UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:
COMPARACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN EL TRACTO DIGESTIVO DE PECES PARA CONSUMO HUMANO EN UNA ZONA URBANA Y RURAL DE LA PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR(ES):

Carmen Noemi Castro Llerena

Mireya Elizabeth Guaillas Cartuche

DOCENTE - TUTOR:

MSc. Edison Roberto Suntasig Negrete

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Cumple
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	Cumple
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20.0 / 20	Cumple
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15.0 / 15	Cumple
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	15.0 / 15	Cumple

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos especificos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	25.0 / 25	Cumple
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Cumple
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	Cumple
VALORACIÓN TOTAL	100	CIEN

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,



JUNIOR STALIN VARGAS HIDALGO (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 12 dias del mes de SEPTIEMBRE de 2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Cumple con las directrices
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	El resumen es comprensible y orientador
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	16.0 / 20	Aún persisten ciertos errores en la redacción y el uso de signos de puntuación
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	12.0 / 15	Persisten ciertos errores en las citas. P.ej. OTERO
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	12.0 / 15	Persisten ciertos errores de forma en la redacción

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	11.0 / 25	Persisten errores de redacción e imprecisiones en el texto, p.ej. "se encontraron 15 MPS %) y en los omnívoros se registraron 14MP equivalente al (48%)"
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Las conclusiones son coherentes con los objetivos
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	3.0 / 5	Ciertas citas y referencias no se encuentran en formato APA
VALORACIÓN TOTAL	74	SETENTA Y CUATRO

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	74

Atentamente,

MARCOS DAVID LANDIVAR VALVERDE

MARCOS DAVID LANDIVAR VALVERDE (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 08 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

Firma electrónica de
EDISON ROBERTO
SUNTASIG NEGRETE

Document Information

Analyzed document	Comparación de la presencia de microplásticos-GUALLAS-CASTRO.pdf (D173518969)
Submitted	2023-09-07 01:20:00
Submitted by	EDISON SUNTASIG
Submitter email	esuntasig@uea.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	esuntasig.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **UNU AMBIENTAL 2023 T SALINAS JESSY&FLORES RAMON V1.pdf**
Document UNU_AMBIENTAL_2023_T_SALINAS_JESSY&FLORES_RAMON_V1.pdf (D162123437) 4

Entire Document

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA FACULTAD DE CIENCIAS DE CIENCIAS DE LA VIDA Trabajo de Integración Curricular Comparación de la
presencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces para consumo humano en una zona urbana y rural de la Provincia de Pastaza. Resumen Los microplásticos (MPS) son partículas de plástico con un tamaño igual a 5 mm y pueden provenir de dos fuentes, primaria o secundaria, también conocidas como microplásticos fragmentados. Los MPS son biológicamente transferibles y pueden acumularse en organismos en altos niveles tróficos a través de las cadenas alimentarias, impactando así negativamente el medio ambiente ecológico y la salud humana. En esta investigación se analizaron los tractos digestivos de 19 individuos de 9 familias de importancia comercial (Pimelodidae, Cetopsidae, Parodontidae, Cichlidae, Heptapteridae, Loricaridae, Characidae, Curimatidae, Auchenipteridae) colectadas en la zona urbana y rural de la Provincia de Pastaza, para determinar la presencia de microplásticos en los contenidos estomacales. Para la extracción de los microplásticos el contenido estomacal de cada pez fue sometido a digestión con una solución de hidróxido de potación (KOH) al 10%, seguido por un proceso de filtración. De los 19 individuos analizados, 9 especímenes presentaron microplasticos, el color predominante fue el azul (55, 2%), seguido por el rojo (37,9 %), mientras que el color menos frecuente fue el naranja (6,9%), la tendencia de color puede estar relacionada con los hábitos alimenticios de cada especie. Las formas de microplasticos encontrados en los tractos digestivos de los peces analizados fueron fibras y fragmentos siendo los MPS en forma de fibra los más abundantes (65,5%). Palabras clave: Microplásticos, contaminación, hábito alimenticio, ingesta.

Comparación de la presencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces para consumo humano en una zona urbana y rural de la Provincia de Pastaza.

Carmen Noemi Castro Llerena
cn.castrol@uea.edu.ec
Mireya Elizabeth Guaillas Carttuche
me.cartuchec@uea.edu.ec
MSc. Edison Roberto Suntasig Negrete
esuntasig@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida,
Carrera de Biología

Resumen

Los microplásticos (MPS) son partículas de plástico con un tamaño igual a 5 mm y pueden provenir de dos fuentes, primaria o secundaria, también conocidas como microplásticos fragmentados. Los MPS son biológicamente transferibles y pueden acumularse en organismos en altos niveles tróficos a través de las cadenas alimentarias, impactando así negativamente el medio ambiente ecológico y la salud humana. En esta investigación se analizaron los tractos digestivos de 19 individuos de 9 familias de importancia comercial (Pimelodidae, Cetopsidae, Parodotidae, Cichlidae, Heptapteridae, Loricaridae, Chararcidae, Curimatidae, Auchenipteridae) colectadas en la zona urbana y rural de la Provincia de Pastaza, para determinar la presencia de micoplásticos en los contenidos estomacales. Para la extracción de los microplásticos el contenido estomacal de cada pez fue sometido a digestión con una solución de hidróxido de potación (KOH) al 10%, seguido por un proceso de filtración. De los 19 individuos analizados, 9 especímenes presentaron microplasticos, el color predominante fue el azul (55, 2%), seguido por el rojo (37,9 %), mientras que el color menos frecuente fue el naranja (6,9%), la tendencia de color puede estar relacionada con los hábitos alimenticios de cada especie. Las formas de microplasticos encontrados en los tractos digestivos de los peces analizados fueron fibras y fragmentos siendo los MPS en forma de fibra los más abundantes (65,5%).

Palabras clave: Microplásticos, contaminación, hábito alimenticio, ingesta.

Abstract

Microplastics (MPS) are plastic particles with a size equal to 5 mm and can come from two sources, primary or secondary, also known as fragmented microplastics. MPS are biologically transferable and can accumulate in organisms at high trophic levels through food chains, thus negatively impacting the ecological environment and human health. In this research, the digestive tracts of 19 individuals from 9 families of commercial importance (Pimelodidae, Cetopsidae, Parodotidae, Cichlidae, Heptapteridae, Loricaridae, Chararcidae, Curimatidae, Auchenipteridae) collected in the urban and rural areas of the Pastaza Province were analyzed to determine the presence of mycoplastics in stomach contents. For the extraction of microplastics, the stomach contents of each fish were subjected to digestion with a 10% hydroxide solution (KOH), followed by a filtration process. Of the 19 individuals analyzed, 9 specimens presented microplastics, the predominant color was blue (55.2%), followed by red (37.9%), while the least frequent color was orange (6.9%). , the color trend may be related to the feeding habits of each species. The forms of microplastics found in the digestive tracts of the analyzed fish were fibers and fragments, with MPS in the form of fiber being the most abundant (65.5%).

Keywords: Microplastic, contamination, eating habits, intake.

1. Introducción

Los ecosistemas acuáticos han sido impactados por varios tipos de contaminantes (Iheanacho, Ogbu, Bhuyan, & Ogunji, 2023) lo que resulta una gran amenaza a la salud humana y otras formas de vida (Janin, 2019). Los plásticos son los materiales más utilizados debido a su bajo costo y por ende su producción es cada vez mayor y su vida útil relativamente corta (Flores, 2022). Algunos estudios han demostrado que los plásticos están contaminando los hábitats de agua dulce en una magnitud similar a la de los sistemas marinos. (León, y otros, 2020). Como consecuencia del uso masivo de plásticos, sus residuos se han ido acumulando en áreas urbanizadas, donde muchas veces terminan en cuerpos de agua (Espinoza, 2021). La acumulación de estos residuos se ha convertido en un problema ambiental, debido a su disposición inadecuada, lenta degradabilidad y fácil introducción a los ecosistemas acuáticos. (Chota & Chong, 2020).

Los microplásticos (**MPS**) son pequeñas partículas de plástico fragmentado con un tamaño igual a **0,5 mm** (Thiele, Hudson, Russell, Saluveer, & Giovanna, 2021). Los MPS actualmente son llamados contaminantes emergentes de gran preocupación, considerándose un tema de investigación (Garcia, y otros, 2020). Estas partículas pueden estar asociadas con la producción de MPS primarios, como fibras sintéticas, desechos industriales, algunos cosméticos (McCormick, Hoellein, Maxwell, Hittie, & Scott, 2016) o puede originarse por la fragmentación, degradación y descomposición química de grandes plásticos que se llaman MPS secundarios (Catañeta, Fallón, & Manzano, 2020). Además, puede ingresar a los ambientes acuáticos a través de precipitación atmosférica en forma de aerosoles, mal manejo de la industria textil y de aguas residuales.

Mediante investigaciones realizadas se ha comprobado que existe altas tasas de ingestión de plástico por parte de los peces de agua dulce (Garcia, y otros, 2020). Sin embargo, el consumo de desechos plásticos por parte de los peces va a depender de los hábitos de alimentación en la cadena trófica ya sean estos herbívoros, omnívoros y carnívoros (Lima, y otros, 2021). Los MPS pueden exhibir una variedad de propiedades físicas, lo que les permite estar presentes en varios compartimentos de ambientes acuáticos (Peña, 2021) y sumado a esto, las características de forma y color hace que incremente aún más el consumo no intencional (Lusher, Welden, Sobral, & Cole, 2017). La ingestión de MP puede afectar a los peces a nivel físico y fisiológico. En el primer caso, puede estar relacionado con lesiones en el tracto digestivo, lo que puede resultar en un deterioro de la absorción de nutrientes y sensación de saciedad (Asmonaite,

Tivefälth, Westberg, & Magner, 2020). Las respuestas fisiológicas también se ven afectadas por la ingestión de MPS, alterando los comportamientos de depredación, los procesos metabólicos, el rendimiento de natación y la actividad intestinal (Rojas, y otros, ., 2022)

Actualmente existen pocos estudios sobre la ingestión de los MPS por parte de los peces de agua dulce en la Amazonía del Ecuador. Es por esto, que esta investigación propone analizar la presencia de microplásticos a través del tamizaje simplificado del tracto digestivo de peces recolectados en una zona rular (río Conanaco en la comunidad Bameno) y urbana (río Puyo desde la Universidad Estatal Amazónica hasta Unión Base) de la provincia de Pastaza. Para alcanzar esta meta se propone: i) Evaluar la relación entre la ingesta de MPS y zona muestreada, ii) Clasificar los MPS por su color y forma.; y, iii) Identificar la relación entre la ingesta de microplásticos y el hábito alimenticio.

2. Materiales y Metodología

2.1 Área de estudio

La evaluación de microplásticos en los peces se realizó en dos zonas (Urbana y Rural) de la Provincia de Pastaza (Figura 1). Dentro de la zona urbana se muestreo en el río Puyo desde la Universidad Estatal Amazónica hasta Unión base. En de la zona Rural se muestreo en el río Conanaco dentro de la comunidad Bameno.

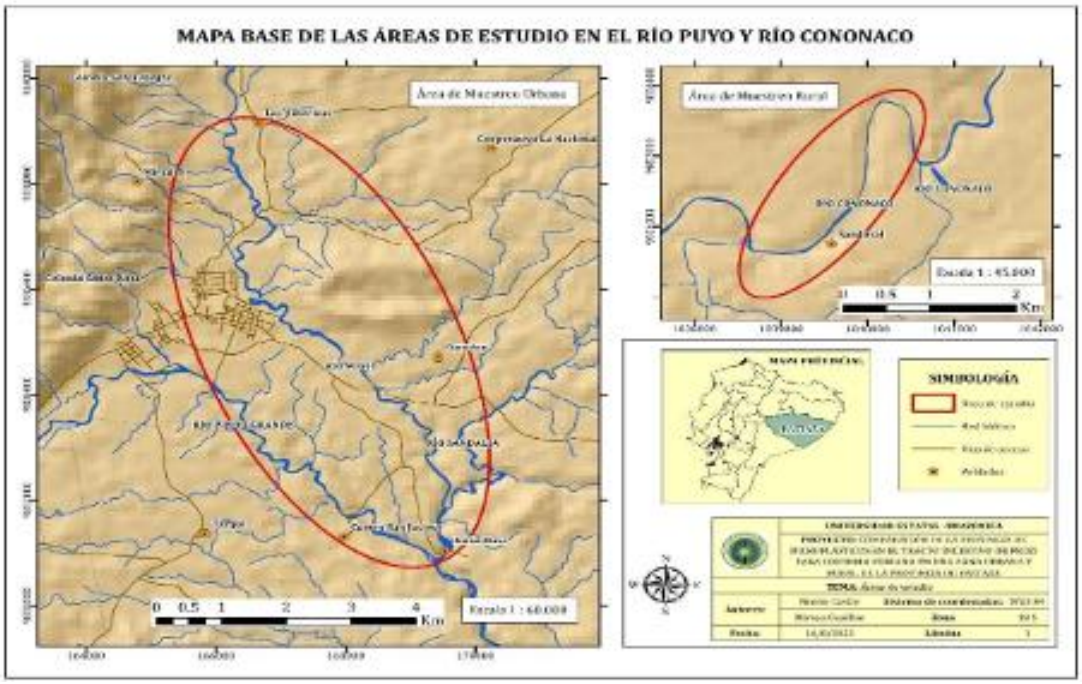

Figura 1. *Ubicación geográfica de las áreas de muestreo de la zona rural y urbana de la provincia de Pastaza.*

2.2 Fase de campo

2.2.1 Colecta de las muestras

Las muestras en la zona rural se colectaron en los días: 3, 4 y 5 del mes de junio del 2023 mediante el acompañamiento continuo a los diferentes integrantes de la comunidad de Bameno que se sustentan de los peces amazónicos. Los sitios de colecta fueron seleccionados aleatoriamente en varias partes del río Conanaco, realizando 2 colectas por día; la colecta de las muestras en la zona urbana se realizó los días 22 y 23 de junio, de igual manera los sitios de colecta fueron seleccionados de manera aleatoria y se realizó el mismo número de colectas empleadas en la zona rural. Se capturo un total de diez especímenes en la zona rural y en la zona urbana un total de nueve especímenes, mismos que fueron colocados en contenedores para su respectiva descripción de características exteriores (aletas, opérculo, ojos, boca, patrón de coloración y mucus). Se registraron longitud total (LT;cm) y longitud estándar (LE;cm) de cada espécimen, utilizando una cinta métrica (Figura 2a). Luego se fotografió cada uno de los especímenes y se procedió a realizar la identificación taxonómica empleando guías de campo.

2.2.2 Extracción y conservación del tracto digestivo

Para la extracción del tracto digestivo de los organismos colectados, se realizó un corte longitudinal en la parte ventral de cada pez, desde el orificio anal hasta la boca (Figura 2b). Una vez identificado el tracto digestivo, se lo extrajo y se lo colocó en un frasco de vidrio respectivamente etiquetados el cual contenía formol al 10%, luego se agregó en cada uno de los frascos agua destilada al 90% para su conservación (Figura 2c). Para el traslado de las muestras al laboratorio cada frasco fue envuelto con film plástico.



Figura 2. a) *Medición del espécimen;* ***b)*** *Extracción del tracto digestivo;* ***c)*** *Conservación de la muestra.*

2.3 Fase de laboratorio

Una vez llevadas las muestras al laboratorio, se preparó el reactivo Hidróxido de Potasio (KOH) al 10%, para ello se utilizó KOH sólido y agua destilada mediante una pastilla agitadora mezclamos el reactivo para obtener una solución homogeniza (Figura 3a).

Los tractos digestivos fueron pesados y colocados en tubos de ensayo o vasos de precipitación dependiendo del tamaño del tracto digestivo, se colocó una etiqueta respectiva. Cada vaso y tubo de ensayo fue cubierto con papel aluminio (Figura 3b), para evitar la contaminación del exterior. Las muestras procesadas se almacenaron durante 24 horas en la incubadora (Memmert,Alemania) en 110 a 60 grados Celsius (Figura 3c). El (KOH) que se agregó permitió que la materia orgánica se degrade y los microplásticos prevalezcan.

Pasado ese tiempo, las muestras de la incubadora estaban listas y se obtuvo una solución de color rojizo. Mediante papel fillm de 11µm (Whatman) se filtró el material digerido de cada muestra para separar los microplásticos de la solución (Figura 3e). Los filtros se colocaron en cajas petri con su respectiva tapa y se dejaron a temperatura ambiente durante 24 horas para su secado, transcurrido ese tiempo se realizó un análisis de reconocimiento visual en estereomicroscopio Carl Zeiss con una magnificación de 4x - 10x (Figura 3g), según la guía de García y otros (2020) contando cada uno de los microplásticos encontrados.

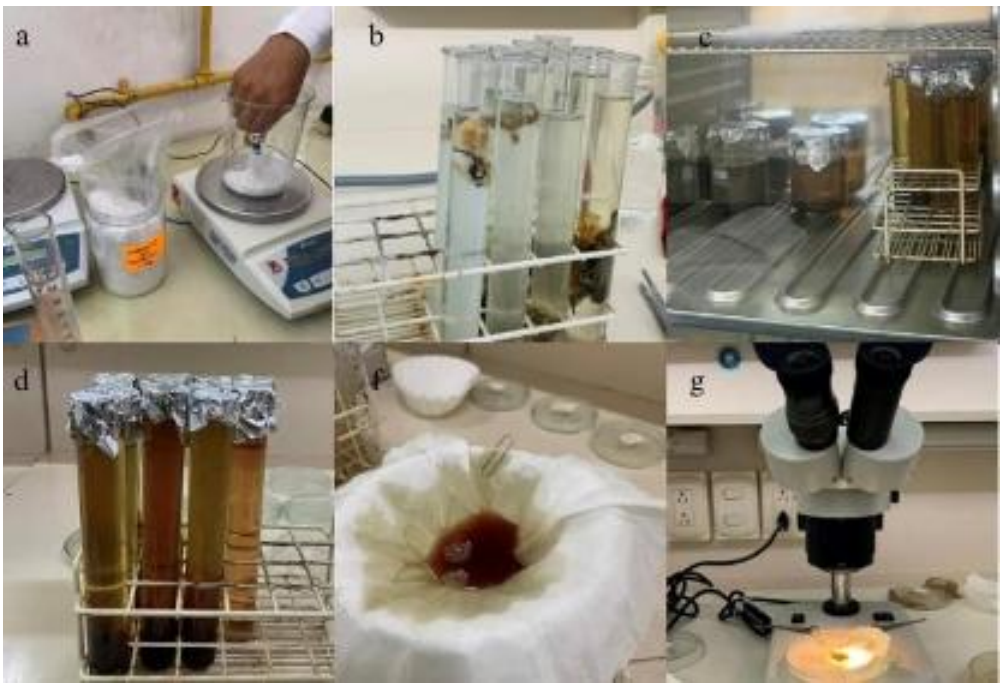

***Figura 3**: **a)** Preparación del reactivo; **b)** Tractos digestivos en tubos de ensayo; **c)** Muestras colocadas en la incubadora a 60 grados Celsius; **d)** Muestras después de 24 horas de incubación; **e)** Tamizaje de la muestra; **g)** Identificación de microplásticos.*

2.4. Análisis de datos

La información obtenida fue organizada en una base de datos, con el fin tener un mejor procesamiento de los datos tanto de manera cuantitativa y cualitativa, como se muestra en la (tabla 1). Que hace mención a un total de 19 muestras analizadas, de los cuales 10 de ellas eran pertenecientes a la zona Rural y las otras 9 pertenecientes a la zona urbana. Dando como resultado que en cinco especímenes analizados de la zona rural se registraron un total de 18 microplásticos y 11 microplásticos encontrados en cuatro especímenes analizados dentro de la zona urbana.

3. Resultados y Discusiones

3.1 Análisis de la obtención de microplásticos

La familia con mayor número de MPS retenido en su tracto digestivo es Pimelodidae dado que en seis especímenes evaluados se encontró en un total de cuatro partículas microplásticas. Mientras que las familias como Cetopsidae, Parodotidae, Heptapteridae presentaron un promedio entre 2-4 micropartículas y por último la familia con menor presencia de microplásticos es la Cichlidae con 1 microplástico en su sistema digestivo. Además, en tres de las familias analizadas, no se encontró ningún tipo de microplásticos en sus sistemas digestivos, como se muestra en la (Figura 4).

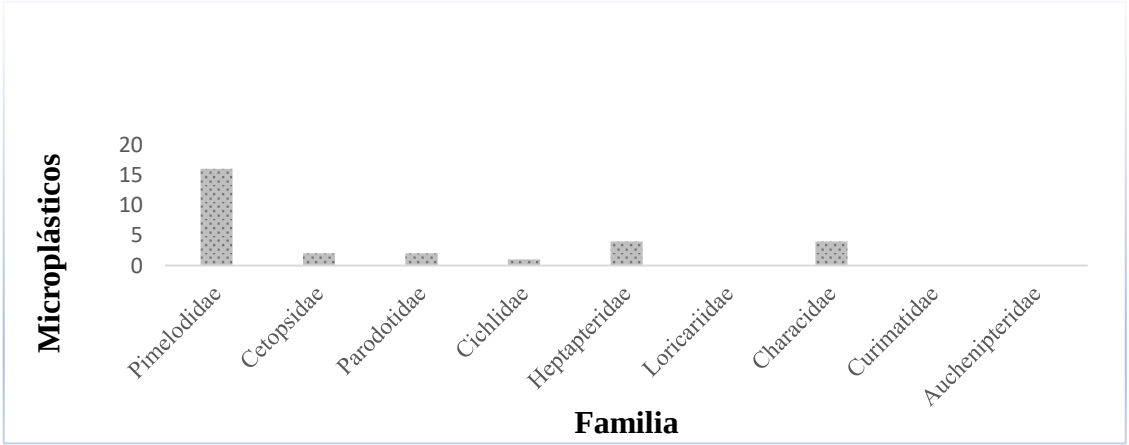

Figura 4. *Número de microplásticos presentes en los tractos digestivos de cada familia.*

En este estudio se determinó que existe incidencia de microplásticos en los tractos digestivos de los especímenes. En una investigación Sáenz (2020) manifiesta que los cuerpos de agua

dulce son relativamente más cerrados en comparación con los ambientes marinos, por lo tanto, los cuerpos de agua que se encuentran cerca a los centros poblados o debajo de las zonas urbanas tienden a presentar mayores fuentes de microplásticos, algo que se corrobora con este trabajo investigativo. Según Ríos (2022) indica que la ingestión de microplásticos en los peces de agua dulce también está relacionada con la disponibilidad, el tamaño, la forma y el color de los MPS. Sin embargo, la ocurrencia de los MPS en el sistema digestivo de los peces puede deberse a la confusión de sus presas naturales (Auta, Emenike, & Fauziah, 2017)

La (Figura 5) muestra los resultados de los 11 microplásticos encontrados en el tracto digestivo de los individuos muestreados dentro de la zona urbana.

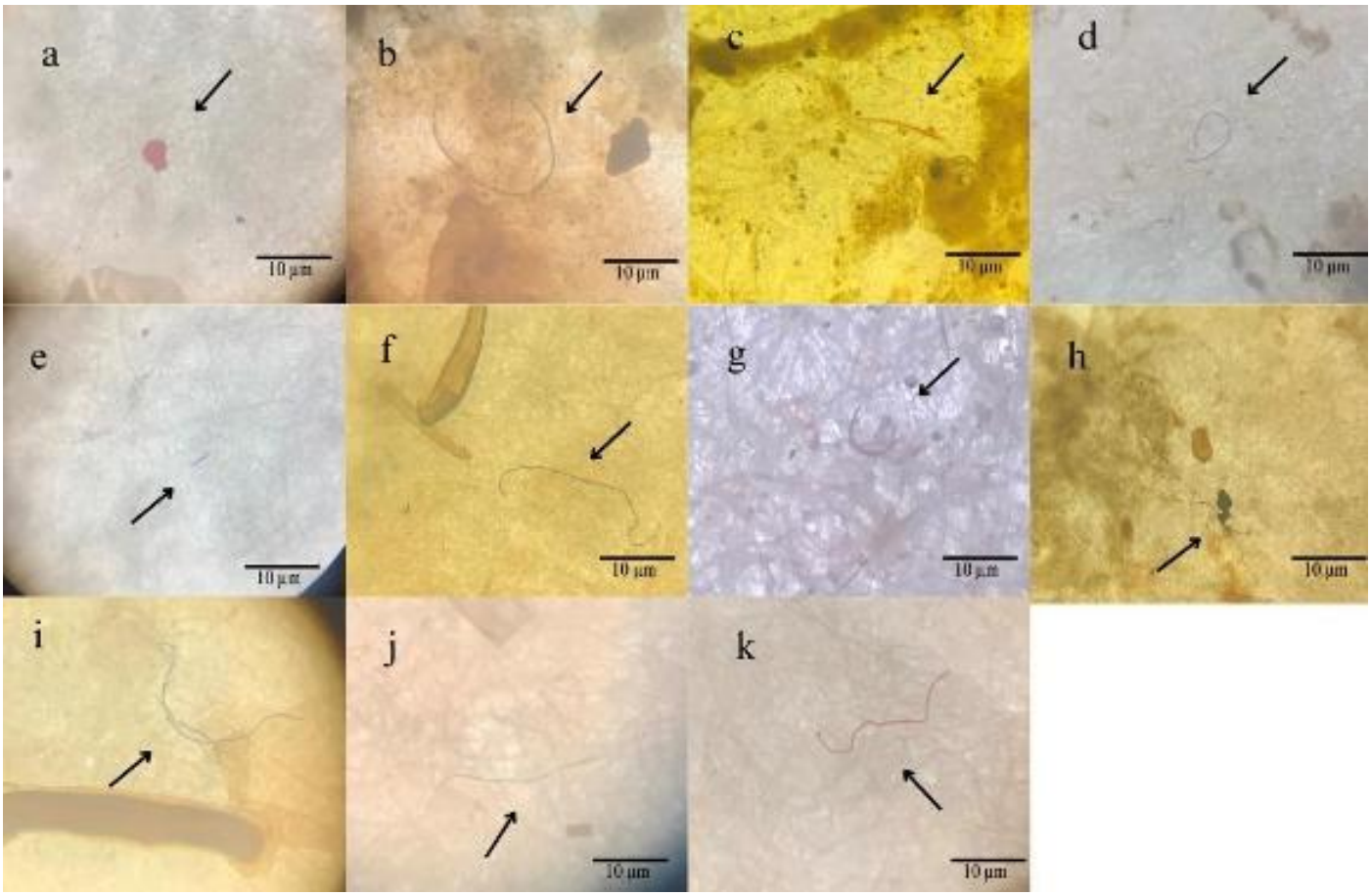

Figura 5. *Diferentes formas de MPS en muestras biológicas recolectadas en la zona urbana. Las flechas indican fibras* ***(b,c,d,e,f,g,i,j,k)*** *, fragmentos* ***(a,h)****. Barra de escala = 10 µm*

En la zona rural pudimos identificar un total de 18 microplásticos tal como lo muestra la (Figura 6).

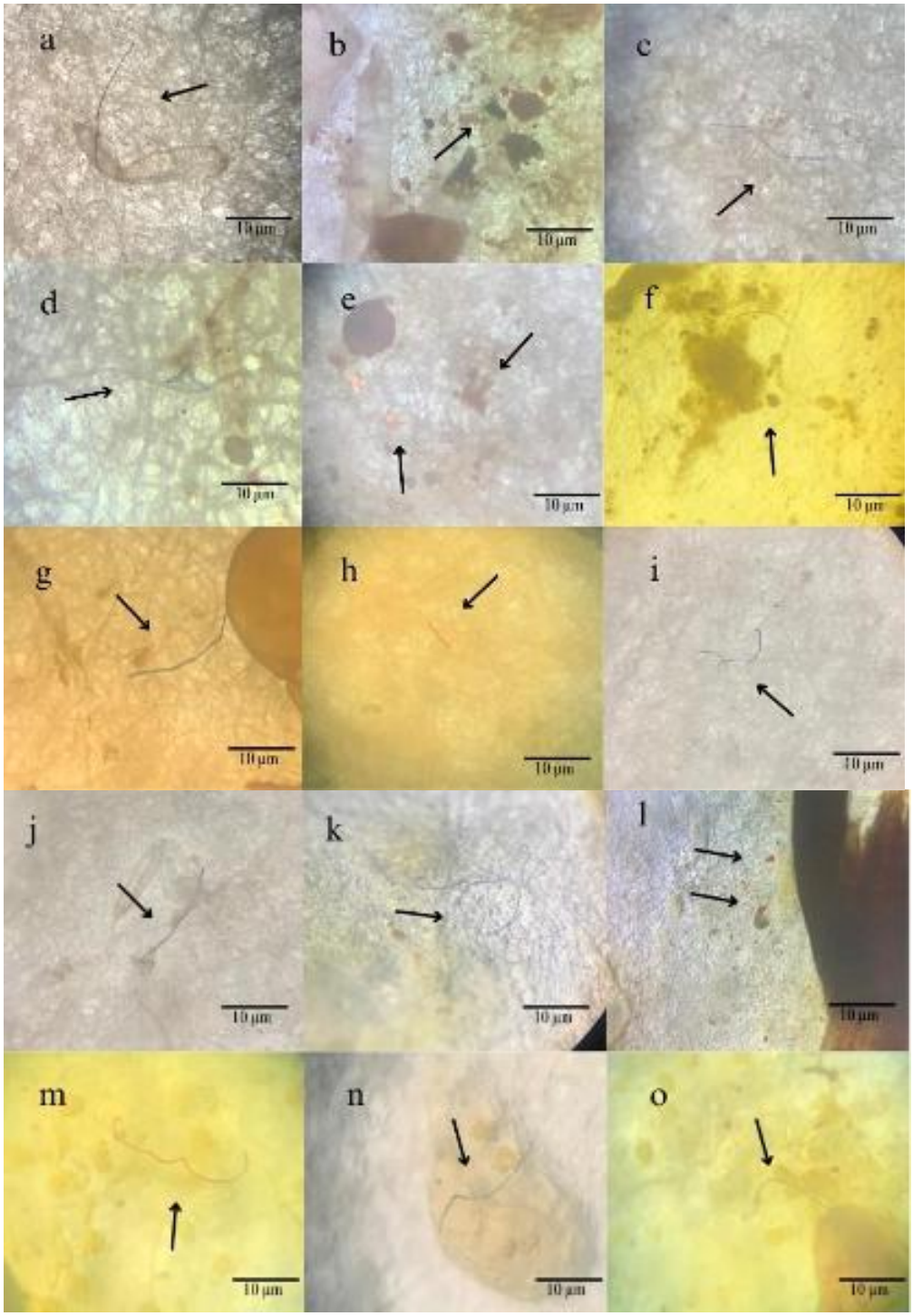

Figura 6. *Diferentes formas de MPS en muestras biológicas recolectadas en la zona rural. Las flechas indican fibras (**a,c,g,h,i,j,k,m,n,o**) , fragmentos (**b,f,l**). Pimelodus blochii (**a,b,c**); Platystomatichthys sp. (**d,e**); Cetopsis candiru (**f**); sp1(**g,h,i,j**); Pinirampus pirinampu (**k,l,m**); Calophysus macropterus (**n,o**) Barra de escala = 10 µm*

3.2 Ingesta de microplásticos por tipos de hábito

Aunque la mayoría de los peces pueden ingerir microplásticos, la intensidad de la ingestión puede estar relacionada con sus estrategias de alimentación (Mazariegos, Xajil, Blanda, & Delvalle, 2021). Al representar las familias por el hábito alimenticio (Figura 7), la familia Pimelodidae presenta un total de 16 microplásticos, de los cuales 11 de estos son consumidos por especies de habito carnívoro y 5 microplásticos encontrados en especies de habito omnívoros. Esto deja entrever la posibilidad de bioacumulación de microplásticos en la cadena trófica. Dicha acumulación puede provocar efectos en la salud de los seres humanos, así como contaminación química. Sin embargo, no existen datos concretos sobre el efecto de los microplásticos en la salud humana (Catañeta, Fallón, & Manzano, 2020).

Según los resultados obtenidos, los carnívoros y los omnívoros se correlacionaron positivamente con la ingesta de microplásticos. En la (Figura 8) se muestra que no se presentaron diferencias en la cantidad de microplásticos entre los peces de hábito carnívoro y omnívoros; ya que en los peces de hábitos carnívoros se encontraron 15 MPS %) y en los omnívoros se registraron 14MP equivalente al (48%).

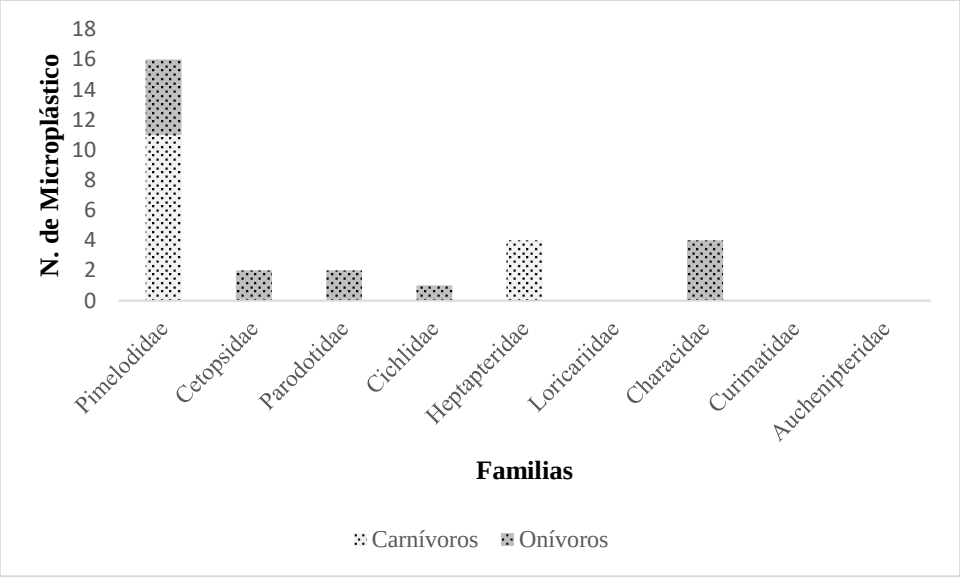

Figura 7. *Número de microplásticos presentes en cada familia con relación al hábito de alimentación.*

Dentro de la cadena trófica los peces más pequeños, como los planctívoros, pueden consumir microplásticos suspendidos en la columna de agua y posiblemente también consumir el microplásticos que se encuentra en los sedimentos (Ríos, 2022). Como resultado, en el caso de peces más grandes la acumulación de microplásticos probablemente esté influenciada por un

mayor volumen de alimento, ya que los peces grandes son depredadores máximos en la naturaleza y consumen microplásticos que contienen peces más pequeños, es el caso de los de hábito carnívoro y omnívoro. La familia Pimelodidae está conformada por peces de aguas superficiales, y filtradores de comida lo cual lo hacen más susceptible a la ingesta no intencionada.

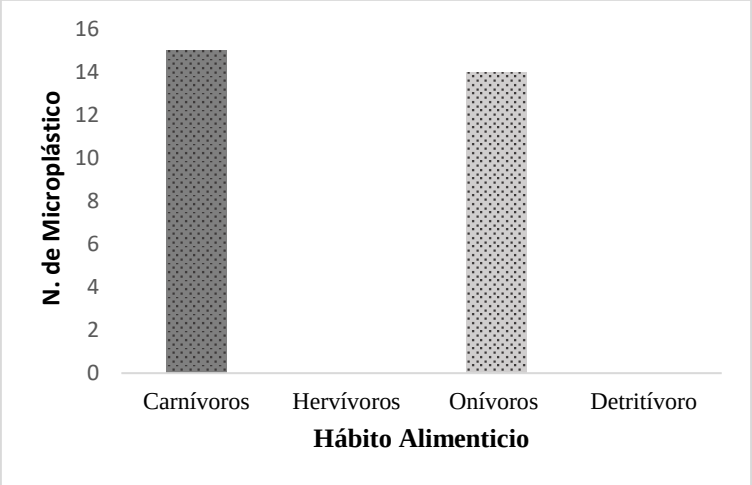

Figura 8. *Número total de microplásticos en relación al habito alimenticio.*

Se ha demostrado que diferentes estrategias de alimentación de peces son un indicador importante de la ingestión de MPS (Espinoza, 2021). Estas investigaciones muestran que los peces de hábito carnívoro son aquellos que más consumen microplásticos, y aun así los peces de hábito omnívoro ocupan un porcentaje representativo de (48%). Es decir, los depredadores podrían obtener MPS mediante transferencia trófica, a través de enlaces diferenciales, tal como lo mencionan (Lima, y otros, 2021). Los peces se alimentan de forma directa e indirecta. Es por eso que los peces consumen una amplia variedad de recursos como carnívoros y omnívoros tienen mayores posibilidades de tomar MPS de forma activa o accidental. En un estudio de laboratorio sobre alimentación de peces, se colocaron partículas precursoras de 100 a 500 μm en los estanques de cría de seis especies de peces juveniles. Sus resultados indicaron que todos los peces ingirieron MPS, lo que confirma que los peces se alimentan activamente de partículas precursoras (Rodríguez, Antón, Quintana, & Armengol, 2020).

3.3 Abundancia de microplásticos según el color

La ingesta de MPS por parte de los peces se da de forma directa o indirecta. Muchas veces los peces confunden sus presas con los colores llamativos. Los colores de microplásticos identificados en las familias analizadas fueron Rojo, Azul y Naranja (Figura 9), siendo el más ocurrente el color azul con 16 microplásticos (55, 2%), seguido por los rojos con 11 MPS (37,9

%) y por último el color naranja con 2 microplásticos (6,9%) siendo los menos representativos (Figura 10).

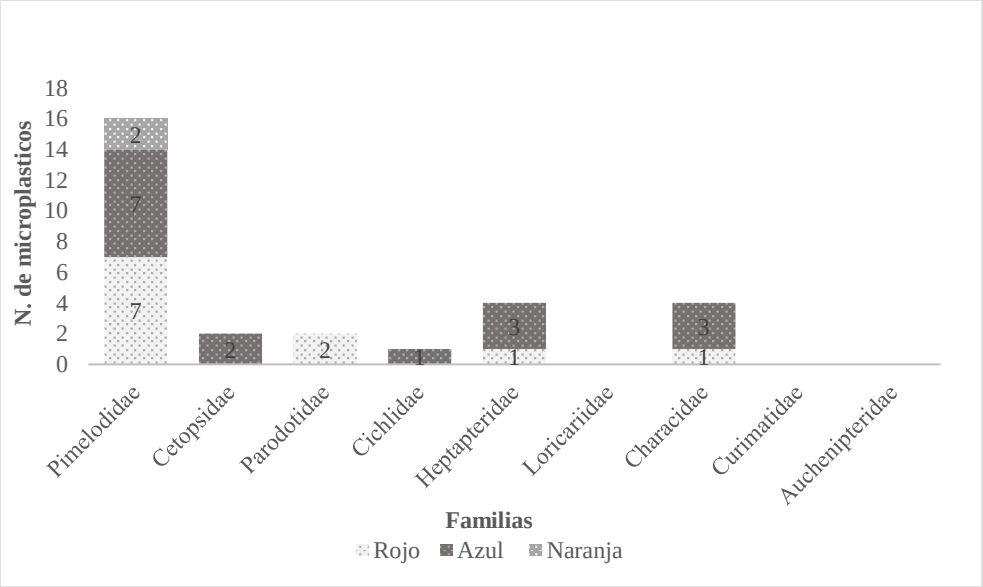

Figura 9. *Número de microplásticos según el color encontrados en las familias evaluadas.*

Según estudios recientes han informado que la ingestión de microplásticos en peces silvestres pude deberse a una confusión con sus alimentos naturales como el plancton. Por lo tanto, el color el color aumenta la ingesta en peces visuales como es los de la familia Pimelodidae. Aunque la visión de los peces permite un acercamiento directo a la comida, el umbral óptico de detección de cada color es marcadamente específico para la especie (Ríos, 2022). Por lo tanto, queda por estudiar cómo varía la preferencia por ingerir plástico de un color particular en otras especies que representen los ecosistemas locales y reales.

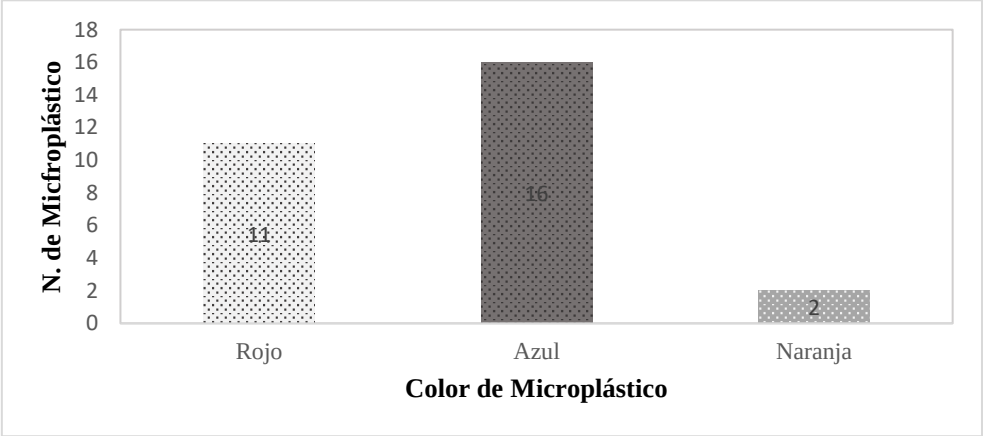

Figura 10. *Número total de microplásticos según su color.*

En la industria de los plásticos, se utilizan aditivos para modificar el color y hacer a estos polímetros más comerciales. Sin embargo, estos agregados causan una contaminación irreparable en la los ecosistemas acuáticos. Al ser la familia Pimelodidae la que mayor

cantidad de microplásticos azules tiene, es muy probable que sus presas sean de color azul tal como lo expresa (Ory, Sobral, Ferreira, & Thiel, 2017) en su artículo sobre la ingestión de MPS por un pez de importancia comerciar en Iquitos, Amazonía Peruana.

3.4 Abundancia de microplásticos según su forma

Los microplasticos fueron clasificados según su forma, con base a lo descrito por (Rodríguez, Antón, Quintana, & Armengol, 2020) en fibras y fragmentos. Las fibras, generalmente son largas y homogéneas en su longitud; los fragmentos son de formas y grosores irregulares, angulares o subangulares. En la (Figura 11) se puede evidenciar que la familia Pimelodidae presenta un total de 16 microplásticos las cuales se dividen en 8 fibras y 8 fragmentos que corresponde al (55,2 %), seguido de la familia Heptapteridae que tiene 4 microplásticos en forma de fibras (13,8 %) y familia Characidae con 4 microplásticos 3 fibras y 1 fragmento el cual es el (13,8 %), con lo que respecta a la familia Cetopsidae y Cichlidae también se registró MPS en forma de fibra.

Se encontró que los MPS en forma de fibra son los de mayor abundancia con 19 microplásticos registrados que corresponde al (65,5%), mientras que en los fragmentos tan solo se registraron 10 microplásticos (34,4%) siendo los de menor abundancia (Figura 12).

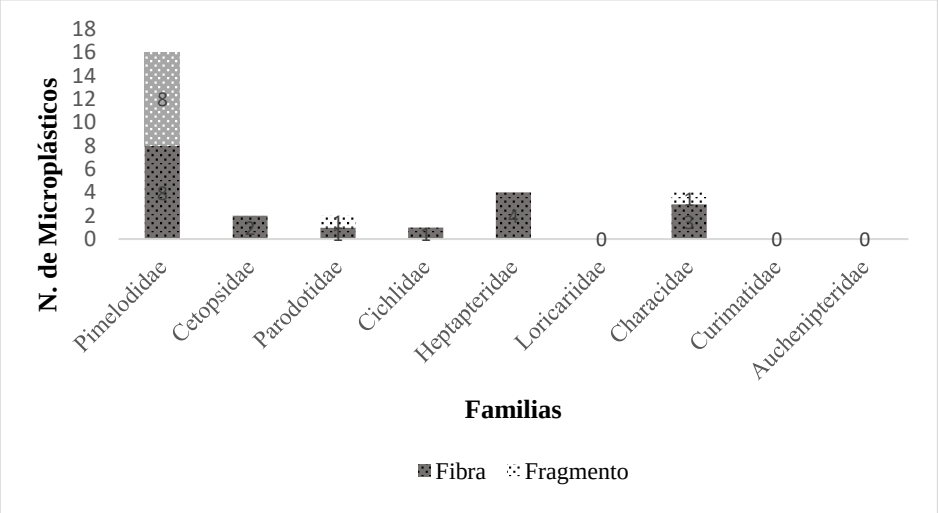

Figura 11. *Formas de microplásticos presentes en las Familias evaluadas.*

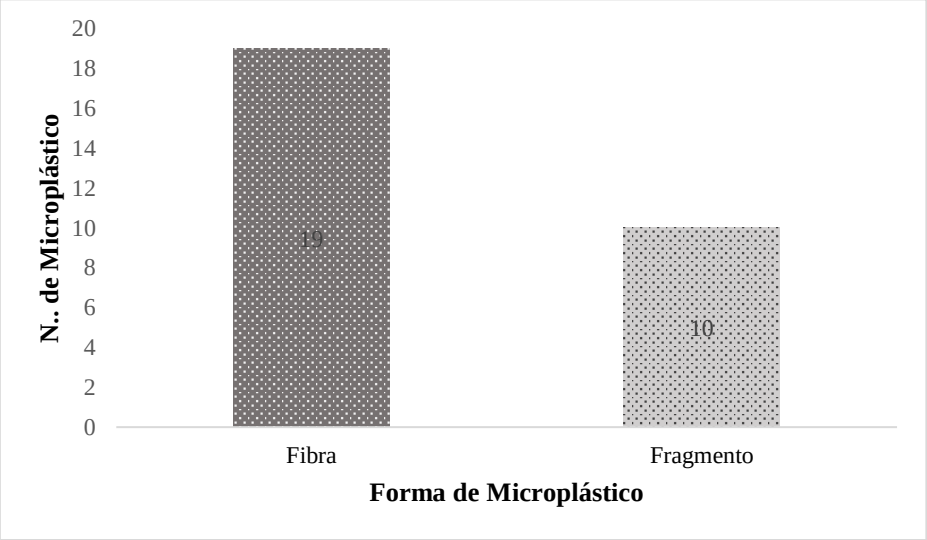

Figura 12. *Número total de microplásticos de acuerdo a su forma.*

En cuanto a la clasificación MPS según la forma, en este estudio se evidencio que las fibras fueron las de mayor abundancia en el tracto digestivo de los peces. Estos resultandos coinciden con recientes estudios realizador por (Vidal, Lozoya, Tesitore, Goyenola, & teixeira de mello, 2021) que muestran que los MPS más consumidos por los peces de agua dulce son las fibras, por ejemplo, los autores encontraron en los arroyos de Uruguay el 67% de fibras en el tracto digestivo de peces analizados. Los mismos autores afirman que las fibras son consideradas menos dañinas en relación con los fragmentos. Según (Rojas, y otros, ., 2022) indica que las Fibras son más comunes de encontrar en ambientes acuáticos debido a las actividades de pesca, esta es una fuente de fibra para los ecosistemas, ya que muchas están hechas de materiales sintéticos que se descomponen durante el uso o el abandono. Además, también se detectó la presencia de otras formas de MPS en el tracto digestivo de los peces, como fragmentos, lo que nos lleva a pensar que se originan por fragmentación debido a la degradación ambiental de macroplásticos, como bolsas o botellas, que se acumulan en los ecosistemas (SAPEA, 2019). Este hecho indica que se está produciendo una bioacumulación en la cadena alimentaria.

3.6 Abundancia de microplásticos dependiendo de la zona

En la (Figura13) se muestra una representación general del número de micro plásticos registrados en cada familia de acuerdo a la zona Rural y Urbana. Con ello se logró verificar que existe una mayor incidencia de consumo de micro plásticos en especímenes de la zona rural con el 62%, mientras que en los especímenes de la zona Urbana se registró tan solo el 38% de microplásticos (Figura 14).

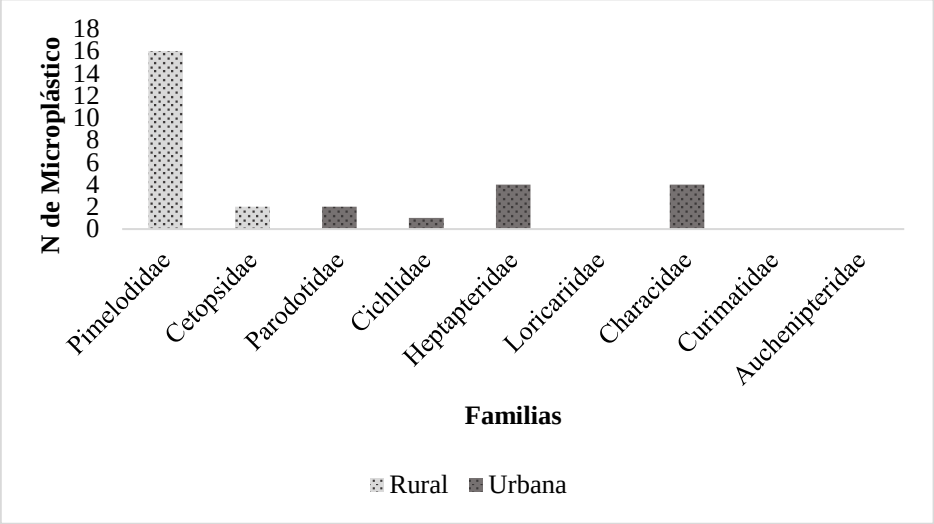

Figura 13. *Número de microplásticos presentes en las familias evaluadas de acuerdo a la zona (Rural- Urbana).*

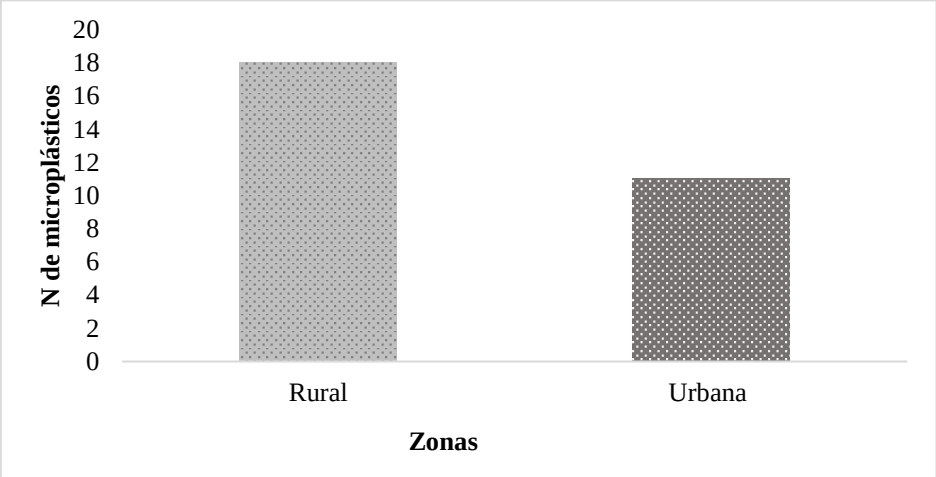

Figura 14. *Número total de microplásticos de acuerdo a la zona rural y urbana.*

La zona rural tuvo más afectaciones de MPS, esto es un tanto inusual ya que se esperaría que la zona urbana tenga mucha más influencia de MPS gracias a la contaminación por degradación de plástico, sin embargo, es importante conocer la desastrosa situación que está pasando la provincia de Pastaza en cuanto corresponde a las zonas rurales ubicadas en el río Conacaco. Hoy en día existen más de 20 bloques y campos petroleros en la provincia de Pastaza, es así que hasta 2017 registraba 530 fuentes de contaminación entre piscinas (128), fosas (272) y derrames (130) según GAD Pastaza, 2023. Esta actividad petrolera está relacionada con la presencia de microplásticos ya que estos son derivados del crudo. Añadido a esto el tamaño de las muestras juega un papel fundamental con respecto a las muestras colectadas en la zona urbana, así también en la zona rural los peces muestreados eran de hábito carnívoro lo cual hace más probable que consuman microplásticos.

En la Figura 15 se muestras el inventario de peces encontrados en el río Conanaco.



Figura 15. *Especies encontradas en el rio Cononaco. Zona Rural.* ***a)*** *Trachelyopterus sp;* ***b)*** *Pimelodus blochii;* ***c)*** *Pimelodina sp.;* ***d)*** *Ageneiosus sp;* ***e)*** *Pinirampus pirinampu;* ***f)*** *sp1;* ***g)*** *Platystomatichthys sp.;* ***h)*** *Cetopsis candiru.;* ***i)*** *Brachyplatystoma juruese;* ***j)*** *Calophysus macropterus*

La Figura 16 corresponde al inventario de peces colectados en el río Puyo.



Figura 16. *Especies encontradas en el rio Puyo. Zona Urbana.* ***a)*** *Charax tectifer;* ***b)*** *Steindachnerina Fasciata;* ***c)*** *Bujurquina sp.;* ***d)*** *Panaque schaeferi;* ***e)*** *Parodon buckleyi;* ***f)*** *Pimelodina sp;* ***g)*** *Pimelodella sp.;* ***h)*** *Hypostomus oculeus;* ***i)*** *Crenicichla anthurus.*

4. Conclusiones

- La investigación revela que la presencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces destinados al consumo humano difiere significativamente entre la zona urbana y rural de la Provincia de Pastaza. Los resultados muestran que los peces capturados en la zona rural tienen un mayor número de micro plásticos en comparación con aquellos capturados en la zona Urbana.
- Los hallazgos de la investigación plantean preocupaciones sobre la seguridad alimentaria en las dos zonas estudiadas. La presencia de microplásticos en los

peces destinados al consumo humano sugiere que los microplásticos están ingresando a la cadena alimentaria local. Dado que los microplásticos pueden contener sustancias químicas tóxicas y absorber contaminantes del entorno, existe la posibilidad de que las personas que consumen estos peces estén expuestas a riesgos para la salud a largo plazo. Esto destaca la importancia de abordar la contaminación plástica en ambas zonas para garantizar la seguridad de los alimentos y la salud de la población.

- La comparación entre la zona urbana y rural de la Provincia de Pastaza resalta la importancia de implementar estrategias de gestión de microplásticos específicas para cada contexto. En el caso de la zona urbana, es esencial mejorar la gestión de residuos sólidos, el tratamiento de las aguas residuales, promover la educación ambiental y regular las practicas industriales que contribuyen a la contaminación plástica. En la zona rural donde la presencia de microplásticos en los peces también es preocupante, se pueden considerar medidas como la promoción de técnicas agrícolas sostenibles para reducir la entrada de plásticos en los cuerpos de agua locales. Esta investigación subraya la necesidad de abordar los desafíos de contaminación plástica de manera adaptada a las condiciones locales.

5. Referencias

Asmonaite, G., Tivefälth, M., Westberg, E., & Magner, J. (2020). Microplastics as a Vector for exposure to hydrophobic organic chemicals in fish: A comparison of two polymers and silica particles spiked with three model compounds. *Frontiers in Environmental Science*, Vol 8. 87-100.

Auta, S., Emenike, U., & Fauziah, H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Enviroment International*, Vol 102, 165-176.

Burgos, R., Rivas, J., & Rivadeneira, L. (12 de Marzo de 2019). *Diagnóstico de la situación actual de los Recursos Pesqueros Amazónicos del Ecuador.* Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/331671597_Diagnostico_de_la_situacion_actual_de_los_Recursos_Pesqueros_Amazonicos_del_Ecuador

Castañeta, G., Gutiérrez, A., Nacaratte, F., & Manzano, C. (2020). MICROPLASTICS: A CONTAMINANT THAT GROWS IN ALL ENVIRONMENTAL AREAS, ITS CHARACTERISTICS AND POSSIBLE RISKS TO PUBLIC HEALTH FROM EXPOSURE. *Revista Boliviana de Química*, 160-175.

Catañeta, G. G., Fallón, N., & Manzano, C. (2020). Microplastics: a contaminant that grows in all evironmental áreas, its characteristics and possible riks to public health from exposure. *Revista Bolivariana Quimica*, 142-157.

Chota, 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, Revista del instituto de Invertigaciones de la Amazonía Peruana.*, Vol. 29(2).2020 179-188.

Escobar, D. (2021). *PESQUERÍAS DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA AMENAZADAS.* Quito: Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de Investigaciones Biologicas y ambientales .

Espinoza, C. (21 de Diciembre de 2021). *Tesis de grado: Micropastics ocurrence and abundance in surface water in Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador: Univerisdad San Francisco de Quito.

Fernández, A. (2022). Contaminación por microplásticos. *Revista Ciencia* .

Flores, J. (2022). *Trabajo de integración curricular: Estudio de microplasticos en el tracto digestivo y tejidos de Selene peruviana y Lepophidium negropinna que desembarcan en el puerto pesquero anconcito.* Santa Elena, Ecuador: Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena .

Garcia, T., Cardozo, A., Quirono, B., Katia, Y., María, G., Natália, S., & Rosemara., F. (2020). Ingestion of Microplastic by Fish of Different Feeding Habits in Urbanizedand Non-urbanized Streams in Southern Brazil. *Springel Nature Switzerland AG*, 231:432.

GESAMP. (2019). *GUIDELINES FOR THE MONITORING AND ASSESSMENT OF PLASTIC LITTER IN THE OCEAN.* NN: United Nations Environment Programme.

Iheanacho, S., Ogbu, M., Bhuyan, S., & Ogunji, J. (2023). Microplastic pollution: An emerging contaminant in aquaculture. *KeAi Chinesse Roots Global Impact* , 603-616.

Janin, L. (2019). *Trabajo de titulacion: Microplastico en el tracto dijestivo de Scober japonicus, Opisthonem libertate y Auxis thazard, comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa,*

provincia de Santa Elena - Ecuador. La libertad , Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

León, M., Peñalver, D., Muñoz, M., Santos, G., Guiraldez, P., & Serrano, M. (2020). Primer muestreo de microplasticos en arroyos y rios de España peninsular . *Revista científica de ecología y medio ambiente*, 23(3):2087.

Lima, F., Azevedo, V., Santos, V., Vidotto, A., Soares, C., Manzano, F., & Nobile, A. (2021). Plastic Ingestion by Commercial and Non-Commercial fiches from a Neotropical rivel basin. *Water Air Soil Pollut*, 232:29.

Lusher, L., Welden, A., Sobral, P., & Cole, M. (2017). Samling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrate. *Royal Society of Chemistry. View Article Online* , 1346.

Mazariegos, C., Xajil, M., Blanda, E., & Delvalle, D. (2021). Ocurrencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala. *ECOSISTEMAS* , 2-30.

McCormick, A., Hoellein, T., Maxwell, L., Hittie, J., & Scott, J. (2016). Microplastic in surface water or urbarn rivers: concentration, sources, and associated bacterial assemblages. *Ecosphere an esa oen access journal*, n/a - n/a.

Ory, N. C., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Thiel, M. (2017). Amberstripe scad Decapterus muroadsi (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. *Science of the Total Environment*, 586:430-437. .

OTERO, D. (2022). *MICROPLÁSTICOS EN EL SISTEMA DIGESTIVO DE LOS PECES Opisthonema oglinum, Mugil spp. Y Caranx crysos, CAPTURADOS EN LA ZONA COSTERA DEL MAGDALENA, CARIBE COLOMBIANO* . BOGOTÁ : UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO.

Peña, M. (Junio de 2021). *Trabajo de titulación: Ingestión de lástico or la ictiofauna de dos ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia*. Bogatá: Pontificia Universidad Javeriana.

Ríos, J. (2022). El papel del color en la ingesta de fragmentos de microplástico por el pez cebra (Danio rerio). *Revista internacional de contaminación ambiental*.

Rodríguez, C., Antón, M., Quintana, M., & Armengol, X. (Septiembre- Diciembre de 2020). Ingesta de microplásticos por el pez exótico Gambusia holbrooki en dos lagunas costeras mediterráneas. *Ecosistemas, 29*(3). doi:1697-2473

Rojas, R., Arango, C., Nolorbe, C., Medina, M., Vasquez, M., & Flores, J. (2022). . *Microplastic occurrence in fish species from the Iquitos region in Peru, western Amazonia.*, 65-72.

Rojas, R., Arango, C., Nolorbe, C., Medina, M., Vazques, M., Flores, J., . . . Aguiar, J. (2022). *Microplastic occurrence in fish species from the Iquitos region in Peru, western Amazonia*.

Sáenz, C. (2020). *Microplásticos en la Biota de los ríos Andinos.* Quito: Universidad de las Americas.

SAPEA. (2019). *A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society.* Berlin: SAPEA (Science Advice for Policy by European Academies).

Siren, A. (01 de Enero de 2011). *El consumo de pescado y fauna acuática silvestre en la Amazonía Ecuatoriana.* Obtenido de ResearchGate:

https://www.researchgate.net/publication/278406644_Siren_A_2011_El_consumo_de_pescado_y_fauna_acuatica_silvestre_en_la_amazonia_ecuatoriana_COPESCAL_Documento_Ocasional_FAO

Thiele, C., Hudson, M., Russell, A., Saluveer, M., & Giovanna, S. (2021). Microplastic in fish and fishmeal:an emerging enviromental challenge? *Nature Rearch* , 11-2045.

Vazquez, A., Beltrán, M., Velasco, M., & Valdemar, R. (13 de Mayo de 2016). *El origen de los plástico y su impacto en el ambiente.* Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/303045381_El_origen_de_los_plasticos_y_su_impacto_en_el_ambiente

Vidal, C., Lozoya, J., Tesitore, G., Goyenola, G., & teixeira de mello, F. (2021). Incidence of Watershed Land Use on the Consumption of Meso and Microplastics by Fish Communities in Uruguayan Lowland Streams. *WATER, 13*. doi:10.3390/w13111575

WWF. (2019). *Evaluación de la ingestión humana de plásticos presentes en la natualeza.* WWF.

Anexo

Zona	Codigo Muestra	Familia	Nombre.C	Habito Alimenticio	L.Total	L.Estandar	Peso de la Muestra g	Total de MPS por unidad	Tipo de MPS	Color del MPS
Rural	1	Pimelodidae	*Pimelodus blochii*	Omnivoro	23	16	50	3	Fibras y fragmento	Azul- rojo
Rural	2	Pimelodidae	*Platystomatichthys sp.*	Carnívoro	39	19	59	4	fibras y fragmento	Azul-Naranja
Rural	3	Cetopsidae	*Cetopsis candiru*	Omnivoro	27	21	53	2	Fibras	Azul
Urbana	4	Parodotidae	*Parodon buckleyi*	Omnivoro	17	13	21	2	Fibras y fragmento	Rojo
Rural	5	Pimelodidae	*Pimelodina sp.*	Carnívoro	32	24	62	0	0	0
Urbana	6	Heptapteridae	*sp1.*	Carnívoro	22	16	49	4	Fibra	Rojo - azul
Urbana	7	Cichlidae	*Bujurquina sp.*	Omnivoro	15	11	22	1	Fibra	Rojo
Urbana	8	Heptapteridae	*Pimelodella sp.*	Omnivoro	23	16	28	0	0	0
Urbana	9	Loricariidae	*Panaque schaeferi*	Hervivora	13	10	17	0	0	0
Urbana	10	Characidae	*Creagrutus kunturus*	Omnivoro	12	9	16	4	Fibras y fragmento	Azul- Rojo
Urbana	11	Curimatidae	*Steindachnerina Fasciata*	Detritivoro	12	9	16	0	0	0
Urbana	12	Characidae	*Charax tectifer*	Omnivoro	14	11	17	0	0	0
Rural	13	Pimelodidae	*Pinirampus pirinampus*	Carnívoro	66	49	95	7	Fibra y fragmento	Rojo -Azul
Rural	14	Auchenipteridae	*Ageneiosus sp.*	Carnivoro	46	38	68	0	0	0
Rural	15	Pimelodidae	*Calophysus macropterus*	Omnivoro	47	36	74	2	Fibra	Azules
Urbana	16	Cichlidae	*Crenicichla anthurus*	Omnivoro	27	21	54	0	0	0
Rural	17	Auchenipteridae	*Trachelyopterus sp.*	Carnivoro	23	17	50	0	0	0
Urbana	18	Loricariidae	*Hypostomus oculeus*	Hervivoro	10	16	11	0	0	0
Rural	19	Pimelodidae	*Brachyplatystoma juruese*	Carnivoro	53	46	86	0	0	0

Tabla 1. *Base de datos con Excel®.*

MARCO TEÓRICO

Plásticos origen

El plástico es un polímero artificial derivado del procesamiento de recursos naturales no renovables como el petróleo o el gas natural (Vazquez, Beltrán, Velasco, & Valdemar, 2016), creado a mediados del siglo XIX que, por sus diferentes propiedades este polímero actualmente es ampliamente utilizado en varios productos de la vida cotidiana de los seres humanos (Janin, 2019). En consecuencia, debido a las propiedades de estos polímeros y a su inadecuando reciclaje representan un problema inminente para el medio ambiente.

Microplástico

Los microplásticos son partículas de plástico con un tamaño igual a 5 mm y pueden provenir de dos fuentes, primaria o secundaria, también conocidas como microplásticos fragmentados. (Rojas, y otros, Microplastic occurrence in fish species from the Iquitos region in Peru, western Amazonia, 2022)

Clasificación de microplásticos

(GESAMP, 2019)(Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Enviromental Protection) menciona que los micro plásticos según su fuente se clasifican en dos grupos: primarios y secundarios. Los microplásticos primarios (pellets, gránulos, polvos, microperlas) son fabricados a propósito en tamaños microscópicos para emplearlos en cosméticos, en diferentes productos de higiene, de limpieza y pinturas (SAPEA, 2019) ; y los Microplásticos secundarios(fibras, films, espumas y fragmentos) son el resultado de la fragmentación, descomposición o del desgaste de objetos plásticos de mayor tamaño (SAPEA, 2019) , debido a los procesos de hidrolisis, oxidación y reducción.

Efectos de los microplasticos en la salud humana

La ingestión y asimilación de microplásticos por los peces representa un riego potencial para la salud humana (GESAMP, 2019). Debido a los efectos físicos y químicos que puede producir en el organismo al consumir esta proteína contaminada por MP. Estas características físicas están asociadas con la forma y tamaño del microplástico, mientras que los factores químicos están relacionados con el tipo de contaminante utilizado durante la fabricación de los MP

(Castañeta, Gutiérrez, Nacaratte, & Manzano, 2020). La liberación de aditivos químicos nocivos como el bisfenol A y los ftalatos dentro del organismo humano pueden llegar alterar la homeostasis del sistema endocrino y la forma en que los órganos responden a las señales hormonales (Espinoza, 2021). Las enfermedades que pueden estar vinculadas con esta alteración son el cáncer de mama, el cáncer de próstata y el trastorno metabólico (Castañeta, Gutiérrez, Nacaratte, & Manzano, 2020).

Según un nuevo estudio realizado por la Universidad de Newcastle en Autralia, indica que una persona aproximadamente puede estar ingiriendo 5 gramos de microplástico por semana (WWF, 2019).

Efecto de la ingesta de microplásticos en los peces

Tras la ingesta de los microplásticos estos se acumulan en el intestino de los peces produciendo efectos como: la obstrucción del sistema digestivo lo que impide la circulación normal de los alimentos ingeridos y las evacuaciones de los desechos (OTERO, 2022), el bloqueo de la secreción enzimática gástrica , la falta de formación de grasa que afectan directamente a sus migraciones, la mala nutrición por la pérdida del estímulo de alimentación lo que provoca la reducción en las tasa de crecimiento (Fernández, 2022) , la ovulación retrasada o falla reproductiva que conlleva a una reducción de las poblaciones. Según los autores Rodríguez, Antón, Quintana, & Armengol mencionan que los peces son capaces de ingerir aproximadamente 1.26 partículas de MP/G y que su acumulación puede alcanzar el nivel trófico superior (Rodríguez, Antón, Quintana, & Armengol, 2020).

Peces comerciales en la amazónica ecuatoriana amenazados

Los ecosistemas de la amazonia son muy conocidos como un “hotspot” para la ictiodiversidad (Burgos, Rivas, & Rivadeneira, 2019). Su importancia yace en los servicios ecosistémicos que provee. Los ecosistemas acuáticos amazónicos de Ecuador albergan cientos de especies de peces de agua dulce, de las cuales muchas de estas especies juegan un rol fundamental ya que para las comunidades indígenas son su principal fuente de alimentación (Escobar, 2021). Sin embargo, estos ecosistemas acuáticos están siendo amenazados debido a las perturbaciones antropogénicas y la contaminación, poniendo en peligro a las especies de peces comercializadas y a las personas que dependen de ellas (Siren, 2011).