



Citación: Mio-Díaz *et al.* (2023). frecuencia de ocurrencia de microplásticos en contenido gastrointestinal de *Orestias sp.* y *Odontesthes bonariensis* de la Laguna Pomacanchi-Acomayo-Cusco Rev. Q'EUÑA 14(2): 07- 12

<https://doi.org/10.51343/rq.v14i2.1293>

Recibido: 20-06-2023

Aceptado: 22-11-2023

Publicado: 31-12-2023

Copyright: © 2023 Mio-Díaz *et al.* Este es un artículo de acceso abierto revisado por pares y publicado por la Revista Q'EUÑA de la Sociedad Botánica del Cusco y la UNSAAC (<http://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/RQ>) y distribuido bajo los términos de la licencia de atribución Creative Commons, que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Declaración de disponibilidad de datos: Todos los datos relevantes están dentro del documento y sus archivos de información de respaldo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Autor Corresponsal:

Mirian Mio-Díaz

144235@unsaac.edu.pe

Mirian Mio-Díaz
144235@unsaac.edu.pe

Modesta Esther Álvarez Moscoso
esther.alvarez@unsaac.edu.pe
ORCID 0000-000238213453

Frecuencia de ocurrencia de microplásticos en contenido gastrointestinal de *Orestias sp.* y *Odontesthes bonariensis* de la laguna Pomacanchi-Acomayo-Cusco

Frequency of occurrence of microplastics in gastrointestinal content of *Orestias sp.* and *Odontesthes bonariensis* from the Pomacanchi lagoon. Acomayo-Cusco

Mirian Mio-Díaz¹ y Modesta Esther Álvarez Moscoso¹

¹Departamento de Ecología, Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad San Antonio Abad del Cusco, Av. de La Cultura 773, Cusco 08000, Cusco, Perú.

Abstract

The excessive use of plastic products and their insufficient management, results in the accumulation of plastic waste, with a fraction of this type of contaminant being microplastics (Mps) considered risky because they interact with biota. In the present work, the presence of Mps was evidenced in 72.5% of the 40 organisms evaluated (20 *Orestias sp* individuals and 20 *Odontesthes bonariensis* individuals). With respect to the characterization of the Mps, white (21.3%), yellow (13.1%), light blue (11.5%) and transparent (11.5%) were predominant; likewise, three forms of Mps were found: fibers, fragments and film, where the first two forms were observed in greater quantity with 55.7% and 41% respectively; with respect to the size, the short Mps in the range of 101-500µm with 29.5% were the most frequently found. 65% of the *Orestias sp* species contained an average consumption of 0.95 ± 0.887 Mps/0.2ml which was lower compared to the *Odontesthes. bonariensis* Valenciennes, 1835 species, which presented a frequency of occurrence of Mps of 80% with an average consumption range of 2.10 ± 1.86 Mps analyzed at 0.2ml per individual in both species. The results provide the first evidence of Mps ingestion in fish from Pomacanchi Lagoon.

Keywords: : intake, fibers, fragments, films.

Resumen

El excesivo uso de los productos plásticos y una gestión insuficiente de los mismos, resulta en la acumulación de los residuos plásticos, siendo una fracción de este tipo de contaminantes los microplásticos (Mps) como riesgo para la salud por llegar a interactuar con la biota. La presente investigación estimó la presencia de Mps en el 72.5% en 20 individuos de *Orestias sp* y 20 individuos de *Odontesthes bonariensis*, identificándose un total de 61 Mps en 29 de los ejemplares analizados y respecto a la caracterización de los Mps predominaron el color blanco (21.3%), amarillo (13.1%), celeste (11.5%) y transparente (11.5%); de igual manera, se encontraron tres formas de Mps: fibras, fragmentos y films donde se observaron en mayor cantidad las dos primeras formas con 55.7% y 41% respectivamente; en cuanto al tamaño se encontraron los Mps cortos del rango comprendido de 101-500µm con 29.5%, en mayor cantidad. El 65% de la especie *Orestias sp* contenía una ingesta promedio de 0.95 ± 0.887 Mps/0.2ml que fue menor a comparación de la especie *Odontesthes bonariensis* Valenciennes, que presentó una frecuencia de ocurrencia de Mps de 80% con un rango de ingesta promedio de 2.10 ± 1.86 Mps analizadas en 0.2ml por individuo en ambas especies. Los resultados proveen la primera evidencia de ingesta de Mps en peces de la laguna de Pomacanchi.

Palabras clave: ingesta, fibras, fragmentos, films.

Introducción

La acumulación de los residuos plásticos en el ambiente genera una enorme preocupación a nivel mundial. Se reporta la generación global acumulada de residuos plásticos a partir de 1950 al 2015 en aproximadamente 6300 millones de toneladas métricas, de los cuales alrededor del 9% se ha reciclado, el 12% se ha incinerado y el 79% se ha acumulado en vertederos o en el medio natural, asimismo, se estima que 12000 millones de toneladas métricas de residuos plásticos se acumularán en ecosistemas marinos y terrestres para el 2050 (Geyer & Law 2017) el comportamiento del consumidor junto con una gestión insuficiente de los desechos, resultó en la acumulación de los residuos plásticos y a pesar de las investigaciones sobre contaminación por plástico que tienen impactos negativos para la biota y la Ley N° 30884 que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables en el Perú, estos polímeros se continúan produciendo, utilizando y desechando de manera excesiva. Estos desechos pueden dañar físicamente la vida silvestre y/o algunos tipos de plástico son nocivos por ser tóxicos por sí mismos, pese a esto, no han sido clasificados como residuos peligrosos para su adecuado tratamiento (Rochman *et al.*, 2013), “por ejemplo, se ha demostrado que la exposición a partículas de polietileno está asociada con anomalías histopatológicas” (Karami *et al.*, 2017, citado por Andrade *et al.*, 2019) igualmente, mientras más pequeños sean las partículas de plásticos, muy fácilmente puede ingresar a nivel tisular o celular dentro del organismo ocasionando daño en el aparato digestivo como laceraciones, inflamación, obstaculizar el paso de los alimentos y causar que el animal suspenda su alimentación debido a la sensación de llenura, déficit energético y consecuentemente muerte por inanición (Pazos, 2021, Sarria & Gallo, 2016). Adicionalmente, en el medio acuático también se observa la formación de plastisfera que consiste en la colonización del microplástico por microorganismos como los biofilms que incluye microorganismos patógenos, quienes enmascaran al microplástico facilitando el consumo por el organismo (Pazos, 2021).

Los escenarios de contaminación causados por los botaderos de residuos sólidos en la sub cuenca de Pomacanchi están ocasionando riesgo a las áreas de valor bioecológico (Pumachapi & Canazas, 2012) por tanto, se considera que los residuos plásticos forman parte de este riesgo, por lo que se tiene en cuenta la producción de residuos plásticos para los distritos de “Pomacanchi (6.41%) y Sangará (6.47%)” (Pumachapi & Canazas, 2012), los cuales al ingresar al cuerpo acuático están expuestos a ser ingeridos, como expresa Silva-Cavalcanti *et al.* (2017) “la ingestión incidental ocurre cuando se tragan elementos junto con alimentos naturales (Peters y Bratton, 2016), o por transferencia trófica, cuando el pez consume presas que han ingerido desechos plásticos (Cedervall *et al.*, 2012; Mattson *et al.*, 2015). Por otro lado, la ingestión intencional ocurre cuando el material plástico se confunde con alimento y la partícula plástica es intencionalmente capturada e ingerida por el animal (Ivar do Sul & Costa, 2007)”.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017) los microplásticos son partículas diminutas de 5mm a 1µm de tamaño y según su origen se clasifican en primarios (fabricados de este mismo tamaño) y secundarios (por fragmentación de polímeros plásticos de mayores tamaños). La tabla 1 muestra las dimensiones de los plásticos.

Tabla 1: Rangos de tamaño de los plásticos

Nanoplásticos	Microplásticos	Mesoplásticos	Macroplásticos	Megaplásticos
1nm – ≤ 1µm	1µm – ≤ 5mm	5mm – ≤ 2,5m	2,5 – ≤ 1m	>1m

Nota. Se considera microplásticos cortos (1µm – ≤ 1000 µm) y microplásticos grandes (1mm – ≤ 5 mm). Datos obtenidos de Van Cauwenberghe *et al.* (2015) y la FAO, 2017).

El pez carachi que pertenece al género *Orestias* “es endémico de lagos de gran altitud y arroyos tributarios de los Andes peruanos, bolivianos y chilenos” (Parenti, 1984, pág. 110), se les puede encontrar en ambientes muy diversos y extremos en los sistemas lenticos y loticos, estos hábitats casi siempre presentan una vegetación macrofítica (Flores, 2013, p. 14). Las especies *O. luteus* y *O. agassii* en la etapa de alevín se le encuentra habitando en las regiones someras del litoral (Centro de investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano [CIDAB], 2002) donde se aprecie vegetación acuática abundante y en la etapa de crecimiento esta especie emigran hacia las zonas profundas. Asimismo, los individuos de esta especie se encuentran dentro de un rango de 15° a 20°C como temperatura ideal para su crecimiento (Ohashi, 1992, como se citó en CIDAB, 2002). En relación al hábito alimenticio de las *Orestias*, ésta varía entre las distintas especies, generalmente son considerados como omnívora, así en los análisis de contenido estomacal se encontraron en mayor proporción el zooplancton y crustáceos, también se observó insectos del orden Díptera y Odonata, Moluscos y algas (CIDAB, 2002; Flores, 2013).

El pejerrey también conocido como pejerrey argentino, cauque, matungo, flecha plateada, este pez es originario del Río de la Plata, Argentina. Habita preferentemente en sistemas lenticos con temperaturas mínimas entre 7°C y 9°C y máximas de 23°C y 27°C; llegando a medir hasta un tamaño de 75cm de longitud total (Vila & Soto, 1984). En cuanto a su alimentación es un animal planctófago, con notable grado de eurífago, es decir se nutre de una gran variedad de alimentos, que además del plancton ingiere moluscos (gasterópodos), crustáceos, insectos, detritos orgánicos e inorgánicos que proceden de sedimentos, pequeños peces (piscívoro) (Ringuelet & Escalante, 1980), igualmente, se observa el canibalismo en pejerreyes de más de 250 mm de longitud estándar (Mancini *et al.*, 2009). “La naturaleza del alimento ingerido por los peces depende principalmente de la morfología y del comportamiento alimentario de la especie y en segundo lugar, de la composición y cantidad de alimento disponible” (Zavala-Camin, 1996, como se citó en Mancini *et al.*, 2009, p. 69). Asimismo, presenta un hábitat trófico generalmente pelágico, ocupando el tercer nivel trófico (Mancini *et al.*, 2009).

El objetivo de este trabajo fue determinar la frecuencia de ocurrencia e identificación de microplásticos en el contenido gastrointestinal de *Orestias sp.* y *Odontesthes bonariensis* de la laguna Pomacanchi-Acomayo-Cusco. Igualmente, caracterizar los microplásticos ingeridos en función del tamaño, color y forma; finalmente, evaluar la ingesta de microplásticos por las especies en estudio.

Área de estudio

La laguna de Pomacanchi está ubicada entre los distritos de Sangarará, Pomacanchi y Acopia de la provincia de Acomayo; región Cusco, Perú (ver figura 1). Morfológicamente se caracteriza por encontrarse dentro de la depresión andina con un “espejo lagunar de 2126 hectáreas y un perímetro de 29.9 km” (Vitorino-Villegas & Ochoa, 2021), una capacidad de 12.00 hm³ (Ministro del Ambiente [MINAM], 2020). Asimismo, presenta una Profundidad máxima de 110 m y profundidad media de 35 m (Envirolab Perú S.A.C, 2010). Este ecosistema lentic forma parte de la cuenca del río Urubamba y juega un papel importante ejerciendo un efecto termorregulador dentro de la subcuenca de Pomacanchi moderando el clima severo del piso quechua alto. cuenta con cinco afluentes : Río Pomacanchi, pequeños riachuelos como los de Challa y Cullupata que se forman en época de lluvias, río Tupahuire, entrada de agua que proviene de la Laguna de Acopia y Chillchicaya; solo presenta un effluente, el río Cebadapata que es un gran afluente del Río Vilcanota. (Envirolab Perú S.A.C, 2010)..

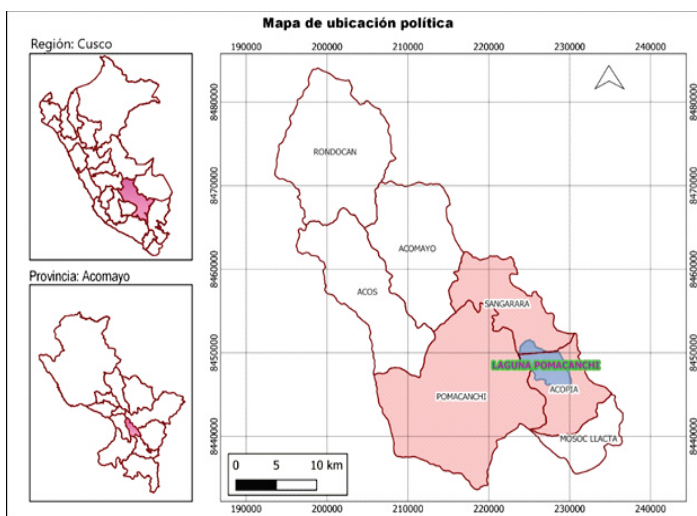


Figura 1 : Mapa de ubicación política

Métodos

Inicialmente se obtuvieron los ejemplares de la captura realizada por los pescadores de la zona quienes se dedican a la comercialización de las especies *Odontesthes bonariensis* y *Orestias sp.* (en las coordenadas 19L 224844E 8448534N y 19L 224334E 8449067N), de donde se obtuvo una muestra de peces considerando un muestreo aleatorio simple tanto para los lugares de pesca como para los ejemplares obtenidos para la investigación. Los peces se trasladaron a laboratorio en una nevera móvil con hielo. Se registraron longitud total (LTem), masa corporal (gr) de cada individuo utilizando cinta métrica o ictiometro y Balanza SETRA BL-1200S respectivamente,

luego, se diseccionó al pez tomando en cuenta las indicaciones del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES, 2020), seguidamente, al contenido gastrointestinal se realizó una digestión química alcalina con KOH al 10% durante dos meses a temperatura ambiente. Posteriormente, se realizó la identificación visual de los Mps contenidos en muestras de 0.2ml del contenido gastrointestinal digerido /pez haciendo uso del Microscopio trinocular Biológico VELAB PRIME VE-T300 para lo cual se utilizó los criterios propuestos por Norén (2007). Asimismo, para la caracterización de los Mps se consideró la propuesta por Lusher et al., (2017); Pazos, (2021), Van Cauwenberghe et al. (2015) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017).

La determinación de la ocurrencia de microplásticos se calculó haciendo uso de la propuesta de Mazariegos-Ortiz et al. (2021) con la siguiente ecuación:

$$FO\% = (PCMps/N) \times 100$$

donde:

FO (%) es el factor de ocurrencia,

PCMps la cantidad de peces que presentaron microplásticos,

N es el número de peces examinados.

En cuanto al análisis estadístico se utilizó Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad de los datos, seguidamente la prueba de U de Mann Whitney para comparar las medias muestrales. se utilizó el software IBM SPSS versión 26, y Microsoft Excel 2010 para comparar la ingesta de microplásticos en las dos especies.

Resultados

Se evaluaron 20 individuos por especie, las medidas de longitud total (LT), masa corporal y masa del contenido gastrointestinal registradas en promedio fueron: para *Odontesthes bonariensis* se registró 11 hembras, 9 machos y en promedio una LT = 25,86 cm y masa corporal = 107,28g para *Orestias sp.* de igual forma se registró 18 hembras, 2 machos y en promedio una LT = 11,06cm y masa corporal = 20,54g. Se identificaron un total de 61 unidades de Mps en 29 peces de los 40 ejemplares evaluados, como se observa en la figura 2 y 3.

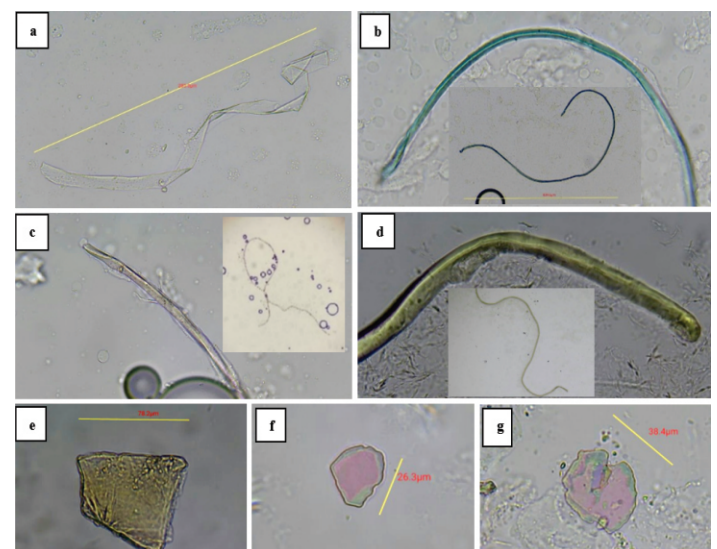


Figura 2 Morfotipos de microplásticos ingeridos por *Orestias sp.* Nota. fibras (a, b, c, d) y fragmentos (e, f, g), observados a 4X, 10X y 40X.



Figura 3: Morfotipos de microplásticos ingeridos por *Odontesthes bonariensis* Nota. fibras (A, B), fragmento (C, D) y film o película (E), observados a 4X, 10X y 40X

En total se observaron 10 colores: negro, marrón, azul, rojo, amarillo, verde, rosado celeste, blanco y transparente. En las figura 4, 5 y 6 se observan las caracterizaciones respecto al color, forma y tamaño encontrados por especie.

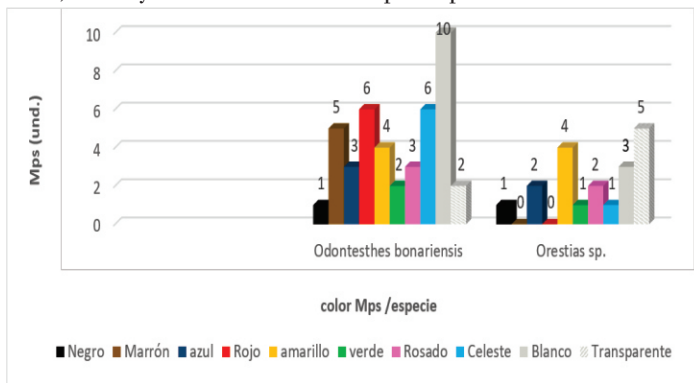


Figura 4: Color de microplásticos encontrados según la especie

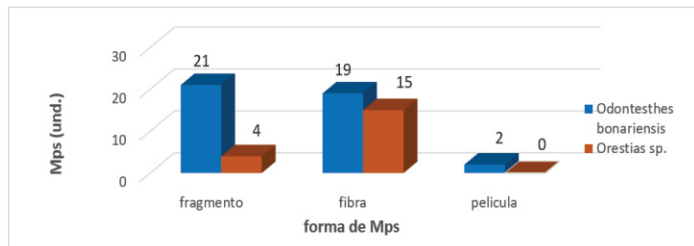


Figura 5: Forma de microplásticos encontrados según la especie

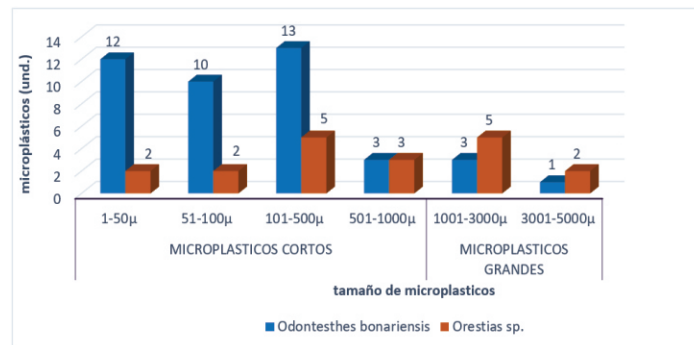


Figura 6: Tamaño de microplásticos encontrados según la especie

En relación a la determinación de la ocurrencia de Mps, la Tabla 2 nos muestra la ocurrencia por especie.

Tabla 2: Ocurrencia de microplásticos por especie

	Especies		Total
	<i>O. bonariensis</i>	<i>Orestias sp.</i>	
PSMps	4	7	11
PCMps	16	13	29
FO%	80.0%	65.0%	72.5%
N	20	20	40
%	100.0%	100.0%	100.0%

Nota. PSMps: peces sin microplásticos, PCMps: peces con microplásticos, FO: frecuencia de ocurrencia, N: cantidad de organismos analizados

También se obtuvo el promedio de ingesta de Mps (und. /0.2ml contenido gastrointestinal analizado) en ambas especies, datos que se observan en la tabla 3. Por otra parte, la prueba de U de mann-Whitney nos indicó que no existen diferencias significativas entre la cantidad de Mps encontrados en 0.2ml por individuo de las dos especies analizadas $p = 0.06 > 0.05$

Tabla 3: Estadístico descriptivo de Mps / 0.2ml observadas por pez

Especies	Nº peces	Mín. Mps	Máx. Mps	Media	Desv. estándar	Shapiro-Wilk	U de Mann-Whitney
<i>O. bonariensis</i>	20	0.00	6.00	2.10	1.860	0.030	0.06
<i>Orestias sp.</i>	20	0.00	3.00	0.95	0.887	0.005	

De la misma forma, se infiere la ingesta de Mps / pez; estimándose en promedio $271,50 \pm 240,49$ unidades de Mps en todo el contenido gastrointestinal de los individuos de *O. bonariensis*, mientras que en la especie *Orestias sp.* se estima en promedio $82,40 \pm 79,09$ unidades Mps por individuo (ver tabla 4). Además, en el análisis de la prueba de U de mann-Whitney para las estimaciones nos indica que existen diferencias entre la cantidad de Mps estimados en las dos especies $p=0,006 < 0.05$

Tabla 4: Estadístico descriptivo de estimación Mps / especie

Especie	N peces	Mín Mps	Máx Mps	Media	Desv. Estandar	Shapiro-Wilk	U de Mann-Whitney
<i>O. bonariensis</i>	20	0.00	800.00	271.50	240.49	0,095	0,006
<i>Orestias sp.</i>	20	0.00	250.00	82.40	79.09	0,013	

Discusiones

A partir de los resultados obtenidos, se reporta el primer registro de ingesta de Mps en 72.5% de las dos especies de peces de la laguna de Pomacanchi. Este resultado sugiere que es probable que los peces interactúen con Mps en la laguna debido a actividades antrópicas dentro (redes de pesca) y alrededor de ella por los residuos plásticos desechados en toda la cuenca y arrastrados a los ríos afluentes de la laguna. El valor de ocurrencia de Mps en este estudio guarda relación con otros peces de ecosistemas acuáticos como *Selene peruviana*, *Thunnus alalunga* y *Diplectrum conceptione* reportado en la costa central de la ciudad de Manta, Ecuador por Mendoza & Mendoza (2020) con 76% y el de Paredes et al. (2019) en el lago Titicaca para las especies *Odontesthes bonariensis* y *Orestias luteus*. con el 100% de ocurrencia.

Respecto a la caracterización de Mps en cuanto al color predominante fue blanco (21,3%), amarillo (13,1%), celeste (11,5%) y transparente (11,5%) seguido de colores menos comunes verde (4,92%) y negro (3,28%). Paredes et al. (2019) informó el predominio de ingesta de los Mps transparentes (38,08%) para peces *Odontesthes bonariensis* y *Orestias luteus* del lago Titicaca.

En el estudio, la forma de Mps que predominaron fueron las fibras (56%) seguida de fragmentos (41%) y solo para la especie *O. bonariensis* un par de la forma film o lamina (3%). Resultados de otros estudios también reportan la predominancia de Mps en forma de fibras, con 48% en peces de zonas costeras (Mendoza & Mendoza, 2020), 99,9% en peces del lago Titicaca (Paredes et al., 2019), 14 Mps (82%) en peces de la amazonia peruana (Chota-Macuyama & Chong, 2020) y 82% en peces de cuerpos de agua de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala (Mazariegos-Ortíz et al., 2021). Las fibras de Mps provienen de diferentes fuentes, una muy común es por la acción mecánica ocasionada durante el uso y lavado de prendas sintéticas de vestir y posteriormente el desprendimiento de las fibras son arrastradas a los cuerpos de agua (Lebreton et al., 2017, Kelly et al., 2019, Emmerik & Schwarz, 2020, como se citó en Mazariegos-Ortíz et al., 2021) donde interactúan con la biota presente. Otra de las fuentes de fibras en los ecosistemas acuáticos son las artes de pesca dado que muchas de ellas están hechas de materiales sintéticos que se desprenden durante su uso o cuando son abandonadas (Jonathan et al., 2021, como se citó en Mazariegos-Ortíz et al., 2021). También se reporta otras formas de Mps en el tracto gastrointestinal de los peces, como fragmentos y film, que probablemente provienen de la fragmentación de plásticos de mayor tamaño como bolsas o botellas descartables debido a impactos por factores ambientales, que se acumulan en los ecosistemas. Asimismo, la fragmentación de recipientes plásticos (lavadores que son utilizados en las zonas pobladas) llegan a los ríos y son arrastrados a cuerpos de agua más grandes.

En cuanto al rango de tamaño de los Mps que predominó fue de 101-500 μ m (29,5%). Se reporta Mps de menores tamaños en trabajos que hacen uso de microscopio durante la identificación, como en el estudio de Mazariegos-Ortíz et al. (2021) que encontraron Mps de 10 a 100 μ m de tamaño utilizando estereomicroscopio para su identificación, también en el estudio de Mendoza & Mendoza (2020) haciendo uso de microscopio reporta a *Selene peruviana* la ingesta de Mps de 0,10-0,50 mm de tamaño en 46%. Los rangos de tamaño de Mps que predominaron para *Odontesthes bonariensis* fueron 1-50 μ 29%, 51-100 μ 24% y de 101-500 μ 31% y para *Orestias sp.* los rangos de 101-500 μ y 1001-3000 μ cada uno con 26,3%. A pesar que *O. bonariensis* es de mayor tamaño se evidencia mayor ingesta de Mps cortos, esto probablemente porque exista mayor confusión del alimento y/o ingesta incidental de Mps para *O. bonariensis* que para *Orestias sp.* por el tipo de alimentación (como menciona Roch et al. (2020) la mayoría de los planctofagos dependen de señales visuales durante su alimentación) además, Pazos (2021) reporta un “análisis comparativo de plancton y MPs, demostró que una fracción de estos últimos se encontró en un rango de frecuencia de tamaño

que coincide con los tamaños más comunes de los organismos del plancton (500 μ m)” (p. 66); en el presente estudio también se reporta una mayor ingesta de 101 a 500 μ para *O. bonariensis*.

Haciendo una estimación en el total del contenido gastrointestinal de Mps / pez, para *O. bonariensis* se tendría en promedio 271,50 \pm 240,49 Mps por individuo, igualmente para la especie *Orestias sp.* se estima en promedio 82,40 \pm 79,09 Mps por individuo. Los resultados mostrados de la estimación son mayores a comparación de los peces del lago Titicaca a pesar de que el 100% de los individuos analizados presentaron Mps, con un promedio de 25.4056 \pm 6.9194 Mps/individuo para *Orestias luteus* y 33.3223 \pm 7.5768 Mps/individuo para *Odontesthes bonariensis* (Paredes et al., 2019). Probablemente se debe a que en el presente estudio se contabilizó Mps de 1 μ m- \leq 5mm de tamaño, sin uso de un filtro, a comparación del estudio en el lago Titicaca que durante el análisis se utilizó un tamiz de malla de 300 μ m pudiendo haberse perdido muestras de Mps durante el filtrado y reportándose solo Mps de 300 μ m \leq 5mm de tamaño.

Conclusiones

Esta investigación ofrece los primeros resultados de la frecuencia de ocurrencia de Mps en el tracto gastrointestinal de dos especies de importancia pesquera que forman parte de la economía de los lugareños. Los resultados indican que la mayor ocurrencia de Mps se registró en la especie *Odontesthes bonariensis*, siendo un pez planctófago, piscívoro y hasta caníbal en estadio adulto llegando a ocupar el tercer nivel trófico estableciendo la posibilidad de la transferencia de Mps en la cadena alimenticia, asimismo, el hábitat y tipo de alimentación de cada una de las especies puede relacionarse con la afinidad de preferir ingerir una mayor proporción de cierta forma de Mp (*Odontesthes bonariensis* con 50% fragmentos y *Orestias sp.* con 79% fibras), para una mejor aporte y evidencia es necesario realizar estudios que identifiquen los tipos de Mps (composición química) presentes en el cuerpo acuático de la laguna de Pomacanchi y evaluar el impacto de este contaminante en la salud de los peces y los ecosistemas.

Agradecimientos

A la Dra. Adriana Larrea Valdivia, Dr. Juan Reyes, Blgo. Werner Chota Macuyama y al Mgt Julio Warthon Ascarza quienes contribuyeron significativamente con sus experiencias en el tema de investigación para la elaboración del trabajo.

Referencias

- Andrade, M. C., Winemiller, K. O., Barbosa, P. S., Fortunati, A., Chelazzi, D., & Cincinelli, A., Giarrizzo, T. (2019). First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: Ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits. *Environmental Pollution*, 244, 766-773. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.088>
- Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano -CIDAB. (2002). Manual Area cria y manejo de especies ícticas nativas. Proyecto BOL/98/G31. Centro de Información y Documentación Agrícola de Bolivia,

- La Paz – Bolivia. http://www.alt-perubolivia.org/Web_Bio/PROYECTO/Docum_bolivia/21.24%20manual1.pdf
- Chota-Macuyama, W., & Chong, J. (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. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v29i2.521>
- Envirolab Perú S.A.C. (2010). *Evaluación de recursos hídricos en las regiones de pasco, Ayacucho, Cusco, Puno y Ucayali*. Perú: Dirección General de Acuicultura. <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUIUBMENU4/informe-final-lagunas.pdf>
- Flores, A. A. (2013). Ecomorfología y ecología alimentaria del género *Orestias* (pescos cyprinodontiformes) en la puna xerofítica de la provincia de sud lípez, Potosí Bolivia. (tesis para optar al título de licenciatura en biología). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers18-05/010066594.pdf
- Geyer, R. Jamberck, J. R. & Law, K. L. (2017). Producción, uso y destino de todos los plásticos jamás fabricados. *ScienceAdvances* 3 (7), DOI: [10.1126/sciadv.1700782](https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782)
- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017). *Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*. Roma, Italy: FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. doi:ISBN 978-92-5-109882-0
- Mancini, M., Nicola, I., Salinas, V., & Bucco C. (2008). Biología del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atherinopsidae) de la laguna Los Charos (Córdoba, Argentina). *Revista Peruana de Biología*. 15(2), 065-071. Recuperado en 05 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000200011&lng=es&tlng=es.
- Mazariegos-Ortíz, C H., Xajil-Sabán, M., Blanda, E., & Delvalle-Borrero, D. (2021). Ocurrencia de Microplásticos en el tracto digestivo de peces de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala. *Ecosistemas*, 30(2), 2188. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2188>
- Mendoza, M. J., & Mendoza, K. T. (2020). Presencia de microplásticos en peces pelágicos de mayor comercialización, en el mercado de “Playita Mía” de la ciudad de Manta. (proyecto de investigación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, C a l c e t a . <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1327/1/TTMA08D.pdf>
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2020). *Diagnóstico de servicios ecosistémicos en la cuenca del Alto Urubamba para la implementación de un Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos*. Ministerio del Ambiente. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/diagnostico-servicios-ecosistemicos-cuenca-alto-urubamba>
- Norén, F. (2007). Small plastic particles in Coastal Swedish waters. 1-11. <https://www.researchgate.net/publication/284312290>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2017). *Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura*. <https://fronteirasxxi.pt/wp-content/uploads/2019/08/LOS-MICROPL%C3%81STICOS-EN-LOS-SECTORES-DE-PESCA-Y-ACUICULTURA.pdf>
- Organismo Nacional de Sanidad Pesquera - SANIPES. (2020). *Procedimiento técnico sanitario para el muestreo y envío al laboratorio de recursos hidrobiológicos para el diagnóstico de enfermedades*. Perú. https://www.sanipes.gob.pe/documentos_sanipes/procedimiento/2020/88bac091bf8aa5b4f545feb768ca420d.pdf
- Paredes, J., Sanchez, A., Ordoñez, K., & Palo, M. (2019). Caracterización de Microplásticos en los Recursos Hidrobiológicos del Lago Titicaca. (trabajo de investigación). Universidad Católica de Santa María, A r e q u i p a . http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/9479/INFORMACION_P%c3%93STER_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Parenti, L. (1984). A taxonomic revision of the andean killifish genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* (PDF), 178, 107-214. https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/15615/vz_Parenti_Orestias_1984.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pazos, R. S. (2021). *Estudio de microplásticos en la columna de agua, sedimento intermareal y biota residente en la costa del estuario del Río de la Plata (Franja Costera Sur)*. (tesis para optar por el título de Doctora en Ciencias Naturales). Universidad Nacional de la Plata, Argentina. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/116621/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pumachapi, A., & Canazas, E. (2012). *Escenarios de contaminación causados por botaderos de residuos sólidos en la cuenca de Pomacanchi, Acomayo – Cusco* (tesis para optar título profesional de biólogo). Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/1103>
- Ringuelet, A., & Escalante, H. (1980). Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis bonariensis*, Atherinidae) en laguna Chascomus (Buenos Aires, Argentina). Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton. *Limnobiología* 1, 447-460. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/67243>
- Roch, S., Fritodricoh, C. & Brinker, A. (2020). Uptake routes of microplastics in fishes: practical and theoretical approaches to test existing theories [Rutas de absorción de microplásticos en peces: enfoques prácticos y teóricos para probar las teorías existentes]. *Sci Rep* 10, 3896. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60630-1>
- Rochman, C.M., Browne, M.A., Halpern, B.S., Hentschel, B.T., Hoh, E., Karapanagioti, H.K., Rios-Mendoza, L.M., Takada, H., Teh, S., & Thompson, R.C. (2013). Classify plastic waste as hazardous. *Nature* 494, 169-171. <https://doi.org/10.1038/494169a>
- Sarria, R. A., & Gallo, J. A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. (investigación- Ingeniería Química). Universidad del Cauca, Colombia. <https://jci.uniautonomo.edu.co/2016/2016-3.pdf>
- Silva-Cavalcanti, J. S., Silva, J. D. B., De Francia, E.J., Barbosa de Araújo, M. C., & Gusmao, F. (2017). Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing Resource [Ingestión de microplásticos por un recurso pesquero tropical común de agua Dulce]. *Environmental Pollution*, 221, 218-226. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.068>
- Van Cauwenbergh, L. D. (2015). Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environmental Research*, 111, 5-17. doi:https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.06.007
- Vitorino-Villegas, J., & Ochoa, J. A. (2021). Diversidad de aves en las lagunas andinas de Pomacanchi, Acopía y Asnacocha, Provincia de Acomayo, Cusco. *CANTUA*, 17(1), 1-9. <http://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/cantu/article/view/754/960>