salud y el equilibrio ecológico (Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020; Cuadra *et al.*, 2023; Gamarra-Jiménez & Salazar-Sánchez, 2024; GESAMP, 2015; Lin *et al.*, 2020; Panduro *et al.*, 2020), ya que son considerados como un peligro y que afecta a todos los hábitats (León-Muez *et al.*, 2020).

La producción mundial de plásticos ha crecido notablemente en los últimos 50 años, tal es así que en 2020 se superó los 500 millones de toneladas al año, un 900% más que en 1980 (Greenpeace, 2016). Por décadas, nuestro planeta enfrenta una crisis climática y pérdida de biodiversidad, que es un síntoma innegable de la degradación (Rivera-Garibay *et al.*, 2020). Los plásticos están llegando a todos los rincones del mundo y representan un riesgo para las especies, la mayoría de estos desechos se convierten en microplásticos.

En los últimos años, diversos estudios internacionales han evidenciado la presencia de microplásticos en peces tanto marinos como de agua dulce (Aişeoğlu & Parmaksız, 2024; da Cunha Najar, 2024; Giarrizzo *et al.*, 2019; Morais *et al.*, 2024; Rojas *et al.*, 2023; Salazar-Sanchez *et al.*, 2024; Souza-Ferreira *et al.*, 2025), sin embargo, la información en regiones tropicales de Sudamérica aún es limitada. En el caso del río Huallaga, afluente importante del sistema amazónico en el Perú, en el tramo de la provincia de Alto Amazonas (Loreto), no se cuenta con datos concluyentes sobre la magnitud de esta problemática, a pesar de la creciente presión antrópica debido a vertimientos, actividades industriales, residuos urbanos y agricultura intensiva (Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020).

En este contexto, resulta fundamental investigar la presencia de microplásticos en peces del tramo correspondiente a la provincia de Alto Amazonas (Loreto), para determinar su relación con las especies y sus hábitos alimenticios. Esta información será clave para comprender los riesgos potenciales para la fauna ictiológica local, la salud humana y para contribuir al diseño de estrategias de monitoreo y control de contaminantes emergentes.

1.2. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial: El estudio se desarrolló en el río Huallaga, específicamente en el tramo correspondiente a la provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto, Perú.

Delimitación temporal: El periodo de muestreo y análisis comprendió los meses de julio a septiembre de 2024.

Delimitación temática: La investigación se centra en evaluar la presencia de microplásticos en peces, considerando variables como especie, hábito alimenticio y frecuencia de aparición.

Delimitación poblacional: Se analizaron 197 ejemplares de peces, correspondientes a 25 especies pertenecientes a distintas categorías tróficas.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Habrá presencia de microplásticos en ejemplares de peces recolectados en el río Huallaga (Alto Amazonas – Loreto) durante el periodo julio-setiembre de 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la proporción de ejemplares con presencia de microplásticos en el contenido estomacal?
- ¿Qué especies presentan mayor presencia de microplásticos?
- ¿Cuál es la relación entre las especies y el hábito alimenticio de los peces con la presencia de microplásticos?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la presencia de microplásticos en ejemplares de peces procedentes del río Huallaga (Alto Amazonas – Loreto) durante el periodo julio-setiembre de 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la proporción de peces que presentan microplásticos en el contenido estomacal.

- Identificar las especies de peces con mayor presencia de microplásticos.
- Analizar la relación entre las especies y los hábitos alimenticios de los peces con la presencia de microplásticos.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Relevancia social, económica y cultural

La presente investigación posee una alta *relevancia social* debido a que aborda un problema ambiental emergente que afecta directamente a las poblaciones ribereñas que dependen del río Huallaga para su subsistencia, alimentación y actividades económicas. La identificación de microplásticos en especies de peces de consumo habitual representa una alerta frente a los riesgos potenciales para la salud humana, especialmente en comunidades donde el pescado es un componente esencial de la dieta.

En el plano *económico*, la pesca artesanal y comercial representa una fuente importante de ingresos en la provincia de Alto Amazonas. La contaminación por microplásticos podría afectar la calidad del recurso hidrobiológico, disminuyendo su valor en el mercado y generando implicancias negativas en la economía local. *Culturalmente*, el consumo de pescado forma parte de la identidad amazónica, por lo que preservar la integridad de este recurso es también una acción para proteger las tradiciones y modos de vida ancestrales.

Por tanto, este estudio ofrece una base científica que puede incidir en la toma de decisiones de políticas públicas locales, promoviendo acciones de control de residuos, educación ambiental y manejo sostenible de recursos pesqueros.

1.5.2. Utilidad teórica, práctica y metodológica

Desde el punto de vista de la *utilidad teórica*, la investigación contribuye al cuerpo de conocimiento en ecotoxicología y ecología acuática, proporcionando evidencia empírica sobre la interacción entre microplásticos y fauna íctica en ambientes fluviales de la Amazonía peruana. Este tipo de estudios es aún escaso en la región, por lo que sus resultados fortalecen la comprensión científica de los efectos de los contaminantes emergentes en ecosistemas tropicales.

En el plano de la *utilidad práctica*, los hallazgos permitirán establecer alertas tempranas y orientar estrategias de conservación, monitoreo ambiental y manejo de residuos sólidos en zonas críticas. Además, los resultados pueden ser utilizados por instituciones académicas, organismos de gestión ambiental y gobiernos locales para desarrollar planes de intervención basados en evidencia.

Metodológicamente, la investigación demuestra la aplicabilidad de técnicas de obtención y análisis de contenido estomacal mediante estereomicroscopía para la detección de microplásticos en peces, ofreciendo un enfoque replicable y de bajo costo para futuras evaluaciones en otras cuencas hidrográficas.

Capítulo II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Diversos estudios recientes han documentado la creciente contaminación por microplásticos en ambientes acuáticos y su incorporación en organismos biológicos.

A nivel internacional

Aißeoğlu & Parmaksız (2024) examinaron sistemáticamente 25 artículos que buscaban microplásticos y su cantidad en peces de agua dulce. En esos estudios encontraron presencia de microplásticos en un total de 100 especies de peces. Anotaron que los microplásticos son contaminantes antropogénicos formados a través de la descomposición de productos de ingeniería en bienes de consumo y productos plásticos de gran tamaño, los cuales se acumulan globalmente en ecosistemas marinos y de agua dulce donde muchos seres vivos entran en contacto con ellos. Los estudios revisados por estos autores han demostrado la presencia de microplásticos en partes del cuerpo como el tracto gastrointestinal y el estómago, especialmente en peces marinos y de agua dulce, pudiendo causarles daños físicos a órganos y tejidos internos, al sistema inmunitario, acumulación, obstrucción y al tracto gastrointestinal. También refieren de evidencia que demuestra que una amplia gama de especies de peces es susceptible a la ingestión de microplásticos. Concluyen que la

contaminación por plásticos, especialmente el aumento de su producción representa una gran amenaza para los seres humanos, las criaturas acuáticas y el medio ambiente global.

dos Santos Silva *et al* (2024) llevaron a cabo una revisión exhaustiva de investigaciones recientes sobre presencia de microplásticos (MPs) en ecosistemas de diferentes regiones del mundo. Los resultados indican que en la cuenca del Amazonas la contaminación por microplásticos es generalizada; sin embargo, solo Brasil, Guyana, Ecuador y Perú, de los nueve países que integran la cuenca, han publicado investigaciones al respecto, siendo el principal enfoque de estos estudios la biota (58%). Se reporta que la abundancia de MPs oscila entre 5 y 74,500 $\text{MPs}\cdot\text{m}^{-3}$ en aguas, de 0 a 8,178 $\text{MPs}\cdot\text{kg}^{-1}$ en sedimentos, y de 0.34 a 38.3 $\text{MPs}\cdot\text{organismo}^{-1}$ en la biota, observándose además partículas en escala nanoplástica ($<100\ \mu\text{m}$) en los sedimentos. Los colores predominantes identificados son azul e incoloro, y formas de fibras y fragmentos. Entre los polímeros más frecuentemente encontrados destacan la poliamida, el tereftalato de polietileno y el polipropileno. El azul y el incoloro son los colores predominantes, con formas de fibras y fragmentos. Los polímeros más comunes son la poliamida, el tereftalato de polietileno y el polipropileno. El estudio concluye que factores como la deficiente infraestructura de saneamiento básico, la limitada planificación urbana y la inadecuada gestión de residuos, junto con la extensa red de cursos de agua, contribuyen significativamente al incremento de la contaminación plástica en la región.

Gamarra-Jiménez & Salazar-Sánchez (2024) realizaron una revisión con el objetivo de analizar el estado del conocimiento sobre la presencia, impacto y estrategias de mitigación de microplásticos desde la perspectiva de la ingeniería agroindustrial. Utilizaron una metodología cualitativa sistemática para revisar la literatura científica, utilizando criterios específicos de inclusión en diversas bases de datos bibliográficas, centrandose en la ecuación de

búsqueda microplastic AND freshwater. Sus resultados revelan que la contaminación por microplásticos es un problema complejo y multifacético, con diversas fuentes de emisión que afectan a los ecosistemas acuáticos y terrestres. Determinaron que las actividades industriales, agrícolas, turísticas y domésticas contribuyen a la liberación de microplásticos en el medio ambiente, y comprender estas fuentes es esencial para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y remoción, como la reducción de su generación, el reciclaje de los existentes y la inmovilización para prevenir su dispersión. Estos autores concluyen que la investigación sobre microplásticos es esencial debido a su impacto global en los ecosistemas acuáticos y la salud humana y que, a pesar del reconocimiento del problema, persiste una brecha en la comprensión y mitigación de estos contaminantes en cuerpos de agua continentales.

Rodrigues *et al.* (2024) realizaron una investigación de tipo descriptiva, teniendo como objetivo verificar la presencia de microplásticos (MPs) en el mejillón comercial *Mytella guyanensis* cosechado en dos estuarios: río Caeté y río Pirabas. El estudio determinó que los mejillones de Caeté (0.15 ± 0.14 MPs/g) y Pirabas (0.20 ± 0.19 MPs/g) tenían MPs en sus tejidos blandos. La concentración con MPs/g no mostró diferencia entre áreas. Las fibras fueron la forma de MP más abundante, seguidas de los pellets. Los elementos más frecuentes encontrados en muestras de mejillón fueron confirmados a través del análisis μ -FTIR como MPs: pellets de poliestireno blanco y fibras de poliamida negras y azules. Se confirma por primera vez la presencia de MPs en bivalvos de dos estuarios en la región amazónica. La investigación concluye que los mejillones mostraron una contaminación significativa, lo que genera preocupación por los riesgos que estos contaminantes representan para los ecosistemas estuarinos y la salud humana.

Xia *et al.* (2024) realizaron una investigación a gran escala sobre la contaminación por microplásticos en el agua y los sedimentos del tercer río más grande del mundo, el Yangtsé. Encontraron concentraciones de microplásticos en agua y sedimentos de 5.13 elementos/L y 113.9 elementos/kg (peso seco), respectivamente. Determinaron que los microplásticos detectados fueron predominantemente transparentes, con formas fibrosas predominantes, tamaños concentrados principalmente por debajo de 1 mm y compuestos principalmente de polímeros de PP y PE; además que, en comparación con los parámetros geográficos y de calidad del agua, los factores antropogénicos determinaron principalmente el patrón de distribución espacial de los microplásticos, siendo significativamente más abundantes en los sedimentos aguas arriba de la presa que aguas abajo, pero las concentraciones en el agua mostró una tendencia opuesta.

Cuadra *et al.* (2023) realizaron una revisión con el objetivo de evaluar el impacto que ha tenido la introducción de los microplásticos en nuestros ecosistemas. Refieren que reportes recientes indican que la presencia de microplásticos se ha extendido hasta ambientes prístinos como los polos del planeta. La degradación de los materiales plásticos, en partículas de menor tamaño llamados microplásticos cuando su diámetro es menor a 5 mm y su ingesta por organismos diversos plantea la pregunta de cuál es el efecto a largo plazo en la salud de los ecosistemas. Los autores concluyeron que la presencia de las partículas de microplásticos están presentes en diversos nichos de los ecosistemas terrestres y que su degradación introduce compuestos químicos potencialmente disruptivos en ellos, y que entender el origen, transformación, rol en el transporte y liberación de contaminantes en el ambiente permite diseñar estrategias para minimizarlos.

López-Rosales *et al.* (2022) analizaron un método para aislar y caracterizar microplásticos en el tracto gastrointestinal de peces empleando un sistema láser de cascada

cuántica sintonizable por infrarrojos. El procedimiento consistió en recolectar muestras del tracto gastrointestinal y emplear espectroscopía infrarroja para la caracterización química. Las muestras se conservaron a -20 °C hasta su procesamiento posterior, que suele realizarse durante las actividades de monitoreo en el mar. El sistema utiliza un láser de cascada cuántica (8700 LDIR, Laser Direct Infrared, Agilent Technologies, EE.UU.), que opera en el rango de infrarrojo medio de 1800-6001 y diapositivas reflectantes planas (MiRR, Kevley Technologies, Chesterland, EE.UU.). Se incluyó un sistema automatizado de evaporación con controlador de vacío V-800/805, líneas de vacío, analizador de línea R-12 Syncore-Plus®, y recipientes de vidrio específicos (volumen residual de 1.0 mL, Büchi, Suiza); junto con sistemas de incubación Rotabit P (Selecta, España), filtración al vacío Pobel y bomba Millipore (Millipore, Ballerica, MA modelo WP6122050), baño ultrasónico Selecta 3,000,867 (Barcelona, España) y pH-metro 2001 Crison (Barcelona, España). También se utilizó un estereomicroscopio Leitz Wetzlar (10X oculares y zoom manual del objetivo hasta 5X, aumento total de 50X) para el análisis manual. El estudio evaluó tres métodos de digestión: oxidativo alcalino con H₂O₂, oxidativo alcalino con NaClO y oxidativo enzimático con H₂O₂, concluyendo que el método oxidativo enzimático es adecuado y seguro para digerir los tractos gastrointestinales de *Scomber scombrus*, logrando recuperaciones satisfactorias de partículas. La opción oxidativa alcalina (H₂O₂) produce resultados similares estadísticamente a la opción enzimática y también puede ser considerada para estudios futuros, ya que es más eficiente que el método con NaClO como fuente de especies reactivas de oxígeno, donde se ha registrado bajo rendimiento gastrointestinal.

van Emmerik *et al.* (2022) realizaron un estudio descriptivo con el propósito introducir el concepto de los ríos como sumideros (a largo plazo) de la contaminación plástica y ofrecer sugerencias para futuras líneas de investigación. Los autores pretendieron demostrar el estado actual de la ciencia sobre la contaminación plástica fluvial y profundizar

en la hipótesis de que los ríos funcionan como reservorios de plástico. Describen que, solo una pequeña fracción de los plásticos presentes en los compartimentos terrestres y acuáticos de los sistemas fluviales se emite a los océanos, y la gran mayoría puede retenerse durante años, décadas e incluso siglos. Refieren que, en condiciones normales, las variables hidrometeorológicas (como el viento, la escorrentía y el caudal fluvial) movilizan, transportan y depositan plásticos en diferentes compartimentos fluviales (riberas, llanuras aluviales, lagos y estuarios). Concluyen que la contaminación plástica fluvial y la hidrología están inequívocamente conectadas, lo que subraya la necesidad de más estudios transdisciplinarios para mejorar la comprensión de este contaminante emergente.

Godoy-Balcarcel *et al.* (2021) identificaron microplásticos en el contenido gastrointestinal de peces comerciales. El método se basó en la recolección de datos biométricos básico de cada espécimen: peso total (g) y longitud total (cm), los cuales se almacenaron en hieleras y trasladados al laboratorio, donde se extrajo el tracto gastrointestinal. Los microplásticos fueron extraídos con un método modificado, la digestión alcalina se realizó utilizando una solución de hidróxido de potasio (KOH) al 10% en una relación 1:3 m/v de tejido, la digestión se pesó a través de un tamiz de 0.210 mm y se utilizó agua destilada en cajas de Petri y en una estufa de laboratorio a de 90 °C durante 24 h, para eliminar el exceso de humedad. Después de secar las muestras, las partículas se contaron y se clasificaron por color y tipo de microplástico. Concluyeron, con la identificación de ocho especies ícticas de acuerdo con el análisis que realizaron en 225 especies estudiadas. Las partículas encontradas correspondieron a tres tipos: fragmentos, fibras y film, siendo el principal tipo de microplástico las fibras (86%) correspondientes a 273 partículas.

León-Muez *et al.* (2020) llevaron a cabo una investigación durante 2019 y 2020 mediante una campaña de muestreo para la identificación de microplásticos en 157 arroyos y

ríos de la España peninsular. Para ello, se aplicó una metodología desarrollada por HyT (Asociación Hombre y Territorio) en el marco del Proyecto LIBERA, complementándose con una campaña simultánea de análisis de contaminantes en Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (IBA), liderada por SEO/BirdLife. Las muestras recolectadas fueron inicialmente analizadas bajo lupa para la detección de microplásticos, y posteriormente sometidas a espectroscopía infrarroja FTIR (Espectrofotómetro de Transformada de Fourier) por el Servicio de Microanálisis de la Universidad de Sevilla. Los investigadores determinaron que más de un 70% de las muestras presentaron microplásticos, con una mayor presencia de fibras, fragmentos y films de un total de 33 polímeros distintos. Este estudio aporta información relevante respecto a la magnitud del problema de los microplásticos en los ecosistemas fluviales de España.

Lino Domínguez (2020) determinó la ocurrencia de microplásticos en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*, mediante el análisis de muestras recolectadas en puertos pesqueros. Su método se basó en el muestreo, las muestras se colocaron en frascos de 25 mL con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 10%. El contenido de los frascos después del período de tiempo establecido se tamizó con una malla de 60 μm , y los microplásticos retenidos en el tamiz se extraen para ser visualizados en el microscopio estereoscópico. El investigador concluyó que, el color de los microplásticos con mayor predominio es el azul debido a su similitud con los copépodos y, además, el tamaño de los organismos zooplanctónicos ingeridos son semejantes en tamaño a los microplásticos extraídos de los individuos mediante el análisis t-Student.

Hahn *et al.* (2019) realizaron un estudio sobre el uso de FTIRS como método de preselección para la detección de microplásticos en muestras de sedimentos a granel. El método se basa, en recolección de mezclas de sedimentos sintéticos utilizando partículas de

polietileno de baja densidad (LDPE) y tereftalato de polietileno (PET) molido, de aproximadamente 5 μm de tamaño. Las muestras se diluyeron con bromuro de potasio (KBr) transparente al IR (Uvasol®, Merck Corp.), se molieron a 50 golpes/s durante 3 min con Pulverisette 23 de Fritsch y dejaron secar en un horno de calor (80 °C, 24 h). Se añadieron 11 mg de cada mezcla de sedimento y plástico a 500 mg de KBr en un tubo Eppendorf de 2 ml. Para el pesaje los investigadores utilizaron una balanza analítica de Sartorius con una resolución de 0.01 mg. A continuación, las muestras se analizaron con un espectrómetro Bruker Vertex 70 equipado con un detector MCT (mercurio-cadmio-teluro) y un divisor de haz KBr. Los espectros resultantes de 128 escaneos de muestras en un rango de 3750 cm^{-1} a 400 cm^{-1} se produjeron con una resolución de 4 cm^{-1} . Se analizó un blanco de KBr puro antes de cada serie de cinco mediciones. Concluyeron, que el método es adecuado principalmente para muestras con concentraciones de microplásticos es (N1%).

Pozo *et al.* (2019) evaluaron la presencia de microplásticos en el contenido gastrointestinal de peces en Chile. Los autores extrajeron 0.1 g de muestra de cada individuo para someterlas a digestión de materia orgánica en tubos de vidrio, consistió en utilizar 250 $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ de Proteinasa -k por 0.1 g de contenido gastrointestinal seco. Se añadió al vaso 7.5 mL de solución homogenización botellas con contenido gastrointestinal, las botellas se mezclaron usando un vortex cada 10 minutos y se incubaron a 50 °C durante 20 min. La identificación de las partículas de microplásticos se realizó con un microscopio óptico de alta resolución con cámara integrada modelo Leica DM 750. Los filtros de cada especie se analizaron utilizando un microscopio infrarrojo de transformada de Fourier (FT IR) (FT – IR Microscope Spotlight 400 & Spectrum Fronteir, Perkin Elmer) para obtener el espectro de las partículas pre identificadas. En conclusión, afirmaron que detectaron microplásticos en forma de microfibras están presentes en el tracto gastrointestinal de peces de la zona central de

Chile. La caracterización química mostró que el tereftalato de polietileno (PET), el polietileno (PE) y el poliéster fueron los principales polímeros identificados en este estudio.

Rochman *et al.* (2014) realizaron una investigación de tipo experimental para determinar si la exposición a residuos plásticos y sustancias químicas asociadas promueve efectos disruptores endocrinos en peces. Estos autores expusieron a los peces medaka japonesa (*Oryzias latipes*) a tres tratamientos: sin plástico (es decir, control negativo), con plástico virgen (es decir, pellets de reproducción de polietileno virgen) y con plástico marino (es decir, pellets de polietileno desplegados en la Bahía de San Diego, California, durante 3 meses). Los investigadores observaron una disminución significativa de la expresión del gen de la coriogenina (Chg H) en machos, así como de la vitelogenina (Vtg I), Chg H y del receptor de estrógeno (ER α) en hembras. El análisis histológico reveló una proliferación anormal de células germinales en un pez macho tratado con plástico marino. En conclusión, el estudio sugiere que la ingestión de residuos plásticos en concentraciones ambientalmente relevantes puede alterar la función del sistema endocrino en peces adultos, lo que justifica una mayor investigación.

A nivel nacional

Lino Tolentino (2022) determinó la presencia, concentración y el aporte contaminante de microplásticos en el agua y sedimentos de los ríos Huallaga, Aucayacu y Sangapilla. Su metodología se basó en la extracción de dos tipos de muestras; una de sedimento de lecho de río y extracción de agua. El estudio tuvo seis estaciones de muestreo (E1 y E2 en el río Huallaga, E3 y E4 en el río Sangapilla, E5 y E6 de Aucayacu). Las muestras transportadas al laboratorio se colocaron en vasos de precipitado a una temperatura de 70 °C por 3 -7 días en una estufa. Después del proceso de tamizaje, las muestras de sedimentos se transfirieron a una probeta medidora de 1 L, donde se agregaron 120 g/l de NaClO (2.05 M; $\rho = 1.08$ g/ml)

y se agitaron durante un aproximado de 5 min hasta la dilución. Se dejó reposar por 30 min y se cubrió la boca de la probeta con papel aluminio, hasta obtener un líquido de baja turbidez. Se utilizaron los métodos estadísticos como el DCA, el ANVA y la prueba de Tukey para determinar diferencias estadísticas de cada estación de muestreo. El investigador concluyó que, las mayores concentraciones de microplásticos se encontraron en las estaciones E1, E2 y E6 y los microplásticos también estuvieron presentes en los ríos Huallaga, Aucayacu y Sangapilla.

Ureta Santillan (2022) determinó la presencia de nanoplásticos y microplásticos en el contenido estomacal de peces amazónicos destinados al consumo humano: carachama (*Pseudorinelepis genibarbis*) y toa (*Hemisorubim platyrhynchos*). Su metodología se basó en la recolección de muestras para luego ser transportadas al laboratorio, donde pesó los estómagos llenos y vacíos, y procedió al estudio del contenido estomacal para comprender su forma, color y tamaño. Estos fueron secados a una temperatura de 50 °C en una estufa calibrada y se observaron en un estereoscopio para separar los nanoplásticos de los microplásticos. El autor concluyó, que se encontraron nanoplásticos en 27 ejemplares, de los cuales el 66.7% (18) fueron carachama y el 33.3% (9) de la especie toa. Se encontraron microplásticos en 24 especímenes con fragmentos, fibras y película de los cuales el 70.8% (17) en carachama y el 29.2% (7) en toa.

Benavente Talavera (2021) identificó la presencia de microplásticos en las playas de Camaná – Arequipa y desarrolló un programa de sensibilización ambiental. Su metodología implicó realizar un muestreo, posterior a ello el tamizaje, seguido el aislamiento de microplásticos por filtración, secado, cuantificación, separación de colores y la identificación. El autor determinó la composición química de microplásticos encontrados por el método

espectroscópico (FTIR), y se tomaron como referencias cinco muestras, para realizar los espectros.

Gavilán Santos *et al.* (2019) realizaron un estudio analítico con el objetivo de determinar la presencia de plástico en el contenido estomacal de la “lisa” *Mugil cephalus*, una especie de pez ampliamente consumido en toda la costa del Perú y común en los mercados de Lima. Con ese propósito analizaron el contenido estomacal de tres peces adquiridos en el mercado de Villa María del Triunfo (Lima). Los autores realizaron la identificación y cuantificación de los organismos planctónicos consumidos por los peces, y también la presencia de plástico. Este último mediante la prueba de flotación con cloruro de calcio, del contenido estomacal. Los resultados de los análisis realizados mostraron varios taxones de fitoplancton y zooplancton, componentes importantes de la dieta de esta especie, pero también evidenciaron presencia de fragmentos de microplásticos en dos de los tres ejemplares observados. El estudio sugiere que el estado tome acciones para dar solución a este problema de interés para la salud del mar y de los consumidores en el Perú.

A nivel regional

Chota-Macuyama & Chong Mendoza (2020) realizaron un estudio sobre la ingestión de microplásticos por peces de importancia comercial de diferentes especies y hábitos alimenticios detritívoros, omnívoros y piscívoros. Los detritívoros fueron boquichico *Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829 y llambina *Potamorhina altamazonica* (Cope, 1878); y en omnívoros fueron palometa *Mylossoma albiscopum* (Cope, 1872), sardina *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829), arahuana *Osteoglossum bicirhosum* (Cuvier, 1829), lisa *Schizodon fasciatus* (Spix & Agassiz, 1829) y cunchi *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840). En los piscívoros fueron huapeta *Hydrolycus scomberoides* (Cuvier, 1819), piraña *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858), mota *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) y

shiripira *Sorubim lima* (Bloch & Scheneider, 1801). Su metodología basó, en la disección de los peces con una tijera, hacer una incisión en la parte abdominal para extraer los órganos internos y encontrar el estómago, separar el contenido estomacal para ser diluido en etanol filtrado al 70% en una placa Petri. Los microplásticos se identificaron utilizando un estereoscopio trinocular Nikon, modelo SMZ800, conectado una cámara fotográfica Canon EOS Rebel T5i. Además, se colocaron junto al estereoscopio dos placas Petri con etanol filtrado al 70%, para una comprobación final. La ingestión de microplásticos se caracterizó por la cantidad de partículas ingeridas por los peces y el porcentaje de frecuencia de ocurrencia de microplásticos. Concluyeron que, de todos los peces analizados, seis individuos de *Prochilodus nigricans* el 12% de los analizados tenían microplásticos en el contenido del estómago.

Rojas *et al.* (2023) estudiaron la presencia de microplásticos en peces comerciales de Iquitos, Perú. Analizaron 61 ejemplares de 15 especies, extrayendo branquias y órganos internos para cuantificar microplásticos mediante digestión con NaOH ($10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$) durante cinco días, filtrado (utilizando un tamiz de acero inoxidable de $0.075 \mu\text{m}$) y observación microscópica mediante un microscopio Zeiss SteREO Discovery V12 (edición azul, v2.0) con aumentos de 6.5 x a 50 x. Utilizaron la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon para comparar la cantidad de partículas en ambas zonas (branquias y órganos internos). Identificaron 2337 partículas: 1096 en branquias y 1241 en órganos internos, con una prevalencia del 100% y un promedio de 38.3 partículas por pez. El estudio evidencia altos niveles de contaminación por microplásticos en los peces, lo que implica la necesidad de monitorear su impacto en la biota acuática y la salud humana.

2.2. Bases teóricas – científicas

Los microplásticos: definición e importancias de sus estudio

Los microplásticos se definen como partículas sólidas sintéticas, regulares o irregulares, con tamaños de 1 μm a 5 mm, que pueden ser de origen primario (fabricados así) o secundario (derivados de la fragmentación de objetos plásticos mayores en el ambiente) (Acosta González *et al.*, 2022; Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020; GESAMP, 2015). Estos materiales se han vuelto omnipresentes en los ambientes acuáticos debido a la alta producción de plásticos y su deficiente gestión de residuos (Gamarra-Jiménez & Salazar-Sánchez, 2024). Su ingreso al ecosistema acuático se da principalmente por lixiviación, actividades urbanas y desechos industriales, siendo ingeridos por organismos acuáticos de distintos niveles tróficos. Si bien los estudios iniciales se concentraron en ambientes marinos, actualmente se reconoce la presencia de microplásticos en sistemas de agua dulce como ríos y lagos (Gamarra-Jiménez & Salazar-Sánchez, 2024).

El contaminante de mayor volumen en los océanos son los microplásticos, alcanzando concentraciones máximas de hasta las 100 mil partículas/ m^3 (Greenpeace México, 2019). Desde la ecología trófica, se establece que los hábitos alimenticios determinan la probabilidad de ingestión accidental de microplásticos (Wright *et al.*, 2013). Los peces detritívoros y omnívoros, por su interacción directa con el sedimento y su dieta no especializada, muestran una mayor propensión a ingerir partículas plásticas presentes en el fondo o en materia en descomposición. Además, la bioacumulación y biomagnificación de estos contaminantes emergentes representan riesgos tanto para la salud de las especies como para la seguridad alimentaria humana (Rochman *et al.*, 2015).

Fuentes y rutas de ingreso a los ríos

Los microplásticos ingresan a los ríos por: 1) escorrentía urbana y rural, 2) mal manejo de residuos sólidos domésticos y actividades industriales, 3) fragmentación de

desechos plásticos (bolsas, botellas, aparejos de pesca) en el propio cauce (Lino Tolentino, 2022; Rojas *et al.*, 2023), y 4) descarga de aguas residuales sin tratamiento eficaz.

Además, los ríos pueden actuar como corredores que llevan microplásticos desde entornos continentales hacia los sistemas marinos (Gamarra-Jiménez & Salazar-Sánchez, 2024; Lino Tolentino, 2022).

Estado del conocimiento en la Amazonía peruana

Estudios recientes en la Amazonía peruana, así como en el río Huallaga y sus afluentes, han comprobado la presencia de microplásticos en agua, sedimentos y peces (Chota-Macuyama & Mendoza, 2020; Lino Tolentino, 2022; Rojas *et al.*, 2023).

En peces: El primer registro en Loreto mostró ingestión de microplásticos en la especie *Prochilodus nigricans* (boquichico), una de las más comercializadas. Se encontró una frecuencia de microplásticos del 46.2% en esta especie, con tamaños entre 0.40–4.39 mm, principalmente en forma de filamentos azules y fragmentos irregulares (Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020; Rojas *et al.*, 2023).

En ambientes: En el río Huallaga, análisis de agua y sedimentos han identificado tipos de plásticos como PEAD, PEBD y PP, con concentraciones que oscilan entre 9-84 MP/L en agua y 5-69 MP/kg en sedimentos (Lino Tolentino, 2022). Las fuentes principales de contaminación identificadas son la mala gestión de residuos y el aporte de afluentes contaminados.

Amenaza de los microplásticos para la vida acuática y los ecosistemas

En estos últimos años, la contaminación por microplásticos se ha convertido en un problema ambiental alarmantes de gran magnitud, afectando gravemente a los ecosistemas acuáticos. Estos pequeños fragmentos de plástico, provenientes de la descomposición de

desechos mayores bajo la influencia de factores químicos, biológicos o físicos (Godoy-Balcarcel *et al.* 2021b), representan una amenaza persistente y omnipresente en el medio ambiente.

La ingestión de microplásticos por parte de los peces (la ictiofauna) puede ocurrir por vías como: confusión con alimento, absorción accidental al alimentarse de sedimentos, y transferencia a través de la cadena trófica (Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020).

Esta ingesta tiene consecuencias directas y severas en los peces, como:








1. *Bloqueos intestinales, desnutrición y alteraciones metabólicas* (Cuadra *et al.*, 2023).
2. *Bioacumulación y biomagnificación* de contaminantes asociados a los plásticos, como metales pesados e hidrocarburos (Cuadra *et al.*, 2023; Valladolid, 2024).

A nivel de ecosistema, la contaminación por microplásticos genera impactos más amplios, incluyendo:

3. *Afectaciones en la abundancia y distribución de especies*, lo que puede alterar la estructura y el funcionamiento del ecosistema acuático (Valladolid, 2024).
4. La persistencia de estos compuestos subraya la necesidad de implementar políticas de *manejo adecuado de residuos* y de *educación ambiental* para mitigar sus efectos (MINAM, 2023).

Clasificación de microplásticos

Rodríguez (2021) e (INFINITIA, 2021) clasifican a los microplásticos según su naturaleza química, en varios tipos:

Símbolo	Tipos de plásticos	Productos
	Tereftalato de polietileno. PET - PETE	Botellas, paquetes de comida, botes de cremas y/o farmacéuticos.
	Polietileno de alta densidad. HDPE	Botellas de leches, detergentes, paquetes de comida o de aceite de motores.
	Policloruro de vinilo. PVC	Tarjetas de créditos, tuberías, materiales de construcción, revestimiento de cables, etc.
	Polietileno de baja densidad. LDPE	Bolsas, plásticos de burbuja, botellas de suero, ampollas, aislantes.
	Polipropileno PP	Tapones de botella, pajitas, tupperwares, neveras portátiles, fibras de tejidos, alfombras, lonas, pañales.
	Poliestireno PS	Envase de yogures, cubiertos de plásticos, bandejas, juguetes.
	Otros plásticos PE – polietileno, PC – policarbonato	Caratula de CD, productos electrónicos. DVD's, equipos, gafas de sol, etc.

Tipos de microplásticos identificados en peces del río Huallaga

Algunos estudios en la cuenca del río Huallaga (Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020; Lino Tolentino, 2022; Ureta Santillan, 2022) han documentado la presencia de microplásticos en especies de peces de consumo humano, como la carachama (*Pseudorinelepis genibarbis*), la toa (*Hemisorubim platyrhynchos*) y el boquichico (*Prochilodus nigricans*).

Los tipos de microplásticos identificados según **forma** fueron filamentos, fragmentos irregulares, micropelículas y microfibras; según **color**, los más comunes son el azul, rojo, verde, celeste y amarillo, y los **tamaños** oscilan entre 0.40 mm y 4.39 mm (Lino Tolentino, 2022; Ureta Santillan, 2022).

Efectos de los microplásticos en la salud de los peces

La presencia de microplásticos en peces de ríos amazónicos tiene varias consecuencias negativas para su salud, evidenciadas tanto en estudios regionales como globales: 1) *Daños físicos*, ya que pueden causar obstrucciones en el tracto digestivo, dificultando la digestión y la absorción de nutrientes, e incluso provocando bloqueos internos o lesiones (dos Santos Silva *et al.*, 2024b; Martínez Delgadillo, 2020). 2) *Alteraciones metabólicas y nutricionales*, debido a que su acumulación reduce la capacidad de absorber nutrientes, afecta el crecimiento y puede llevar a malnutrición. 3) *Impactos sobre la reproducción y la inmunidad*, por la acumulación progresiva puede afectar las capacidades reproductivas de los peces y comprometer el funcionamiento del sistema inmune (Lin *et al.*, 2020; Marfella *et al.*, 2024; Martínez Delgadillo, 2020). 4) *Exposición a contaminantes adheridos*, ya que pueden actuar como vectores de sustancias tóxicas, como metales pesados o contaminantes orgánicos persistentes, que se adsorben en su superficie y luego ingresan al organismo del pez, incrementando los riesgos de daño hepático, estrés oxidativo y alteraciones celulares (Escobar Condor *et al.*, 2019). 5) *Alteración de la cadena trófica y biodiversidad*, debido a que la ingestión de microplásticos puede interrumpir la cadena alimentaria acuática, modificar relaciones depredador-presa y disminuir la biodiversidad local (Lin *et al.*, 2020).

Riesgos a la salud humana asociadas con el consumo de peces contaminados con microplásticos

El consumo de peces de río contaminados con microplásticos y otros contaminantes asociados representa diversos riesgos potenciales para la salud humana, principalmente por la ingestión directa de estas partículas y la bioacumulación de sustancias tóxicas que los microplásticos pueden transportar (Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020; da Cunha Najjar, 2024). Los riesgos más relevantes pudieran ser:

1. *Ingestión de microplásticos*: Aunque todavía se investiga el impacto exacto de los microplásticos en humanos, se sabe que estas partículas pueden contener contaminantes adsorbidos y pequeñas toxinas que, al entrar al organismo, podrían causar irritación gastrointestinal y afectar órganos internos.
2. *Contaminantes químicos adheridos a microplásticos*: Los microplásticos acumulan sustancias tóxicas como metales pesados (mercurio, arsénico, cadmio), pesticidas, y compuestos orgánicos persistentes (COP) que se liberan en el organismo tras su ingestión. Estos compuestos están relacionados con daños neurológicos, hepáticos, renales, hormonales, y efectos teratogénicos (malformaciones en fetos) e inmunotóxicos (Landos *et al.*, 2021; Mamani Flores *et al.*, 2025; Panduro *et al.*, 2020).
3. *Bioacumulación de mercurio y metilmercurio*: El mercurio, muy presente en la Amazonía por minería ilegal, se bioacumula en peces, afectando su salud y enviando un riesgo directo a los humanos que los consumen regularmente. El mercurio es neurotóxico, produce trastornos del desarrollo en niños, problemas reproductivos, daños en el sistema nervioso central, alteraciones motoras, y enfermedades crónicas (Mamani Flores *et al.*, 2025; Panduro *et al.*, 2020; Vargas Licon & Marrugo Negrete, s. f.).
4. *Efectos en poblaciones vulnerables*: Niños, mujeres embarazadas y adultos mayores son especialmente sensibles a estos contaminantes, pudiendo sufrir daños irreversibles en el desarrollo neurológico y en el sistema inmunológico.
5. *Consecuencias a largo plazo*: El consumo habitual de peces contaminados puede conducir a enfermedades degenerativas, cánceres, alteraciones hormonales y

reducción de la capacidad reproductiva en humanos (Garnero *et al.*, 2020; Landos *et al.*, 2021).

2.3. Definición de términos básicos

Alimentación: Proceso mediante el cual los organismos incorporan alimentos a su cuerpo. Incluye la selección, ingestión y utilización de los nutrientes necesarios para la vida.

Alimento: Sustancia que los seres vivos ingieren y asimilan para obtener energía, crecer y mantener sus funciones vitales. Los alimentos pueden ser de origen vegetal, animal o mineral.

Bentos: Conjunto de organismos que viven en el fondo de ambientes acuáticos, como ríos, lagos y océanos. Incluye animales, plantas y microorganismos adaptados a la vida en el sustrato.

Bioacumulación: Proceso por el cual ciertas sustancias, como los microplásticos y los contaminantes adheridos a ellos, se acumulan en los organismos vivos a través del tiempo, pasando a lo largo de la cadena alimentaria.

Contaminación: Se refiere a la introducción de sustancias o formas de energía perjudiciales en un medio ambiente natural, lo que provoca un efecto negativo. En este contexto, se centra en la contaminación causada por los microplásticos.

Contaminación por microplásticos: Se refiere a la presencia y acumulación de microplásticos en los cuerpos de agua, como ríos, lagos y océanos, donde afectan la calidad del agua, la vida acuática y pueden introducir toxinas en la cadena alimentaria.

Contaminantes emergentes: Sustancias químicas o materiales recientemente reconocidos como amenazas ambientales.

Detritívoros: Organismos que se alimentan principalmente de materia orgánica en descomposición.

Ecosistema acuático: Conjunto de organismos vivos (como peces, plantas y microorganismos) y su entorno físico (agua, sedimentos, nutrientes) interactuando en un medio acuático como ríos, lagos o mares.

Ejemplar: Se refiere a cada muestra concreta y tangible que se recolecta, conserva y estudia para representar a una especie o población. Se usa a menudo para referirse a la muestra que ha sido preparada o preservada para su estudio o exposición, como los que se recolectaron para esta investigación.

Escorrentía: Flujo de agua sobre la superficie terrestre, generalmente como resultado de lluvias. Transporta sedimentos, nutrientes y contaminantes hacia cuerpos de agua como ríos y lagos.

Estereomicroscopía: Técnica de observación microscópica tridimensional empleada para examinar el contenido estomacal de peces.

Filamento: Es un polímetro cuyas cadenas están extendidas en línea recta al lado de la otra o a lo largo de un mismo eje.

Hábito alimenticio: Clasificación trófica de una especie según su fuente principal de alimento (carnívoro, omnívoro, etc.).

Microplásticos: Son pequeñas partículas de plástico con un tamaño menor a 5 milímetros, las cuales pueden ser fragmentos resultantes de la degradación de materiales plásticos más grandes o fabricadas intencionalmente para productos industriales o de

consumo (como microesferas en cosméticos). Estas partículas son contaminantes emergentes en ambientes acuáticos y representan un riesgo para los ecosistemas y la salud humana.

Pesca artesanal: Es una actividad pesquera que se utiliza técnicas tradicionales con poco desarrollo tecnológico.

Plásticos: Se compone de compuestos orgánicos o sintéticos y es maleable para que pueda moldearse en objetos sólidos de diversas formas.

Polución acuática: Contaminación de cuerpos de agua por sustancias nocivas, como productos químicos, residuos orgánicos, metales pesados o microorganismos patógenos, que afectan la calidad del agua y la vida acuática.

Recursos hidrobiológicos: Son organismos que pasan toda o parte de su vida en el medio acuático y son utilizados directa o indirectamente por el ser humano.

Recursos ictiológicos: Conjunto de especies de peces presentes en un ecosistema acuático, que pueden ser aprovechadas para consumo humano, investigación o conservación.

Recursos pesqueros: Organismos acuáticos, principalmente peces y mariscos, que son explotados comercialmente o para subsistencia. Incluyen especies capturadas o cultivadas para alimentación y otros usos.

Red trófica: Conjunto de relaciones alimenticias entre los organismos de un ecosistema, mostrando quién se alimenta de quién. Representa el flujo de energía y nutrientes a través de diferentes niveles tróficos.

Río: Corriente natural de agua que fluye por un cauce definido desde zonas altas hacia zonas bajas, desembocando en otro cuerpo de agua como un lago, mar u océano.

Río Huallaga: Es un río importante en la cuenca amazónica, ubicado en la región de Loreto, Perú, que sirve como hábitat para diversas especies de peces y es fuente económica y alimentaria para las comunidades locales.

Sedimento: Material sólido, como arena, limo, arcilla o fragmentos orgánicos, que se deposita en el fondo de cuerpos de agua por acción de la gravedad y el movimiento del agua.

Zona bentónica: Región del fondo de un cuerpo de agua, donde habitan organismos bentónicos. Se caracteriza por condiciones particulares de luz, temperatura y disponibilidad de nutrientes.

2.4. Formulación de hipótesis

H₀: No existe presencia significativa de microplásticos en peces del río Huallaga (Alto Amazonas – Loreto – Perú).

H₁: Existe presencia significativa de microplásticos en peces del río Huallaga (Alto Amazonas – Loreto – Perú).

2.5. Identificación de variables

Variable 1: Presencia de microplásticos

Variable 2: Especies de peces

Variable 3: Hábitos alimenticios

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de las variables de estudio.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo por su naturaleza Y relación	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Presencia de microplástico	Fragmentos plásticos menores a 5 mm que contaminan el ambiente acuático y pueden ser ingeridos por organismos vivos.	Registro de partículas plásticas en el contenido estomacal de los peces, observadas mediante estereomicroscopía.	Variable dependiente	Contaminación en el pez	Presencia de microplásticos	Cualitativa dicotómica Numérica	Presencia / Ausencia	1 = Presente 0 = Ausente	Ficha de análisis de contenido estomacal
Especies de peces	Conjunto de organismos que comparten características morfológicas, genéticas y ecológicas similares y pertenecen a un mismo taxón biológico.	Clasificación taxonómica basada en la identificación morfológica de los ejemplares recolectados.	Variable independiente	Taxonomía	Nombre científico y común de la especie	Cualitativa nominal	Diversas especies identificadas	Ejemplos: <i>Prochilodus nigricans</i> , <i>Psectrogaster amazónica</i> , etc.	Ficha de identificación morfológica
Hábitos alimenticios	Tipo de estrategia alimentaria que adopta una especie, relacionada con su rol trófico y fuente principal de alimento en su ecosistema	Asignación trófica basada en referencias científicas por especie identificada (carnívoro, omnívoro, detritívoro, etc.).	Variable independiente	Nivel trófico	Tipo de hábito alimenticio	Cualitativa nominal	Carnívoro, Omnívoro, Insectívoro, Detritívoro, Planctófago.	1 = Carnívoro 2 = Omnívoro 3 = Insectívoro 4 = Detritívoro 5 = Planctófago	Tabla de clasificación trófica basada en literatura

Capítulo III. METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio corresponde a una investigación básica, con un enfoque cuantitativo, dado a que se centró en ampliar el conocimiento describiendo presencia/ausencia de microplásticos en la ictiofauna del río Huallaga. Mediante pruebas de análisis estadísticos se evaluó la existencia de relación entre la presencia de microplásticos y las variables biológicas de especie y hábito alimenticio.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, ya que se buscó describir y cuantificar microplásticos en peces del río Huallaga, explorando posibles asociaciones entre las variables biológicas de especies y hábitos alimenticios con la presencia de microplásticos.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación aplicado fue el método científico, con un enfoque cuantitativo, con el fin de describir presencia de microplásticos en peces y su relación con las especies y sus hábitos alimenticios.

Mediante una revisión sistemática de la literatura existente, se identificó la problemática relacionada a la potencial contaminación por microplásticos en organismos acuáticos. Posteriormente, se realizó la recolección de datos, seleccionando ejemplares de peces, cuyos contenidos estomacales fueron evaluados para determinar presencia, cantidad y formas de los microplásticos.

El método de investigación permitió describir las variables cualificables y cuantificables como especie, hábito de alimentación, talla y peso, así como las características de los microplásticos (presencia, cantidad por pez, tamaño y forma). El análisis se realizó utilizando herramientas estadísticas descriptivas (frecuencias, porcentajes, promedios \pm desviación estándar y rangos) e inferenciales (pruebas de chi-cuadrado de Pearson), lo que facilitó la descripción de patrones y relaciones significativas entre las variables estudiadas.

Finalmente, los resultados fueron interpretados con base en criterios científicos y contrastados con hallazgos de investigaciones similares en contextos regionales y globales.

3.4. Diseño de investigación

El estudio tiene un diseño no experimental – descriptiva, de corte transversal. No se manipuló ninguna variable, sino que solo se observó y cuantificó la presencia de microplásticos en peces del río Huallaga, en un único momento en el tiempo para cada ejemplar.

3.5. Población y muestra

La población estuvo conformada por la ictiofauna del río Huallaga, con especial atención en las especies de importancia comercial.

Como muestras se recolectaron, de manera no probabilística e intencional, 197 ejemplares pertenecientes a 25 especies, asegurando representatividad según especies y considerando la disponibilidad y condición de frescura.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Selección de ejemplares

Los ejemplares de peces fueron seleccionados de los desembarques de pesca artesanal en los principales puertos de la ciudad de Yurimaguas (La Loretana, La Garcilazo, Abel Guerra y La Boca), entre los meses de julio a setiembre de 2024. Este período coincidió con la temporada de máxima vaciante del río Huallaga.

De cada ejemplar se registró datos de especie (nombres común y científico), peso (en gramos), talla total (en centímetros) y hábito alimenticio.

3.6.2. Examen de contenido estomacal

En laboratorio, de cada ejemplar se extrajo el contenido estomacal, que fueron procesadas con solución salina y luego analizados bajo lupa y microscopio-estereoscópico para detectar presencia, cantidad y forma de los microplásticos.

3.6.3. Instrumentos utilizados

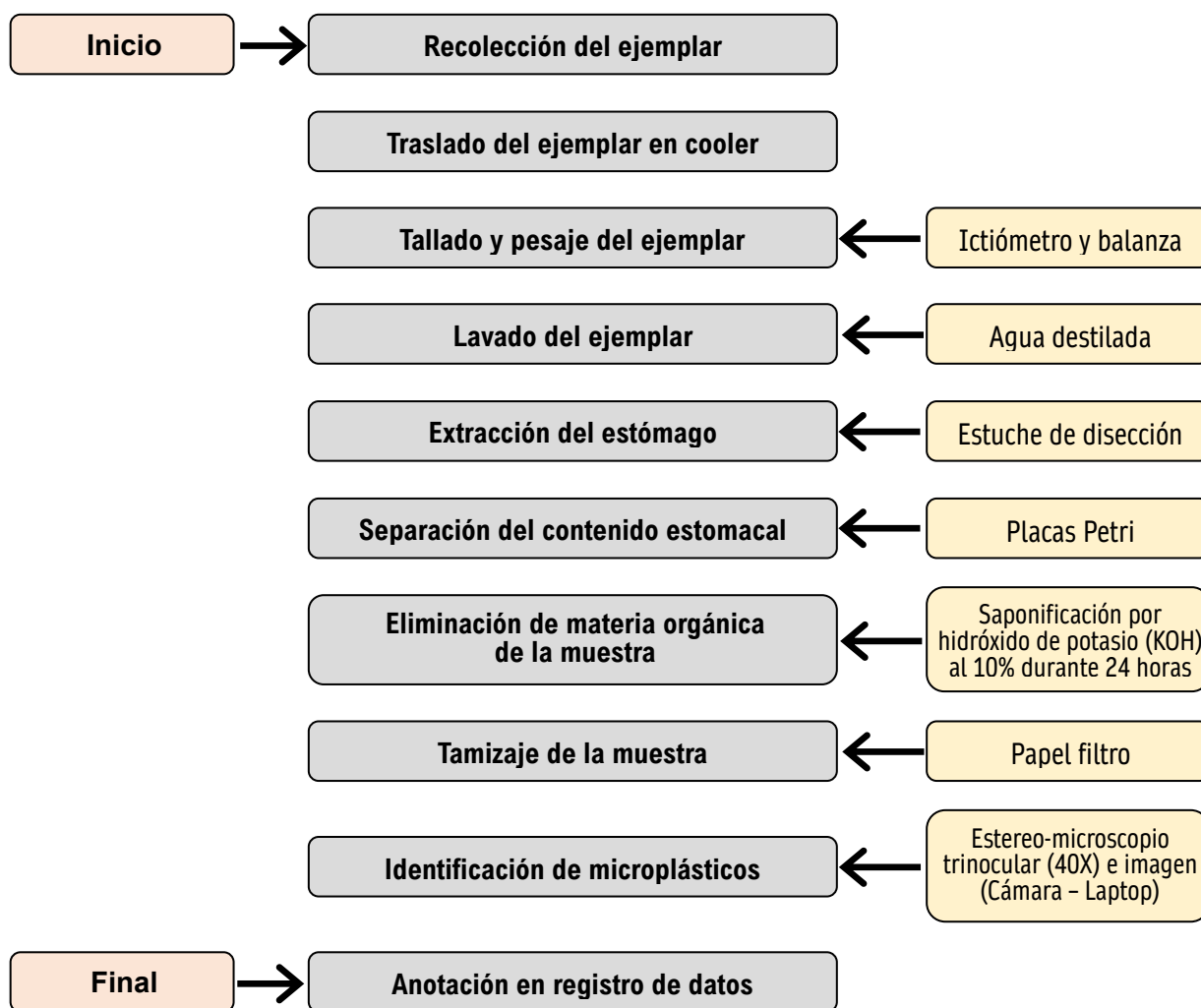
Los instrumentos utilizados en la recolección de los datos fueron los siguientes:

- Formato de registro de datos biológicos.
- Hoja de cálculo digital (Excel) y programa estadístico SPSS v.29.
- Ejemplares de peces
- Agua destilada
- Pinzas y bisturíes quirúrgicos estériles.
- Placas Petri

- Hidróxido de potasio
- Microscopio-estereoscópico

3.6.4. Plan de procesamiento para la obtención de los datos

En el siguiente diagrama se detalla la secuencia del procedimiento seguido para procesar las muestra y obtener los datos (ver Anexo 3, Fotos 1 a 16):



3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados durante el proceso de observación fueron registrados en matrices estructuradas en hojas de cálculo, organizadas por código de ejemplar, especie,

hábito alimenticio y presencia/ausencia de microplásticos. Posteriormente, se procedió al procesamiento de la información mediante técnicas cualitativas y cuantitativas que permitieron sistematizar, clasificar y resumir los datos con fines interpretativos y comparativos.

Para el análisis, se aplicaron técnicas de estadística descriptiva, consistentes en el cálculo de frecuencias absolutas y relativas, así como proporciones por especie y categoría trófica. Estas técnicas permitieron identificar tendencias generales en la presencia de microplásticos, así como su distribución entre los distintos grupos taxonómicos y tipos de hábitos alimenticios.

El tratamiento de datos incluyó la elaboración de tablas de contingencia y gráficos de barras para facilitar la visualización de los resultados. Además, se analizaron posibles patrones de asociación entre la presencia de microplásticos con las especie y los hábitos tróficos de los peces mediante una interpretación relacional de los datos. Para garantizar la fidelidad del análisis, se utilizó el software Microsoft Excel 365, que permitió organizar los datos, realizar cálculos automáticos y representar gráficamente los resultados obtenidos.

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante los programas Microsoft Excel y SPSS versión 29.

3.8. Tratamiento estadístico

En primer lugar, se empleó estadística descriptiva con el propósito de describir la presencia de microplásticos en los ejemplares de peces recolectados en el río Huallaga. Se calcularon frecuencias absolutas y relativas de peces con y sin microplásticos, categorizadas según especie, hábito alimenticio. Además, se estimaron valores de media \pm desviación

estándar y rangos para variables cuantitativas de talla y peso de los peces, y de los microplásticos, la cantidad, el tamaño y la forma.

Se calcularon porcentajes de ejemplares contaminados según especies y categorías tróficas, permitiendo establecer patrones de distribución y tendencias en la ingestión de microplásticos. Los resultados fueron organizados en tablas para facilitar su interpretación e integración en el capítulo de resultados y discusión, para compararlos con antecedentes científicos nacionales e internacionales. El procesamiento de datos se llevó a cabo con el apoyo de hojas de cálculo Microsoft Excel 365, para sistematizar la información y generar gráficos complementarios.

Posteriormente, se aplicaron métodos de estadística inferencial con el fin de identificar posibles relaciones significativas entre variables. En particular, se utilizó la prueba no paramétrica de Chi-cuadrado de Pearson (χ^2) para evaluar asociaciones entre las variables cualitativas (especie y hábito alimenticio) y la presencia de microplásticos. Para este análisis se consideró un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$).

3.9. Orientación ética filosófica y epistemológica

3.9.1. Orientación ética

La presente investigación se desarrolló bajo una orientación ética que garantiza el respeto a la vida animal, la conservación del entorno natural y la integridad del conocimiento generado. La colecta de ejemplares se realizó en mercados de la ciudad de Yurimaguas, evitando impactar sobre las poblaciones silvestres con capturas excesivas o alteración del hábitat natural. No se utilizaron especies protegidas ni en peligro.

3.9.2. Orientación filosófica

Desde una perspectiva filosófica, el estudio se enmarca en una postura crítico–realista, que reconoce la existencia objetiva del fenómeno estudiado (contaminación por microplásticos), pero también contempla las limitaciones del conocimiento humano y la necesidad de interpretarlo desde una mirada contextualizada, reflexiva y responsable frente a los problemas socioambientales contemporáneos.

3.9.3. Orientación epistemológica

En cuanto a su orientación epistemológica, el estudio adopta un enfoque empírico-analítico, basado en la observación sistemática, la recolección de datos cuantificables y su análisis lógico mediante herramientas estadísticas. Esta aproximación permite validar los hallazgos a través de evidencia objetiva, contribuyendo a la construcción de conocimiento científico sobre la contaminación plástica en ecosistemas acuáticos y su relación con los hábitos alimenticios de la fauna íctica.

Capítulo IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Descripción del trabajo de campo y laboratorio

4.1.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo se desarrolló en los principales puertos de la ciudad de Yurimaguas (La Loretana, La Garcilazo, Abel Guerra y La Boca), provincia de Alto Amazonas - Loreto, Perú, durante los meses de julio a septiembre del 2024. La elección de este periodo se debió a que corresponde la temporada de vaciante del río Huallaga, en la cual se presenta la mayor actividad pesquera, lo que permitió un muestreo representativo de las especies locales.

Las jornadas de colecta se llevaron a cabo en coordinación con pescadores artesanales de la zona, quienes utilizaron artes de pesca convencionales (redes de arrastre, de enmalle tarrafas y anzuelos), asegurando la captura de ejemplares representativos de la diversidad ictiológica del río.

En total, se recolectaron 197 ejemplares de peces, correspondientes a 25 especies y cinco categorías tróficas (ver Tablas 2 y 4). Cada ejemplar fue registrado *in situ* con datos de la especie (nombre común), conservado en hielo y trasladado al laboratorio en recipientes debidamente rotulados para evitar confusiones o pérdidas de información. El registro fotográfico complementó la documentación inicial del muestreo.

4.1.2. Descripción del trabajo de laboratorio

El trabajo de laboratorio se desarrolló en el Laboratorio de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas (UNAAA). Allí, los especímenes fueron sometidos a un proceso de identificación taxonómica mediante claves especializadas (Galvis *et al.*, 2006; García-Dávila *et al.*, 2022; van der Sleen & Albert, 2018), lo que permitió confirmar su clasificación científica. Posteriormente, se procedió a medir talla y peso, lavado y la disección para extraer los estómagos de cada ejemplar. El contenido estomacal se vertió en placas Petri y se añadió solución de hidróxido de potasio (KOH) al 10%. Después de 24 h las materia orgánica fue completamente digerida y la muestra fue filtrada, para luego ser sometidos a análisis bajo estereo-microscopio (ver Anexo 3, fotos 1 a 16).

El análisis consistió en la observación detallada del contenido estomacal, registrando la presencia o ausencia de microplásticos, así como características morfológicas (forma y tamaño) y cantidad por ejemplar. Este procedimiento se complementó con la clasificación de cada ejemplar en función de su hábito alimenticio (carnívoro, omnívoro, insectívoro, detritívoro y planctófago), lo que permitió establecer comparaciones entre los patrones de ingestión de microplásticos y las estrategias tróficas.

Para garantizar la confiabilidad de los resultados, se implementaron medidas de control de contaminación cruzada, como el uso de guantes, batas de laboratorio, instrumentos estériles y superficies cubiertas con papel aluminio durante la observación, para descartar la presencia de fibras plásticas procedentes del ambiente del laboratorio.

4.2. Presentación de resultados

4.2.1. Análisis descriptivo

Las tablas a continuación presentan los resultados del análisis descriptivo de las especies de peces muestreados, el porcentaje de peces con y sin microplásticos, así como el número y porcentaje por especie y la distribución por hábitos alimenticios.

La tabla 2 presenta información sobre las especies de peces, incluyendo sus nombres comunes y científicos, la cantidad de ejemplares analizados, la media de talla y peso \pm la desviación estándar, así como el rango (valor mínimo y máximo).

Se han analizado 197 ejemplares de 25 especies distintas, las cuales estuvieron distribuidas en 14 familias y 3 órdenes. Los Characiformes fueron el grupo más diverso, con 15 especies representadas por las familias Prochilodontidae, Triportheidae, Characidae, Anostomidae, Curimatidae, Serrasalmididae, entre otras. Los Siluriformes incluyeron especies de bagres y peces de fondo (bentónicos), con nueve especies de la familia: Pimelodidae, Auchenipteridae y Callichthyidae. Los Cichliformes estuvieron representado únicamente por *Hypselecara temporalis* (Bujurqui morado).

En el gráfico 1 se representa la distribución los ejemplares de peces analizados, por especie, durante el periodo de estudio (julio – setiembre de 2024).

Algunas especies estuvieron representadas por un solo ejemplar (pez zorro, toa, achara, mota blanca, doncella), mientras que otras tuvieron un número considerablemente mayor de individuos, como *Prochilodus nigricans* (boquichico), las especie más abundante con 43 ejemplares; *Triportheus angulatus* (sardina) con 21 ejemplares, *Roeboides myersi* (dentón) con 19 ejemplares, *Schizodon fasciatus* (lisa 4 bandas) con 16 ejemplares, *Psectrogaster amazonica* (ractacara) con 16 ejemplares, *Mylossoma duriventre* (palometa) con 14 ejemplares, etc. (Tabla 2). Estas especies probablemente fueron de mayor interés pesquero en la temporada de estudio.

Tabla 2. Descripción taxonómica y biométricas de los ejemplares de 25 especies de peces analizados, procedentes del río Huallaga (período julio – setiembre de 2024).

Descripción taxonómicas			Nombre común	Cant.	Tallas (cm)		Pesos (g)	
Orden	Familia	Nombre científico			Media ± D.E	Rango	Media ± D.E	Rango
Characiformes	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i> (Cuvier, 1819)	Pez zorro	1	23.5	—	107.5	—
	Anostomidae	<i>Leporinus agassizi</i> Steindachner, 1876	Lisa	8	19.6 ± 1.6	16.8 – 21.8	84.4 ± 19.8	57.6 – 116.8
		<i>Schizodon fasciatus</i> Spix & Agassiz, 1829	Lisa 4 bandas	16	23.5 ± 2.3	18.7 – 28.0	119.6 ± 26.3	61.8 – 162.8
	Characidae	<i>Roeboides myersi</i> Gill, 1870	Dentón	19	16.3 ± 0.9	15.0 – 17.8	48.0 ± 8.1	37.6 – 67.2
	Curimatidae	<i>Psectrogaster amazonica</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	Ractacara	16	14.1 ± 1.5	10.0 – 15.9	49.4 ± 15.2	21.1 – 71.7
		<i>Potamorhina altamazonica</i> (Cope, 1878)	Yahuarachi	13	17.3 ± 2.1	15.2 – 21.9	69.0 ± 20.8	32.9 – 102.5
	Cynodontidae	<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829	Chambira	2	32.0 ± 3.5	29.5 – 34.4	151.3 ± 41.9	121.7 – 180.9
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Fasaco	3	22.3 ± 1.0	21.5 – 23.5	120.3 ± 24.7	105.0 – 148.8
	Hemiodontidae	<i>Anodus elongatus</i> Agassiz, 1829	Yulilla	5	23.6 ± 2.1	21.7 – 26.3	101.8 ± 16.9	87.8 – 128.2
		<i>Hemiodus microlepis</i> Kner, 1858	Yulilla roja	4	23.5 ± 1.4	22.0 – 25.0	122.0 ± 9.0	116.0 – 134.0
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i> Agassiz, 1829	Boquichico	43	20.3 ± 1.9	14.7 – 24.0	104.7 ± 21.6	50.8 – 156.4
	Serrasalminae	<i>Mylossoma albiscopum</i> (Coper, 1872)	Palometa	14	13.7 ± 0.9	12.4 – 16.3	53.7 ± 14.7	38.6 – 96.5
		<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	Paña amarilla	4	16.3 ± 1.1	14.9 – 17.3	83.5 ± 23.3	56.2 – 110.4
		<i>Pygocentrus nattereri</i> Kner, 1858	Paña roja	6	15.2 ± 1.5	13.5 – 17.0	92.6 ± 26.6	62.6 – 128.5
Triporthidae	<i>Triporthus angulatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Sardina	21	17.2 ± 0.6	16.0 – 18.5	53.2 ± 6.9	44.2 – 74.4	
Cichliformes	Cichlidae	<i>Hypselecara temporalis</i> (Günther, 1862)	Bujurqui morado	2	17.4 ± 0.6	17.0 – 17.8	109.6 ± 3.9	106.8 – 112.3
Siluriformes	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	Cunchi novia	3	15.2 ± 1.3	14.0 – 16.5	68.2 ± 8.3	60.9 – 77.2
	Callichthyidae	<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	Shiruy	2	17.9 ± 1.2	17.0 – 18.7	114.5 ± 12.8	105.4 – 123.5
	Pimelodidae	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840)	Toa	1	21.5	—	82.5	—
		<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Shiripira	3	27.2 ± 2.0	25.0 – 29.0	105.4 ± 37.1	64.2 – 136.2
		<i>Pimelodus blochii</i> Valenciennes, 1840	Bagre cunchi	4	20.3 ± 1.7	18.5 – 22.5	90.5 ± 28.0	66.9 – 131.2
		<i>Leiarius marmoratus</i> (Gill, 1870)	Achara	1	29.0	—	218.4	—
		<i>Hypophthalmus oremaculatus</i> Nani & Fuster de Plaza, 1947	Maparate	4	25.0 ± 1.3	23.3 – 26.5	95.2 ± 11.1	82.2 – 106.8
<i>Pinirampus pirinampu</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Mota blanca	1	30.0	—	207.0	—		
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	Doncella	1	24.5	—	105.7	—		
Total				197				

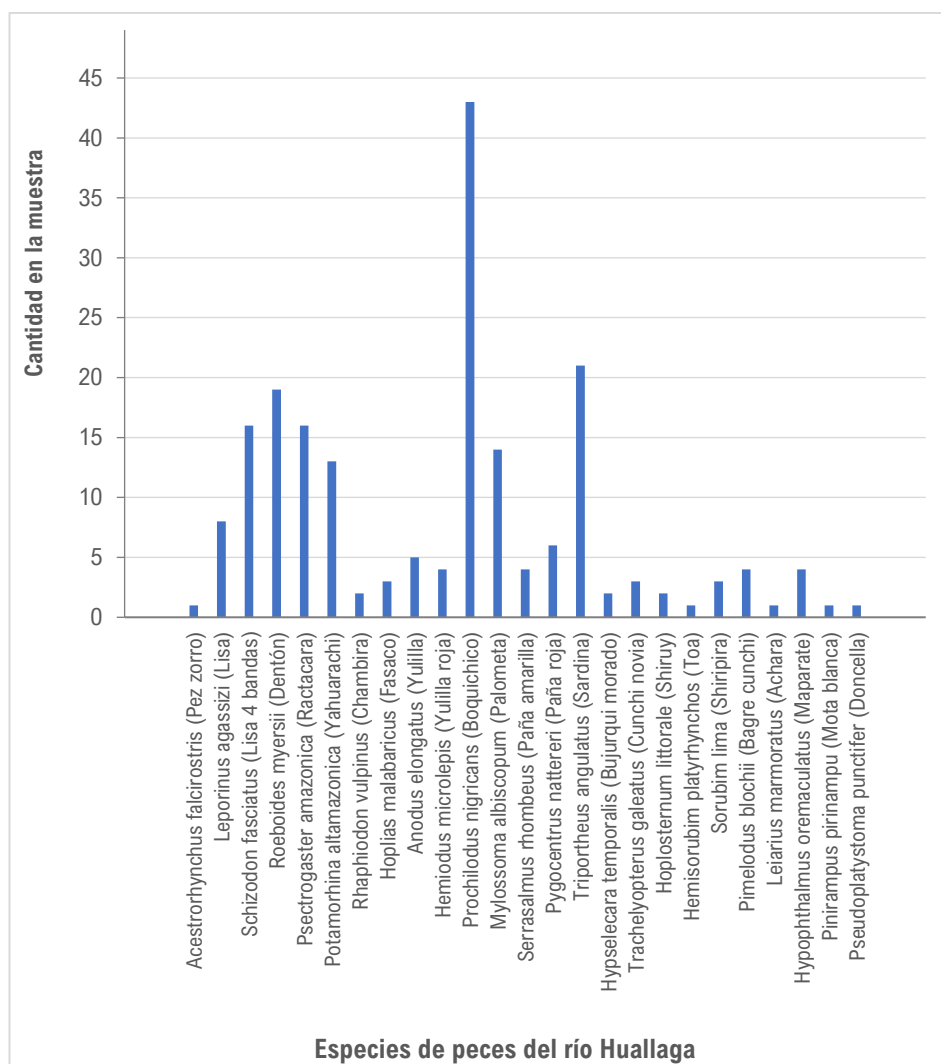


Gráfico 1. Distribución de los ejemplares de peces analizados por especie, procedentes del río Huallaga, en el período julio – setiembre de 2024.

Respecto a las características biométricas, en la tabla 2 se observa que el rango de tallas va desde 10.0 cm hasta 34.4 cm, mientras que el peso oscila entre 21.1 g y 218.4 g. Especies como *Rhaphiodon vulpinus* (chambira) tuvo la mayor talla registrada (34.4 cm), mientras *Leiarius marmoratus* (achara) el mayor peso (218.4 g), seguido de *Pinirampus pirinampu* (mota blanca) que también destacó por su biomasa (30.0 cm, 207.0 g). Las especies de menor talla/peso promedio fueron *Psectrogaster amazonica* y *Roeboides myersi*, con promedios por debajo de los 50 g.

Se observó una variabilidad intraespecífica; algunas especies presentan un amplio rango de tallas y pesos, lo cual sugiere una muestra compuesta por diferentes clases de edad o tamaños poblacionales, como *Prochilodus nigricans* (14.7–24.0 cm; 50.8–156.4 g), *Schizodon fasciatus* (18.7–28.0 cm; 61.8–162.8 g).

En la tabla 3 y en los gráficos 2 y 3, se detallan las cantidades de peces contaminados por especies y las características de los microplásticos en los ejemplares analizados, durante el período de estudio.

Se observa que, de un total de 197 ejemplares de peces analizados, 102 (51.8%) presentaron microplásticos en contenido estomacal, mientras que en 95 (48.2%) estuvo ausente. En varias especies, la proporción de ejemplares sin microplásticos supera a la de aquellos con microplásticos, aunque no en todos los casos. Esto sugiere que, aunque la contaminación por microplásticos está presente, no afecta uniformemente a todas las especies.

De las 25 especies, todas presentaron microplásticos, excepto *Acestrorhynchus falcistrostris* (pez zorro), *Pinirampus pirinampu* (mota blanca) y *Pseudoplatystoma fasciatum* (doncella) (ver Tabla 3, Gráfico 3).

La tabla 3 y el gráfico 3 muestra que todos los ejemplares de las especies fasaco, bujurqui morado, shiruy, toa, shiripira y achara, fueron contaminados con microplásticos. En las especies paña amarilla, cunchi novia, bagre cunchi, maparate, una mayor proporción de ejemplares ($\geq 75\%$) estuvieron contaminados. Mientras que dentón, paña roja y sardina la menor proporción ($\leq 33\%$) estuvieron contaminados.

Tabla 3. Características de los microplásticos en los ejemplares y porcentaje de peces contaminados en las especies analizadas (período julio – setiembre de 2024).

Nombre común	Nombre científico	Habitó Alimenticio	Microplásticos					% de peces con microplásticos
			Ausencia	Presencia	Cantidades/pez	Forma	Tamaño (µm)	
Pez zorro	<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i>	Carnívoro	1	0	0			0.0
Lisa	<i>Leporinus agassizi</i>	Omnívoro	4	4	0–2	Filamento	1082.2 – 2108.3	50.0
Lisa 4 bandas	<i>Leporinus trifasciatus</i>	Omnívoro	8	8	0–2	Filamento	442.9 – 2193.3	50.0
Dentón	<i>Roebooides myersi</i>	Carnívoro	13	6	0–2	Filamento	1006.4 – 3116.3	31.6
Ractacara	<i>Psectrogaster amazonica</i>	Detritívoro	8	8	0–2	Filamento	359.9 – 2977.9	50.0
Yahuarachi	<i>Potamorhina altamazonica</i>	Detritívoro	10	3	0–2	Filamento	1355.9 – 1815.3	23.1
Chambira	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Carnívoro	1	1	0–1	Filamento	4707.2	50
Fasaco	<i>Hoplias malabaricus</i>	Carnívoro	0	3	1	Filamento	605.6 – 703.7	100
Yulilla	<i>Anodus elongatus</i>	Planctófago	3	2	0–1	Filamento	3245.1 – 3348.5	40
Yulilla roja	<i>Hemiodus microlepis</i>	Planctófago	2	2	0–2	Filamento	1677.5 – 1940.7	50
Boquichico	<i>Prochilodus nigricans</i>	Detritívoro	17	26	0–3	Filamento	69.4 – 4068.6	58.1
Palometa	<i>Mylossoma albiscopum</i>	Omnívoro	5	9	0–3	Filamento	1304.0 – 4220.9	64.3
Paña amarilla	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Carnívoro	1	3	0–2	Filamento	947.2 – 3186.0	75
Paña roja	<i>Pygocentrus nattereri</i>	Carnívoro	4	2	0–2	Filamento	1182.4 – 1725.5	33.3
Sardina	<i>Triportheus angulatus</i>	Omnívoro	13	8	0–4	Filamento	413.3 – 3209.0	38.1
Bujurqui morado	<i>Hypselecara temporalis</i>	Omnívoro	0	2	1–2	Filamento	520.1 – 1914.5	100
Cunchi novia	<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Insectívoro	1	2	0–1	Filamento	1593.4 – 1744.5	75
Shiruy	<i>Hoplosternum littorale</i>	Detritívoro	0	2	1–2	Filamento	1240.6 – 2993.8	100
Toa	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Carnívoro	0	1	1	Filamento	1246.0	100
Shiripira	<i>Sorubim lima</i>	Carnívoro	0	3	1–3	Filamento	673.8 – 2557.2	100
Bagre cunchi	<i>Pimelodus blochii</i>	Omnívoro	1	3	0–1	Filamento	735.2 – 1055.3	75
Achara	<i>Leiarius marmoratus</i>	Carnívoro	0	1	2	Filamento	4810.8	100
Maparate	<i>Hypophthalmus oremaculatus</i>	Planctófago	1	3	0–2	Filamento	599.7 – 1734.5	75
Mota blanca	<i>Pirirampus pirinampu</i>	Carnívoro	1	0	0			0
Doncella	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Carnívoro	1	0	0			0
TOTAL			95	102	0 a 4	Filamento	69.4 a 4707.2 µm	51.8%

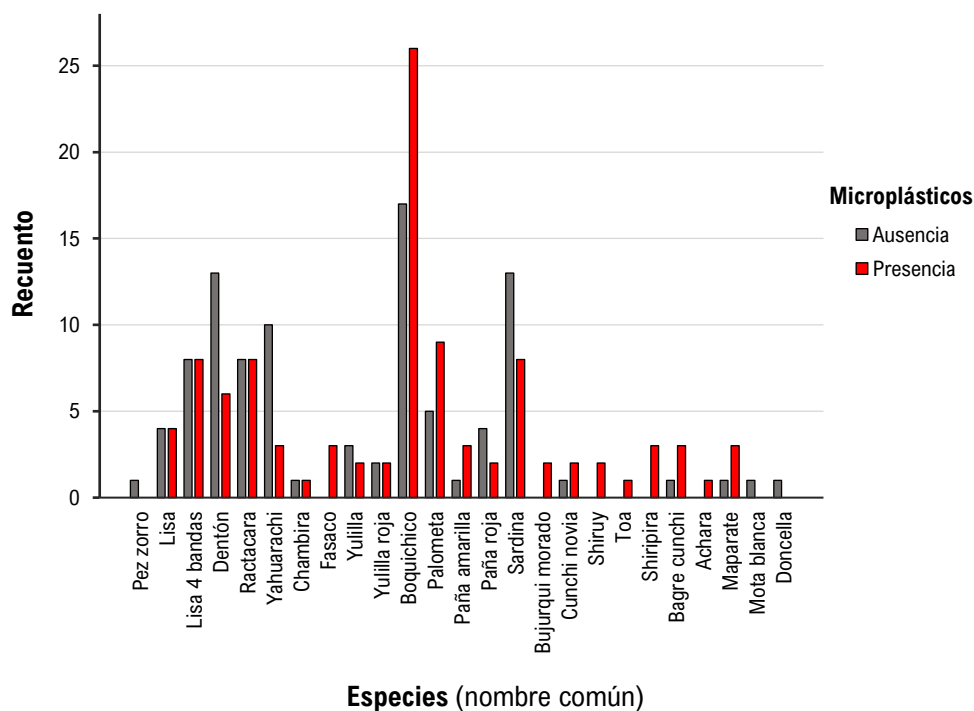


Gráfico 2. Presencia/Ausencia de microplásticos en especies de peces de consumo humano del río Huallaga (período julio – setiembre de 2024).

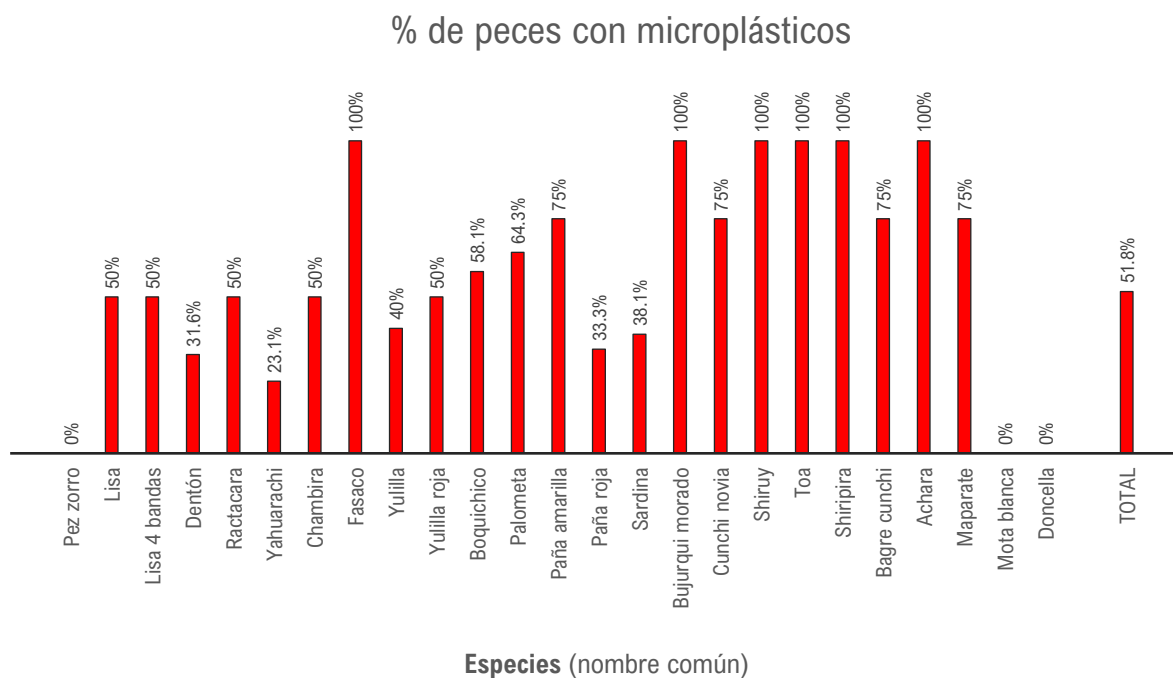


Gráfico 3. Porcentaje de ejemplares con presencia de microplásticos por especie y total (período julio – setiembre de 2024).

El gráfico 4, describe los valores de los porcentajes de ejemplares con microplásticos respecto al total de peces contaminados, y el porcentaje del total de peces analizados.

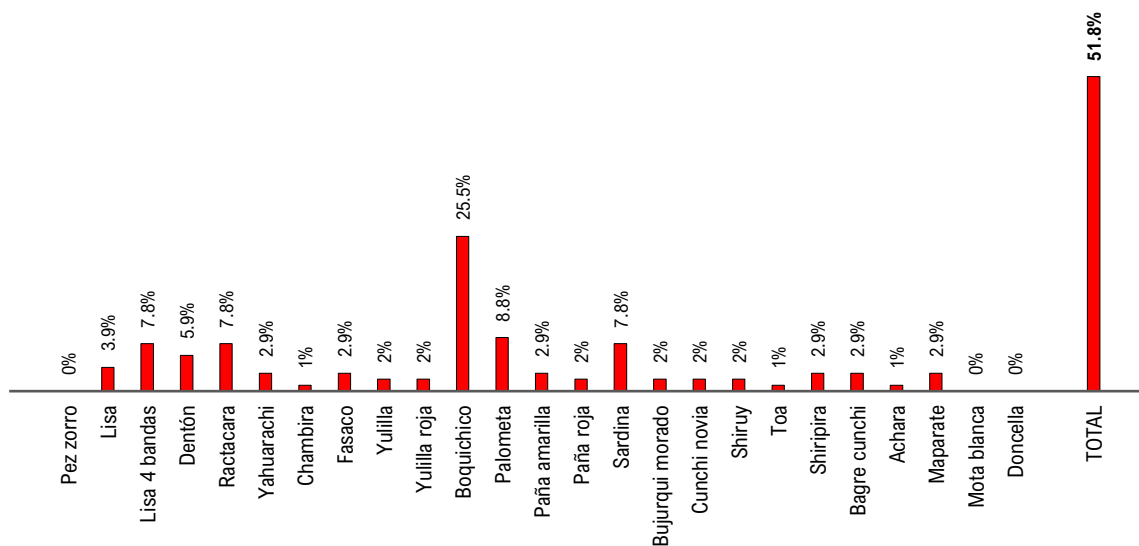


Gráfico 4. Distribución porcentual de ejemplares de peces en relación con total de ejemplares contaminados y el porcentaje del total de peces analizados (período julio – setiembre de 2024).

En este gráfico, se observa que el boquichico fue la especie con mayor porcentaje (25.5%) de ejemplares contaminados, mientras que las especies lisa 4 bandas, ractacara, sardina y palometa se encontraron en proporciones de entre 7.8% y 8.8%. Los demás estuvieron en proporción $\leq 5.9\%$.

Por otro lado, la tabla 3 también describe que los microplásticos encontrados en contenido estomacal de los ejemplares analizados tuvieron forma filamentosa, con un rango de tamaños entre 69.4 μm (boquichico) hasta 4,707.2 μm (chambira); la mayoría oscilando entre los 1,000 y 3,000 μm .

La cantidad de microplásticos encontrados en contenido estomacal varió entre 0 y 4 filamentos por individuo. Algunas especies como boquichico y sardina presentaron de 3–4 microplásticos por individuo, lo cual puede afectar la salud digestiva y fisiológica del pez.

La tabla 4 y el gráfico 5, presentan los datos de la proporción absoluta (recuento) y relativa (% del total) de la presencia/ausencia de microplásticos en peces agrupados según sus hábitos alimenticios, durante el período de estudio (julio – setiembre de 2024).

Tabla 4. Presencia/Ausencia (en recuento y porcentaje) de microplásticos en ejemplares de peces procedentes del río Huallaga según sus hábitos alimenticios (período julio – setiembre de 2024).

Hábito alimenticio		MICROPLÁSTICOS				TOTAL	
		Presencia		Ausencia		Recuento	Frec.Relat.
		Recuento	Frec.Relat.	Recuento	Frec.Relat.		
Carnívoro		20	10.2%	22	11.2%	42	21.3%
Omnívoro		34	17.3%	31	15.7%	65	33%
Insectívoro		2	1%	1	0.5%	3	1.5%
Detritívoro		39	19.8%	35	17.8%	74	37.6%
Planctófago		7	3.6%	6	3.1%	13	6.6%
TOTAL		102	51.8%	95	48.2%	197	100%

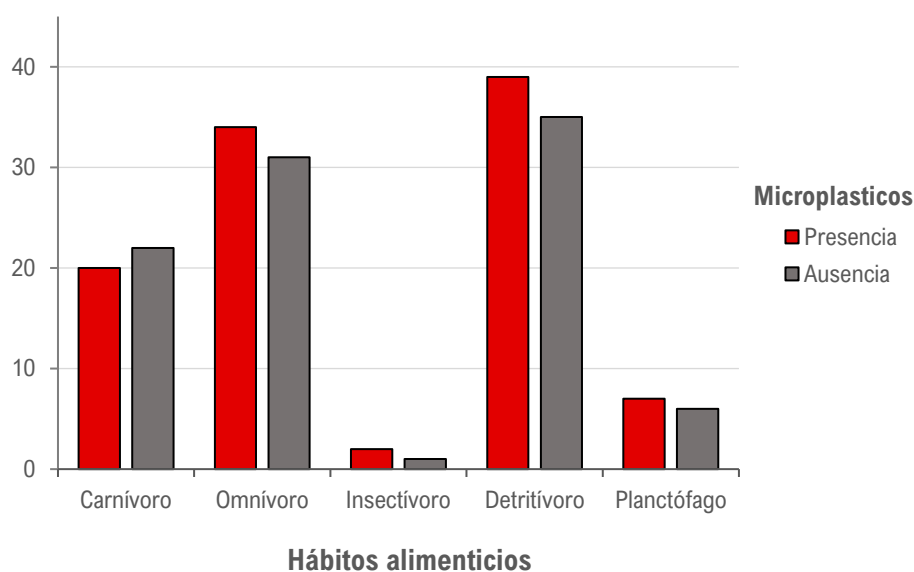


Gráfico 5. Recuento de ejemplares de peces procedentes del río Huallaga según presencia/ausencia de microplásticos por sus hábitos alimenticios (período julio – setiembre de 2024).

Esta tabla permite observar diferencias claras en la vulnerabilidad o exposición de los diferentes grupos tróficos a la contaminación por microplásticos.

Los detritívoros comprendieron la mayor proporción (19.8%) de ejemplares contaminados. La segunda categoría de hábitos de alimentación más contaminada (17.3%) fueron los omnívoros. En la tercera categoría, los carnívoros, se ve la menor proporción relativa de individuos contaminados (10.2%) en comparación con detritívoros.

En los planctófagos, aunque representan un bajo porcentaje del total (3.6%), el 53.8% de sus individuos están contaminados (7 de 13). Finalmente, la categoría de los insectívoros, aunque con muestra limitada (3 ejemplares), sin embargo, se observó presencia de microplásticos en un 1% de proporción relativa.

4.3. Prueba de hipótesis

Con el propósito de evaluar la hipótesis de investigación que plantea que “Los peces del río Huallaga presentan una contaminación significativa con microplásticos”, se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas de independencia (Chi-cuadrado de Pearson), considerando las variables categóricas “nombre común” y “hábito alimenticio”, en relación con la variable dicotómica “microplásticos”.

La tabla 6, contiene el resultado de la prueba estadística χ^2 , utilizada para contrastar la hipótesis, con base en la regla de decisión teórica: si $p \geq 0.05$ se acepta el H_0 , pero si $p < 0.05$, se acepta la H_1 , con una probabilidad del 95%.

En el caso de la variable “especies”, el análisis mostró un valor de $\chi^2 = 29.554$ y $p = 0.200$. Este resultado indica que no existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que la contaminación por microplásticos difiere entre las especies analizadas. Si bien se observa una mayor proporción de contaminación en especies como boquichico (25.5%), y

palometa (8.8%), lisa 4 bandas (7.8%) y Sardina (7.8%) (Gráfico 6; Anexo 2, Tabla 5), estas diferencias no alcanzan niveles de significancia estadística (Anexo 2, Tabla 6).

En relación con el hábito alimenticio, la prueba de Chi-cuadrado de Pearson mostró un valor de $\chi^2 = 0.612$ y $p = 0.962$, lo que también confirma la ausencia de una asociación estadísticamente significativa entre los hábitos de alimentación y la presencia de microplásticos (Anexo 2, Tabla 8). La distribución de los ejemplares contaminados fue homogénea entre los principales grupos tróficos: planctófago (53.8%), detritívoros (52.7%), omnívoros (52.3%) y carnívoros (47.5%), proporciones que se asemejan a las observadas en los ejemplares no contaminados (Gráfico 7; Anexo 2, Tabla 7).

Este patrón sugiere que la ingestión de microplásticos no está determinada principalmente por el comportamiento alimenticio de las especies, sino posiblemente por la omnipresencia de estos contaminantes en el ambiente acuático.

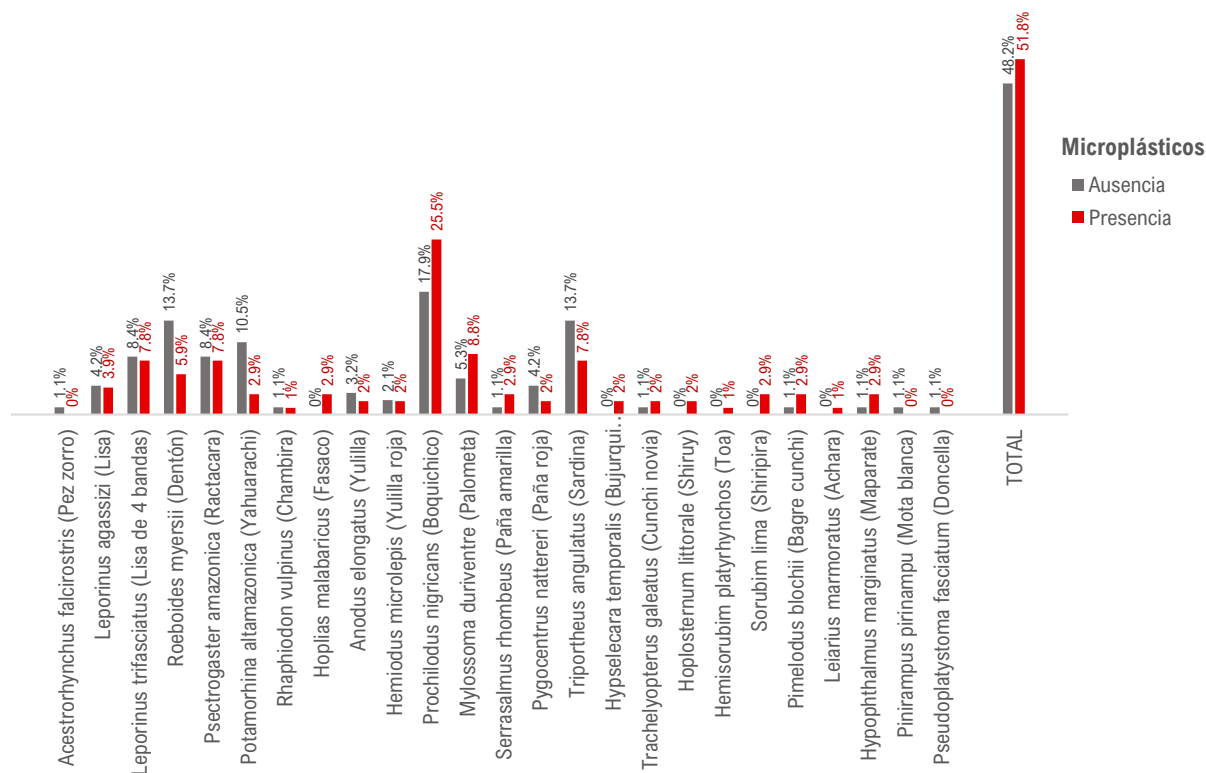


Gráfico 6. Distribución de frecuencias de ejemplares de peces del río Huallaga con presencia/ausencia de microplásticos según especies (julio – setiembre de 2024).

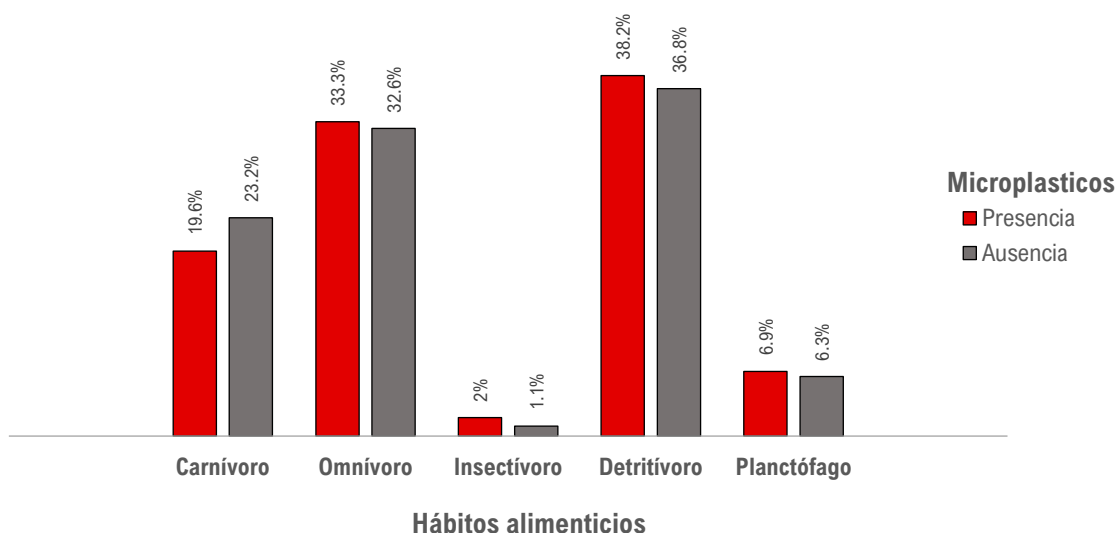


Gráfico 7. Distribución de frecuencias de ejemplares de peces del río Huallaga con presencia/ausencia de microplásticos según hábitos alimenticios (período julio – setiembre de 2024).

4.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian la presencia de microplásticos en diversas especies de peces recolectadas en el río Huallaga (Alto Amazonas – Loreto), aunque con una distribución heterogénea (Tabla 3 y Gráfico 2). Entre las 25 especies analizadas, el boquichico presentó el mayor número absoluto de ejemplares contaminados ($n=26$), representando el 25.5% de los casos positivos (Gráfico 4). Otras especies como la sardina, dentón, palometa y lisa de 4 bandas, también registraron una presencia notable de filamentos microplásticos.

El alto porcentaje de peces con microplásticos, evidencia un nivel alto de contaminación biológica en el ecosistemas acuáticos del río Huallaga, y creemos que las especies con el 100% de ejemplares contaminados podrían tener mayor susceptibilidad a la ingestión accidental o trófica de microplásticos, posiblemente debido a su comportamiento alimenticio, ya que la mayoría son carnívoras o bentónicas. Sin embargo, al aplicar la prueba estadística de Chi-cuadrado de Pearson ($\chi^2 = 29.554$; $p = 0.200$), no se evidenció una

asociación estadísticamente significativa entre la especie y la presencia del contaminante; creemos que, la variabilidad observada podría haber sido influenciada por el tamaño y distribución muestral, más que por una relación estructural entre especie y plástico.

Al analizar esta problemática desde una perspectiva ecológica, se exploró también la asociación entre el hábito alimenticio y la presencia de microplásticos. La evaluación revela una distribución diferencial del contaminante entre los grupos tróficos. Según los datos obtenidos entre julio y setiembre de 2024, del total de 197 peces analizados, el 51.8% presentó microplásticos en sus tractos digestivos, lo que refleja un nivel elevado de exposición biológica a estos contaminantes emergentes en las área de captura del río Huallaga. No obstante, al igual que en el análisis por especie, la prueba de Chi-cuadrado ($\chi^2 = 0.612$; $p = 0.962$) no mostró una asociación significativa entre el hábito alimenticio y la ingestión de microplásticos.

Al desagregar la información por hábito alimenticio, se observa que los peces detritívoros concentraron el mayor número de individuos contaminados ($n=39$; 38.2%), seguidos de los omnívoros ($n=34$; 33.3%) y carnívoros ($n=20$; 19.6%). Este hallazgo es coherente con la literatura científica, ya que los organismos detritívoros suelen alimentarse del fondo, donde los microplásticos tienden a depositarse debido a su densidad relativa y a los procesos hidrodinámicos (Lino Tolentino, 2022; Rochman *et al.*, 2014; Ureta Santillan, 2022). Su modo de alimentación los expone directamente a partículas plásticas sedimentadas, facilitando su ingestión incidental. En ese sentido, aunque no se halló una correlación estadística significativa, los datos sugieren una tendencia ecológica que apunta a una mayor exposición de microplásticos en especies asociadas al fondo o con hábitos alimenticios más amplios. Además, la alta proporción de microplásticos en peces con dieta detritívora podría deberse a la interacción directa con el sustrato, donde estos contaminantes tienden a

sedimentar, y los peces tienden a ingerir de forma pasiva al alimentarse en sedimentos, como lo han señalado Lino Tolentino (2022), Chota-Macuyama & Chong Mendoza (2020), Ureta Santillan (2022), van Emmerik *et al.* (2022) y Xia *et al.* (2024) en investigaciones sobre ecología trófica y dinámica de partículas plásticas.

En segundo lugar, los peces omnívoros representaron el 33.3% de los casos de presencia de microplásticos. Dado su amplio espectro trófico, estos organismos pueden adquirir microplásticos tanto de fuentes vegetales como animales, lo que los convierte en receptores multifuncionales de contaminación (Gamarra-Jiménez & Salazar-Sánchez, 2024).

El grupo carnívoro mostró una incidencia intermedia (19.6%), posiblemente relacionada con la ingestión secundaria de microplásticos a través de presas contaminadas, lo que apunta a un posible fenómeno de bioacumulación. Por su parte, los planctófagos e insectívoros, aunque representaron un porcentaje menor del total (2.9% y 2%, respectivamente), presentaron también evidencia de ingestión de microplásticos, indicando que este tipo de contaminación afecta a niveles tróficos diversos, desde los más bajos hasta los depredadores.

Estos resultados sugieren que la dieta y el comportamiento alimentario influyen significativamente en la probabilidad de ingestión de microplásticos, siendo mayor en especies bentónicas como los detritívoros. Además, se destaca el riesgo ecológico que implica la presencia de microplásticos en especies con hábitos tróficos clave para la estructura del ecosistema acuático, como los planctófagos, cuya contaminación podría tener efectos en cascada en la red trófica.

Claramente estos hallazgos sustentan nuestra hipótesis de una contaminación generalizada, aunque aparentemente diferenciada tróficamente. Este hecho subraya la

importancia de implementar estrategias de monitoreo ambiental que incorporen el hábito alimenticio como variable clave en la evaluación de la bioexposición a microplásticos.

Estos resultados coinciden con estudios previos realizados en ecosistemas acuáticos de América del Sur, donde se ha reportado una alta presencia de microplásticos en peces con estrategias tróficas bentónicas o generalistas. Por ejemplo, Hahn *et al.* (2019), Da Cunha Najar (2024) y Rodrigues *et al.* (2024) encontraron que especies detritívoras en la cuenca amazónica presentaban una mayor carga de microplásticos debido a su constante interacción con sedimentos contaminados. Asimismo, Gavilán Santos *et al.* (2019), Godoy-Balcarcel *et al.* (2021) y dos Santos Silva *et al.* (2024) demostraron que la presencia de microplásticos en el tracto gastrointestinal de peces está influenciada no solo por la disponibilidad ambiental, sino también por el tipo de alimentación y la selectividad trófica del organismo. La bioacumulación de microplásticos en peces omnívoros y carnívoros también ha sido documentada en investigaciones realizadas en Asia y Europa (Aişeoğlu & Parmaksız, 2024; Garnero *et al.*, 2020; Hahn *et al.*, 2019; León-Muez *et al.*, 2020; López-Rosales *et al.*, 2022; Rochman *et al.*, 2014; van Emmerik *et al.*, 2022), lo que refuerza la hipótesis de que la ingestión secundaria a través de presas contaminadas es un mecanismo relevante de transferencia trófica. Esta contaminación tiene implicancias no solo ecológicas, al alterar la fisiología y comportamiento alimentario de las especies afectadas, sino también sanitarias y socioeconómicas, considerando que muchas de las especies analizadas en el presente estudio forman parte de la dieta habitual de las poblaciones ribereñas del Huallaga. En este contexto, la exposición crónica a microplásticos podría representar un riesgo emergente para la seguridad alimentaria y la salud humana, como advierten investigaciones recientes sobre la transferencia de contaminantes químicos asociados a polímeros plásticos (Cuadra *et al.*, 2023; Garnero *et al.*, 2020; Marfella *et al.*, 2024; Rochman *et al.*, 2014).

En consecuencia, los resultados estadísticos obtenidos no permiten aceptar la hipótesis de investigación planteada. Aunque se ha comprobado la presencia de microplásticos en una proporción significativa de peces (51,8 % del total), esta contaminación no se distribuye de forma diferenciada por especie ni por hábito alimenticio. Esta situación es congruente con lo señalado en investigaciones previas en ambientes dulceacuícolas sudamericanos, donde la distribución de microplásticos ha sido atribuida a una contaminación difusa en el sistema acuático, afectando de forma generalizada a múltiples niveles tróficos y tipos de hábitats (Chota-Macuyama & Chong Mendoza, 2020; da Cunha Najjar, 2024; Lino Domínguez, 2020; Pozo *et al.*, 2019; Rojas *et al.*, 2023; Ureta Santillan, 2022).

Por otro lado, desde una perspectiva ecotoxicológica, esta situación plantea una alerta importante respecto a la bioacumulación y transferencia trófica de microplásticos en redes alimentarias acuáticas amazónicas. La exposición crónica en especies de interés comercial como el Boquichico o la Palometa no solo representa un riesgo para la salud de los organismos acuáticos, sino que también puede tener implicancias para la salud humana en comunidades que dependen de la pesca artesanal como fuente alimentaria. La forma filamentosa de los microplásticos encontrados en el contenido estomacal de los peces, podría indicar un tipo de residuo comúnmente asociado a ropa sintética, redes de pesca y/o productos de uso doméstico o industrial. El rango de tamaños (69.4 –4,707.2 μm) de los filamentos de microplásticos la hace fácilmente ingeribles por peces de diversas tallas, como también señalan Xia *et al.*, (2024) en su estudio realizado en el agua y el sedimento del río Yangtsé.

Finalmente, si bien los resultados actuales no confirman asociaciones estadísticas concluyentes, sí ofrecen una base crítica para futuras investigaciones que consideren un

diseño muestral más robusto, el análisis de factores ambientales (corriente, profundidad, pH, carga orgánica) y la caracterización química de los polímeros detectados, con el fin de entender de manera integral las rutas de exposición, acumulación y riesgo que los microplásticos representan en ecosistemas de agua dulce.

CONCLUSIONES

- La investigación permitió confirmar la presencia de microplásticos en peces del río Huallaga en el tramo de Alto Amazonas – Loreto, evidenciando que este ecosistema se encuentra expuesto a la contaminación por residuos plásticos, lo cual representa un riesgo potencial para la biota acuática y, de manera indirecta, para las poblaciones humanas que consumen estos recursos hidrobiológicos.
- Del total de 197 ejemplares analizados, el 51.8% presentó microplásticos en el contenido estomacal, mientras que el 48.2% no mostró evidencia de ingestión, lo que demuestra que más de la mitad de la comunidad íctica local estuvo siendo afectada por esta problemática durante el periodo de julio a setiembre de 2024.
- Se detectó la presencia de microplásticos en 19 de las 25 especies evaluadas, siendo el boquichico (*Prochilodus nigricans*) la especie con mayor número absoluto de individuos contaminados (n=26), aunque la contaminación no mostró diferencias estadísticamente significativas entre especies ($p>0.05$).
- El análisis por hábitos alimenticios evidenció que los peces detritívoros (38.2%) y omnívoros (33.3%) presentaron la mayor proporción de ingestión de microplásticos, seguidos por los carnívoros (19.6%), lo que indica que la estrategia alimentaria es un factor determinante en la probabilidad de ingestión de partículas plásticas.
- Todos los microplásticos encontrados fueron filamentos, con longitudes que oscilaron entre 69.4 μm y 4707.2 μm , lo cual sugiere una fuente común posiblemente relacionada a fibras textiles o residuos domésticos mal gestionados.

RECOMENDACIONES

- La investigación se centró en un periodo de tres meses (julio–setiembre de 2024), lo que limitó la posibilidad de observar variaciones estacionales en la ingestión de microplásticos. Se recomienda realizar muestreos durante al menos un ciclo hidrológico (creciente, vaciante, estiaje) para evaluar posibles diferencias en la exposición de los peces a microplásticos.
- Aunque se analizaron 25 especies, algunas de ellas estuvieron representadas por un bajo número de ejemplares, lo que pudo limitar la comparación entre categorías tróficas. Se recomienda incluir un mayor número de individuos por especie y considerar tanto peces de interés comercial como no comerciales, para obtener un panorama más representativo de la ictiofauna.
- El análisis de microplásticos se realizó mediante observación estereomicroscópica, lo cual permitió identificar filamentos, pero no caracterizarlas en cuanto a su composición polimérica. Se recomienda complementar estos estudios con técnicas instrumentales, que permitan confirmar la naturaleza plástica de las partículas y evitar posibles sesgos.
- Promover investigaciones futuras que integren química analítica y ecotoxicología para identificar los tipos de polímeros presentes, sus posibles efectos fisiológicos en peces y su capacidad de bioacumulación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta González, G., & Valeria Carrillo Rosales Adán Caballero Vázquez, D. J. (2022). Microplásticos en agua y en organismos. *Revista ciencia*, 73(abril-junio), 14-21.
- Aißeoğlu, B., & Parmaksız, A. (2024). Assessing the effects of microplastics on freshwater fish. *International Journal of Nature and Life Sciences*, 8(2), 88-101.
<https://doi.org/10.47947/ijnls.1496421>
- Benavente Talavera, V. R. (2021). *Determinación de la presencia de microplásticos en nueve playas de Camaná-Arequipa-Perú y Programa de Sensibilización* [Tesis para Título Profesional, Universidad Católica de Santa María].
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f31b00fd-f8c3-42f0-8372-6bd39e5d9b06/content>
- Chota-Macuyama, W., & Chong Mendoza, J. C. (2020). Primer registro de ingestión de microplásticos por un pez de importancia comercial en la ciudad de Iquitos, Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 29(2), 179-188. <https://doi.org/10.24841/fa.v29i2.521>
- Cuadra, V., Lezcano, R., Bayard, C., Villarreal, J., Robinson-Duggon, J., & Miranda-Montenegro, M. L. (2023). Los microplásticos en el entorno acuático: Un vistazo a la cinética, mecanismo de degradación, impacto ambiental y en la salud humana. *Revista Científica Vida Natural*, 1(1), 66-88. <https://doi.org/10.59722/vn.v1i1.612>
- da Cunha Najjar, S. D. (2024). *Contaminación por partículas de microplásticos en 5 especies de peces de interés comercial en la Amazonía Peruana* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/11196>

- dos Santos Silva, J., Cidade, M. J. A., Panero, F. dos S., Ribeiro, L. B., & Campos da Rocha, F. O. (2024). Microplastic pollution in the Amazon Basin: Current scenario, advances and perspectives. *Science of the Total Environment*, 946, 174150.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174150>
- Escobar Condor, E. W., Izquierdo Villasante, Y., Macedo Riva, A., Remuzgo Panduro, G., & Huiman Cruz, A. (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>
- Galvis, G., Mojica, J. I., Duque, S. R., Castellanos, C., Sánchez-Duarte, P., Arce, M., Gutiérrez, Á., Jiménez, L. F., Santos, M., Vejarano, S., Arbeláez, F., Prieto, E., & Leiva, M. (2006). *Peces del medio Amazonas: Región de Leticia*. Conservación Internacional. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Mojica/publication/266970701_Peces_del_medio_Amazonas/links/544059570cf2fd72f99dd6b4/Peces-del-medio-Amazonas.pdf
- Gamarra-Jiménez, A. I., & Salazar-Sánchez, M. D. R. (2024). Microplásticos en cuerpos de agua continentales: Impacto y estrategias de mitigación desde la perspectiva de la ingeniería agroindustrial. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 22(1), 1-10.
<https://doi.org/10.24054/bistua.v22i1.2901>
- García-Dávila, C. R., Ruiz-Tafur, M., Sánchez-Riveiro, H., Flores-Silva, M. A., Mejía-de, Loayza, Mejía, J. E., Angulo-Chávez, C. A. C., & Castro-Ruiz, D. (2022). *Guía de Identificación de Peces de Consumo de la Amazonía Peruana* (Primera edición). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) – Wildlife Conservation Society.
<https://peru.wcs.org/Portals/94/Publicaciones/Pesquería%20en%20Loreto/WCS->

IIAP%202022_GuiaPecesConsumoAmazonia_Celular.pdf?ver=21GXKKg-H-YVncAGP514nA%3D%3D

Garnero, P. L., Bistoni, M. de los A., & Monferran, M. V. (2020). Trace element concentrations in six fish species from freshwater lentic environments and evaluation of possible health risks according to international standards of consumption.

Environmental Science and Pollution Research, 27(22), 27598-27608.

<https://doi.org/10.1007/s11356-020-08756-7>

Gavilán Santos, J., Ortiz Correa, Y., Aranda Baca, K., & Flores-Gómez, S. (2019).

Microplásticos en contenido estomacal de la “lisa” *Mugil cephalus*, Lima -Perú.

Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 5(2), 38-45.

<https://doi.org/10.17162/rictd.v5i2.885>

GESAMP. (2015). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A*

Global Assessment (No. Reports & Studies N° 90; GESAMP Reports & Studies

Series, p. 96). Polestar Wheatons (UK) Ltd; Reporte.

<http://www.gesamp.org/publications/reports-and-studies-no-90>

Giarrizzo, T., Andrade, M. C., Schmid, K., Winemiller, K. O., Ferreira, M., Pegado, T.,

Chelazzi, D., Cincinelli, A., & Fearnside, P. M. (2019). Amazonia: The new frontier

for plastic pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(6), 309-310.

<https://doi.org/10.1002/FEE.2071>

Godoy-Balcarcel, B., Ponciano-Nuñez, M., Alpuche-Palma, A., Vera-Quiñones, F., &

Mendiola-Campuzano, J. (2021). Identificación de microplásticos en el contenido

gastrointestinal de peces comerciales. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 8(3), 124-

134. <https://www.reibci.org/publicados/2021/dic/4400107.pdf>

- Greenpeace. (2016). *Plásticos en los océanos: Datos, comparativas e impactos* [Dosier de prensa]. https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_océanos_LR.pdf
- Greenpeace México. (2019). Estudio sobre el impacto de la contaminación por microplásticos en peces de México. <https://www.Greenpeace.Org/Mexico/Publicacion/3377/Estudio-Sobre-El-Impacto-De-La-Contaminacion-Por-Microplasticos-En-Peces-De-Mexico/>, September, 0-1.
- Hahn, A., Gerdts, G., Völker, C., & Niebühr, V. (2019). Using FTIRS as pre-screening method for detection of microplastic in bulk sediment samples. *Science of The Total Environment*, 689, 341-346. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.227>
- INFINITIA. (2021, mayo 14). Materiales plásticos: Tipos, composición y usos [Blog]. *INFINITIA Industrial Consulting*. <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-plasticos-tipos-composicion-usos/>
- Landos, M., Lloyd Smith, M., & Immig, J. (2021). *Los contaminantes acuáticos en océanos y pesquerías*. https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-fisheries-v1_6aw-es.pdf
- León-Muez, D. L., Peñalver-Duque, P., Ciudad, C., Muñoz, M., Infante, O., Santos, S. G., Parrilla Giráldez, R., & Serrano, L. (2020). Primer muestreo de microplásticos en arroyos y ríos de la España peninsular: *Ecosistemas*, 29(3), 2087-2087. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2087>
- Lin, D., Yang, G., Dou, P., Qian, S., Zhao, L., Yang, Y., & Fanin, N. (2020). Microplastics negatively affect soil fauna but stimulate microbial activity: Insights from a field-

- based microplastic addition experiment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287(1934), 20201268. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.1268>
- Lino Domínguez, J. G. (2020). *Microplásticos en el tracto digestivo de Scomber japonicus, Opisthonema libertate y Auxis thazard, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, provincia de Santa Elena-Ecuador* [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5246>
- Lino Tolentino, L. J. (2022). *Microplástico en el agua y sedimentos de los ríos Huallaga, Aucayacu y Sangapilla en la ciudad de Aucayacu* [Tesis para Título Profesional, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2180>
- López-Rosales, A., Andrade, J., Fernández-González, V., López-Mahía, P., & Muniategui-Lorenzo, S. (2022). A reliable method for the isolation and characterization of microplastics in fish gastrointestinal tracts using an infrared tunable quantum cascade laser system. *Marine Pollution Bulletin*, 178, 113591. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113591>
- Mamani Flores, M., Blas Alvarado, J., Izquierdo Villaverde, S., Gonzales Cauper, G., Andrade Saavedra, M., Pari Quispe, D., Mamani Flores, M., Blas Alvarado, J., Izquierdo Villaverde, S., Gonzales Cauper, G., Andrade Saavedra, M., & Pari Quispe, D. (2025). Contenido de metales pesados en los peces en el Perú: Una revisión sistémica. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 12(1), 131-141. <https://doi.org/10.53287/ejdm7553mt10z>
- Marfella, R., Prattichizzo, F., Sardu, C., Fulgenzi, G., Graciotti, L., Spadoni, T., D'Onofrio, N., Scisciola, L., La Grotta, R., Frigé, C., Pellegrini, V., Municinò, M., Siniscalchi, M., Spinetti, F., Vigliotti, G., Vecchione, C., Carrizzo, A., Accarino, G., Squillante, A.,

- ... Paolisso, G. (2024). Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *New England Journal of Medicine*, 390(10), 900-910.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309822>
- Martínez Delgadillo, M. (2020, junio 8). Microplásticos, ¿el pan de cada día de los peces? *Pesquisa Javeriana*. <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/microplasticos-el-pan-de-cada-dia-de-los-peces/>
- Morais, L., dos Santos Queiroz, A. F., Fagundes de Brito, B. K., Fenzl, N., de Oliveira Soares, M., Giarrizzo, T., & Martinelli Filho, J. E. (2024). Microplastics in the Amazon biome: State of the art and future priorities. *Heliyon*, 10, e28851.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28851>
- Panduro, G., Rengifo, G. C., Barreto, J. L., Arbaiza-Peña, Á. K., Iannacone, J., Alvariño, L., Crnobrna, B., Panduro, G., Rengifo, G. C., Barreto, J. L., Arbaiza-Peña, Á. K., Iannacone, J., Alvariño, L., & Crnobrna, B. (2020). Bioacumulación por mercurio en peces y riesgo por ingesta en una comunidad nativa en la Amazonía peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18177.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18177>
- Pozo, K., Gomez, V., Torres, M., Vera, L., Nuñez, D., Oyarzún, P., Mendoza, G., Clarke, B., Fossi, M. C., Bains, M., Příbylová, P., & Klánová, J. (2019). Presence and characterization of microplastics in fish of commercial importance from the Biobío region in central Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 315-319.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.025>
- Rivera-Garibay, O. O., Álvarez-Filip, L., Rivas, M., Garelli-Ríos, O., Pérez-Cervantes, E., & Estrada-Saldívar, N. (2020). *Impacto de la contaminación por plástico en áreas*

naturales protegidas mexicanas (Greenpeace, p. 36) [Informe de prensa].

Greenpeace México. https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2020/09/12e508ed-estudio_impacto_contaminacion-plastico.pdf

Rochman, C. M., Kurobe, T., Flores, I., & Teh, S. J. (2014). Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. *Science of the Total Environment*, 493, 656-661. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.051>

Rodrigues, J. M. S., Pantoja, J. C. D., Oliveira, A. E. P., Ferreira, M. A. P., Nunes, Z. M. P., Nunes, B., Costa, L. P., Santos, R. M., & Rocha, R. M. (2024). First evidence of microplastics in commercial mussels from Amazonian estuaries. *Regional Studies in Marine Science*, 70, 103379. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103379>

Rodríguez, P. (2021). *Tipos de plásticos: Clasificación y reciclaje*. Dkv 360. <https://dkv.es/corporativo/blog-360/medioambiente/reciclaje/tipos-de-plasticos-clasificacion-reciclaje>

Rojas, R. R., Arango-Mora, C., Nolorbe-Payahua, C., Medina, M., Vasquez, M., Flores, J., Murayari, F., Vásquez, C., Almeida, V. D., Ramos, W., Rios Isern, E., Marapara Del Aguila, J., Castro, J. C., Del Águila, J., Diaz Jarama, F., & Vasconcelos-Souza, M. (2023). Microplastic occurrence in fish species from the Iquitos region in Peru, western Amazonia. *Acta Amazonica*, 53(1), 65-72. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202201212>

Salazar-Sanchez, M. del R., Imbachi-Hoyos, R. C., & Solanilla-Duque, J. F. (2024). Avances en métodos de muestreo para la caracterización de microplásticos en ecosistemas

fluviales. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 15(1), 1-20.

<https://doi.org/10.24054/raaas.v15i1.2834>

Sarma, H., Hazarika, R. P., Kumar, V., Roy, A., Pandit, S., & Prasad, R. (2022). Microplastics in marine and aquatic habitats: Sources, impact, and sustainable remediation approaches. *Environmental Sustainability*, 5(1), 39-49.

<https://doi.org/10.1007/s42398-022-00219-8>

Souza-Ferreira, M. L. C., Oliveira dos Reis, A. J., Loseiro Ferreira, E. B., Dipold, J., Freitas, A. Z., Wetter, N. U., Lobato de Oliveira-Bahia, V. R., & Bernardi Vieira, T. (2025). First record of microplastic contamination in adult endemic amazonian anuran species. *Scientific Reports*, 15(1), e2403. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-86434-9>

Ureta Santillan, S. N. (2022). *Determinación de 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 (13.810646)* [Tesis de Grado, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3548>

Valladolid. (2024, noviembre 13). El impacto de los plásticos de un solo uso en los ecosistemas acuáticos. *Valladolid Recicla*. <https://www.valladolidrecicla.es/el-impacto-de-los-plasticos-en-los-ecosistemas-acuaticos/>

van der Sleen, P., & Albert, J. S. (Eds.). (2018). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas*. Princeton University Press.

van Emmerik, T., Mellink, Y., Hauk, R., Waldschläger, K., & Schreyers, L. (2022). Rivers as plastic reservoirs. *Frontiers in Water*, 3, e786936.

<https://doi.org/10.3389/frwa.2021.786936>

Vargas Licon, S. P. V., & Marrugo Negrete, J. L. (s. f.). *Evaluación del riesgo a la salud humana asociado al consumo de pescado contaminado con Mercurio (Hg) en habitantes de la región de la Mojana—Colombia.*

<https://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/CT%202018/222224348.pdf>

Xia, W., Rao, Q., Liu, J., Chen, J., & Xie, P. (2024). Occurrence and characteristics of microplastics across the watershed of the world's third-largest river. *Journal of Hazardous Materials*, 480, 135998. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135998>

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE REGISTRO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EJEMPLARES Y DETALLES DEL MICROPLÁSTICO

N°	Fecha	CARACTERÍSTICAS DE LOS EJEMPLARES					DETALLES DEL MICROPLÁSTICO			
		Nombre común	Nombre científico	Peso	Talla	Habito alimenticio	¿Está presente?	Cantidad	Tamaño	Forma
1	19/07/2024	Toa	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	82.5	21.5	Carnivoro	SI	1	1246.0	Filamento
2	19/07/2024	Shiripira	<i>Sorubim lima</i>	115.9	27.5	Carnivoro	SI	3	2557.2	Filamento
3	19/07/2024	Bagre cunchi	<i>Pimelodus blochii</i>	81.5	20	Omnivoro	SI	1	735.2	Filamento
.	19/07/2024	Doncella	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	107.5	23.5	Carnivoro	NO	0		
.	19/07/2024	Bagre cunchi	<i>Pimelodus blochii</i>	66.9	18.5	Omnivoro	NO	0		
.	19/07/2024	Cunchi novia	<i>Trachelyopterus galeatus</i>	66.4	15	Insectivoro	NO	0		
.	18/09/2024	Denton	<i>Roeboides myersi</i>	51.1	15.5	Carnivoro	SI	1	1990.0	Filamento
.	18/09/2024	Denton	<i>Roeboides myersi</i>	45.6	15.4	Carnivoro	SI	1	1566.2	Filamento
.	18/09/2024	Denton	<i>Roeboides myersi</i>	38.5	14.3	Carnivoro	NO	0		
197	18/09/2024	Denton	<i>Roeboides myersi</i>	50.1	15.7	Carnivoro	SI	2	3116.7	Filamento

Fuente: Elaborado por la autora

Anexo 2. Estadística complementaria

Tabla 5.

Distribución de frecuencias de ejemplares de peces del río Huallaga contaminados con **presencia de microplásticos** según **especies**. Julio – Setiembre de 2024.

Nombre Común			Microplásticos		Total
			Presencia	Ausencia	
Pez zorro	Recuento		0	1	1
	% dentro de Microplásticos		0.00%	1.05%	0.51%
Lisa	Recuento		4	4	8
	% dentro de Microplásticos		3.92%	4.21%	4.06%
Lisa de 4 bandas	Recuento		8	8	16
	% dentro de Microplásticos		7.84%	8.42%	8.12%
Dentón	Recuento		6	13	19
	% dentro de Microplásticos		5.88%	13.68%	9.64%
Ractacara	Recuento		8	8	16
	% dentro de Microplásticos		7.84%	8.42%	8.12%
Yahuarachi	Recuento		3	10	13
	% dentro de Microplásticos		2.94%	10.53%	6.60%
Chambira	Recuento		1	1	2
	% dentro de Microplásticos		.98%	1.05%	1.02%
Fasaco	Recuento		3	0	3
	% dentro de Microplásticos		2.94%	0.00%	1.52%
Yulilla	Recuento		2	3	5
	% dentro de Microplásticos		1.96%	3.16%	2.54%
Yulilla roja	Recuento		2	2	4
	% dentro de Microplásticos		1.96%	2.11%	2.03%
Boquichico	Recuento		26	17	43
	% dentro de Microplásticos		25.49%	17.89%	21.83%
Palometa	Recuento		9	5	14
	% dentro de Microplásticos		8.82%	5.26%	7.11%
Paña amarilla	Recuento		3	1	4
	% dentro de Microplásticos		2.94%	1.05%	2.03%
Paña roja	Recuento		2	4	6
	% dentro de Microplásticos		1.96%	4.21%	3.05%
Sardina	Recuento		8	13	21
	% dentro de Microplásticos		7.84%	13.68%	10.66%
Bujurqui morado	Recuento		2	0	2
	% dentro de Microplásticos		1.96%	0.00%	1.02%
Cunchi novia	Recuento		2	1	3
	% dentro de Microplásticos		1.96%	1.05%	1.52%
Shiruy	Recuento		2	0	2
	% dentro de Microplásticos		1.96%	0.00%	1.02%
Toa	Recuento		1	0	1
	% dentro de Microplásticos		.98%	.00%	.51%
Shiripira	Recuento		3	0	3
	% dentro de Microplásticos		2.94%	0.00%	1.52%
Bagre cunchi	Recuento		3	1	4
	% dentro de Microplásticos		2.94%	1.05%	2.03%
Achara	Recuento		1	0	1
	% dentro de Microplásticos		.98%	.00%	.51%
Maparate	Recuento		3	1	4
	% dentro de Microplásticos		2.94%	1.05%	2.03%
Mota blanca	Recuento		0	1	1
	% dentro de Microplásticos		0.00%	1.05%	0.51%
Doncella	Recuento		0	1	1
	% dentro de Microplásticos		0.00%	1.05%	0.51%
Total	Recuento		102	95	197
	% dentro de Microplásticos		100.00%	100.00%	100.00%

Tabla 6.

Pruebas de Chi-cuadrado de Pearson (χ^2) para asociar la **presencia de microplásticos** en **especies de peces** del río Huallaga. Julio – Setiembre de 2024.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	29.554 ^a	24	.200
Razón de verosimilitud	35.782	24	.058
Asociación lineal por lineal	4.835	1	.028
N de casos válidos	197		

a. 36 casillas (72.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .48.

Tabla 7.

Distribución de frecuencias de ejemplares de peces del río Huallaga contaminados con **presencia de microplásticos** según **especies**. Julio – Setiembre de 2024.

			Microplásticos		Total
			Presencia	Ausencia	
Hábito Alimenticio	Carnívoro	Recuento	20	22	42
		% dentro de Hábito Alimenticio	47.6%	52.4%	100.0%
	Omnívoro	Recuento	34	31	65
		% dentro de Hábito Alimenticio	52.3%	47.7%	100.0%
	Insectívoro	Recuento	2	1	3
		% dentro de Hábito Alimenticio	66.7%	33.3%	100.0%
	Detritívoro	Recuento	39	35	74
		% dentro de Hábito Alimenticio	52.7%	47.3%	100.0%
	Planctófago	Recuento	7	6	13
		% dentro de Hábito Alimenticio	53.8%	46.2%	100.0%
Total	Recuento	102	95	197	
	% dentro de Hábito Alimenticio	51.8%	48.2%	100.0%	

Tabla 8.

Pruebas de Chi-cuadrado de Pearson (χ^2) para asociar los **hábitos alimenticios** de peces del río Huallaga con la **presencia de microplásticos**. Julio – Setiembre de 2024.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	.612 ^a	4	.962
Razón de verosimilitud	.618	4	.961
Asociación lineal por lineal	.219	1	.639
N de casos válidos	197		

a. 2 casillas (20.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1.45.

Anexo 3. Evidencias fotográficas



Foto 1. Medición de la talla de un ejemplar



Foto 2. Medición del peso de un ejemplar



Foto 3. Extracción de estómagos de los ejemplares



Foto 4. Medición de hidróxido de potasio



Foto 5. solución de KOH al 10%



Foto 6. Aplicación de hidróxido de potasio (KOH) a las muestras



Foto 7. Saponificación con solución de KOH durante 24 horas para eliminar materia orgánica



Foto 8. Observación de las muestras en estereoscopio



Foto 9. Observación de las muestras en microscopio



Foto 10. Identificación de microplástico en muestra

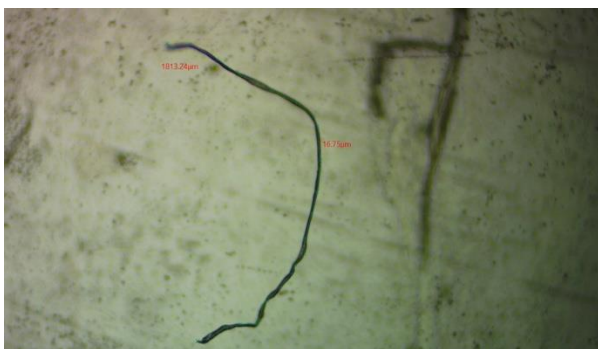


Foto 11. Filamento de microplástico en fasaco



Foto 12. Filamento de microplástico en shiripira

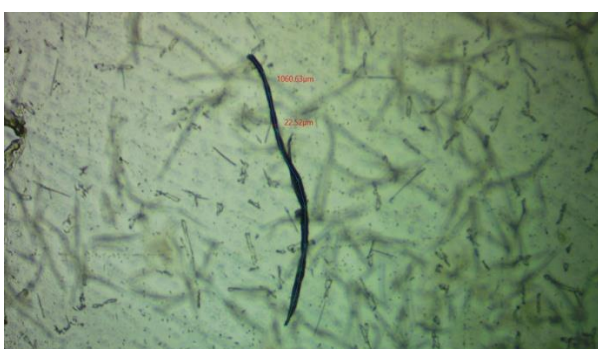


Foto 13. Filamento de microplástico en ractacara



Foto 14. Filamento de microplástico en sardina



Foto 15. Filamento de microplástico en paña amarillo



Foto 16. Filamento de microplástico en palometa

Sonia Figueroa Shardin

RESUMEN- RECOMENDACION-pdf

 Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::15388:525864121

Fecha de entrega

10 nov 2025, 11:31 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

10 nov 2025, 11:33 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

RESUMEN- RECOMENDACION- Sonia Figueroa Shardin.pdf

Tamaño del archivo

1.4 MB

56 páginas

14.170 palabras

83.490 caracteres




10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.