

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS
EN EL AGUA SUPERFICIAL DE LA QUEBRADA YUMANTAY,
UCAYALI 2022**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AMBIENTAL**

**BERNAL APAESTEGUI SUSY
CARUZO SANGAMA PABLO CÉSAR**

Pucallpa – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALE Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



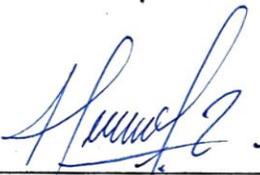
**ACTA DE APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 176/2023-CGyT-
FCFyA-UNU**

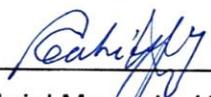
En la ciudad de Pucallpa, siendo las 10:00 am del día miércoles 26 de julio de 2023, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que estuvieron designados con Memo Múltiple N° 062-2023-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

| | |
|--|------------|
| Dr. Gabriel Mercado Jáuregui | Presidente |
| Dr. David León Moreno | Miembro |
| Ing. M.Sc. Julián Robert Pérez Vigilio | Miembro |

Se procedió a evaluar la sustentación de la tesis denominada: **DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN EL AGUA SUPERFICIAL DE LA QUEBRADA YUMANTAY, UCAYALI 2022**, presentado por los Bachilleres Susy Bernal Apaestegui y Pablo Cesar Caruzo Sangama, asesorado por la Dr. Dina Pari Quispe. Finalizada la sustentación, se procedió a la formulación de las preguntas por parte del Jurado Evaluador, las cuales fueron absueltas por los sustentantes, en consecuencia, la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD** y recomendación de publicación, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**, después de las correcciones respectivas a la tesis. Siendo las 11:30 am del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros el Jurado Evaluador en señal de conformidad.


Dr. David León Moreno
Miembro


Ing. M.Sc. Julián Robert Pérez
Vigilio Miembro


Dr. Gabriel Mercado Jáuregui
Presidente

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Gabriel Mercado Jáuregui



Presidente

Dr. David León Moreno



Miembro

Ing. M.Sc. Julián Robert Pérez Vigilio



Miembro

Dr. Dina Pari Quispe



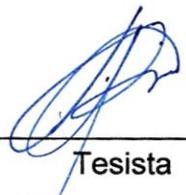
Asesora

Bach. Susy Bernal Apaestegui



Tesisista

Bach. Pablo Cesar Caruzo Sangama



Tesisista



CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND/OURIGINAL

Nº V/0400-2023.

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

“DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN EL AGUA SUPERFICIAL DE LA QUEBRADA YUMANTAY, UCAYALI 2022”

Autor(es) : BERNAL APAESTEGUI SUSY
CARUZO SANGAMA PABLO CESAR
Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela : Ing. Ambiental
Asesor(a) : Dra. Pari Quispe, Dina

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%** verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL, De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud**, procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

Fecha: 07/07/2023



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Busy Bernal Apaestegui

Autor de la tesis titulada: “Determinación de la presencia de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay, Ucayali 2022”

Sustentada el año 2023.

Asesor(a): Dra. Dina Fari Quispe

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL TOTAL

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 25/08/2023

Email: sumadaby@gmail.com Firma: [Firma]

Teléfono: 984 855 490 DNI: 44766676



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Pablo César Casero Sangama

Autor de la tesis titulada: "Determinación de la presencia de Microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yomanay, Ucayali 2023"

Sustentada el año 2023

Asesor(a): Dra. Dina Paul Quispe

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL

TOTAL

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 25 / 08 / 2023

Email: Pablocesar.casero@gmail.com Firma: [Firma]

Teléfono: 966 205859 DNI: 72891228

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a Dios, a mis padres María y Segundo, a la memoria de mi hermana Yaneth, a mis hermanas, hermanos y a todos mis sobrinos y sobrinas quienes son mi fuente de inspiración.

Susy Bernal Apaestegui

Dedico con todo cariño a Dios, a mis queridos padres Ever y Elsa, a mis hermanas gemelas Melany y Melody quienes constituyen el motivo que me impulsa a lograr mis objetivos.

Pablo César Caruzo Sangama

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali por impartirnos una educación de calidad y cedernos sus instalaciones para llevar a cabo nuestra investigación que hoy se ve concretada.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por dotarnos de su sabiduría y conocimiento a lo largo de nuestra formación profesional y de manera especial a los que ya no están con nosotros. Asimismo, al personal administrativo por ser un soporte importante durante nuestra etapa universitaria.

A la Dr. Dina Parí Quispe por su asesoramiento constante en el desarrollo de la presente investigación.

Finalmente agradecemos a quien lee esta tesis y de esa manera nos permite compartirle un poquito de nuestro conocimiento adquirido con el desarrollo de nuestra investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------------|-------|
| DEDICATORIA..... | vii |
| AGRADECIMIENTO..... | viii |
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiv |
| RESUMEN | xvi |
| ABSTRACT | xvii |
| INTRODUCCIÓN | xviii |
| CAPÍTULO I | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1. Formulación del problema..... | 3 |
| 1.1.1. Problema general | 3 |
| 1.1.2. Problemas específicos..... | 3 |
| 1.2. Objetivos..... | 4 |
| 1.2.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 4 |
| CAPITULO II..... | 5 |
| MARCO TEÓRICO..... | 5 |

| | |
|--|----|
| 2.1. Antecedentes..... | 5 |
| 2.2. Planteamiento teórico del problema..... | 10 |
| 2.2.1. Plásticos..... | 10 |
| 2.2.2. Microplásticos..... | 14 |
| 2.2.2.1. <i>Tipos de Microplásticos</i> | 14 |
| 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS..... | 18 |
| CAPÍTULO III..... | 20 |
| METODOLOGÍA..... | 20 |
| 3.1. Método de la investigación..... | 20 |
| 3.1.1. Enfoque de la investigación..... | 20 |
| 3.1.2. Alcance de la investigación..... | 20 |
| 3.1.3. Diseño de la investigación..... | 20 |
| 3.2. Población y muestra..... | 20 |
| 3.2.1. Población..... | 20 |
| 3.3. Procedimiento de recolección de datos..... | 23 |
| 3.3.1. Selección del punto de muestreo..... | 23 |
| 3.3.2. Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección... .. | 26 |
| 3.3.3. Registro de residuos sólidos superficiales..... | 27 |
| 3.3.4. Toma de muestras..... | 28 |
| 3.3.5. Tratamiento en el laboratorio..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 3.3.6. Identificación en el microscopio óptico con cámara digital | 31 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. | 33 |
| 3.4.1. Técnicas | 33 |
| 3.4.2. Instrumentos | 33 |
| 3.5. Procesamiento para recolección de datos..... | 35 |
| 3.6. Tratamiento de datos. | 35 |
| CAPÍTULO IV | 36 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 36 |
| 4.1. Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca y lluviosa. | 36 |
| 4.1.1. Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca..... | 36 |
| 4.1.2. Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa. | 38 |
| 4.2. Presencia de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay | 40 |
| 4.3. Tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay..... | 43 |
| 4.3.1. Tipos de material de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay según la temporada | 43 |

| | |
|---|----|
| 4.3.2. Tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay según la temporada. | 46 |
| 4.3.3. Tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay según la temporada. | 50 |
| CAPÍTULO V..... | 53 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 53 |
| 5.1. Conclusiones | 53 |
| 5.2. Recomendaciones | 54 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS..... | 55 |
| ANEXOS | 65 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 Tipo de plásticos según su comportamiento frente al calor..... | 12 |
| Tabla 2 Descripción de los microplásticos. | 16 |
| Tabla 3 Flotabilidad de diferentes polímeros | 17 |
| Tabla 4 Puntos de muestreo..... | 244 |
| Tabla 5 Equipos e instrumentos empleados en el análisis de MPs..... | 33 |
| Tabla 6 Materiales empleados en el análisis de MPs. | 34 |
| Tabla 7 Reactivos empleados en el análisis de MPs | 34 |
| Tabla 8 Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca. | 36 |
| Tabla 9 Análisis estadístico de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay en temporada seca | 377 |
| Tabla 10 Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa | 38 |
| Tabla 11 Análisis estadístico de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa | 39 |
| Tabla 12 Análisis estadístico de la comparación de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay según la temporada | 411 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|------|
| Figura 1 Línea de tiempo de los principales plásticos desde su descubrimiento. | 11 |
| Figura 2 Mapa de ubicación de los principales tributarios y desembocadura de la quebrada Yumantay..... | 22 |
| Figura 3 Procedimiento de recolección de datos | 2523 |
| Figura 4 Mapa de puntos de muestreo de la quebrada Yumantay. | 25 |
| Figura 5 Materiales de monitoreo | 26 |
| Figura 6 Rotulado de envases de muestras. | 27 |
| Figura 7 Toma de muestras del primer punto en temporada seca..... | 28 |
| Figura 8 Muestras recolectadas. | 29 |
| Figura 9 Proceso de oxidación de la materia orgánica. | 30 |
| Figura 10 Proceso de filtración de las muestras. | 30 |
| Figura 11 Método FTIR (Espectroscopia de transmisión de infrarrojo con transformación de Fourier) | 32 |
| Figura 12 Comparación de la concentración promedio de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en la temporada seca y lluviosa..... | 40 |
| Figura 13 Tipos de material del microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa | 43 |
| Figura 14 Tipos de material del microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay temporada seca | 44 |
| Figura 15 Tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa | 46 |

| | |
|--|----|
| Figura 16 Tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca | 47 |
| Figura 17 Tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa | 50 |
| Figura 18 Tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca | 51 |

RESUMEN

Considerando a los microplásticos como un contaminante emergente el objetivo de la presente investigación tiene como propósito determinar la presencia de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay, ubicada entre los distritos de Yarinacocha y Callería en la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. La metodología aplicada para la determinación de microplásticos fue de acuerdo al protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos. Para el desarrollo de la investigación se llevó a cabo un procedimiento de manejo, seguridad, custodia y toma de muestras en campo, un procedimiento de tratamiento de las mismas en laboratorio y finalmente su identificación. Se determinó que la concentración de microplásticos en temporada seca en promedio fue de 66 MPs/L con valores máximos de 123 MPs/L y mínimo de 21 MPs/L y en temporada lluviosa en promedio fue de 29 MPs/L con valores máximos de 76 MPs/L y mínimo de 5 MPs/L. Asimismo, la predominancia del tipo de material de microplástico de la quebrada Yumantay en ambas temporadas fue poliéster y olefina, del tipo de forma fue filamentos y fragmentos y del tipo de color fue azul y amarillo. Se concluye que, en el cuerpo de agua estudiado existe presencia de microplásticos con un promedio general de concentración de 44 MPs/L.

Palabras clave: microplástico, agua superficial, filamentos, poliéster y filtración.

ABSTRACT

Considering microplastics as an emerging pollutant, the objective of this research is to determine the presence of microplastics in the surface water of the Yumantay stream, located between the districts of Yarinacocha and Callería in the province of Coronel Portillo, Ucayali region. The methodology applied for the determination of microplastics was in accordance with the protocol for the planning, sampling, analysis and identification of microplastics in rivers. For the development of the research, a procedure for handling, security, custody and taking samples in the field, a procedure for their treatment in the laboratory and finally their identification were carried out. It was determined that the concentration of microplastics in the dry season on average was 66 MPs/L with maximum values of 123 MPs/L and a minimum of 21 MPs/L and in the rainy season on average it was 29 MPs/L with maximum values of 76. MPs/L and a minimum of 5 MPs/L. Likewise, the predominance of the type of microplastic material from the Yumantay stream in both seasons was polyester and olefin, the type of filaments and fragments and the type of color was blue and yellow. It is concluded that in the body of water studied there is a presence of microplastics with a general average concentration of 44 MPs/L.

Keywords: microplastic, surface water, filaments, polyester and filtration.

INTRODUCCIÓN

Si bien durante los últimos cuarenta años el mundo científico ha advertido sobre el impacto de los desechos plásticos, recién en el año 2007 los microplásticos fueron reconocidos como un contaminante emergente en Estados Unidos. (Sedlak, 2007). Entre los autores lo definen como cualquier fragmento de plástico, que tiene una forma regular o irregular y un tamaño comprendido entre 1 μm y 5 mm y desde entonces los continentes vienen desarrollando investigaciones sobre la procedencia, persistencia, ruta, presencia, toxicidad e impactos de los microplásticos tanto primarios como secundarios en ecosistemas acuáticos, en los organismos vivos incluidos el hombre, en materiales de uso cotidiano entre otros.

Debido a su pequeño tamaño y a su resistencia a la degradación ambiental, que exceden los criterios de persistencia (vP) para las sustancias en el Anexo XIII de REACH, son difíciles de eliminar del medioambiente después de su liberación (Furió Sanz, 2023). Es por ello que los ríos, quebradas, lagos, lagunas, estuarios, playas, suelos, mares y océanos se han convertido en sumideros de microplásticos, los microplásticos que se encuentran en suspensión en el agua tienen mayor probabilidad de ser ingeridos por organismos vivos como el zooplancton y peces, lo cual es una alerta por ser el inicio de la cadena trófica.

La investigación tiene por finalidad determinar la existencia de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay, quebrada representativa ya que ésta atraviesa la ciudad de Pucallpa. Dicho cuerpo de agua se ha visto vulnerado por el crecimiento demográfico de la población sin ningún sistema de ordenamiento territorial asentándose en zonas de ribera y fajas marginales, aunado a ello existe una inadecuada

disposición de residuos sólidos ya sea en el cuerpo de agua o como botaderos establecidos en la ribera de la quebrada y la generación de aguas servidas que a manera de escorrentía o filtración llegan hasta la quebrada Yumantay e ingresa al río Ucayali.

La metodología se basó en el protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos, propuesta por el Departamento de Biología Vegetal y Ecología y el Centro de Investigación Tecnológica e Innovación (CITIUS) de la Universidad de Sevilla, la quebrada de Yumantay se seccionó en tres puntos de muestreo, el primero punto a la altura del Parque Natural, el segundo punto a la altura de la avenida 28 de Julio y el tercer punto cerca a la desembocadura al río Ucayali, se recolectó 18 muestras de agua superficial en temporada lluviosa durante los meses de febrero, marzo y diciembre del 2022 y enero, febrero y marzo del 2023 y 18 muestras en temporada seca durante los meses de mayo, junio, julio y agosto del 2022. El procesamiento de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali y enviados para su caracterización del tipo de microplásticos por FTIR a un laboratorio especializado en la ciudad de Lima.

La investigación concluye que, si existe presencia de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay. La concentración más alta de microplásticos fue en la temporada seca y de acuerdo al tipo de material del polímero la predominancia en ambas temporadas fue el poliéster y la olefina. De la misma manera en ambas temporadas predominó de acuerdo al tipo de forma los filamentos y fragmentos y en el tipo de color, el azul y amarillo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los microplásticos (MPs) se han convertido en un desafío importante para las ciencias ambientales, química analítica y toxicología ambiental en los últimos años. Estos han atraído la atención mundial en su categoría de contaminantes emergentes debido a sus interacciones y persistencia en el medioambiente, además de su origen a partir de una deficiente gestión en el tratamiento de los residuos de centros urbanos, además de malas prácticas industriales y su uso indiscriminado. Los MPs actualmente están dispersos por todas partes del planeta, desde los océanos hasta los ríos, sedimentos, suelo, aire, organismos vivos e incluso en los recursos alimenticios y zonas remotas del planeta como el ártico y glaciares montañosos advierte (Castañeta y otros, 2020).

Stanton y otros (2020), menciona que la contaminación plástica representa uno de los indicadores más destacados del impacto de la sociedad en el medio ambiente. En ese contexto, la Resolución Ministerial N° 073-2019 – MINAM declara en emergencia la gestión y manejo de los residuos sólidos en los distritos de Yarinacocha, Manantay, Campo Verde y Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, en lo que respecta a la disposición final de los residuos sólidos (MINAM, 2019). Los asentamientos humanos cercanos y dentro de la franja marginal (AA.HH. San Juan de Miraflores, AA. HH. san Fernando, AA. HH. San Martin y AA. HH. 9 de mayo), contribuyen con la contaminación de esta quebrada con los residuos sólidos desechados en los bordes, desembocando sus aguas

residuales (desagüe) por las canaletas artesanales hacia los puntos más cercanos del caño natural (MPCP, 2017).

La alta demanda de uso y la inadecuada disposición final de los residuos sólidos, los plásticos terminan acumulados en diferentes ecosistemas expuestos a factores climatológicos como la radiación UV quien irá fragmentándolos hasta convertirlos en microplásticos o nanoplásticos. Al mismo tiempo, se irán introduciendo en la cadena trófica hasta llegar a la ingesta por el ser humano.

De acuerdo con Chota y Chong (2020), quienes reportan por primera vez para la Amazonía peruana la ingestión de microplásticos en un pez de importancia económica, en la ciudad de Iquitos, región Loreto, Perú. De las once especies analizadas (50 individuos), sólo en seis individuos de la especie boquichico *Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829 fueron registrados en total 17 partículas de microplásticos, con un promedio (y desviación estándar) de 0,34 ($\pm 1,19$) microplásticos por individuo. La frecuencia de ocurrencia de las partículas de microplásticos para los 50 individuos fue 12% y para *P. nigricans* fue 46,2%. Los tamaños estuvieron en un rango de 0,40 a 4,39 mm y las formas encontradas fueron los filamentos (14) y los fragmentos irregulares (3). De los colores registrados, el azul se presentó en mayor número (10 microplásticos), seguido del rojo (5 microplásticos), verde (1 microplástico) y celeste (1 microplástico). Los resultados estarían sugiriendo que algunas zonas de pesca están siendo afectadas por la mala gestión de los residuos plásticos impactando de forma negativa en los ecosistemas y la ictiofauna de la Amazonía peruana; y a través del consumo podría afectar a la salud de las personas.

Los MPs (secundarios y primarios) son mayormente liberados en el agua superficial residuales de centros urbanos y ríos, los cuales después se dirigen a diferentes ecosistemas y terminan eventualmente en una captación trófica (ingestión) e inevitablemente llegan a niveles que podrían afectar a la salud humana. Las lavadoras domésticas han sido identificadas como la fuente principal de estos MPs, encontrando que pueden llegar a producir más de 1.900 fibras de MPs por ciclo de lavado. Esto resulta alarmante debido a que la población humana crece y las personas cada vez usan más textiles sintéticos, lo que seguirá aumentando la contaminación por MPs. Además, se ha encontrado que estas partículas, pueden ser colonizadas por bacterias que son taxonómicamente distintas a las presentes en el agua de los ríos y su materia orgánica suspendida. Demostrando que los MPs pueden ser considerados como un hábitat microbiano distinto y un vector novedoso para el transporte de microorganismos (Castañeta y otros, 2020).

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

- ¿Existe microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay, Ucayali 2022?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada seca?
- ¿Cuál es la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada lluviosa?

- ¿Cuáles son los tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Determinar la presencia de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay, Ucayali 2022.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca.
- Analizar la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa.
- Analizar los tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Según Bikkera y otros (2020), en su estudio Microplásticos y otras partículas antropogénicas en las aguas superficiales de la Bahía de Chesapeake midieron la concentración de microplásticos en el agua superficial superficiales de la bahía de Chesapeake, el estuario más grande de Estados Unidos. Recolectaron treinta muestras de agua superficial de toda la bahía de Chesapeake con una red de arrastre de manta. Las muestras fueron procesadas manualmente para obtener microplásticos y otras partículas antropogénicas. Utilizaron espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR) para determinar la composición química de las partículas. Encontraron concentraciones más altas cerca de las principales ciudades y donde los ríos o afluentes más grandes se encuentran con la Bahía de Chesapeake. Fragmentos y fibras fueron las morfologías más comunes encontradas, y el polietileno y polipropileno fueron los tipos de plástico más comunes.

De acuerdo con Samantha y otros (2019), en su estudio Cuantificación e identificación de microplásticos en el efluente de sistemas avanzados de tratamiento de aguas residuales mediante microespectroscopía Raman, identificaron y cuantificaron los microplásticos del efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), pero pocos estudios han examinado los microplásticos en los sistemas de tratamiento avanzados. Utilizaron un nuevo método para aislar, cuantificar y determinar el tipo de polímero de los microplásticos que incluía la

digestión química junto con la micro espectroscopia Raman para investigar los microplásticos en el efluente de los sistemas de filtración de nano filtración y carbón activado por ósmosis inversa. Este método permite la eliminación de orgánicos y la cuantificación e identificación de todos los microplásticos presentes en la muestra. Un gran número de microplásticos, la mayoría de los cuales eran menores de 10 μm , fueron identificados en el efluente de los sistemas de filtración avanzados con polietileno, el polímero más comúnmente identificado.

Como afirma Zhanga y otros (2019), en su estudio Microplásticos en el agua superficial de estuarios de pequeña escala en Shanghái evaluaron los niveles de contaminación por microplásticos en siete estuarios de pequeña escala en Shanghai por primera vez. La abundancia de microplásticos osciló entre $13,53 \pm 4,6$ a $44,93 \pm 9,41$ partículas L-1, con una abundancia media de $27,84 \pm 11,81$ partículas L-1. Los microplásticos recogidos de las muestras se clasificaron en cuatro tipos (fibra, película, gránulo y fragmento) y los gránulos fueron el tipo más abundante. Hasta el 99,5% de los microplásticos tenían <2 mm de diámetro. Los microplásticos tenían una variedad de colores, siendo el negro el color dominante. El polipropileno (37,5%) y el polietileno (50%) fueron los principales tipos de componentes microplásticos validados. El estudio mostró una grave contaminación por microplásticos en estuarios de pequeña escala, y los ríos asociados necesitan atención urgente para la prevención de la contaminación por microplásticos.

Acosta (2014), en su estudio Caracterización de Microplásticos primarios en el ambiente marino una playa urbana en Cartagena de Indias hizo un análisis espectroscópico a algunas muestras, y esto reveló que estaban compuestas

principalmente de polietileno y polipropileno, resinas que presentan la mayor producción a nivel mundial, además de esto, pruebas de flotación, confirman la presencia de resinas con densidades, inferiores al agua de mar, hecho coincidente con la densidad registrada para este tipo de plásticos.

Purca y Henostroza (2017), quienes en su estudio Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú encontraron fragmentos de plástico duro de 1 mm siendo el 80% de las muestras totales; también identificaron 5 fragmentos con poliuretano (PE), dos fragmentos con polipropileno (PP) y un fragmento con estireno (EPS). Pocos estudios mencionan al plástico duro como la mayor fracción de los microplásticos, se sugiere nuevas fuentes de intrusión y vías de microbasura en los hábitats, los cuales podrían estar afectando desde la base de trama trófica marina en el Perú.

Teniendo en cuenta a Paredes y otros (2017), en su estudio Caracterización de Microplásticos en los Recursos Hidrobiológicos del Lago Titicaca, identificaron la presencia de microplásticos tanto en agua superficial con un promedio de $175,916.6667 \pm 68,136$ mp/m³, como en la columna de agua con un promedio de $22,583.3433 \pm 10,220$ mp/m³, siendo más abundantes en el agua superficial Estos microplásticos tienen su origen en las aguas residuales vertidas al lago sin un tratamiento adecuado, la mala gestión de residuos sólidos; así como a partir de los aparejos de pesca utilizados por los pescadores artesanales y turistas. Además, el tipo de microplástico predominante fue el de tipo fibra transparente.

Como afirma Manrique (2019), en su investigación denominada Microplásticos sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río

Jequetepeque, Perú, identificaron 18 ítems MPs (90 ítems·kg⁻¹) de tamaño 180–500 µm en E4, estación en la que se acumulan los sedimentos que arrastra el río dada la presencia de una barrera natural de canto rodado. De acuerdo con la clasificación morfológica, 77,8 % de los MPs fueron fragmentos y 22,2 % fueron películas delgadas. Debido a la ausencia de degradación química en la superficie de los MPs aislados y la abundancia de fragmentos y películas, se estima que los MPs que predominan son del tipo secundario y de reciente desprendimiento. En cuanto a la coloración de los MPs, 44,4 % de los MPs tuvo coloración amarilla o ámbar, 22,2 % coloración blanca, 16,7 % coloración roja, lila o rosada, 11,1 % coloración azul o celes, y 5,6 % coloración verde. De todas las partículas de MPs, 50,0 % fue identificado como PE, 44,4 % como PP y 5,6 % como PS.

Según Lannacone y Losno (2020), en su estudio Caracterización de microplásticos en agua y sedimentos en los humedales los Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú, cuantificaron los MP en base al color, forma y tamaño. Se encontraron en el agua 37.93 ± 16.87 partículas de MP/muestra y 0.94 partículas/l, y en sedimentos fue de 10.13 ± 3.68 partículas de MP/muestra y 64 partículas/kg. En los MP en agua y sedimento el color blanco y celeste/turquesa, la forma poligonal y laminar, y el tamaño de 401 a 500 um fueron los dominantes. Al comparar los MP entre los tres sectores del HPV se observaron diferencias entre los MP en agua y sedimento. Se observó una correlación en los mismos puntos de muestreo entre la abundancia de MP del agua y del sedimento. Las actividades antrópicas urbanas e industriales, el destino ilegal del desmonte, los botaderos y arrojado de basura, el tráfico vehicular y peatonal colindante a la Laguna Mayor y el transporte de MP por

viento podrían ser factores que expliquen las diferencias de los MP en agua y sedimento entre los sectores del HPV.

Huamán (2019) en su estudio Diagnóstico de la presencia de microplásticos en sedimentos laterales en la cuenca baja del río Rímac, estableció una red de monitoreo de sedimentos en siete estaciones, ubicadas en los ríos Rímac, Santa Eulalia y la quebrada Huaycoloro en noviembre del 2017 (avenida), y en agosto del 2018 (estiaje). Se han identificado 538,9 MPs/m² en noviembre de 2017, y 16 566,7 MPs/m² en agosto de 2018 en las siete estaciones de monitoreo de la cuenca baja del río Rímac. Los microplásticos identificados corresponden a poliestireno, polipropileno y polietileno tereftalato. La forma predominante de microplásticos es fragmento, filamento y película. Asimismo, 90,4% de los entrevistados no conoce sobre los microplásticos lo que muestra la necesidad de un plan de educación ambiental y sensibilización con este contaminante.

Lino (2022), en su estudio Microplástico en el agua y sedimentos de los ríos Huallaga, Aucayacu y Sangapilla en la ciudad de Aucayacu, manifiesta que los Microplásticos han llegado a ser una amenaza relevante debido a su continua degradación y fabricación descontrolada, la mayoría de los estudios realizados fueron en el mar donde descubrieron su impacto negativo, considerando a los ríos como posibles fuentes de ingreso de microplásticos; los escasos estudios realizados en ríos a nivel mundial sugieren un reto por la característica de las partículas (tamaño, concentración, composición química, etc.). Por esta razón la investigación busca determinar la presencia, concentración y el aporte contaminante de microplástico en los ríos Huallaga, Aucayacu y Sangapilla de la ciudad de Aucayacu, la extracción de microplásticos se realizó mediante el procedimiento de

flotación/filtración en las muestras de agua y sedimento, se identificaron cuatro tipos de polímeros entre ellos el PEAD (37%), PEBD (23%), PP (11%) Y OTRO (29%) de un total de 7154 partículas de MP's; con concentración que varían desde 9- 84 MP's/L y 5-69 MP's/kg, en consecuencia, el río Aucayacu aporta en mayor cantidad de microplásticos al río Huallaga con un total de 1717 MP's a diferencia del río Sangapilla con 1155 MP's.

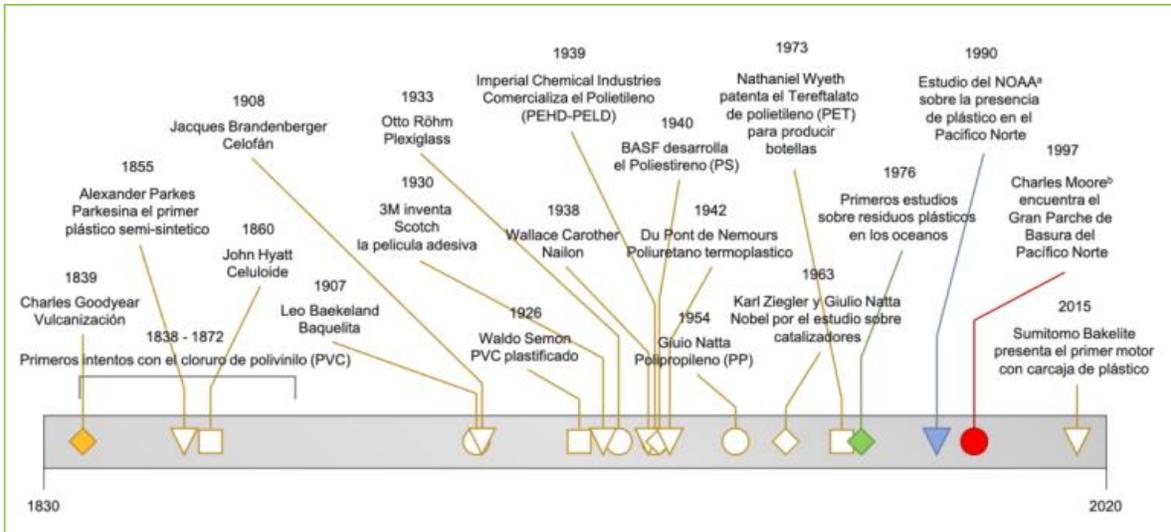
2.2. Planteamiento teórico del problema

2.2.1. Plásticos

De acuerdo con Carrasco (2018), la palabra plástico también se usa para describir a un grupo de componentes artificiales o de fibras sintética que derivan del gas o del petróleo, existen varios factores que influyen en la duración de un plástico, la degradación por radiación ultravioleta, mientras más luz exista más degradación sufre el plástico por los rayos ultravioleta, además de influir la orientación al sol de la lámina plástica. Los plásticos con aditivos foto estabilizadores se degradan más lentamente.

Figura 1

Línea de tiempo de los principales plásticos desde su descubrimiento.



Nota: La figura muestra la línea de tiempo del descubrimiento de los plásticos desde el año 1830 hasta el 2020 (Samaniego y otros, 2021).

2.2.1.1. Clasificación de los plásticos

Según el origen del monómero base: En esta clasificación se considera el origen del monómero del cual parte la producción del polímero sostiene (Oliva , 2012).

- **Naturales:** Son los polímeros cuyos monómeros son derivados de productos de origen natural con ciertas características como, por ejemplo, la celulosa, la caseína y el caucho. Dentro de dos de estos ejemplos existen otros plásticos de los cuales provienen:

Los derivados de la celulosa son: el celuloide, el celofán y el cellón.

Los derivados del caucho son: la goma y la ebonita.

- **Sintéticos:** Son aquellos que tienen origen en productos elaborados por el hombre, principalmente derivados del petróleo.

Según el comportamiento frente al calor: Los plásticos están compuestos por una gran variedad de materiales diseñados para satisfacer la amplia diversidad de necesidades de miles de productos finales. Según su comportamiento frente al calor se clasifican en dos grupos y lo constituyen los termoplásticos y los termoestables reporta (Plastics Europe, 2020).

Tabla 1

Tipo de plásticos según su comportamiento frente al calor.

| | TIPO | DEFINICIÓN | EJEMPLOS |
|-----------------------|------|---|--|
| TERMOPLÁSTICOS | | | Tereftalato de polietileno (PET) Polipropileno (PP) |
| | | Son una familia de plásticos que pueden fundirse cuando se calientan y endurecerse cuando se enfrían. Estas características, que dan nombre a estos materiales, son reversibles. Es decir, es posible recalentarlos, volver a darles forma y enfriarlos repetidamente | Poliestireno (PS) Polietileno (PE) Poliestireno expandido (EPS) Policloruro de vinilo (PVC) Poli metacrilato de metilo (PMMA) Policarbonato (PC) Poliamidas (PA) Elastómeros termoplásticos (TPE) Fluoropolímeros Poliarilsulfona (PSU), etc. |
| TERMOESTABLES | | Son una familia de plásticos que experimentan una transformación química | Poliuretano (PUR) Resinas epoxi Poliéster no saturado |

| | |
|---|---------------------|
| cuando se calientan, creando una red tridimensional | Resinas acrílicas |
| Después de calentarlos y darles forma no es posible volver a fundirlos para darles una nueva forma. | Resinas fenólicas |
| | Resinas de melamina |
| | Éster de vinilo |
| | Urea-formaldehído |
| | Fenol-formaldehído |
| | Éster de vinilo |
| | Silicona, etc. |

Nota: Esta tabla muestra los tipos de microplásticos según su comportamiento frente al calor (Plastics Europe, 2020)

2.2.1.2. Plásticos Comunes

- **PET (Tereftalato de polietileno):** Es uno de los materiales más utilizados por la industria embotelladora de bebidas, debido a su durabilidad, resistencia química, bajo peso y adecuada capacidad de disipación de energía ante la aplicación de fuerzas externas, entre otras, afirma (Botero y otros, 2014).
- **PS (Poliestireno):** Es el material preferido por la industria del autoservicio de comidas, delivery, comidas rápidas, supermercados, etc. debido a que es higiénico, aísla mejor, mantiene los alimentos frescos por más tiempo y cuesta menos que la alternativa de usar productos de cartón coteado y usa menos recursos naturales señala (ECOPLAS, 2011).
- **Polietileno PE:** Es una resina poliolefina resultado de la polimerización del etileno. Se sintetizó por primera vez a principios de los años 30 del siglo XX y es el plástico más utilizado en el mundo, con el que se fabrican gran variedad de productos de uso común como botellas o envoltorios para alimentos, pero que también puede formar parte de fibras sintéticas o ser modificado y adquirir propiedades elásticas indica (Toledo, 2019).

- **Polipropileno PP:** Es uno de los plásticos más ligeros y sus costes de fabricación son bajos. Se puede transformar fácilmente y es inodoro, insípido y fisiológicamente inocuo. Soporta bien las temperaturas cercanas a los 100°C, por lo que puede utilizarse para tuberías y objetos que necesiten esterilizarse. Otros usos son la fabricación de moquetas, cuerdas y pañales desechables revela (Toledo, 2019).
- **Policloruro de vinilo PVC:** Es un producto formado principalmente por sal común (57%) y gas o petróleo (43%), es uno de los primeros plásticos descubiertos y también uno de los más empleados y está considerado un gas carcinogénico que debe manipularse con cuidado. El PVC ofrece una amplia gama de aplicaciones debido a sus propiedades, bajo coste y resistencia al agua y al fuego. Se pueden añadir aditivos para convertirlo en rígido o flexible argumenta (Toledo, 2019).

2.2.2. Microplásticos

Se han aportado diferentes definiciones de microplástico, la más extendida entre los autores es aquella que, atendiendo al diámetro, lo considera como cualquier fragmento de matriz polimérica, con forma regular o irregular y con un tamaño comprendido entre 1 µm y 5 mm, expresa (Thompson y otros, 2009).

2.2.2.1. Tipos de Microplásticos

a. Microplásticos Primarios

Son aquellos plásticos que se fabrican ya con tamaños de micras, como por ejemplo los utilizados en abrasivos industriales para el chorreado de arena, gránulos de plástico de preproducción en productos para el cuidado personal como agentes

exfoliantes o cremas y productos de limpieza. Por lo tanto, este tipo de microplásticos los vamos a encontrar en la naturaleza en el mismo estado o muy similares a como fueron sintetizados en su origen. Además, se encuentran mayoritariamente en forma de gránulos o microesferas y cuando se utilizan, se pierden directamente por el desagüe (Sanchez , 2019).

b. Microplásticos Secundarios

Son los microplásticos formados como resultado de la fragmentación de residuos de meso (5 - 200 mm) y macro plásticos (> 200 mm), como pueden ser botellas, bolsas, redes, boyas de pesca. También pueden proceder del lavado de telas, prendas de ropa. Estos plásticos de mayor tamaño van a romperse en otros de menor por los efectos que produce la radiación de rayos UV o las altas temperaturas sobre ellos, pudiendo provocar cambios químicos en su estructura que los hacen más frágiles y susceptibles a la ruptura. Los principales factores fragmentadores de los microplásticos en los medios marinos son la acción de las olas y la exposición a la luz solar, mientras que en los medios terrestres serán la exposición directa a la radiación UV, con la ayuda de los cambios de temperatura que se producen, siendo superiores a los ocurridos en el agua de mar. Del mismo modo, la exposición en pequeños sistemas acuáticos y poco profundos (estanques y ríos) a los rayos UV puede ser mayor que en lagos grandes o en el mar abierto. Sin embargo, los ambientes de agua dulce no tienen el potencial fragmentador que poseen los medios marinos, gracias a las turbulencias y la acción de las olas que, si se producen en el agua superficial costeras, manifiesta (Sanchez , 2019).

2.2.2.2. Descripción de los microplásticos

Tabla 2

Descripción de los microplásticos.

| CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN |
|-----------|---|
| FUENTE | <ul style="list-style-type: none">• Fragmentos de productos de consumo (por ejemplo, redes de pesca) |
| TIPO | <ul style="list-style-type: none">• Pellets industriales crudos• Fragmentos de plástico, pellets, filamentos, películas plásticas, plástico espumado, gránulos y espuma de poliestireno |
| FORMA | <ul style="list-style-type: none">• Para pellets: cilíndricos, discos, planos, ovoides, esferoides• Para fragmentos: redondeado, subredondeado, subangular, angular |
| EROSIÓN | <ul style="list-style-type: none">• General: bordes irregulares, alargados, degradados, rugosos y rotos• Alteración incipiente, fresca, sin meteorizar, y nivel de agrietamiento (fracturas concoidales), erosionado, surcos, superficie irregular, fragmentos dentados, fracturas lineales, crestas subparalelas y muy desniveladas |
| COLOR | <ul style="list-style-type: none">• Transparente, cristalino, blanco, blanco claro-crema, rojo, naranja, azul, opaco, negro, gris, marrón, verde, rosa, tostado, amarillo y pigmentación |

Nota: Esta tabla muestra la descripción de los microplásticos según su categoría (Hidalgo y otros, 2012).

2.2.2.3. Flotabilidad de los microplásticos

Tabla 3

Flotabilidad de diferentes polímeros.

| ABREVIATURA | POLÍMERO | DENSIDAD* (g cm-3) | FLOTABILIDAD** |
|-------------|--------------------------------|-----------------------|----------------|
| PS | Poliestireno | 0.01-1.06 | ▲ Positiva |
| PP | Polipropileno | 0.85-0.92 | ▲ Positiva |
| LDPE | Polietileno de baja densidad | 0.89-0.93 | ▲ Positiva |
| EVA | Etilvinilacetato | 0.93-0.95 | ▲ Positiva |
| HPDE | Polietileno de alta densidad | 0.94-0.98 | ▲ Positiva |
| PU | Poliuretano | 1.00-1.03 | ▲ Positiva |
| PA 6,6 | Nylon 6,6 | 1.13-1.15 | ▼ Negativa |
| PMMA | (Polimetil) metacrilato | 1.16-1.20 | ▼ Negativa |
| PC | Policarbonato | 1.20-1.22 | ▼ Negativa |
| PA | Poliamida | 1.12-1.15 | ▼ Negativa |
| PET | Tetraftalato de polietileno | 1.38-1.41 | ▼ Negativa |
| PVC | Policloruro de vinilo | 1.38-1.41 | ▼ Negativa |
| PTFE | Politetrafluoretileno (teflón) | 2.10-2.30 | ▼ Negativa |

Nota: *La densidad de los diferentes materiales puede variar dependiendo de los aditivos añadidos en la producción. **Densidad del agua dulce 1; densidad del agua del mar 1.025. (León y otros, 2019).

2.2.2.4. Toxicidad de los microplásticos

Los factores relacionados con la toxicidad de los plásticos ingeridos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Los plásticos ingeridos pueden contener monómeros residuales de la manufactura o aditivos tóxicos que pueden filtrarse al organismo que los ingiere.
- La toxicidad derivada de los productos intermedios de la degradación parcial de los plásticos.
- Los microplásticos pueden ser el soporte de adsorción de pesticidas o de contaminantes orgánicos persistentes (COP) tales como bifenilos policlorados (PCBs), hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs) y éteres difenil polibrominados (PBDEs), etc., existentes en el agua, los cuales se pueden adsorber y concentrar lentamente en la superficie del fragmento de microplástico, eliminándolos del agua, pero pasando al organismo que los ingiere, expresa (Toledo , 2019).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Plásticos: Material de base polimérica dotado de plasticidad en, al menos, alguna fase de su proceso de fabricación y que puede incluir aditivos en su composición, los cuales son agregados para brindar características particulares al material, define (MINAM, 2018).

Microplásticos: Partículas. pequeñas o fragmentos de plástico que miden menos de 5 mm de diámetro que derivan de la fragmentación de bienes de plástico de mayor tamaño, que pueden persistir en el ambiente en altas concentraciones,

particularmente en ecosistemas acuáticos y marinos, y ser ingeridos y acumulados en los tejidos de los seres vivos indica (MINAM, 2018).

Polímero: Los polímeros son moléculas de gran tamaño, constituidas por “eslabones” orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Los eslabones están formados, fundamentalmente, por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales con uno o más átomos. Estas moléculas orgánicas son las que constituyen los materiales plásticos que conocemos y también los tejidos de los seres vivos (piel, músculos, tela de araña, seda, etc.), sostiene (Hermida, 2011).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

El proyecto de investigación tiene un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) (Hernández y otros, 2014) y de tipo aplicada con un nivel descriptivo.

3.1.2. Alcance de la investigación

Alcance exploratorio: Se emplea cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso, según (Hernández y otros, 2014).

3.1.3. Diseño de la investigación

Investigación no experimental: Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos, (Hernández y otros, 2014).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

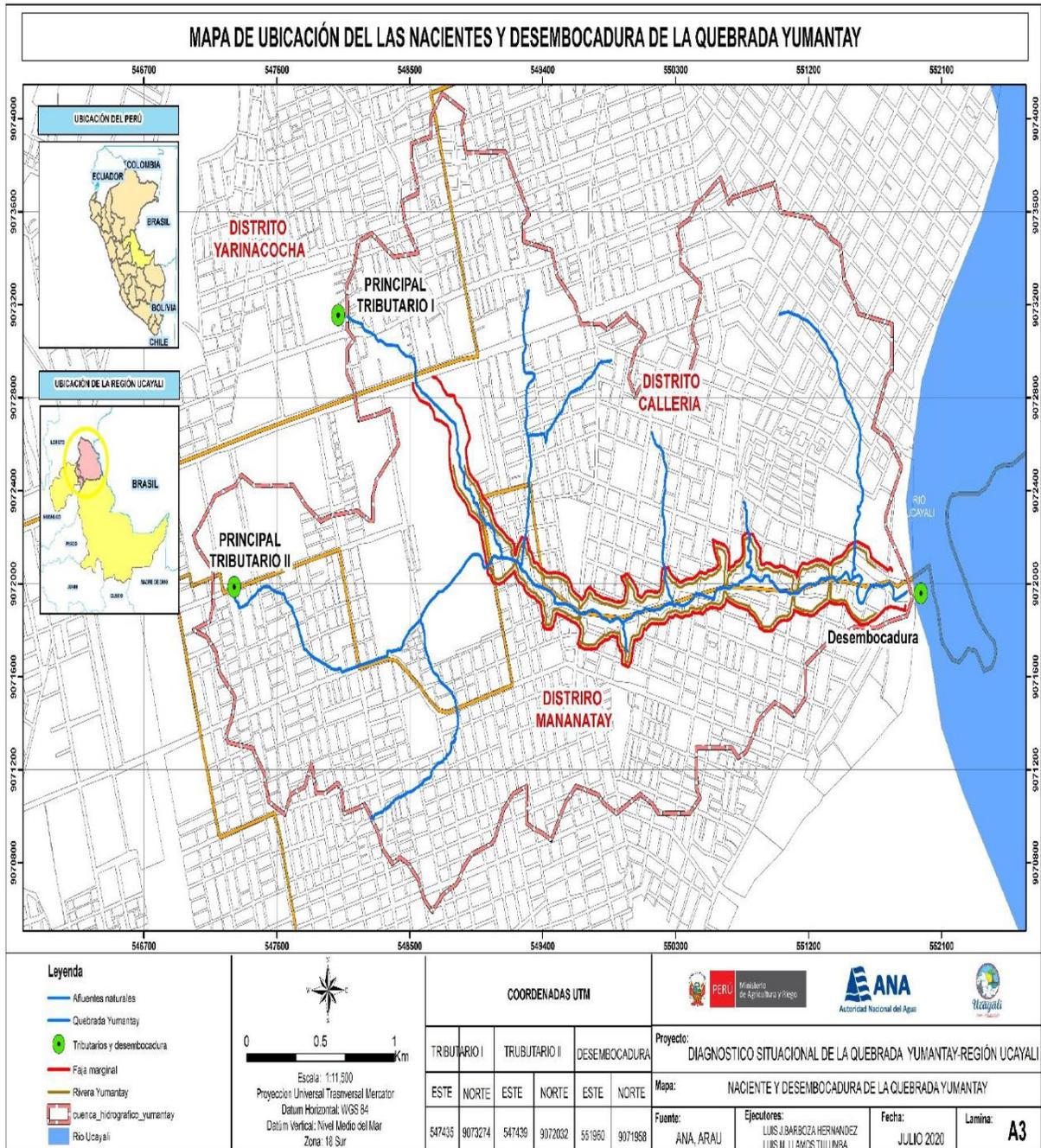
La Quebrada Yumantay, tiene un área de 23 hectáreas aproximadamente con una extensión desde su nacimiento 1 hasta su desembocadura de 8.21 Km aproximado de las cuales 2.031 km son considerados caños naturales, respecto al nacimiento 2 tiene una extensión aproximada de 6.721 km, de las cuales 2.28 km son considerados caños naturales, tiene dos tributarios principales en los humedales cercanos al aeropuerto y Asentamiento Humano Centenario, Jr. Arturo Vargas Guerra, su formación se debe a procesos morfológicos que ocasionaron una

depresión natural, por donde discurre volúmenes de agua alimentados por los desagües de la ciudad que son vertidos diariamente y por las aguas de lluvia. Los límites de la Quebrada Yumantay son, por el norte con el distrito de Callería, por noroeste con el distrito de Yarinacocha y finalmente por el sur con el distrito de Manantay, da a conocer (GOREU, 2020).

Es el principal sistema de drenaje pluvial de la zona urbana de Pucallpa pues más del 90% de su sección transversal cubre la zona urbana de la ciudad. La cubeta es irregular y variable entre 10 a 60 m. Su altitud promedio está en los 153 msnm. En cuanto a la infraestructura vial, transversalmente a la quebrada Yumantay se ubican 4 puentes de concreto armado, ubicados en los Jrs. Abujao, Prolongación San Martín, Maya de Brito y en el Jr. Virgen de las Mercedes. La quebrada Yumantay es afluente del río Ucayali en tiempos de estiaje, revela (MPCP, 2017). La Quebrada Yumantay se encuentra identificada dentro de la intercuenca 49917 correspondiente entre las Unidades Hidrográficas del Perú (GOREU, 2020)

Figura 2

Mapa de ubicación de los principales tributarios y desembocadura de la quebrada Yumantay



Nota: Mapa de ubicación elaborado para el proyecto denominado Diagnóstico situacional de la quebrada Yumantay – Región Ucayali llevado a cabo por la Autoridad Regional Ambiental de Ucayali (GOREU, 2020).

3.2.2. Muestra

No probabilística, intencional Esta se tomará en fracciones de la quebrada, naciente, cause medio y final. La muestra dependerá del volumen necesario según la metodología propuesta por (León Muez y otros, 2019), que indica de 2 litros por punto; considerando la temporada seca (mayo a octubre) y lluviosa (noviembre a abril), siendo en total 36 litros de agua de la quebrada Yumantay.

3.3. Procedimiento de recolección de datos.

Figura 3

Procedimiento de recolección de datos.



3.3.1. Selección del punto de muestreo.

Se seleccionó los puntos de muestreo teniendo en cuenta las recomendaciones del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales que menciona que el lugar establecido para la toma

de muestras de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos, propuesta (ANA, 2016).

En los puntos seleccionados se muestreó en dos temporadas, los meses de febrero, marzo y diciembre del 2022 y enero, febrero y marzo del 2023 corresponde a la época lluviosa y los meses de mayo, junio, julio y agosto corresponde a la temporada seca.

En la tabla 4 se muestra lo puntos de muestreo con sus respectivas coordenadas UTM, así mismo una referencia de acceso a cada punto.

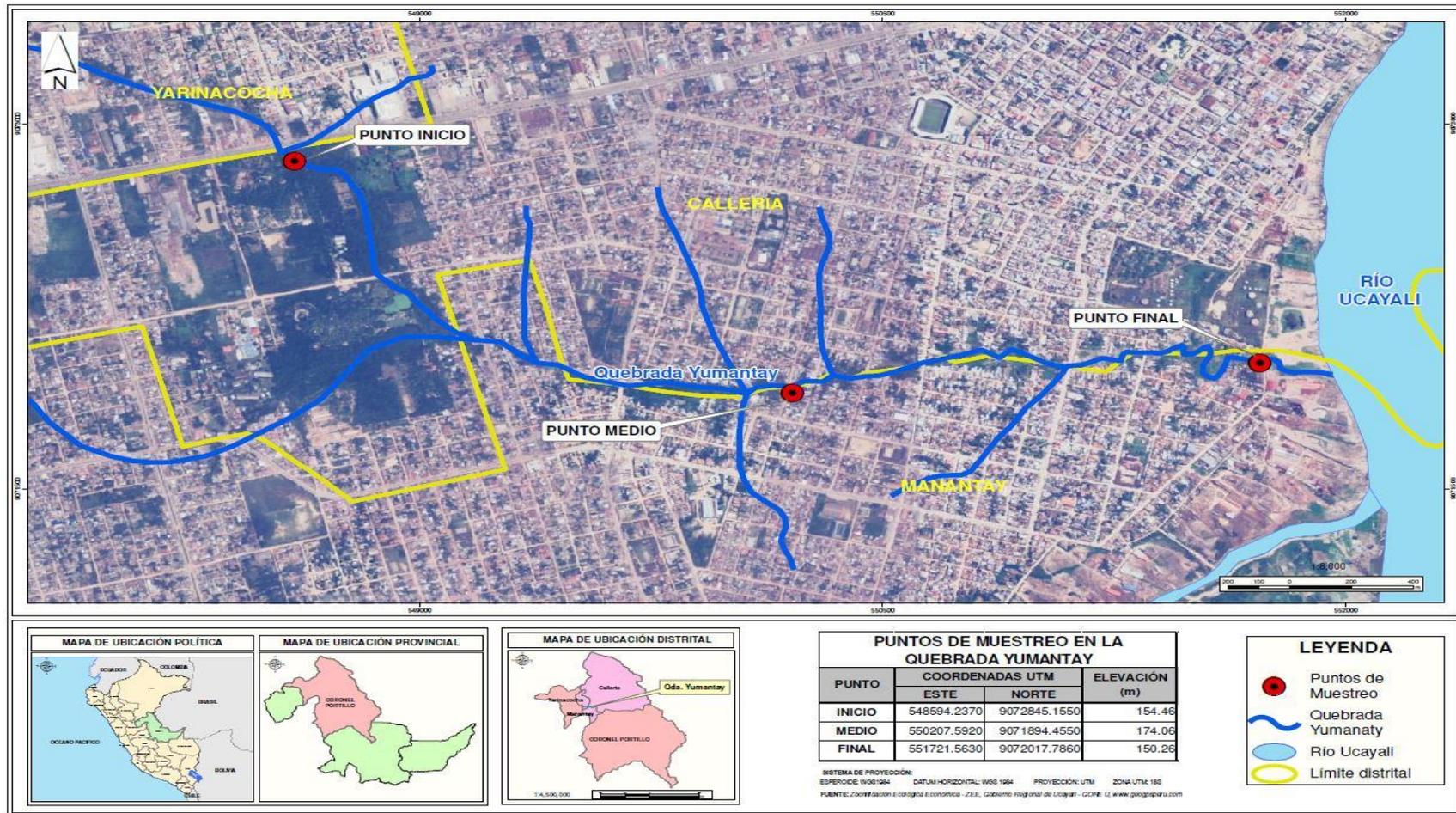
Tabla 4

Puntos de muestreo

| ÍTEM | Coordenadas UTM (WGS 84) 18 S | | Distrito | Referencia |
|---------------------|----------------------------------|-------------|----------|---------------------------------|
| | Este | Norte | | |
| Punto inicio | 548594.237 | 9072845.155 | Callería | Altura del Parque Natural |
| Punto medio | 550207.592 | 9071894.455 | Callería | Avenida 28 de Julio |
| Punto final | 551721.563 | 9072017.786 | Manantay | Desembocadura en el río Ucayali |

Figura 4

Mapa de puntos de muestreo de la quebrada Yumantay



3.3.2. Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección.

a. Preparación de materiales

Después de planificar y haber realizado el reconocimiento de los puntos de muestreo y la ruta a seguir para acceder a los tres puntos de muestreo se procedió a listar los materiales para la toma de muestras y traslado de las misma al laboratorio de la Universidad Nacional de Ucayali.

Figura 5

Materiales de monitoreo



b. Cadenas de custodia de monitoreo

Para tener un mejor control en la recopilación de datos se utilizó la cadena de custodia suministrada por el laboratorio en la cual se registró la información requerida durante el monitoreo con el fin de no provocar ningún tipo de alteración, contaminación o destrucción durante su manejo (ver anexo 5).

c. Rotulado de recipientes

Para llevar un mejor control del monitoreo en la quebrada de Yumantay se rotuló cada envase de 1 litro especificando el código, la fecha, hora y punto de muestreo.

Figura 6

Rotulado de envases de muestras.



3.3.3. Registro de residuos sólidos superficiales

Se tomó registro con el formato de campo (ver anexo 4) de los residuos sólidos plásticos en la superficie y dentro de la quebrada Yumantay, que en su mayoría fueron bolsas plásticas, botellas y envases de Tecnopor pero también se evidenció llantas, costales, restos de ropa como polos y pantalones, zapatos y sandalias. Asimismo, se registró vertimientos domésticos al cuerpo de agua de la quebrada.

3.3.4. Toma de muestras

Para la toma y recolección de muestras se realizó en dos etapas, en temporada seca entre los meses mayo, junio, julio y agosto del 2022 y durante la temporada lluviosa entre los meses de febrero, marzo y diciembre del 2022 y enero, febrero y marzo del 2023 en los puntos anteriormente identificados. La recolección de muestras se realizó con botellas previamente rotuladas y en algunos casos y por seguridad con el apoyo de un soporte.

Figura 7

Toma de muestras del primer punto en temporada seca.



3.3.5. Tratamiento en el laboratorio

En cuanto se concluyó con el monitoreo en cada punto de la quebrada Yumantay se trasladó las muestras al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Nacional de Ucayali en la cual se dio inicio al tratamiento.

Figura 8

Muestras recolectadas.



Tratamiento de las muestras

- Proceso de oxidación de materia orgánica:
Se agregó según la metodología un 10% de agua oxigenada para oxidar la materia orgánica presente.
- El proceso de filtrado
Se realizó con la ayuda de una bomba al vacío unido a un recipiente quitasato con un embudo rígido donde se colocó el filtro y se procedió a verter el agua en él.

Figura 9

Proceso de oxidación de la materia orgánica.



Figura 10

Proceso de filtración de las muestras.



3.3.6. Identificación de microplásticos

Para la identificación de los microplásticos se usó un microscopio Led con cámara digital incluida y el Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos.

a. Determinación de la concentración de microplásticos mediante conteo

Para la determinación de la concentración de microplásticos mediante conteo, se utilizó la metodología propuesta por León y otros, (2019), en el Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos. Siguiendo los procedimientos, se filtró un volumen determinado en un filtro, se dejó secar el filtro al ambiente, se señaló el filtro con un rotulo para identificar el filtro y dos puntos referenciales para la observación. Luego ordenadamente desde la parte superior de izquierda a derecha en zigzag, se procedió a contabilizar los microplásticos observados, esto en referencia a los detalles de observación de propuestos en el protocolo y posteriormente será enviado a un laboratorio para su identificación del tipo de polímero.

b. Determinación del tipo de forma y color

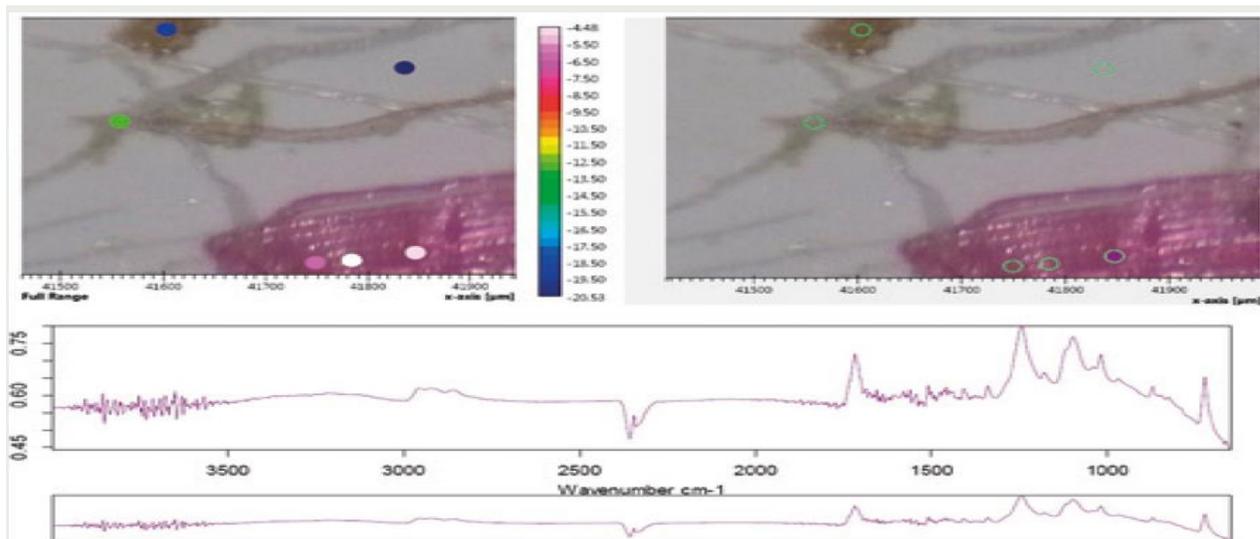
Para la determinación del tipo de forma y color de los microplásticos mediante identificación óptica, se utilizó la metodología propuesta por León y otros, (2019), en el anexo 4 (guía de descarte y ayuda en la identificación) del Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos. Durante el procedimiento de determinación de concentración se procede a realizar anotaciones de los microplásticos contabilizados, teniendo en cuenta su forma (filamento, esfera, fragmento, esponja y película) y el color según los colores básicos (rojo, azul, verde, negro, blanco, amarillo, naranja, rosado, magenta y cian).

c. Determinación del tipo de material mediante FTIR

Para la determinación del tipo de material de los microplásticos mediante identificación FTIR (Espectroscopia de transmisión de infrarrojo con transformación de Fourier), se utilizó la metodología propuesta por León y otros, (2019), en el Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos. La espectroscopia de transmisión de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR) se emplea en la caracterización de diferentes compuestos para identificar los grupos funcionales presentes en las muestras. Esta técnica es sensible a la estructura ya que refleja las vibraciones características de los grupos de átomos por lo que se emplean. Las muestras de agua fueron enviadas al laboratorio para su análisis.

Figura 31

Método FTIR (Espectroscopia de transmisión de infrarrojo con transformación de Fourier)



Nota: Espectro de comparar con la librería para obtener, en este caso, la naturaleza: polyester (León y otros, 2019).

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

3.4.1. Técnicas

La base de la técnica del muestreo de microplásticos en la quebrada de Yumantay en ambas temporadas fue la observación experimental porque elabora datos en condiciones relativamente controladas por el investigador y aplica únicamente a aquellos fragmentos que se encuentran en la columna del agua en flotabilidad positiva o neutra, entre los primeros centímetros del cuerpo de agua según sea su composición.

3.4.2. Instrumentos

Equipos e instrumentos

En la Tabla 5, 6 y 7 se presentan los equipos e instrumentos, materiales y reactivos empleados durante la recolección de muestras, tratamiento, análisis, procesamiento de datos y redacción final de la investigación. El tratamiento de las muestras y el análisis se realizó en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Nacional de Ucayali y en un laboratorio especializado en la ciudad de Lima.

Tabla 5

Equipos e instrumentos empleados en el análisis de MPs.

| Ítem | Equipo |
|------|---------------------------------------|
| 01 | Bomba de vacío |
| 02 | Microscopio óptico con cámara digital |
| 03 | GPS |
| 04 | Laptop |

Materiales y reactivos

Tabla 6

Materiales empleados en el análisis de MPs.

| Ítem | Nombre |
|-------------|--|
| 01 | Papel filtro de nitrato de celulosa (de 0.45 o 0.8 micras de tamaño de poro y 47 mm de diámetro) |
| 02 | Cooler |
| 03 | Guantes |
| 04 | Tablero |
| 05 | Lapiceros |
| 06 | Botellas de vidrio |
| 07 | Mascarillas |
| 08 | Machete |
| 09 | Quitasato con embudo rígido |

Tabla 7

Reactivos empleados en el análisis de MPs

| Nombre | Fórmula química | Grado |
|----------------|---------------------------------|--------------|
| Agua oxigenada | H ₂ O ₂ | 70 % |
| Agua destilada | H ₂ O | 99% |
| Alcohol | C ₂ H ₆ O | 96% |

3.5. Procesamiento para recolección de datos.

Para la recolección de datos se aplicó dos formatos (ver anexos 4 y 5), el anexo 4 constituye una ficha de campo y descripción de las zonas de los puntos de muestreo y el anexo 5 la cadena de custodia para las muestras recolectadas.

3.6. Tratamiento de datos.

Los datos se procesaron estadísticamente mediante el programa SPSS versión 2.2, se llevó a cabo el análisis de la prueba estadística mediante la prueba paramétrica de Tukey del mismo modo se aplicó en análisis de varianza (ANOVA), este método sirve para comparar las medias de las mediciones de los tratamientos que permitió evaluar las medias según la temporada seca y lluviosa en la quebrada Yumantay. Se trabajó a un nivel de confianza de un 95% aceptando la hipótesis < 0.05 de significancia y se rechaza > 0.05 .

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca y lluviosa.

4.1.1. Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca

Tabla 8

Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca.

| Punto de monitoreo | Resultados (Unid. MPs/L*) | | | | | | Promedio (MPs/L) | Máximo (MPs/L) | Mínimo (MPs/L) |
|--------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|------------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | |
| Inicio | 23 | 7 | 8 | 8 | 5 | 6 | 75 | 123 | 37 |
| Medio | 8 | 6 | 5 | 4 | 2 | 3 | 55 | 78 | 32 |
| Final | 8 | 5 | 1 | 1 | 5 | 5 | 48 | 68 | 21 |
| Promedio | | | | | | | 66 | 123 | 21 |

* MPs/L = microplásticos por litro

En la tabla 8, se observa la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca, en la quebrada Yumantay la concentración de microplásticos en temporada seca en promedio fue de 66 MPs/L con valores máximos de 123 MPs/L y mínimo de 21 MPs/L. Diferenciado en el punto de inicio

(naciente de la quebrada) el promedio fue de 75 MP/L con valores máximos de 123 MP/L y mínimo de 37 MP/L, en el punto medio de monitoreo de la quebrada el promedio fue de 55 MP/L con valores máximos de 78 MP/L y mínimo de 32 MP/L y en el punto final (desembocadura de la quebrada en el río Ucayali) el promedio fue de 48 MP/L con valores máximos de 68 MP/L y mínimo de 21 MP/L

Tabla 9

Análisis estadístico de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay en temporada seca

| Análisis de Varianza | | | | | |
|-----------------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
| Temporada Seca | 2 | 2347 | 1173.7 | 2.00 | 0.170 |
| Error | 15 | 8792 | 586.2 | | |
| Total | 17 | 11140 | | | |

| Agrupar utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% | | | |
|---|----------|--------------|-------------------|
| Temporada Seca | N | Media | Agrupación |
| Inicio | 6 | 74.5 | A |
| Medio | 6 | 54.67 | A |
| Final | 6 | 47.50 | A |

En la tabla 9, se aprecia el análisis estadístico de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay en temporada seca, el análisis de varianza da como resultado un valor de “p” de 0.170 el cual es mayor a 0.05, evidenciando que la media no presenta una diferencia significativa entre sí, la comparación de agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%, nos muestra que las

medias comparten un mismo bloque estadístico de grupo “A”, confirmando la hipótesis nula que todas las medias son iguales estadísticamente.

4.1.2. Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa.

Tabla 10

Concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa

| Punto de monitoreo | Resultados (Unid. MPs/L) | | | | | | Promedio (MPs/L) | Máximo (MPs/L) | Mínimo (MPs/L) |
|--------------------|--------------------------|---|---|---|---|---|------------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | |
| Inicio | 4 | 6 | 4 | 2 | | 6 | 35 | 76 | 9 |
| Medio | 7 | 4 | 1 | | 5 | 6 | 28 | 67 | 5 |
| Final | 6 | 5 | 3 | 2 | 1 | 9 | 24 | 45 | 11 |
| Promedio | | | | | | | 29 | 76 | 5 |

En la tabla 10, se observa la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa, en la quebrada Yumantay la concentración de microplásticos en temporada lluviosa en promedio fue de 29 MPs/L con valores máximos de 76 MPs/L y mínimo de 5 MPs/L. Diferenciado en el punto de inicio (naciente de la quebrada) el promedio fue de 35 MPs/L con valores máximos de 76 MPs/L y mínimo de 9 MPs/L, en el punto medio de monitoreo de la quebrada el promedio fue de 28 MPs /L con valores máximos de 67 MPs/L y mínimo de 5 MPs/L y en el punto final

(desembocadura de la quebrada con el río Ucayali) el promedio fue de 24 MPs /L con valores máximos de 45 MPs/L y mínimo de 11 MPs/L

Tabla 11

Análisis estadístico de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa

| Análisis de Varianza | | | | | |
|-----------------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
| Temporada Lluviosa | 2 | 352.3 | 176.2 | 0.39 | 0.685 |
| Error | 15 | 6819.7 | 454.6 | | |
| Total | 17 | 7172.0 | | | |

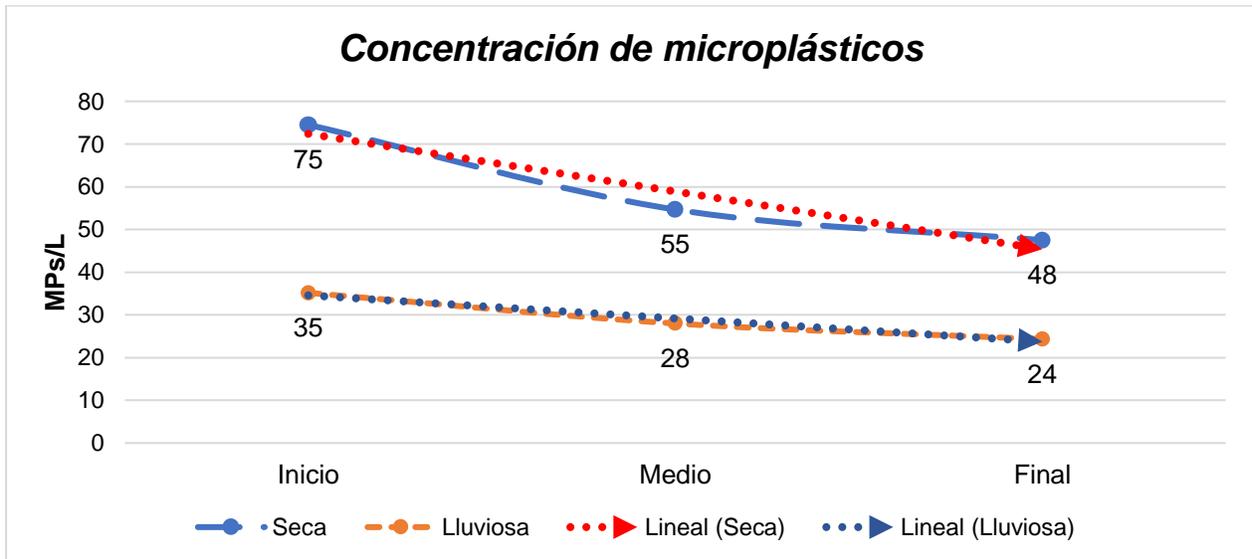
| Agrupar utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% | | | |
|---|----------|--------------|-------------------|
| Temporada Lluviosa | N | Media | Agrupación |
| Inicio | 6 | 35.2 | A |
| Medio | 6 | 29.50 | A |
| Final | 6 | 24.33 | A |

En la tabla 11, se valora el análisis estadístico de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa, el análisis de varianza da como resultado un valor de “p” de 0.685 el cual es mayor a 0.05, evidenciando que la media no presenta una diferencia significativa entre sí, la comparación de agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%, nos presenta que las medias comparten un mismo bloque estadístico de grupo “A”, confirmando la hipótesis nula que todas las medias son iguales estadísticamente.

4.2. Presencia de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay

Figura 42

Comparación de la concentración promedio de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en la temporada seca y lluviosa.



En la figura 12, se aprecia la comparación de la concentración promedio de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en la temporada seca y lluviosa, existe una tendencia negativa en la concentración de microplásticos en ambas temporadas la seca y la lluviosa, la cual es mayor la concentración en el punto inicial y según se acerca al punto final esta concentración disminuye. Así mismo, se observa que la concentración de microplásticos en ambas temporadas difieren un 49.5% en menor en la temporada lluviosa con respecto a la temporada seca, con un promedio de 66 MPs/L en temporada seca y un promedio de 29 MPs/L en temporada lluviosa, siendo el promedio general de la concentración de microplásticos de 44 MPs/L en la quebrada de Yumantay.

Tabla 12

Análisis estadístico de la comparación de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay según la temporada

| Análisis de Varianza | | | | | |
|---|-----------|------------------|-------------------|----------------|----------------|
| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
| Temporada | 1 | 7951 | 7950.7 | 14.87 | 0.000 |
| Error | 34 | 18184 | 534.8 | | |
| Total | 35 | 26135 | | | |
| Agrupar utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% | | | | | |
| Temporada | N | Media | Agrupación | | |
| Seca | 18 | 58.89 | A | | |
| Lluviosa | 18 | 29.17 | B | | |

En la tabla 12, se aprecia el análisis estadístico de la comparación de las concentraciones de microplásticos de la quebrada Yumantay según la temporada, el análisis de varianza da como resultado un valor de “p” de 0.000 el cual es menor a 0.05, siendo que las medias presentan una diferencia significativa entre sí, la comparación de agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%, nos presenta que las medias no comparten un mismo bloque estadístico, donde la temporada seca está en grupo “A” y la temporada lluviosa en un bloque “B”, confirmando la hipótesis alterna que no todas las medias son iguales estadísticamente.

Los resultados de la presente investigación confirman la presencia de microplásticos en un ecosistema de agua dulce, específicamente en la quebrada de Yumantay, tal como menciona Castro y otros (2021), que los microplásticos (MPs) son fragmentos plásticos de un tamaño menor a 5 mm que actualmente se pueden encontrar

en todos los ecosistemas del planeta, entre ellos los ecosistemas acuáticos.

La concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en la temporada seca en promedio fue de 66 MPs/L, mientras que en la temporada lluviosa el promedio fue 29 MPs/L. En otro estudio realizado por Lino (2022), en los ríos Huallaga, Sangapilla y Aucayacu para la temporada seca reportó en promedio 64 Unid/L, 33 Unid/L y 47 Unid/L respectivamente, mientras que para la temporada lluviosa reportó 46 Unid/L, 30 Unid/L y 39 Unid/L respectivamente. De manera similar, (Melgarejo Velásquez, 2022) señala la abundancia de MPs del agua del río Lacramarca fue en promedio de 94 MPs/L. Con los resultados expuestos, las concentraciones son similares y se evidencia una influencia en ésta debido a las condiciones meteorológicas.

Como indica Benjumea y otros (2018), los sistemas de aguas dulces son sensibles a modificaciones antrópicas, por tal en la temporada seca incrementa notablemente la concentración de sólidos en suspensión y nutrientes en las aguas. Esta concentración también es influenciada por los cambios en los caudales extremos que se relacionan con la variabilidad regional de las lluvias en la Amazonia peruana (Espinoza y otros, 2009). Asimismo, IDEAM (2007), indica una característica importante de los sólidos suspendidos que son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0.01 mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos no sedimentables, y los más grandes (mayores de 0.01 mm) son generalmente sedimentables. Por consiguiente, los microplásticos dependen mucho de su densidad y tamaño, los cuales para el estudio se consideró aquellos que se encuentran en la parte superficial del agua.

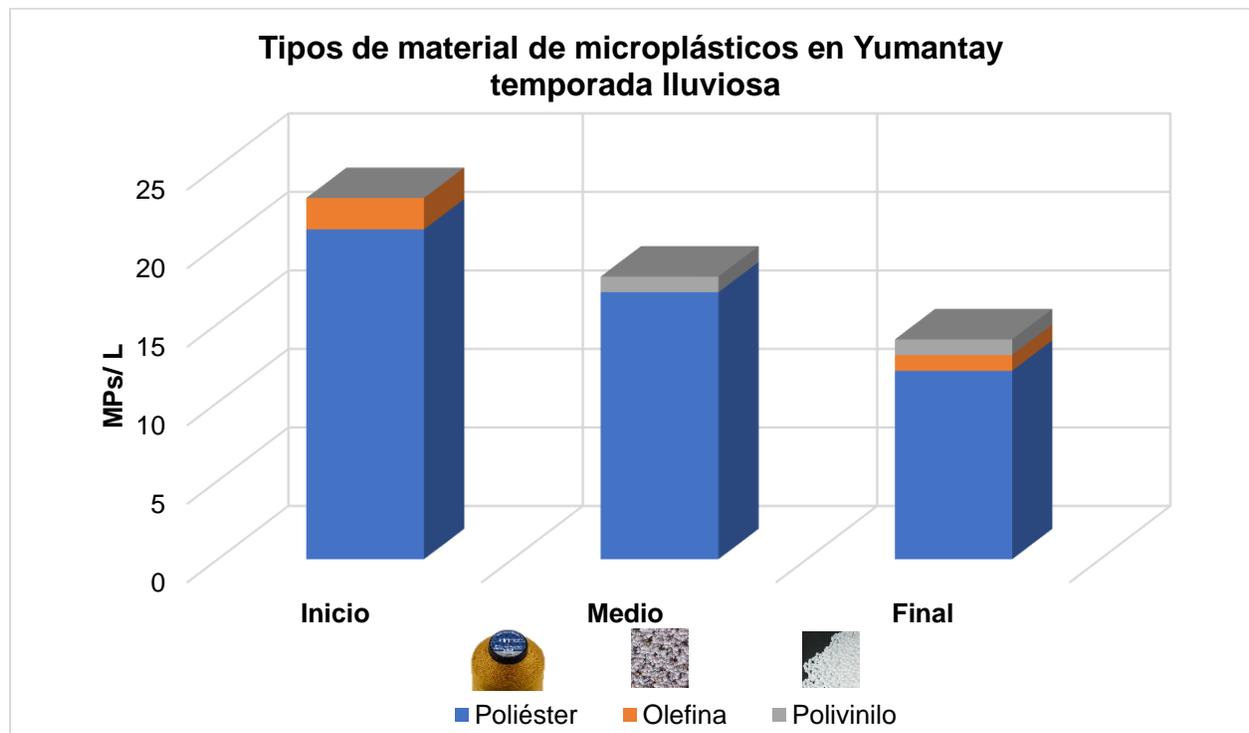
4.3. Tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay.

4.3.1. Tipos de material de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay según la temporada

4.3.1.1. *Tipos de material del microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa.*

Figura 13

Tipos de material del microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa



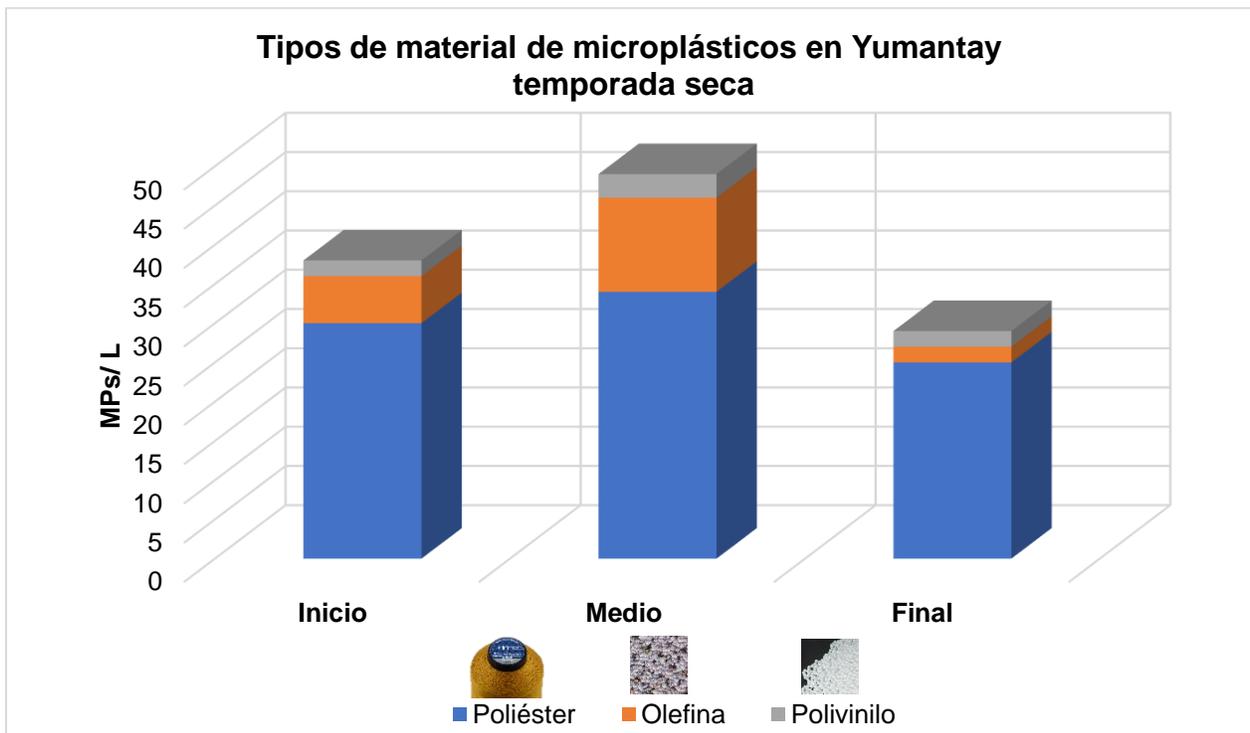
En la figura 13, se observa los tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa, de los microplásticos identificados en la quebrada, el 90.9% son poliéster, el 5.5% es olefina y 3.6% es

polivinilo. Como se observa el poliéster tiene mayor presencia en los tres puntos, en el punto inicio presenta un 91.3% de poliéster, en el punto medio presenta un 94.4% de poliéster y en el punto final presenta un 85.7% de poliéster, obteniendo un promedio de 17 MPs/L de poliéster, coexistiendo el segundo más abundante la olefina con un promedio de 1 MPs/L.

4.3.1.2. Tipos de material del microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca.

Figura 14

Tipos de material del microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay temporada seca



En la figura 14, se observa los tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca, de los microplásticos

identificados en la quebrada el 76.7% es poliéster, el 17.2 % es olefina y el 6.0% es polivinilo. Como se observa el poliéster tiene mayor presencia en los tres puntos, en el punto inicio presenta un 78.9% de poliéster, en el punto medio presenta un 69.4% de poliéster y en el punto final presenta un 86.2% de poliéster, obteniendo un promedio de 30 MPs/L de poliéster, siendo el segundo más abundante la olefina con un promedio de 7 MPs/L.

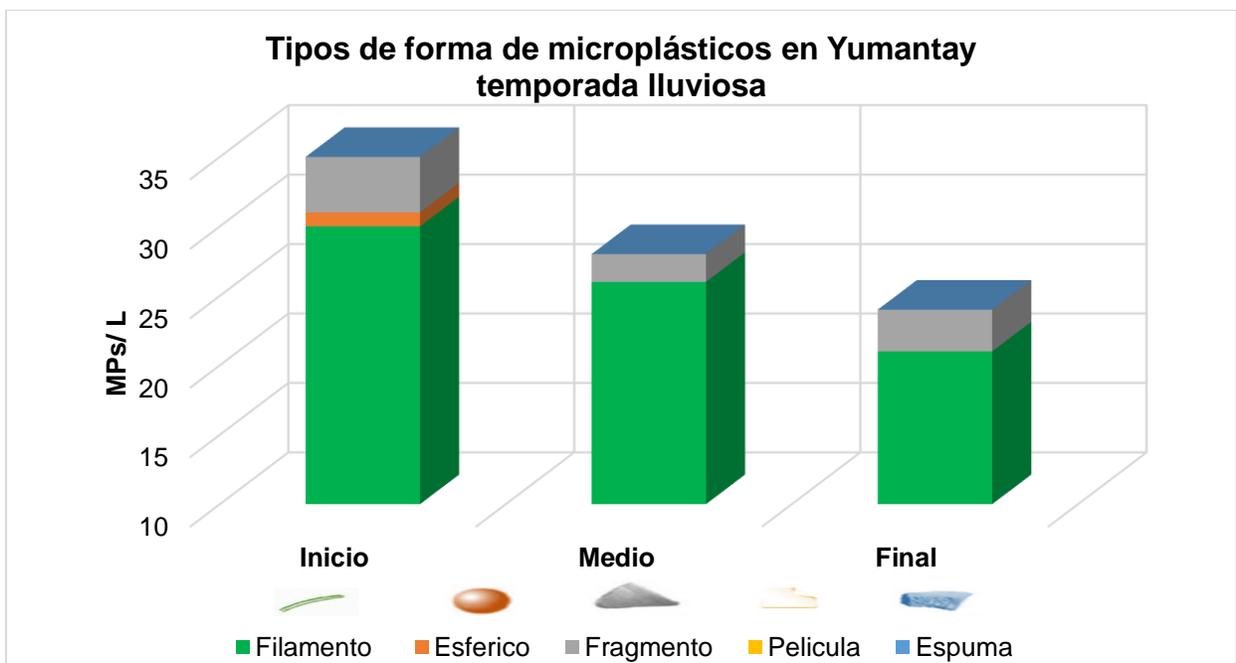
En ambas temporadas tanto lluviosa como seca la predominancia del tipo de material fue poliéster, de acuerdo a los impactos visibles de la ficha de campo y descripción de la zona de muestreo en los tres puntos se evidenció vertimiento de aguas residuales domiciliarias y según Salazar y otros (2021), las aguas residuales son causas alarmantes porque contienen aguas derivadas de los lavados de ropa, de hecho, el 35% de los microplásticos en el océano corresponden a fragmentos de plástico desprendidos de fibras sintéticas, puesto que cinco kilos de ropa hecha de poliéster pueden desprender hasta 17,100,000 de microfibras, lo que equivale a 0.43 -1.27 g de microplásticos. Aunado a ello Bretas y otros (2020), en su estudio precisa que el lavado de ropa sintética puede liberar a las aguas residuales más de 1.900 fibras de poliéster por lavado, una prenda de vellón (lana) podría liberar aproximadamente 110.000 fibras y 5 kg de tejidos de poliéster puede liberar alrededor de 6.000.000 de microfibras. Asimismo, en un estudio realizado por Browne y otros (2011), de una evaluación forense de microplásticos en 18 sitios en todo el mundo en sedimentos de vertidos de aguas residuales y efluentes de aguas residuales, determinándose que los más encontrados eran poliéster y acrílico, al igual que son los microplásticos utilizados en la confección de la ropa.

4.3.2. Tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay según la temporada.

4.3.2.1. *Tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa.*

Figura 15

Tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa



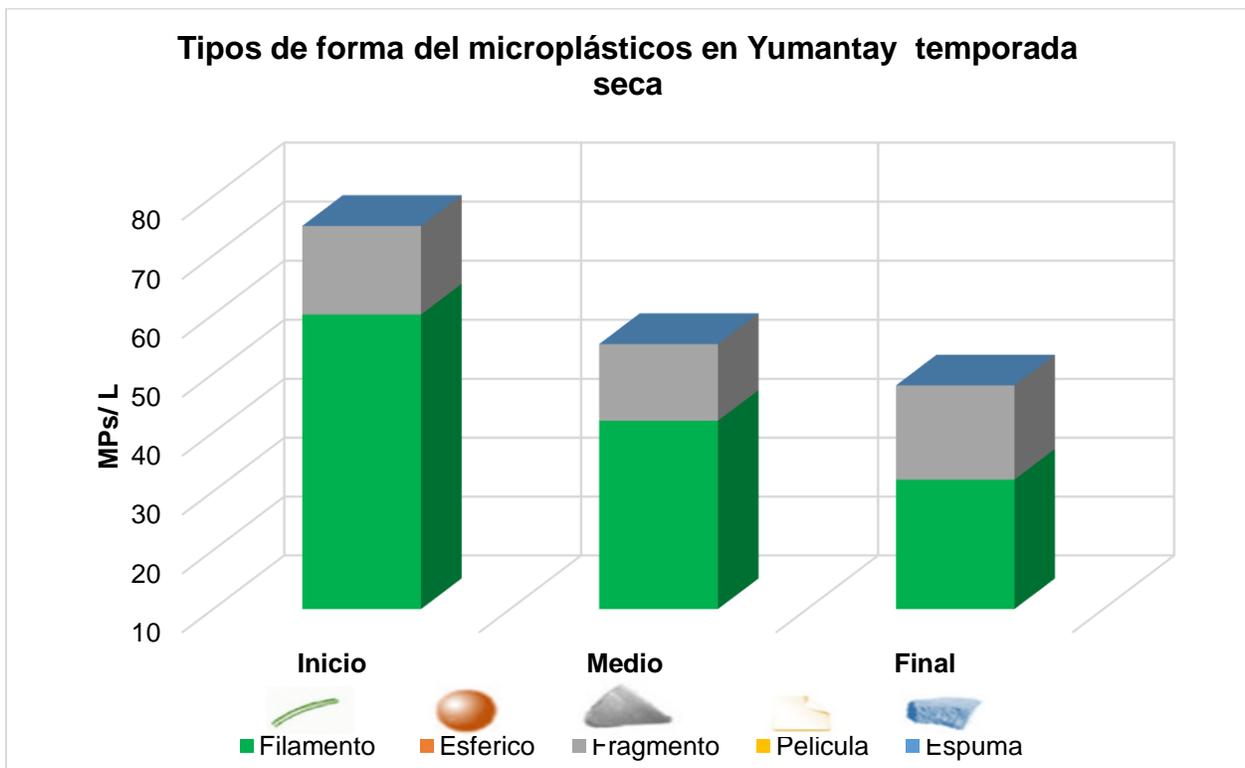
En la figura 15, se observa los tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa, el 85.7% de los microplásticos en el punto inicial tienen la forma de filamentos, el 11.4% tienen forma de fragmentos y el 2.9% tienen forma esférica; el 92.8% de los microplásticos en el punto medio tienen la forma de filamentos y el 7.2% tienen forma de fragmentos y el 87.5% de los microplásticos en el punto final tienen la forma de filamentos y el 12.5% tienen forma

de fragmento. En el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada lluviosa predomina con un 88.5% los microplásticos con forma de filamentos, el 10.3% con forma de fragmentos y el 1.2% tienen forma esférica.

4.3.2.2. Tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca.

Figura 16

Tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca



En la figura 16, se observa los tipos de forma de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca, el 89% de los microplásticos en el punto inicial tienen forma de filamentos y el 20% tienen forma de

fragmentos; el 76.4% de los microplásticos en el punto medio tienen forma de filamentos y el 23.6% tienen forma de fragmentos y el 66.6% de los microplásticos en el punto final tienen forma de filamentos y el 33.4% tienen forma de fragmento. En el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada seca predomina con un 75.3% los microplásticos con forma de filamentos y el 24.7% con forma de fragmentos.

La predominancia del tipo de forma de los microplásticos hallados en ambas temporadas en la quebrada de Yumantay fue filamento seguido de fragmentos. De manera similar Melgarejo (2022), señala que los fragmentos representan el 87.5 %, los filamentos el 10.3 % y las microesferas el 2.2 % en su estudio realizado en la cuenca baja del río Lacramarca en el departamento de Ancash. Análogamente, Canchari (2022), indica que en su estudio en dos quebradas en la provincia de Yauyos que el tamaño, morfología y color predominante en ambas quebradas fueron menores a 1 mm, fragmento y transparente, respectivamente.

La diferencia entre la forma de los microplásticos encontrados en agua radica en las actividades de cada región. Las fibras pueden originarse a partir de efluentes domésticos, rotura de redes y líneas de pesca; los gránulos se encuentran comúnmente en muchos productos de limpieza y cosméticos o se producen por la descomposición de plásticos degradables más grandes afirma (Cole y otros, 2011).

Así, cabe considerar que los vertidos de estuarios y aguas residuales podrían incrementar la proporción de fibras (Álvarez y otros, 2020).

Al mismo tiempo Cole (2011), afirma que la fibra fue la forma más abundante de los microplásticos encontrados en los estudios realizados en México, tanto en sedimentos como en peces; esto se atribuye a la alta liberación de partículas microplásticas durante

el lavado de textiles y prendas. En el agua, la forma más común fue el fragmento; esta forma proviene de la descomposición de muchos productos plásticos, como bolsas y recipientes, así como también materiales de embalaje.

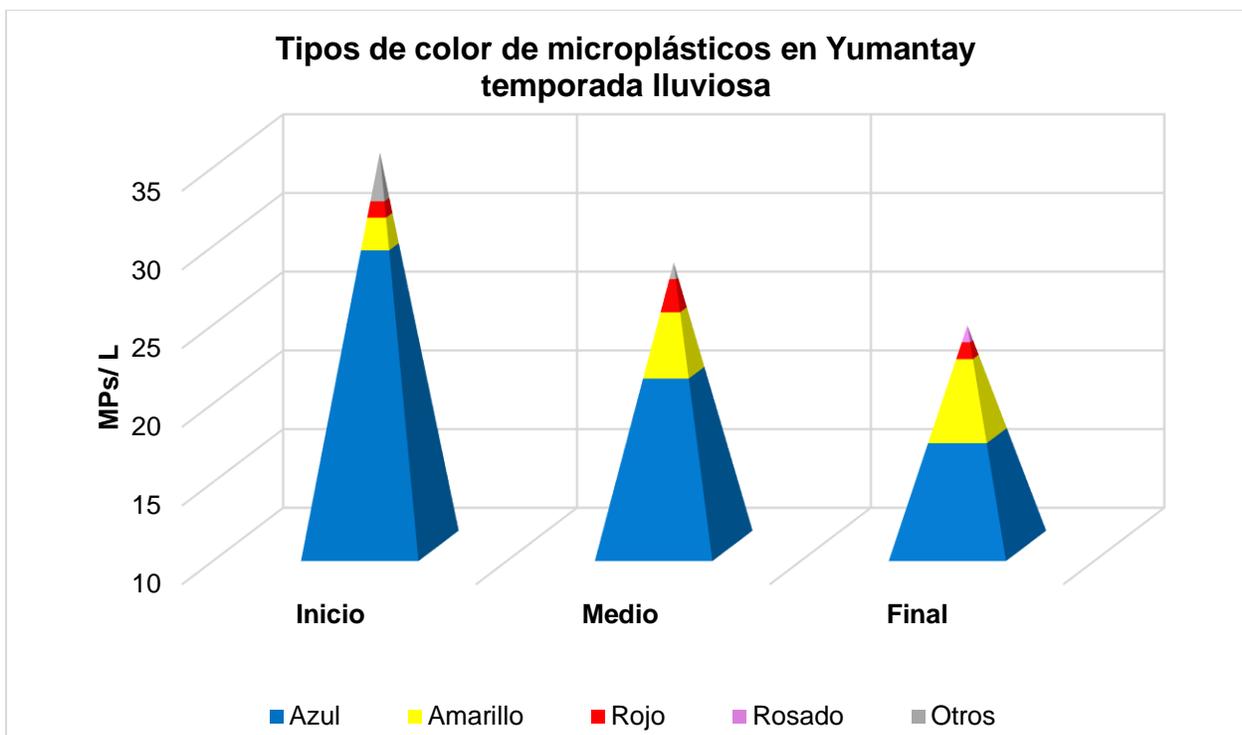
De acuerdo a la investigación del primer registro de ingestión de microplásticos por un pez de importancia comercial en la ciudad de Iquitos desarrollado por la Dirección de Investigación en Ecosistemas Acuáticos Amazónicos del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, las formas encontradas fueron los filamentos y los fragmentos irregulares, siendo los filamentos los más abundantes con 14 microplásticos de los 82,4% de los encontrados (Chota y Chong, 2020).

4.3.3. Tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay según la temporada.

4.3.3.1. *Tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa.*

Figura 17

Tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa



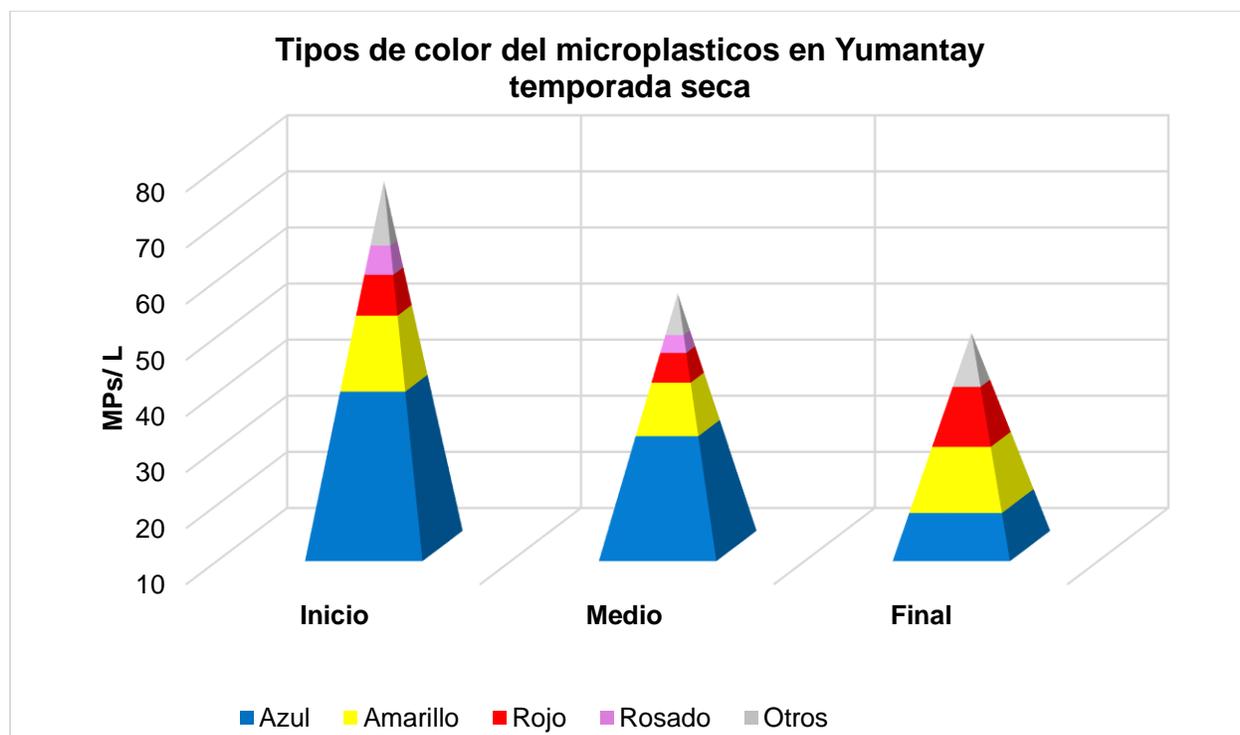
En la figura 17, se observa los tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa, el 82.8% de los microplásticos en el punto inicial presentan un color azul, el 5.7% tienen un color amarillo, el 2.8 % presentan un color rojo y un 8.6% tienen diversos colores entre verde, naranja, negro y celeste; el 75% de los microplásticos en el punto medio presenta color azul y el

14.3 % tienen color amarillo y el 70.8% de los microplásticos en el punto final tienen color azul mientras que el 20.8% tienen color amarillo. En el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada lluviosa predomina el color azul y el color amarillo con un 77% y 12.6% respectivamente.

4.3.3.2. Tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca.

Figura 58

Tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca



En la figura 18, se observa los tipos de color de los microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca, el 52% de los microplásticos en el punto inicial presentan color azul y el 17.3% tienen un color amarillo,

el 9.3% presentan un color rojo y el 14.6% otros colores predominando el anaranjado y celeste; el 56% de los microplásticos en el punto medio presentan color azul y el 16.3% tienen un color amarillo y el 37.5% de los microplásticos en el punto final tienen un color azul y el 23% tienen un color amarillo. En el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada seca predomina el color azul y amarillo con un 49.4% y 18.5% respectivamente.

En ambas temporadas del estudio en la quebrada de Yumantay predominan los colores azules, amarillo, rojo y en otros estudios como el que realizó Melgarejo (2022), indica que los colores de cada forma de MPs fueron el azul, naranja, rojo, negro y el transparente, tanto en el agua, sedimento y en peces. Asimismo, según la descripción de los microplásticos por Hidalgo y otros (2012), los clasifica como transparente, cristalino, blanco, blanco claro-crema, rojo, naranja, azul, opaco, negro, gris, marrón, verde, rosa, tostado, amarillo y pigmentación.

Como resultado del primer registro de ingestión de microplásticos por un pez de importancia comercial en la ciudad de Iquitos desarrollado por la Dirección de Investigación en Ecosistemas Acuáticos Amazónicos del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, los colores identificados fueron el azul, rojo, verde y celeste, siendo los azules los más abundantes con 10 microplásticos u total de 58,8% de los identificados (Chota y Chong, 2020).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que sí existe microplásticos en la quebrada Yumantay, región Ucayali.
- La concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada seca en promedio fue de 66 MPs/L con valores máximos de 123 MPs/L y mínimo de 21 MPs/L.
- La concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay en temporada lluviosa en promedio fue de 29 MPs/L con valores máximos de 76 MPs/L y mínimo de 5 MPs/L.
- El tipo de microplásticos predominante según el material fue el poliéster con el 83.8%, según su forma predominó los filamentos con un 81.9% y según el color, la predominancia fue el azul con 63.2%.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar muestreos de microplásticos en los sedimentos de la quebrada Yumantay.
- Mantener un adecuado manejo de las muestras desde su recolección, tratamiento e identificación para evitar su contaminación.
- Se recomienda ampliar las investigaciones sobre microplásticos en diferentes fuentes en la región Ucayali. Asimismo, usar otros métodos para su identificación.
- Concientizar a la población aledaña a la quebrada Yumantay sobre el problema ambiental que conlleva arrojar sus residuos sólidos, así como sus vertimientos sin tratar a la quebrada.
- Implementar un sistema de tratamiento de agua para los laboratorios de la Universidad Nacional de Ucayali para la disposición final y adecuada de las muestras analizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Coley, I. C. (2014). *Caracterización de Microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias*. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena. Obtenido de [https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4191/TESIS ENTREGADAFINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4191/TESIS_ENTREGADAFINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Álvarez Zeferino, J. C., Ojeda Benítez, S., Cruz Salas, A. A., Martínez Salvador, C., & Vázquez Morillas, A. (2020). Microplastics in Mexican beaches. *Resources, Conservation and Recycling*(155), 104633. Obtenido de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/04_73_2_1431_Microplasticos_Agua.pdf
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima. Obtenido de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>
- Benjumea Hoyos, C. A., Suárez Segura, M. A., & Villabona Gonzáles, S. L. (2018). Variación espacial y temporal de nutrientes y total de sólidos en suspensión en la cuenca de un río de alta montaña tropical. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat*, 46(165), 353-363. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v42n165/0370-3908-racefn-42-165-00353.pdf>

Bikkera, J., Lawsonb, J., Wilsonc, S., & d, C. R. (23 de Enero de 2020). Microplastics and other anthropogenic particles in the surface waters of the Chesapeake Bay. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111257>

Botero Jaramillo, E., Muñoz, L., Ossa, A., & Romo, M. P. (Marzo de 2014). Comportamiento mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 70, 207-219. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/430/43030033019.pdf>

Bretas Alvim, C., Mendoza Roca, J. A., & Bes Piá, A. (1 de Febrero de 2020). Planta de tratamiento de aguas residuales como fuente de liberación de microplásticos – Técnicas de cuantificación e identificación. *Journal of Environmental Management*, 255. Obtenido de <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Higuera%20Camila.pdf>

Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E. L., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. C. (2011). Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*. Obtenido de https://www.plasticsoupfoundation.org/wp-content/uploads/2015/03/Browne_2011-EST-Accumulation_of_microplastics-worldwide-sources-sinks.pdf

Canchari Madueño, F. I. (2022). *Microplásticos en sedimentos fluviales en dos quebradas aledañas al centro poblado de Madeán, distrito de Madeán, Provincia de Yauyos, Región Lima, Perú*. Lima: Universidad Científica del

Sur. Obtenido de
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/2495>

Carrasco, T. (2018). La utilización de plásticos y su impacto ambiental en las Islas Galápagos. *Revista electrónica Explorador Digital*, 16-25. Obtenido de <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i1.309>

Castañeta, G., Gutiérrez, A. F., Nacaratte, F., & Manzano, C. A. (Julio de 2020). Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Revista Boliviana de Química*, 37(3), 160-175. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4263/426365043004/426365043004.pdf>

Castro García, S., Barrera Leiva, A. M., González Evaristo, A. M., Pinot Gómez, A. L., Vargas Chan, J. R., Sierra Lemus, I., & Huchin Mian, J. P. (2021). Contaminación por microplásticos en ecosistemas acuáticos. *XXVI Verano de la Ciencia*, 10. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/articulo/download/3311/2813/10913>

Chota Macuyama, W., & Chong Mendoza, 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 Investigaciones de la Amazonía Peruana*, 29(2), 179-188. Obtenido de <https://doi.org/10.24841/fa.v29i2.521>

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588-2597. Obtenido de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/04_73_2_1431_Microplasticos_Agua.pdf

ECOPLAS. (18 de Mayo de 2011). Poliestireno: Características y ventajas respecto al medio ambiente. *Centro de Información Técnica - CIT*. Obtenido de <http://ecoplas.org.ar/pdf/38.pdf>

ESPINOZA VILLAR, J., LAVADO, W., ORDOÑEZ, J., FRAIZY, P., LOUP GUYOT, J., RONCHAIL, J., . . . DE OLIVEIRA, E. (2009). Evolución regional de los caudales en el conjunto de la cuenca del Amazonas para el periodo 1974-2004 y su relación con factores climáticos. *REVISTA PERUANA GEO-ATMOSFÉRICA RPGA*(1), 66-89. Obtenido de <http://met.igp.gob.pe/publicaciones/2010/art7.pdf>

Furió Sanz, C. (24 de Marzo de 2023). *AIMPLAS*. Obtenido de <https://www.aimplas.es/blog/avances-en-legislacion-de-microplasticos-anadidos-intencionadamente/>

GOREU. (2020). *Diagnóstico integral del área de influencia de la quebrada Yumantay - Región Ucayali*. Pucallpa: Autoridad Nacional del Agua.

Hermida, É. (2011). *Polímeros*. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Education. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental*, 3060-3075. doi:DOI:dx.doi.org/10.1021/es2031505
- Huamán, R. H. (2019). *Diagnóstico de la presencia de microplásticos en sedimentos laterales en la cuenca baja del río Rimac*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://www.proquest.com/openview/759f72f844b66875c1d28c7d484a3149/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Iannacone Oliver, J. A., & Losno Prado, A. G. (2020). *Caracterización de microplásticos en agua y sedimentos en los humedales Los Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú*. Lima: Universidad Científica del Sur. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12805/1386>
- IDEAM. (2007). *SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA SECADOS A 103 – 105 °C*. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales / Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Suspendidos+Totales+en+aguas.pdf/f02b4c7f-5b8b-4b0a-803a-1958aac1179c>

León Muez, D., Peñalver Duque, P., Franco Fuentes, E., Benfatti, E., Comes Aguilar, L., Ciudad Trilla, C., . . . Parrilla Giraldez, R. (2019). *Protocolo para la planificación, muestreo, análisis e identificación de microplásticos en ríos*. Hombre y Territorio (HyT). Obtenido de https://proyectolibera.org/wp-content/uploads/2020/06/Protocolo_muestreo_an%C3%A1lisis_micropl%C3%A1sticos_r%C3%ADos_Proyecto_Libera_HyT-web.pdf

Lino Tolentino, L. J. (2022). *Microplástico en el agua y sedimentos de los ríos Huallaga, Aucayacu y Sangapilla en la ciudad de Aucayacu*. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2180>

Manrique Muñante, R. E. (2019). *Microplásticos sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15030>

Melgarejo Velásquez, G. Y. (2022). *Microplásticos del agua y sedimento en relación con su acumulación en peces y crustáceos de la cuenca baja del río Lacramarca (Ancash, Perú)*. Ancash, Perú: Universidad Nacional del Santa. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3917>

MINAM. (2018). *D.S.013-2018-MINAM, Decreto Supremo que aprueba la reducción del plástico de un solo uso y promueve el consumo responsable del plástico en las entidades del Poder Ejecutivo*. Lima, Perú: El Peruano. Obtenido de

<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/213071-013-2018-minam>

MINAM. (2019). *Declaran en emergencia la gestión y manejo de los residuos sólidos en los distritos de Yarinacocha, Manantay, Campo Verde y Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali*. Lima: El Peruano. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/declaran-en-emergencia-la-gestion-y-manejo-de-los-residuos-s-resolucion-ministerial-no-073-2019-minam-1751181-1/>

MPCP. (2017). *Actualización del plan de desarrollo urbano de Coronel Portillo incluye distritos conurbanos de Callería, Yarinacocha y Manantay 2017-2027*. Pucallpa: Municipalidad Provincial de Coronel Portillo. Obtenido de https://www.municportillo.gob.pe/images/pdf/doc2018/pdu17-27/memoriad/dp_p5.pdf

Oliva Civera, G. (2012). *Plásticos Biodegradables*. Universidad Zaragoza. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/6983/files/TAZ-PFC-2012-137.pdf>

Paredes Zavala, Joshelyn; Sanchez Moreno del Castillo, Alexandra; Ordoñez Rivera, Karen; Palo Zegarra, Melanie. (2017). *Caracterización de Microplásticos en los Recursos Hidrobiológicos del Lago Titicaca*. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/9479/INFORMACION_P%c3%93STER_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Plastics Europe. (2020). *Plastics – the Facts 2020, An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Belgium. Obtenido de <https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/4312-plastics-facts-2020>
- Purca, S., & Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24(1). doi:<https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>.
- Salazar Pérez, C., Amezcuca, F., Rosales Valencia, A., Green, L., Polloreña Melendrez, J. E., Sarmiento Martínez, M. A., . . . Barletta, M. (2021). First insight into plastics ingestion by fish in the Gulf of California, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 171. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X21007396?via%3Dihub>
- Samaniego, J., Salina, C., Ruelle, J. A., Sanguinetti, J. P., & Allen, M. L. (2021). *Trazabilidad y contabilidad del plástico mediante el sistema A.P.A*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46950/1/S2100200_es.pdf
- Samantha, F., Bongkeun, S., & Chris, B. (2019). Quantifying and identifying microplastics in the effluent of advanced wastewater treatment systems using Raman microspectroscopy. *Marine Pollution Bulletin*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110579>

Sanchez Izquierdo, I. (Junio de 2019). *Microplásticos y su interacción con los antibióticos*. Universidad Complutense. Obtenido de <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/IVAN%20SANCHEZ%20IZQUIERDO.pdf>

Sedlak, D. (2007). Tres lecciones para el viaje de los microplásticos. *Ciencia y tecnología ambiental*, 51(14), 7747-7748. Obtenido de <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.7b03340>

Stanton, T., Johnson, M., Nathanail, P., MacNaughtan, W., & Gomes, R. L. (Agosto de 2020). Freshwater microplastic concentrations vary through both space and time. *Environmental pollution*, 263. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114481>

Thompson, R., Moore, C., Saal, F., & Swan, S. (2009). Plastics, the environment and human health: Current consensus and future trends. *The Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153-2166. Obtenido de <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0053>

Toledo Martínez , Á. (2019). *Revisión bibliográfica de los métodos de análisis de micro(nano)plásticos en el medioambiente y en la biota marina*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Obtenido de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Matoledo/Toledo_Martinez__Maria_Angeles_TFM.pdf

Zhanga, J., Zhanga, C., Dengc, Y., Wang, R., Maa, E., & Wang, J. (2019). Microplastics in the surface water of small-scale estuaries in Shanghai.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110569>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

| DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN EL AGUA SUPERFICIAL DE LA QUEBRADA DE YUMANTAY, UCAYALI 2022 | | | | |
|--|--|---|------------------|---|
| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variables | Indicadores |
| General | General | General | Microplásticos | <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de microplásticos • Cantidad de microplásticos (partículas/L). • Color • Morfología |
| ¿Existe microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay, Ucayali 2022? | Investigar la presencia de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay, Ucayali 2022. | Sí, existe microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay, Ucayali 2022. | | |
| Específico | Específico | Específico | | |
| ¿Cuál es la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada seca, Ucayali 2022? | Analizar la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada seca, Ucayali 2022. | La concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada seca, Ucayali 2022, es de mayor a 20 MPs/L. | | |
| ¿Cuál es la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada lluviosa, Ucayali 2022? | Analizar la concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada lluviosa, Ucayali 2022. | La concentración de microplásticos en el agua superficial de la quebrada de Yumantay en temporada lluviosa, Ucayali 2022, es de mayor a 20 MPs/L. | | |
| ¿Cuáles son los tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay, Ucayali 2022? | Analizar los tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay, Ucayali 2022. | Los tipos de microplásticos presentes en el agua superficial de la quebrada Yumantay, Ucayali 2022, es el polipropileno. | | |

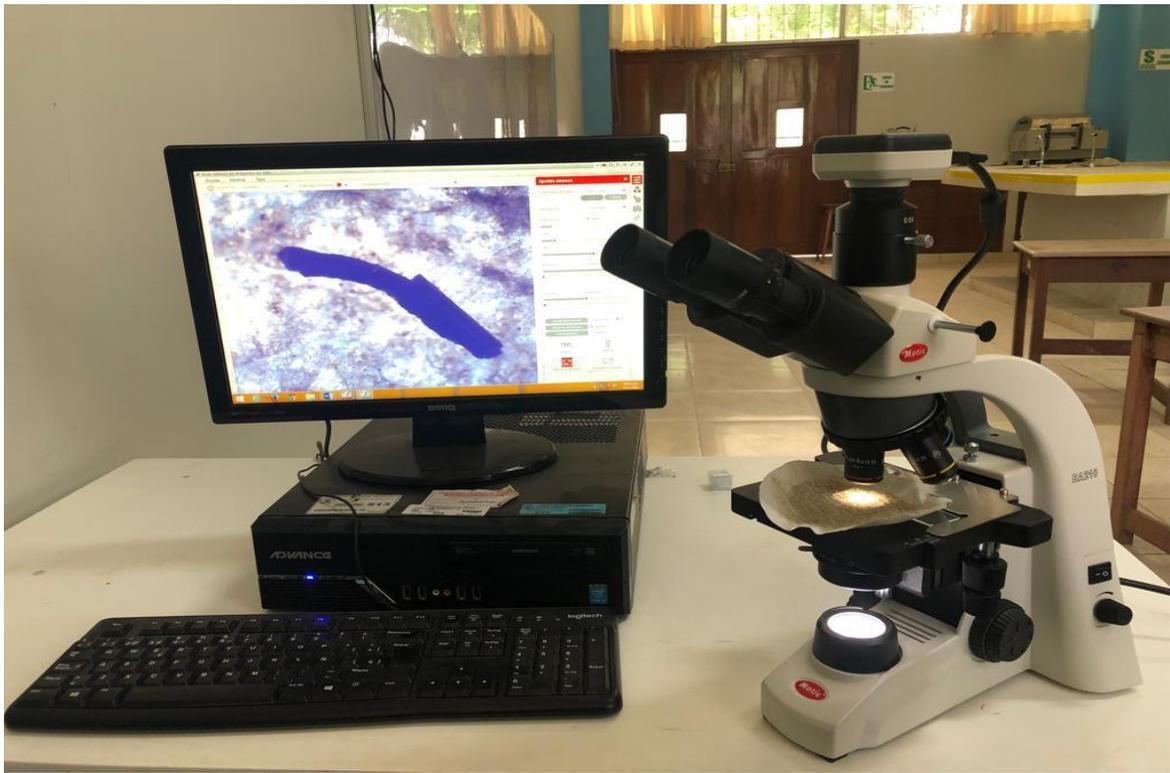
Anexo 2. Panel fotográfico



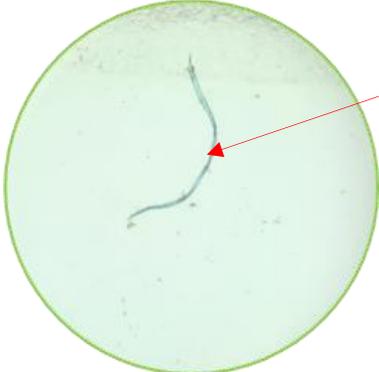
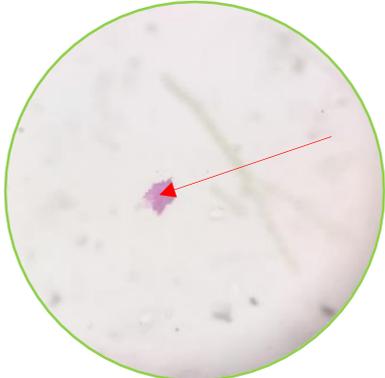
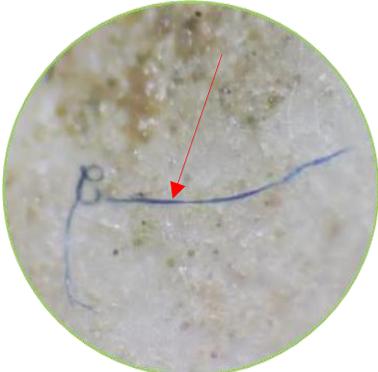
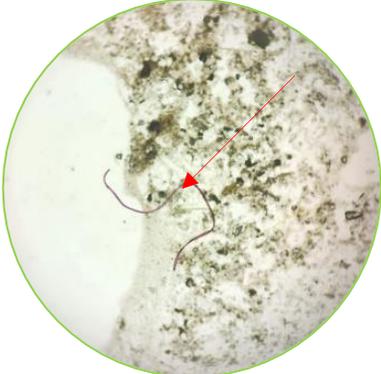
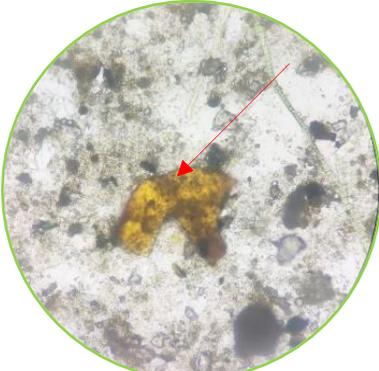
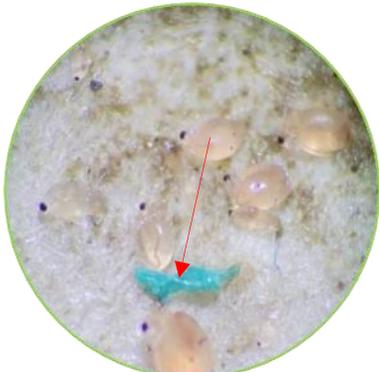


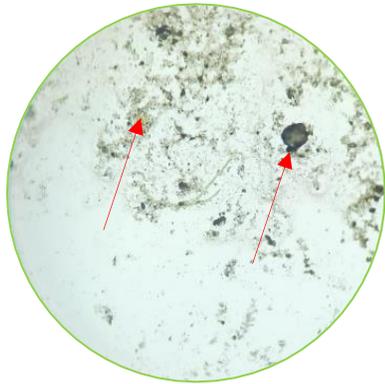




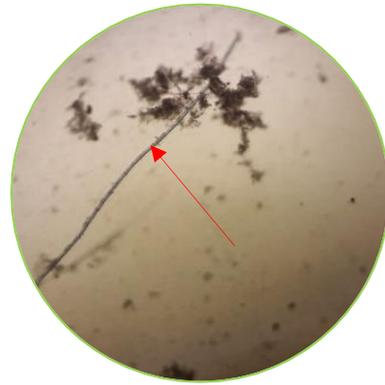


Anexo 3. Captura de microplásticos en el agua superficial de la quebrada Yumantay con el microscopio óptico con cámara digital.

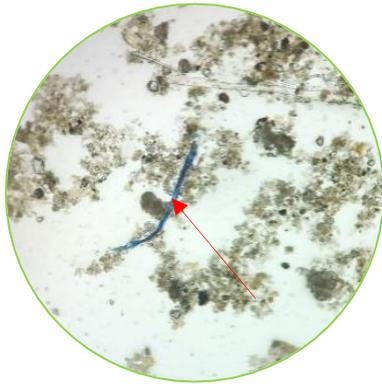
| | |
|---|---|
|  <p>Tipo de forma: Filamento Color: Azul</p> |  <p>Tipo de forma: Fragmento Color: Rosado</p> |
|  <p>Tipo de forma: Filamento Color: Azul</p> |  <p>Tipo de forma: Filamento Color: Rojo</p> |
|  <p>Tipo de forma: Fragmento Color: Amarillo</p> |  <p>Tipo de forma: Fragmento Color: Celeste</p> |



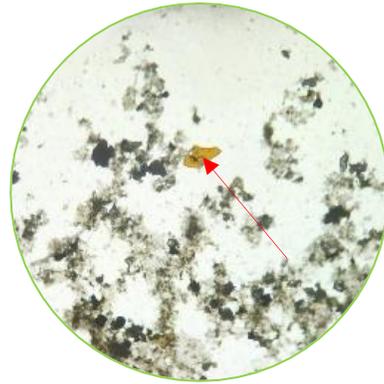
Tipo de forma: Esférico
Color: Negro y amarillo



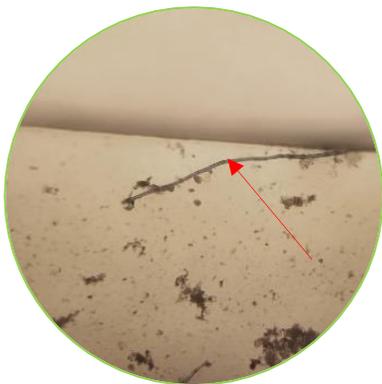
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



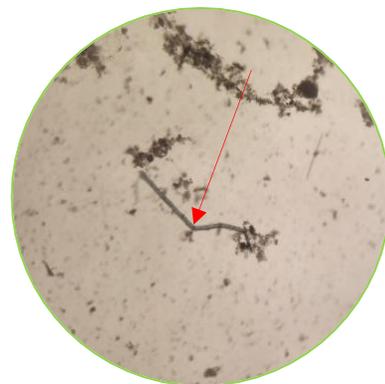
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



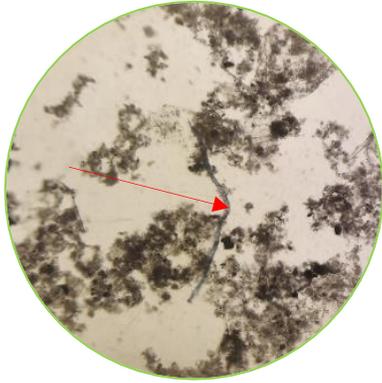
Tipo de forma: Fragmento
Color: Amarillo



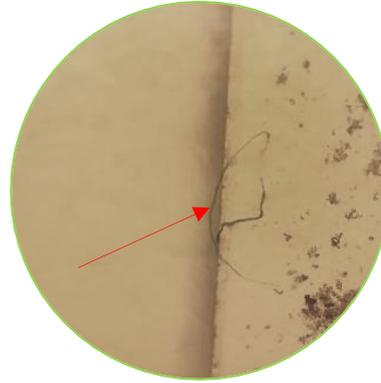
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



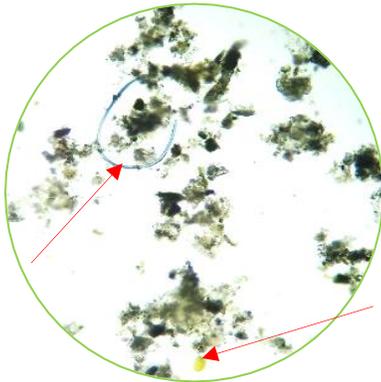
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



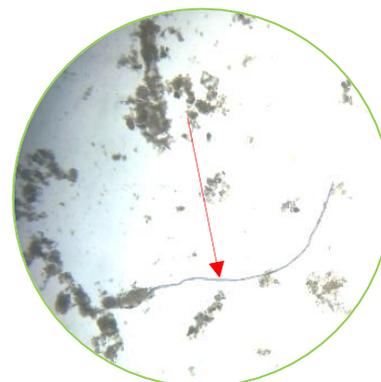
Tipo de forma: Esférico
Color: Morado



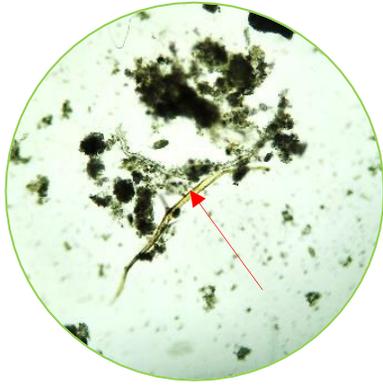
Tipo de forma: Fragmento
Color: Rosado



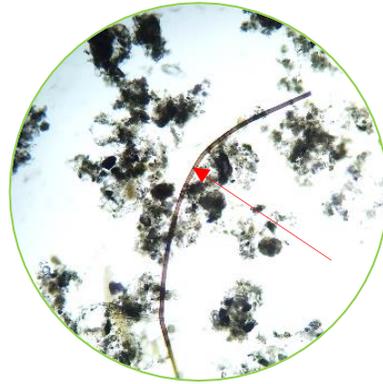
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul y amarillo



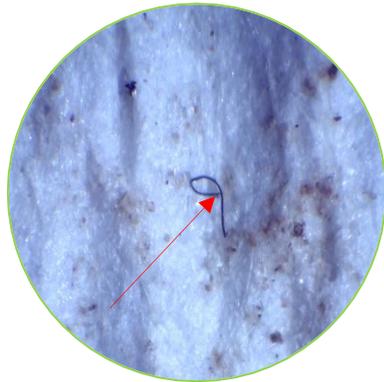
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



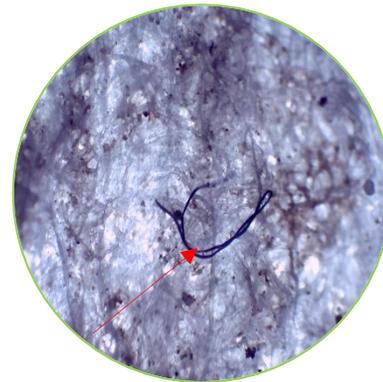
Tipo de forma: Filamento
Color: Amarillo



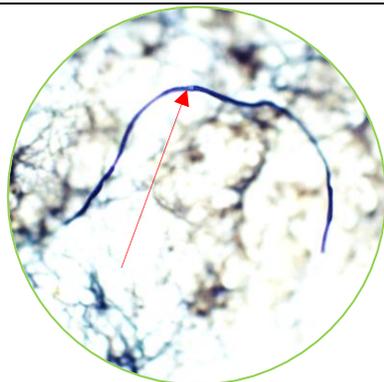
Tipo de forma: Filamento
Color: Rojo



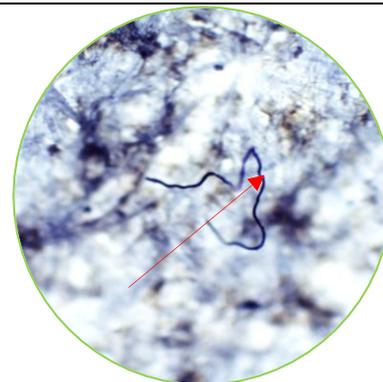
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



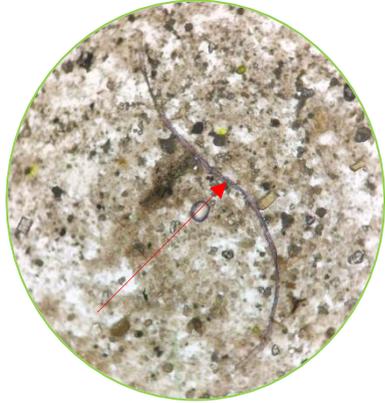
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



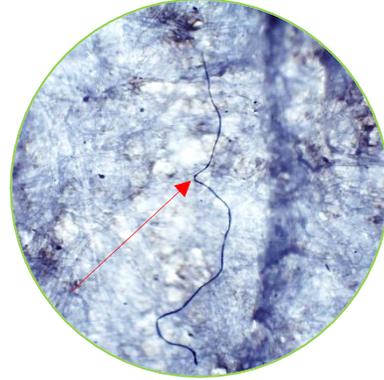
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



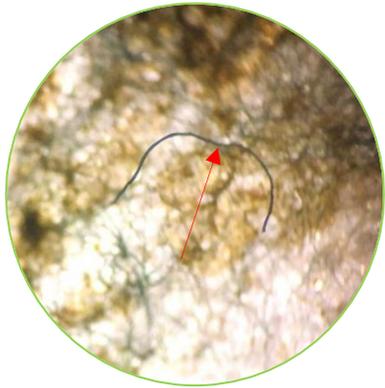
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



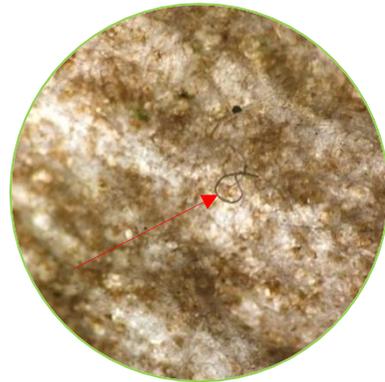
Tipo de forma: Filamento
Color: Morado



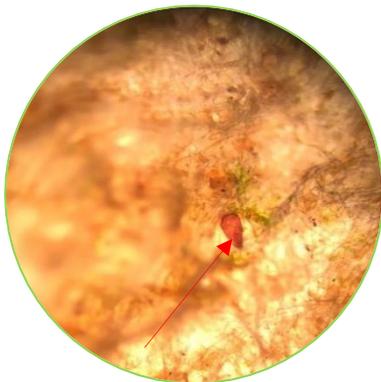
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



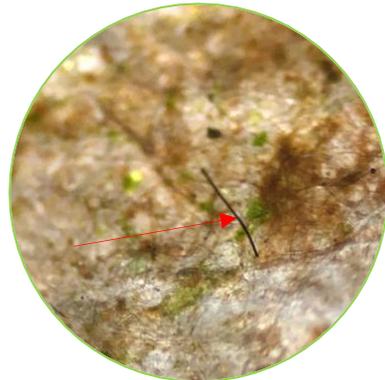
Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



Tipo de forma: Filamento
Color: Azul



Tipo de forma: Fragmento
Color: Rojo



Tipo de forma: Filamento
Color: Azul

Anexo 4. Formato de campo.

FICHA DE CAMPO Y DESCRIPCION DE LA ZONA DE MUESTREO

Fecha de muestreo:

Hora de inicio:

Datos Generales

Distrito/Prov/Dpto: -----

Río y/o Quebrada: -----

Agua Corriendo: SI / NO

Color del Agua: ----- Olor del Agua: -----, Transparencia: -----

Coordenadas:

Meteorología: Soleado Nublado Lluvia

Viento: Calma Medio Fuerte

Descripción del Medio Natural

Estado: Permanente Temporal Efímero

Entorno: Natural Agrícola Urbano

Industrial

Aspecto: Artificial Natural Naturalizado

Abierto: Sin vegetación

Con vegetación dispersa

Con vegetación cerrada solo en la orilla

Cerrado: Con vegetación tipo árbol pero de plantación artificial

Con vegetación de ribera de aspecto natural

Impactos visibles

Vertidos -----

Residuos -----

Obras o Infraestructura -----

Especies invasoras o exóticas -----

Anexo 5. Cadena de custodia.

CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO EN AGUAS Y SUELOS

CLIENTE: _____ SOLICITADO POR: _____ TELF. _____
 PROCEDENCIA: _____ CORREO: _____ N° DE COTIZACIÓN _____
 REFERENCIA: _____ MUESTREADO POR: SLAB CLIENTE

| MUESTREO | | TIPO MATRIZ (V) | COORDENADAS (Banda y huco) | PUNTO DE MUESTREO Y/O CÓDIGO DECLARADO POR EL CLIENTE | N° de frascos por punto de muestreo | | Volúmen Total (L) | PARÁMETROS IN SITU | | | ANÁLISIS DE LABORATORIO (Microbiológico y/o Físico Químico) | OBSERVACIONES POR PUNTO DE MUESTREO |
|----------|------|-----------------|-------------------------------|--|---|---|-------------------|-----------------------|---------------|------------------|---|---|
| FECHA | HORA | | | | ° | < | | µl | Conductividad | Oxígeno Disuelto | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | | | | | | | | |
| | | Norte | | | | | | | | | | |
| | | Este | | | | | | | | | | |
| | | Abisal | | | </ | | | | | | | |