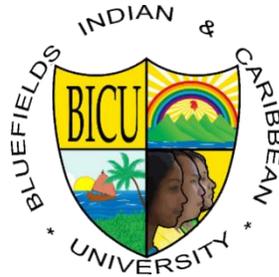


BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY

BICU



CENTRO DE INVESTIGACIONES ACUÁTICAS DE BICU

CIAB

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

Título: Evaluación de la presencia de microplástico en los ecosistemas de la laguna de Bluefields y sus incidencias en poblaciones de ostiones (*Crassostrea rhizophorae*).

Autor:

Billy F. Ebanks Mongalo

Recinto Bluefields, R.A.C.C.S, Nicaragua

Febrero, 2023

La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
I- INFORMACIÓN GENERAL	1
1.1- Recepción y resolución.....	1
1.2- Objetivo de desarrollo sostenible (ODS).....	1
1.3- Datos generales del investigador principal	1
1.4- Identificación del proyecto de investigación	2
II- INTRODUCCIÓN.	3
2.1 – Antecedentes y contacto del problema.....	4
2.2 – Pregunta central de la Investigación.....	6
2.3 – Objetivos:	6
a– Objetivo General.	6
b- Objetivos Específicos.	6
2.4- Justificación.....	7
2.5- limitaciones y riesgos.....	8
2.6- Supuestos básicos	8
2.7- Contexto de la investigación.....	8
2.8- Categoría temas y patrones emergentes de la investigación	9
III- PERSPECTIVAS TEÓRICAS.....	10
3.1- Estado del arte.....	10
3.2- perspectivas teóricas asumidas.....	15
IV- METODOLOGÍA.....	21
4.2- Tipo de estudio según el enfoque cualitativo asumido y su justificación.....	21
4.3- Muestra y sujetos del estudio.	22
4.4- Métodos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	23
4.5- Operacionalización de las variables.....	28
VI- RESULTADOS.....	31
6.1- Agua:.....	31
6.2- Arena:	33

6.3- Resultado de sedimento.	36
6.4- Resultado de ostiones.	36
VI- CONCLUSIONES:	37
VII- RECOMENDACIONES.	38
VIII- REFERENCIAS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- limitaciones y riesgos dentro de la investigación.	8
Tabla 2. Matriz, técnicas, instrumentos y cantidades utilizadas para el estudio de microplásticos.	22
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variable del estudio de microplástico.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Mapa del área y puntos de muestreos de microplásticos.	21
Figura 2. Toma de muestra de arena.	25
Figura 3. Basura marina encontrada en el área de muestreo de microplástico en arena.	31
Figura 4. Identificación de microplástico por colores en agua filtrada de la laguna de Bluefields.	32
Figura 5. Diferentes tipos y colores de Microplástico en agua de la laguna.	33
Figura 6. Diferentes tipos y colores de Microplástico en arena.	35
Figura 7. Identificación de poproplas en arena.	35

RESUMEN.

La presente investigación tiene por objetivo la identificación de microplástico en diferentes sustratos (agua, arena y sedimento) y de biota (*Crassostrea rhizophorae*) en la barra de Houn Sond, parte sur de la laguna de Bluefields, ya que en la actualidad no existen estudios de microplástico, que permita tener una referencia de las afectaciones. Este estudio es de tipo descriptivo de corte trasversal, probabilístico al azar. La muestra de agua se tomó con una red bongo de 65 μm a una velocidad de 3km/h (3) replica. La muestra de arena se toma por transecto sobre la línea costera de la pea mar, obteniéndose 5 muestras en 100 mts con peso de 2kg cada una. Las de sedimento con una draga Van Veen de 6" x 6" pulgadas y la muestra de ostiones en un banco de ostiones identificado al azar. La identificación de microplástico se realizó por separación de saturación de agua con cloruro de sodio y posteriormente observada al estereoscopio y separadas las muestras de ostiones se realizaron por digestión química con (H_2O_2) al 30%. De 1,296.073m³ de agua filtrada se identificó 0.475gr de microplástico y una partícula de goma con 0.022gr, el color más abundante encontrado fue el blanco hueso con 0.329 gr. En la arena se identificó un total de 23.282 gr de microplástico y el color de mayor presencia fue el blanco hueso con 13.473gr, en el caso del sedimento no se observó la presencia de partículas de microplástico, al igual que en las muestras de ostiones.

Palabras claves: Microplástico, agua, arena, sedimento y Biota

ABSTRACT

The objective of this research is to identify microplastics in different substrates (water, sand and sediment) and biota (*Crassostrea rhizophorae*) in the Houn Sond bar, southern part of the Bluefields lagoon, since there are currently no studies of microplastic, which allows to have a reference of the affectations. This study is of a descriptive, cross-sectional, random probabilistic type. The water sample was taken with a 65 μm bongo net at a speed of 3 km/h (3) replicate. The sand sample is taken by transept on the coastline of the sea pea, obtaining 5 samples in 100 meters with a weight of 2kg each. Sediment surveys with a 6" x 6" Van Veen dredge and oyster sample from a randomly identified oyster school. The identification of microplastic was carried out by separation of saturation of water with sodium chloride and later observed with the stereoscope and separated oyster samples were carried out by chemical digestion with (H_2O_2) at 30%. Of 1,296.073m³ of filtered water, 0.475g of microplastic was identified and a rubber particle with 0.022g, the most abundant color found was bone white with 0.329g. In the sand, a total of 23,282 grams of microplastic was identified and the color with the greatest presence was bone white with 13,473 grams. In the case of the sediment, the presence of microplastic particles was not observed, as in the oyster samples.

Key Word: Microplastics, water, sand, sediment and biota

I- INFORMACIÓN GENERAL

1.1- Recepción y resolución

Uso interno de la Dirección de Investigación y Postgrado			
Fecha de recepción	Resolución	Fecha de resolución	Inicio del proyecto

1.2- Objetivo de desarrollo sostenible (ODS)

Objetivo de desarrollo Sostenible (ODS)	Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos
Meta del ODS	Proteger los ecosistemas marinos y costeros reduciendo la contaminación marina y acidificación de los océanos.
Indicador	Cuerpo de agua y los hábitat afectados con residuos

La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Organización de las Naciones Unidas

[Dar Click para Descarga](#)

1.3- Datos generales del investigador principal

Datos Generales del Investigador Principal

Nombres y Apellidos: **Billy Francis Ebanks Mongalo**

Facultad/Departamento/Escuela: **CIAB - FARENA**

Número de Teléfono:

Número de Celular: **8330-5190**

Correo electrónico institucional: **billy.ebanks@bicu.edu.ni**

ORCID (obligatorio): **https://orcid.org/0000-0001-5822-9308**

Formación Académica: MSc. Pedagogía con Mención en Docencia Universitaria, Post-grado en Biología Criminalística, Lic en Biología Marina.

1.4- Identificación del proyecto de investigación

Evaluación de la presencia de microplástico en los ecosistemas de la laguna de Bluefields y sus incidencias en poblaciones de ostiones (*Crassostrea rhizophorae*).

Título del Proyecto de Investigación:

Fecha de Inicio:

Fecha de Finalización:

Duración (en meses):

Área estratégica de Investigación	Ciencia y Tecnología Recursos Naturales y medio Ambiente Adaptación al cambio climático Seguridad Social y Humana Ciencias Económicas y Administrativas Ciencias de la Educación Ciencias Jurídicas Ciencias de la salud Tecnología de Información y Comunicación (TIC)	
Áreas del Conocimiento adoptadas por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CNEA)	Educación Humanidades y arte Ciencias sociales, educación comercial y derecho Ciencias Ingeniería, industria y construcción Agricultura Salud y servicios sociales Servicios	

Línea (s) de Investigación: *(Indique al menos una 1)*

II- INTRODUCCIÓN.

Antes de crearse los polímeros, la madre naturaleza era la única y exclusiva fuente de materiales con que el hombre contaba para la realización de sus herramientas, útiles y objetos de uso cotidiano. Las propiedades que ofrecían las piedras, las maderas o los metales no satisfacían todas las demandas existentes así que, el hombre en su innato afán de investigación y búsqueda comenzó a aplicar sustancias que suplieran estas carencias; se manipulan los polímeros naturales: el ámbar, el hasta natural, la goma laca y la gutapercha son los precursores de los polímeros actuales. (García S, 2008) pag 1

La ciudad de Bluefields al igual que otras ciudades del mundo está rodeada de plástico, podemos ver en todos sus alrededores botellas plásticas de diferentes marcas, formas y colores tiradas por toda la vía pública. En los hogares podemos encontrar una gran cantidad de artículos plásticos que al dar su vida útil son desechados y en su gran mayoría llegan al igual que las botellas plásticas a la laguna por los procesos de escorrentías de los causes naturales o artificiales.

El plástico en nuestra sociedad llevo para quedarse, debido a que nos permite tener artículos a más bajo precio que otros materiales que cumplen las mismas funciones que se les da, pero con una vida útil menor y por su bajo costo son más desechable, (Alvarez, 2020). Actualmente es difícil encontrar hogares en lo más profundo de nuestras comunidades hogares donde no exista el uso del plástico, ya que este viene acompañado del valor agregado que se le da a la materia prima (emplastificado para una mejor presentación)

Los micro plásticos, como se ha denominado a las partículas de plástico con tamaño menor a 5 milímetros, se han encontrado distribuidos ampliamente en todo el planeta, en los océanos, costas, lagos y ríos, incluso de los sitios más remotos. Estos micro plásticos provienen fundamentalmente de procesos de foto degradación y fragmentación de plásticos de mayor tamaño, pero también de productos cosméticos como exfoliantes, pasta dentífrica y productos de limpieza que contienen microesferas plásticas, así como de fibras sintéticas provenientes de la ropa (Herrera A, *et al...* 2017) pag 12.

Además de contaminar, los plásticos no se reciclan adecuadamente, favoreciendo la degradación de los mismos y su paso a los seres vivos, especialmente a los de ecosistemas acuáticos, encontrándose en la mayoría de ellos partículas plásticas de diferentes tamaños, que pueden pasar al ser humano a través de su ingesta (Delgado O, 2019).

Entre los organismos vulnerables a la ingestión se encuentran los filtradores tanto pelágicos como demersales, suspensivos y depositivos bentónicos, macroinvertebrados, peces, reptiles y mamíferos, los cuales los ingieren de forma directa o a través de la ingestión de otros organismos (Guzzetti *et al.*, 2018; Reed *et al.*, 2018), citado por (Vásquez D. *et al.*, 2021)

Por todo lo antes mencionado se ha escogido describir la presencia de microplástico en la laguna de tres de sus componentes importante como es el caso de la columna superficial de la laguna debido a que es el área donde se la producción primaria, biota (ostiones de mangles) como organismos filtradores y el sedimento el cual nos dirá como se están almacenados en el fondo de ecosistema acuático.

2.1 – Antecedentes y contacto del problema.

Estudios realizados de microplásticos en las costas del Pacíficos de Nicaragua por (Díaz J, y Sarria K, 2019), a través de un monitoreo, en las arenas de la costa de San Juan del Sur en la que tenía por objetivo validar una metodología para la caracterización de microplástico. Entre los principales resultados, identificaron diferentes tipos de microplástico (fibras de filamento, fragmentos, pellets, fil lámina, goma espuma) en diferentes coloraciones (negro, azul, blanco, rojo, verde y multicolor). Estos resultados reflejan la presencia de una alta concentración de microplásticos en la zona muestreada, sin embargo, aún no está definido un valor guía para contrastar estos resultados.

Estudios llevados a cabo en la bahía de Cienfuego por (García A, Alonso C, y Chamero D, 2020) Entre los principales resultados se encontró la presencia de Microplásticos en el agua de mar en todas las estaciones de la bahía para los dos períodos seco y lluvioso con, 49 562.5 y 5093.75 microplásticos/m respectivamente, en el sedimento con 357.14 y 852.86

microplásticos/kg respectivamente, y en *P. viridis* con 15.7 y 5.8 microplásticos/g respectivamente.

Otros estudios realizados por (Bonilla & Agullo, 2019), indican que, los plásticos, además de las consecuencias sobre el medio ambiente, tienen un efecto directo sobre los seres vivos, ya sea por ingestión o por toxicidad. También, pueden actuar como vehículos de especies invasoras y adsorber en su superficie otros contaminantes como los BPCs, los HAPs o el DDT incrementando así el efecto tóxico propio debido a los componentes que poseen tales como plastificantes, aditivos, metales pesados, etc.

En la necesidad de la búsqueda de medidas preventivas sobre los componentes químicos tóxicos de los plásticos en la basura marina, la cadena alimentaria y la salud humana, (Gallo, F., *et al* 2018) traducido, indican que en los países Europeos, la evidencia científica existente es escasa para que la comunidad científica, la industria y la sociedad civil creen políticas para frenar el uso del plástico y los productos tóxicos que al final van a parar al medio marino.

Estudios sobre la distribución espacial y aumento a través del tiempo de microplásticos en sedimentos de la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano realizados por (Vásquez D, (Vasquez D, *et al* ..2021) utilizando adaptación de diferentes metodologías encontraron que la abundancia de microplásticos para el año 2015 fue de $194,9 \pm 51,3$ partículas/kg y para el año 2019 de $359,6 \pm 88,0$ partículas/kg, evidenciando un aumento de 84,4 % de microplásticos en cuatro años. Adicionalmente, los microplásticos fueron más abundantes en la época de lluvias que en la época seca. Los microplásticos dominantes correspondieron a fibras, condición que se puede atribuir a actividades pesqueras, inadecuada disposición de elementos textiles y descarga de aguas negras sin tratamiento previo.

En los estudios realizados en Lima Perú, sobre la ingesta de microplásticos y ecología alimentaria en tres especies de moluscos intermareales, por (De la Torrez, Apaza-Vargas, & Santillan, 2020), utilizando como metodología el Protocolo 1b descrito por Dehaut et al. (2016), identificaron que; las tres especies de moluscos estaban contaminadas con microplásticos. La abundancia general en las tres especies de moluscos fue $3,79 \pm 0,85$ partículas ind⁻¹ y $,15 \pm 0,81$ partículas g⁻¹. C. También indican que las investigaciones

relacionadas a la ingesta de microplásticos por moluscos es aún escasa, por tanto, se necesita más investigación

En la determinación de la densidad de microplásticos suspendidos en zonas costeras marinas de El Salvador y compararlas entre las épocas lluviosa y seca, 2018-2019, utilizando un complejo *manta trawl* con red de 40 µm de poro, en transectos superficiales, los investigadores (Barraza J, *et al.*. 2021), encontraron que 1 85 % de los MPs recolectados fueron filamentos, reflejando una posible importante influencia de las microfibras de diverso origen. El 15 % restante estaba compuesto por fragmentos. Existe diferencia significativa al comparar la densidad de MPs registrados en la época lluviosa con la época seca.

2.2 – Pregunta central de la Investigación.

Al ser la laguna de Bluefields un cuerpo de agua que recibe los drenajes que provienen del río Escondido y de drenajes naturales de la misma ciudad de Bluefields, los cuales transportan una gran cantidad de contaminantes sólidos tales como los plásticos y sus derivados en diferentes fases de degradación.

¿El sur de la laguna de Bluefields (Barra de Houn Sond) presentan contaminación de microplásticos, en sus aguas, sedimentos, playas y biota (ostiones)?

2.3 – Objetivos:

a– Objetivo General.

Evaluar la contaminación de microplástico en los ecosistemas de la laguna de Bluefields y sus incidencias en poblaciones de ostiones (*Crassostrea rhizophorae*).

b- Objetivos Específicos.

- 1)- Identificar físicamente la presencia y tipo de microplásticos, en las aguas superficiales del sur de la laguna de Bluefields, por medio del método de arrastre con red plantónica.
- 2)- Describir la presencia y tipo de microplásticos, en arena de la playa en la parte sur de la laguna de Bluefields, por medio del método de transectos de 1m² e identificación física.

3)-Identificar físicamente la presencia de microplásticos en el sedimento extraído de la parte sur de la laguna de Bluefields a través de draga.

4)-Cuantificar la presencia y cantidad estimada de microplásticos en poblaciones de ostiones (*Cassostrea rhizophorae*), por el método de separación de tejido blando e identificación física.

2.4- Justificación.

En la actualidad no existen estudios de microplástico en el ecosistema de la Laguna de Bluefields (agua, biota, arena y sedimento), que permita tener una referencia de las afectaciones de estas partículas las cuales en la actualidad son un problema emergente y que en estudios de diferentes partes del mundo han reportado la presencia de microplástico a todos los niveles de los ecosistemas terrestres y acuático, provocando también afectación a la biota acuática.

Por tal razón se pretende identificar la presencia de microplástico en la columna plantónica del agua en la parte sur de la laguna ya que la entrada del agua es de Norte a Sur, también realizara estudios para identificar la presencia en biota (*Crassostrea rhizophorae*), debido a que es un organismo filtrador y puede retener alta concentración de partículas de plásticos, además, es importante en la dieta de los ciudadanos que habitan alrededor de la laguna, de la misma manera se realizara estudios en sedimento el cual nos dará una idea de cómo se están fijando estas partículas en el fondo de la laguna.

Los resultados de este estudio no darán información científica sobre la presencia de microplástico a nivel del ecosistema lagunar, pero también de como estas partículas se están incorporando en la cadena trófica y sus posibles afectaciones a largo plazo, por otro lado, los resultados podrán servirles a instituciones regionales, nacionales entre otras que estén trabajando en temas de salud ambiental u otras áreas afines y a los consumidores de productos acuáticos.

El estudio beneficiara directamente a los consumidores de productos acuáticos (escama, crustáceos y moluscos) por lo que tendrán información directa de la zona donde se extraen los productos de consumo. Como beneficiarios secundarios serán la comunidad científica

debido a que la información que se genere, será de carácter público y disponible para usos. El beneficiario general será el ecosistema lagunar de Bluefields ya que muy pocos estudios se realizan en esta para conocer su estado de salud y sus afectaciones.

2.5- limitaciones y riesgos.

Tabla 1- limitaciones y riesgos dentro de la investigación.

Limitaciones	Acciones para corrección	Medios
Condiciones Climáticas	Organizar las fechas de muestreo de acuerdo a las variaciones climáticas.	Pronósticos climáticos
Equipos	Prestamos de equipos a otras instituciones, modificar el funcionamiento de otros y tomar más tiempo durante el análisis de las muestras.	Compra de equipos para garantizar un mejor análisis y obtener resultados más confiables.

2.6- Supuestos básicos

Perdida de equipo durante la recolecta de la muestra.

Incumplimiento de las fechas de muestreos por las condiciones climáticas.

Retrasos de los fondos y no se pueda cumplir a tiempo los muestreos.

Adquisición de C-19 por el personal de muestreo y análisis de las muestras.

2.7- Contexto de la investigación.

En la actualidad la sustitución de artículos cotidianos fabricado con madera y otros materiales amigables con el medio ambiente, han sido sustituido por plásticos elaborados de diferentes polímeros, los cuales con el tiempo estos comienzan a desintegrarse, liberando pequeñas partículas, las que conocemos actualmente como microplástico.

El plástico desechado se encuentra en todos ambientes acuáticos, siendo la industria del embotellado uno de los contribuyentes de este material, los cuales podemos ver creando mal aspectos paisajísticos, por otro lado, los animales silvestres se alimentan de trozos de plásticos fragmentado al estos poder mimetizarse en el ambiente.

Las partículas que se liberan durante el proceso de degradación del plástico son trasportadas por las corrientes lacustres y marinas a diferentes áreas de los ecosistemas acuáticos, fijándose en el sedimento, estacionados en la zona planctónica y en las zonas costeras. Esta disponibilidad de este material permite que pueda estar presente en la cadena trófica de los diferentes ecosistemas.

La laguna de Bluefields no escapa a la presencia de estas partículas, debido a la disposición de la ciudad en relación a esta, sus diferentes afluentes que conectan otras ciudades y debido a su conexión directa al mar, por lo que se pretende identificar su presencia en biota, agua y sedimento y entender como está afectando la parte sur de este cuerpo de agua.

2.8- Categoría temas y patrones emergentes de la investigación

Categoría	Sub categoría	Patrón emergente
Plástico	Presencia -ausencia	Cantidad encontrada
		Forma y color
		Tipo
		Saturación en sal
Sedimento	Presencia de microplástico	Tamizaje
		Saturación en sal
		Cantidad encontrada
		Forma y color
		Tipo
Ostión	Presencia de microplástico	Eviscerado
		Saturación en sal
		Cantidad encontrada
		Forma y color
		Tipo

III- PERSPECTIVAS TEÓRICAS

3.1- Estado del arte.

Anthony L. Andrady en el 2011, publico en la revista ELSEVIER el tema “**Microplastics in the marine environment**), en este estudio indica que llas tendencias de produucción, los patrones de uso y los cambios demográficos darán como resultado un aumento en la incidencia de desechos plásticos y microplásticos en el medio ambiente oceánico. Por otro lado, los aportes de toxinas a través de los niveles tróficos serán más eficiente por los que existe una necesidad urgente de cuantificar la magnitud de estos resultados potenciales y evaluar el impacto futuro del aumento de los niveles de microplásticos en los océanos del mundo. (Andrady, 2011).

Valeria Hidalgo-Ruz, Lars Gutow, Richard C. Thompson y Martin Thiel, en su publicación del estudio “Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification” en la revista Enviromental Scieces & Technology, en el 2012, explican que las diferencias observadas entre tipos y cantidades de microplásticos en los principales compartimentos del hábitat marino (costa sedimentos, superficie del mar, columna de agua y lecho marino) indican que los tiempos de importación, exportación y residencia de los microplásticos pueden varían dependiendo de sus características, principalmente el tamaño y la densidad específica de los polímeros.

Los microplásticos de baja densidad específica son positivamente flotantes y, por lo tanto, es probable que pase mucho tiempo en la superficie del mar (o en la columna de agua), donde potencialmente pueden ser transportados largas distancias. Por lo tanto, se pueden encontrar en lugares remotos como, en playas de arena, alejadas de sus fuentes. (Hidalgo, Gutow, Thompson, & Thie, 2012)

Lisbeth Van Cauwenberghe, Ann Vanreusel, Jan Mees y Colin R. Janssen, en publicación realizada en el 2013 en la revista ELSEVIER, titulada “Microplastic pollution in deep-sea sediments”, Demuestran por primera vez, que los microplásticos han llegado a los más

remoto de los ambientes marinos: el mar profundo. Encontramos partículas de plástico de tamaño en el rango de micrómetros en sedimentos en profundidades que varían en profundidad de 1100 a 5000 m. estos resultados demuestran que la contaminación por microplásticos se ha extendido por todo los mares y océanos del mundo, en el mar profundo remoto y en gran parte desconocido. (Van Cauwenberghe, *et al.*, 2013).

Castañeda.. *et al*, en un estudio realizado en el 2014, titulado “Microplastic pollution in St. Lawrence River sediments” en Canada y publicado en la revista NCR Research Press, indica que la mayor documentacion de microplastico se ha realizado sobre el ecosistema marino y que recientemente en ambiente dulce acuicolas, casi exclusivamente en aguas superficiales, en su publicación informa que en el Rio se han encontrado, microesferas de polietileno, 0,40–2,16 mm de diámetro, en los sedimentos. Dado que prevalencia y densidades localmente altas de microplásticos en los sedimentos del río San Lorenzo, su ingestión por peces bentívoros y macroinvertebrados amerita una investigación. (Castañeda, Avlijas, Simard, & Ricciardi, 2014)

Luís Gabriel Antão Barboza y Barbara Carolina García Giménez, en su publicación titulada “Microplastics in the marine environment: Current trends and future Perspectives” en la revista ELSEVIER recalcan que la presencia y acumulación de estas micropartículas en el medio ambiente marino es una preocupación actual y creciente. En los últimos años, la contaminación plástica en el océano, incluidos los microplásticos, se han convertirse en una preocupación ambiental relevante para los científicos. El medio ambiente marino durante la última década (2004-2014), es considerado como un nuevo campo de investigación desarrollado. (Antão & Garcia , 2015)

Jiana Li, Dongqi Yang, Lan Li, Khalida Jabeen, Huahong Shi, en el 2015 realizaron investigacion de microplaasticos en bivalvos de interés comercial en china, “Microplastics in commercial bivalves from China” publicado en la revista ELSEVIER, sus resultados indican Múltiples tipos de microplásticos, incluidas fibras, fragmentos y gránulos, se encontraban en el tejido de todos los bivalvos. El número de microplásticos totales varió de 2,1 a 10,5 artículos/g y de 4,3 a 57,2 artículos/individuo para bivalvos. La clase de tamaño

más común fue menor a 250 mm y representó el 33-84% del total de microplásticos calculados por especie.

Sus resultados sugieren que la contaminación por microplásticos estaba muy extendida y exhibió un nivel relativamente alto en los bivalvos comerciales de China. Se deben realizar investigaciones más intensivas sobre microplásticos en mariscos. (Li, Yang, Li, Jabeen, & Shi, 2015)

John E. Weinstein, Brittany K. Crocker, and Austin D. Gray. Realizaron sobre el tiempo de degradación de los residuos plásticos, en el 2016, “From Macroplastic to Microplastic: Degradation of High-Density Polyethylene, Polypropylene, and Polystyrene in a Salt Marsh Habitat”, publicado en la revista SETEC PRESS, en la que explican que, como parte del proceso de degradación, se cree que la mayoría de los desechos plásticos se vuelven quebradizos con el tiempo y se fragmentan en partículas cada vez más pequeñas.

Las partículas más pequeñas, conocidas como microplásticos, han recibido una mayor atención debido a los peligros que presentan para la vida silvestre. Los resultados sugieren que la degradación de los desechos plásticos se produce con relativa rapidez en las marismas y que la delaminación de la superficie es el mecanismo principal por el cual se producen partículas microplásticas en las primeras etapas de degradación. (Weinsteins, Croker, & Gray, 2016)

Estudios realizados por Ángel Picardo De león, con el título “**Medición de micro partículas de plástico en las costas salvadoreñas, Playa Los Cóbano**s”, publicado en la revista AKADEMOS, en el 2017, trabajo- mediante la evidencia es una presencia significativa de micro-plásticos en la Costa de Los Cóbano, con cantidades que van desde cantidad cercana a 100,000 partículas por Km² lo cual es un dato alarmante, en este mismo estudio demuestran que existen micro-organismos con partículas micro-métricas en su interior, lo que fortalece la hipótesis de que los seres humanos estemos consumiendo plástico, presentes en organismos celulares de los animales. (Picardo, 2017)

A.P.W. Barrows, S.E. Cathey & C.W. Petersen, explican en la revista ELSEVIER, con la publicación “Marine environment microfiber contamination: Global patterns and the diversity of microparticle origins), confirman una tendencia alarmante en la reciente micropartícula debido a que más áreas muestran densidades de partículas más altas, especialmente lejos de fuentes de contaminación, lo que implica un largo tiempo de residencia de tanto materiales sintéticos como no sintéticos.

La contaminación por microplásticos y microfibras se ha documentado en todas las principales cuencas oceánicas. Las microfibras son uno de los contaminantes de micropartículas más comunes a lo largo de las costas. Más de 9 millones de toneladas de fibras son producido anualmente; 60% son sintéticos y ~25% son no sintéticos. (Barrows, Cathey, & Petersen, 2018).

Fabiola López e Ivis Fermin en el 2019 realizaron publicación con título “MICROPLÁSTICOS EN EL AMBIENTE MARINO” en la revista (ARTÍCULO DE REVISIÓN, CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍA), Explican que la superficie del microplástico pueden adsorberse algunos contaminantes que luego son transportados junto con las partículas. Un inconveniente de este tipo de interacción con otros contaminantes, es que no existen patrones de adsorción claros respecto al tipo de polímero, tiempo de exposición a los contaminantes o salinidad del medio, lo que dificulta realizar predicciones respecto al comportamiento de los mismos.

También indican que las consecuencias de la interacción del hombre con los microplásticos aún no están claras, pero se conoce que es posible la exposición de los seres humanos a estos materiales. Las partículas pueden ingresar al cuerpo a través de las vías respiratorias por inhalación o de forma indirecta incorporadas en los alimentos. (López & Fermin, 2019).

La Academia Nacional de Ciencias Exactas, Física y naturales (ANCEFN), en su primera edición 2020, explican que el riesgo real de la ingesta de microplásticos por el ser humano no ha sido aún determinado efectivamente por los científicos. La reducción en la ingesta de organismos bio-acumuladores de partículas plásticas y evitar el consumo de agua de botellas

plásticas, reduciría la cantidad de microplásticos que consumimos, pero aún los seguiríamos inhalando por vía respiratoria. Quizás, la forma más efectiva de reducir el consumo de microplásticos sea reducir la producción y el uso de estos materiales que los originan.

Carlos Mazariegos-Ortíz, Marvin Xajil-Sabán, Elisa Blanda, Denise Delvalle-Borrero. Realizaron estudios en el 2021 **“Ocurrencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala”**, publicado en la revista ECOSISTEMAS, en este estudio ofrece los primeros resultados de la ocurrencia de MPS en el tracto digestivo de 15 especies de un área protegida de Guatemala. Se indica que cuatro de las especies en las que se registraron MPS son de importancia pesquera, y son parte de la economía de los lugareños por lo que es primordial realizar más estudios que permitan hacer una valoración del impacto de este contaminante en la salud de los peces y en los ecosistemas.

Los resultados indican que la mayor ocurrencia de MPS se registró en peces omnívoros, mientras que respecto al hábitat la ocurrencia de MPS fue mayor en los peces bentopelágicos. Estudios posteriores podrían enfocarse a establecer la transferencia de MPS en el nivel trófico, mientras que el hábitat puede relacionarse con la abundancia en otras matrices como agua y sedimento. (Mazariegos, Xajil, Blanda, & Delvalle, 2021)

Dalila Aldana Aranda, en su publicación de junio del 2022 **“Contaminación por Microplástico”** en la revista CIENCIA, indica que 13 millones de toneladas de plástico terminarán en los océanos cada año, lo que representa más de 80% de la basura marina. A saber, cada minuto se compran en el mundo un millón de botellas de agua o de refrescos, que terminan siendo alrededor de 25% de la basura de los océanos, la cual es de nueve millones de toneladas de plástico, o lo equivalente a cinco bolsas de basura por cada 30 cm. Los plásticos no “desaparecen”, sólo se fragmentan en pedazos cada vez más pequeños... hasta llegar a ser partículas microscópicas, muchas de las cuales llegarán directamente al agua de los océanos o seguirán fragmentándose en el mar. (Aldana, 2022)

3.2- perspectivas teóricas asumidas

Plástico

La evolución del plástico empezó con el uso de materiales naturales que tenían propiedades plásticas intrínsecas, como la laca o la goma de mascar. El paso siguiente en la evolución del plástico fue la modificación química de materiales naturales como el caucho, la nitrocelulosa, el colágeno o la galalita. Finalmente, la gran diversidad de materiales completamente sintéticos que reconocemos como plásticos modernos empezaron a aparecer hace unos 100 años. (Plastic Europe, 2020)

El plástico, es el material versátil por excelencia, engloba un grupo de componentes artificiales o de fibras sintéticas de diversidad de tamaños, texturas y colores: desde textiles, como los forros polares de poliéster, hasta material quirúrgico, pasando por todo tipo de piezas para aparatos electrónicos e industriales, material agrícola, enseres y, por descontado, envases (Rojo Nieto, E - Montoto, 2017)

Presencia de plásticos en el ambiente

La presencia de plásticos en el medio ambiente es un tema que viene despertando gran interés público, social y científico. El plástico afecta a la tierra, el agua y el aire, su largo tiempo de degradación provoca múltiples daños en los ecosistemas, aunque el reciclaje es una buena opción para disminuir la contaminación en la tierra por el plástico, la verdad es que ya no es una medida suficiente, definitivamente tanto el consumo como la producción de plástico se debe reducir.

En el caso del agua, se tiene conocimiento de que al menos existen 5 islas grandes de basura, que por el movimiento del agua se sigue extendiendo a costas y mares. Este plástico afecta a las especies marinas, en algunos casos los animales terminan enredados con los plásticos o, el peor de los casos, los consumen y pueden provocar su muerte. (encolombia, 2020)

Impactos del plástico sobre la salud humana

Una investigación reciente muestra impactos del plástico sobre la salud a lo largo de todo su ciclo de vida. Las afecciones van desde las cancerígenas, cardiovasculares o enfermedades relacionadas con el sistema nervioso y reproductivo.

Las investigaciones realizadas hasta la fecha sobre el impacto del plástico estaban centradas en momentos puntuales del ciclo de vida, y para un producto concreto. Este enfoque no permitía reconocer la implicación amplia, compleja y multidisciplinar de los efectos del plástico, en todo su ciclo de vida, sobre la salud humana. No tenía en cuenta sus impactos desde su origen en refinerías, pasando por su consumo cuando entra en contacto con alimentos, hasta los impactos finales de la gestión del plástico como residuo, así como la presencia de microplásticos en aire, agua y suelo. (Amigos de laTierra, 2019)

Tipos de plásticos

Muchos tipos de plásticos son producidos de manera global, pero el mercado es dominado por 6 clases de plásticos: polietileno (PE, alta y baja densidad), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS, incluidos EPS expandido), poliuretano (PUR) y polietileno tereftalato (PET). Usualmente los plásticos son sintetizados de combustibles fósiles, pero la biomasa puede ser utilizada como materia prima.

Microplástico

El microplástico se trata de pequeñas partículas sintéticas que provienen de derivados del petróleo. Son difícilmente degradables y su origen se encuentra en la actividad industrial y el consumo doméstico, estando presente en detergentes, dentífricos, en productos de la piel como exfoliantes y protectores solares e incluso en muchas fibras sintéticas de ropa, entre otros. Puesto que estos productos son de consumo diario y siempre se usan en contacto con el agua, los microplásticos que contienen se vierten a un ritmo constante en nuestras aguas residuales.

Debido que los microplásticos se utilizan en un amplio rango de productos, se han ido fabricando con una gran variedad de tipos y formas en función de su aplicación. Hoy en día estos compuestos sintéticos se clasifican en dos categorías, primarios y secundarios. Estas partículas no se pueden percibir a simple vista debido a su tamaño y posiblemente a su color.

Los microplásticos se definen por tener tamaños menores a 5mm, incluso algunos pueden llegar a ser más pequeños (nanoplásticos). (Abbas, 2019)

Presencia de microplásticos en el ambiente.

Los microplásticos pueden contaminar la atmósfera, suelos y ambientes acuáticos, siendo los sistemas marinos los que mayor atención reciben. Se han encontrado microplásticos en aguas superficiales, fondo oceánico y costas de océanos de todo el mundo, incluyendo en la Antártica, sugiriendo que los microplásticos no solo se acumulan en los giros oceánicos, como sí lo hacen los plásticos de mayor tamaño, sino que se acumulan en los sedimentos. (Ruben, 2019)

Existen pocas investigaciones de microplásticos en sistemas de agua dulce. Hasta el momento se han detectado microplásticos en algunos lagos, ríos y estuarios en concentraciones que varían desde 0,00031 ítems·m⁻³ hasta 10 200 ítems·m⁻³.^{53,54} Los polímeros que se han encontrado con mayor frecuencia han sido PS, PE, PP y PVC. De todos los sistemas de agua dulce contaminados por microplásticos, los ríos reciben una atención especial por ser la vía de descarga de plásticos en el mar. El río Danubio puede llegar a descargar diariamente 4,2 T de plásticos de 0,5–50 mm de tamaño en el mar Negro.⁵⁵ La misma tendencia fue observada en el río Rin, que libera 191 millones de partículas de microplásticos a diario.

El microplástico puede escapar de las aguas contaminadas a través de insectos voladores, ha revelado una investigación, contaminando nuevos entornos y amenazando a las aves y otras criaturas que se comen los insectos. Los científicos alimentaron con microplásticos a las larvas de mosquito, que viven en el agua, pero descubrieron que las partículas permanecían dentro de los animales mientras se transformaban en adultos voladores. (Monica, 2018)

Afectación de microplásticos en fauna marina.

Estimaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente calculan que en el año 2050 habrá más plásticos que peces en los océanos, con consecuencias negativas hacia los ecosistemas marinos. Con el propósito de comprender mejor las consecuencias de este fenómeno, Dalila Aldana Aranda, investigadora del Departamento de Recursos del Mar del

Cinvestav Unidad Mérida, estudia la presencia de microplásticos en la fauna del Caribe, mediante el empleo del caracol rosa como especie modelo, que sirve de indicador de lo que pasa en toda esa región por este tipo de contaminación.

Los experimentos se realizan en campo, utilizando especies indicadoras y se trabaja con métodos indirectos que evitan el sacrificio de los organismos; se analizan muestras de heces y a través de ellas se sigue la cantidad de microplásticos que tienen, cuál es su tipo y se identifican los aditivos que contienen.

Los microplásticos se incorporan a la flora y fauna marina que se encuentran en la columna de agua y fondo marino; se incorporan a las cadenas tróficas o alimenticias desde el plancton, fitoplancton (organismos vegetales) y zooplacton (animales) que consumen estas partículas, por ejemplo, una sardina que se alimenta de zooplacton, va ser consumido por otro pez y éste por otro y tarde o temprano el ser humano comerá microplásticos a través de ese pescado. Se ha demostrado que cuando un pez consume una partícula de microplásticos, después de dos horas sus componentes químicos ya se encuentran en su torrente sanguíneo y en varios días pasan al tejido del pez, es decir, en la carne que consumen las personas. (Dalila, 2019)

En los últimos 20 años se han hecho muchos estudios en todo el mundo que demuestran presencia de microplásticos en pescado a la venta en los mercados de varios países, en los mariscos, incluso en el zooplancton, invertebrados de mares profundos y larvas de insectos ribereños. Además, se han detectado en la tierra y en el aire. En cuanto a consumo humano: los microplásticos se han detectado en la cerveza y en el agua potable embotellada. En 2018 un estudio pequeño de la Agencia Ambiental Austriaca incluso encontró microplásticos en las heces de todos los individuos (8 humanos) que participaron en el estudio.

Efectos de los Microplásticos en los organismos vivos

Los desechos plásticos interactúan con el ecosistema marino, ocasionando daños físicos y hasta la muerte de muchos ejemplares causada por enredos con bolsas o cuerdas plásticas, así como también por asfixia debida al consumo accidental o no de dichos materiales. Los microplásticos al ser de pequeño tamaño ingresan a los organismos marinos de diferentes

maneras, en ostras y mejillones mediante su alimentación por filtración, en cangrejos y peces a través de las branquias y también los ingieren confundidos con alimentos. (Greenpeace España, 2016)

El riesgo asociado al consumo de microplásticos está relacionado con tres propiedades a saber: adsorción, desorción y filtración. La adsorción se da cuando las piezas de plástico atraen o adsorben del medio que los rodea sustancias químicas que pueden ser tóxicas y bioacumularse como por ejemplo los contaminantes orgánicos persistentes, (Greenpeace España, 2016).

Dentro de estas sustancias químicas se encuentran los fertilizantes, plaguicidas y desechos industriales, son resistentes a la degradación y además pueden acumularse en los tejidos. Luego de que estas sustancias se adhieren a las pequeñas piezas plásticas puede ocurrir otro fenómeno llamado desorción, que es la liberación de lo que previamente adsorbieron. Pero estas no son las únicas sustancias químicas que pueden acompañar a los microplásticos, ya que, mediante otra de las propiedades, la filtración, ellos pueden liberar al organismo o al medio sustancias químicas propias de su composición, (Greenpeace España, 2016)

Situación de los plásticos en Nicaragua

Nicaragua en los últimos años ha venido mejorando su sistema de recolección de desechos sólidos. Ciudades como Managua, Rivas, Granada, León, tanto en las cabeceras departamentales como en algunos de sus municipios alegan de reforzar la flota de camiones recolectores de basura, con el objetivo de ampliar la capacidad de recolección de los desechos domiciliarios, centrado principalmente en la eliminación de la misma. Sin embargo, esta medida parece no resolver la problemática de la basura. En Managua, capital de Nicaragua, al igual que la mayoría de ciudades grandes de Latinoamérica, el problema de la basura aumentó a medida que fue creciendo la industrialización y las urbanizaciones. Este desarrollo ha permitido cambios en los hábitos de consumo, surgiendo de esta manera problemas en el sistema de recolección de basura. (Brenes Antonio, 2013)

Ostión (*Crassostrea rhizophorae*)

El ostión de mangle, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (Bivalvia: Ostreoida), es un molusco que vive adherido a raíces sumergidas de mangle con influencia de aguas marinas. Su distribución en México comprende la costa del Atlántico, incluyendo la costa del estado de Tabasco, donde también se encuentra el ostión americano, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) que habita esencialmente en el fondo de lagunas costeras y del cual se diferencia, entre otros aspectos, por la forma y coloración de las valvas. (Sánchez-Soto, 2020)

IV- METODOLOGÍA.

4.1- Área de localización del estudio.

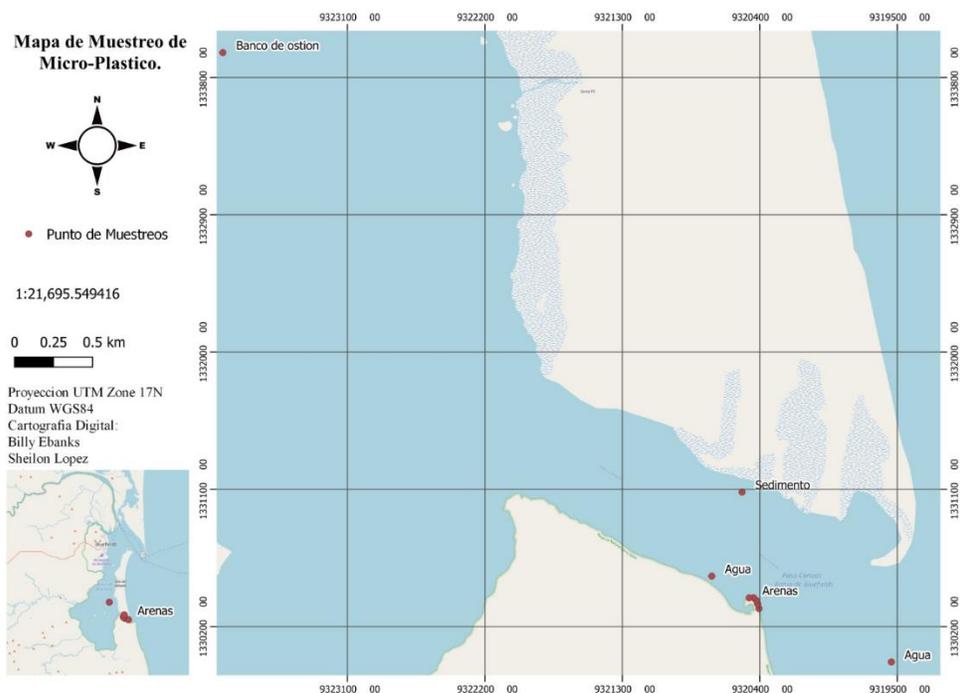


Figura 1- Mapa del área y puntos de muestreos de microplásticos.

Este estudio se realizará en el costado sur de la Laguna de Bluefields, en la bocana de la barra de Houn Sond. La laguna de Bluefields es el receptor natural de los escurrimientos de agua de lluvia de las cuencas de los ríos Escondido (61) y Kukra River (63). En la cuenca de río Escondido se han desarrollado actividades agropecuarias intensivas, con el cultivo del banano (*Musa sp.*) desde la década de 1960; con el cultivo de la caña de azúcar (*Zacharum officinarum*) durante las décadas de 1970 y 1980, y actualmente, con el cultivo de la palma africana (*Elais guiniensis*) (Ebanks Mongalo et al., 2015).

4.2- Tipo de estudio según el enfoque cualitativo asumido y su justificación.

Este estudio es de tipo descriptivo por lo que se pretende caracterizar la presencia de microplásticos en el agua de la laguna, sedimento, arena y biota (ostiones de mangles). Es de corte trasversal ya que solo se realizó un muestreo, en la época lluviosa (julio) del 2022 (INETER, 2015).

4.3- Muestra y sujetos del estudio.

Arena: 10 kg en 100 metros de playa

Sedimento: 2 kg en un punto de muestreo

Agua: filtrada con red bongo de 65 micrómetros

Ostiones: 10 gr de un banco de ostiones utilizado como muestra.

4.3.1- Tipo de muestra y muestreo

El tipo de muestreo es probabilístico al azar, debido a que se busca obtener información de los microplásticos en los puntos de mayor salida de la laguna con arrastre a una velocidad constante de 3km/h y abertura de agua constante.

La muestra de arena se toma por transepto sobre la línea costera de la pea mar. Obteniéndose 5 muestras, una por cada L y con un peso de 2kg

La toma de sedimento se toma de manera aleatoria lanzando una draga Van Veen de 6” x 6” pulgadas.

Los ostiones se toman al azar de un banco de ostiones identificado al azar. Los ostiones fueron obtenidos de los bancos encontrados entre la isla de Rama Cay en las siguientes coordenadas (N 11.89678 – W83.75816)

4.3.2- Técnicas e instrumentos de la investigación.

Estos estudios se utilizaron diferentes técnicas e instrumentos:

Tabla 2. Matriz, técnicas, instrumentos y cantidades utilizadas para el estudio de microplásticos.

Matriz	Técnica	Instrumentos	Cantidad utilizada
Arena	-Transeptos de 0.5 m ² sobre un área de 100 m lineares. -Saturación con NaCl, separación de microplásticos. con pareja de	Cuchara de metal. Marco de madera de 0.5 m ² . Bolsas plásticas transparentes de 40 libras. GPS. Marcadores.	4.5 lbs. Por L

Sedimento	-Bragado y secado. -Saturación con NaCl, separación de microplásticos con pareja de	Draga para sedimento Cuchara metálica Bolsas plásticas transparentes de 40 libras. Bandeja metálica. GPS. Termo.	1lb.
Agua	-Arrastre a una velocidad de 3km/h y filtrado con red Bongo de 65 micrómetros. -Saturación con NaCl, separación de microplásticos con pareja de	Red bongo Boyas Panga GPS Envases de vidrio 250 ml Agua destilada Cronometro. Arcadores Termo	Agua filtrada de la laguna fue de 1,296.07335 m ³
Ostiones	Degradación con peróxido de hidrogeno (H ₂ O ₂) al 30%	Panga Guantes GPS Termo Balde	10 grs.

4.4- Métodos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

4.4.1 Técnica de Recolección de Datos.

Agua: Esta metodología fue modificada de Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (2017). Las muestras se tomaron con una red bongo de muestreo de neuston o de plancton con luz maya de malla entre 65 µm, ajustada con boyas laterales para su flotabilidad. A la red se le adapta un flujómetro en la apertura de la boca de tal forma que quede completamente sumergido durante el arrastre. La red se sujetó a la panga mediante un mecate y se ubicándola en la parte lateral de la panga con el fin de evitar posibles alteraciones de los resultados.

Una vez puesta la red en el agua, se ajustó a una distancia de entre 5 - 7 metros de la panga y se inicia el recorrido en el primer transecto a una velocidad constante de 3 km/h, durante

15 minutos. En cada transecto se tomaron datos de presencia de macropolásticos (productos plásticos mayores a 5 mm) en el área de muestreo, registros fotográficos y la velocidad de la embarcación (m/s). Al finalizar el recorrido se tomarán los datos finales del flujómetro, hora, coordenadas geográficas finales y el tiempo en el que la red permaneció en el agua con la ayuda de un cronómetro.

En cada transecto se sacó la red del agua, para ser lavada con agua destilada filtrada desde la boca o apertura de ésta hasta el vaso colector con el fin de que toda la muestra quede almacenada en éste. Se transfirieron las muestras del colector con de un frasco lavado, con agua destilada a un recipiente para muestras de 500 mL rotulado con el nombre del sitio, tipo de muestra, fecha y número de transecto. Finalmente, la muestra se fija con hipoclorito al 10% para su posterior análisis en laboratorio. En cada transecto se repite el proceso. Se calculo el volumen del agua filtrada por la red a partir de los datos del tiempo de recorrido, diámetro de la red mediante la siguiente fórmula:

$$V_{Filtrado} = \pi \times r^2 \times Distancia\ recorrida$$

Procedimiento para análisis de laboratorio

En los casos cuando la muestra a analizar presentó abundante materia orgánica se le adicionaron 10 - 30 mL de hipoclorito de sodio al 10% dejándola reposar entre 24 a 48 horas, con el fin de eliminarla y así reducir la interferencia en la identificación de los microplásticos. El total del volumen (m³) se filtró en un tamiz metálico para ser transferido a una caja Petri donde ser observada en un estereoscopio (FOCUS con 10 X de aumento) con el fin de separar las muestras de microplásticos. Se determinaron las variables de forma, color, cantidad y tamaño de cada pieza. Las formas son registradas según las categorías propuestas por (Kovac et al. (2016) citado por Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (2017): fragmento, películas transparentes (films), pellets, gránulos, filamentos y espuma (foamy, esponja plástica o icopor). Se calculó la concentración por transecto muestreado, expresándose en microplásticos/m³.

Para controlar la posible contaminación con fibras durante el análisis de laboratorio, se utilizan recipientes testigos con agua destilada filtrada que permanecen junto a la muestra durante el procedimiento, las cuales se revisan al terminar cada observación.

Diagrama de flujo para el análisis de micro plásticos en aguas superficiales en laboratorio.

1. Trasferir el contenido a una caja Petri y observar al estereoscopio.
2. Separar muestras por tamaño, tipo y color Registrar No. De artículos/m³ según Kovac et al. (2016).

Arena:

Esta metodología fue modificada de Cabrera (2018) para darle salida al objetivo de investigación se midieron 100 metro lineales sobre la línea costera precisamente sobre la pleamar, dividiéndose en 5 transeptos 25 metros entre cada uno de ellos. Se georreferenció cada uno de los puntos con los cuales se ubicaron en un mapa de identificación de microplástico. Ver figura (¿?)

Para la toma de muestra en cada punto se colocó es un marco de madera de 0.5 m², la muestra de arena se tomó con una cuchara metálica de 3 x 8 pulgadas, a una profundidad aproximada de 1 cm. Las muestras se guardaron en bolsas plásticas de 40 libra se trasladadas al Centro de Investigaciones Acuáticas de BICU (CIAB).



Figura 2. Toma de muestra de arena.

Separación de microplásticos

Las muestras se secaron en un horno (marca J.P. SELECTA serial 0419489), a 60 °C durante 48 horas. Transcurrido este tiempo, se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente se prepararán 2 L (litros) de disolución saturada pesando 359 g de sal (NaCl) en una balanza analítica (marca KERN ALJ, serie WL 101412) que serían disueltos en agua destilada. Se empleo un agitador magnético, para la homogenización del medio,

posteriormente se eliminaron impurezas de la sal en la disolución con un filtro de 0.45 μm de diámetro de poro.

Se pesaron 50 gr de cada muestra recolectada en una balanza, a ésta se le añadieron 200 ml de la disolución saturada de NaCl homogenizada con un agitador magnético a 200 RPM, durante 2 minutos. Posteriormente se dejaron reposar las muestras durante 10 minutos para permitir que los microplásticos quedaran flotando en la superficie de la disolución una vez que la arena se decantará en el fondo del frasco. Los microplásticos se retiraron con una pipeta de vidrio para ser colocado en una placa de Petri para su recuento. Este proceso se repitió dos veces por muestra con el fin de garantizar la extracción completa de las partículas en suspensión.

Recuento de microplásticos

Para el recuento de los microplásticos se realizó con ayuda de un estereoscopio (marca FOCUS) más una cámara para fotografiar los microplásticos. Todas aquellas partículas y fibras que se parezcan a microplásticos se les tomara fotografía separadas con ayuda de pinzas de disección y se conservan en frascos de vidrios.

Sedimento:

Este se realizó modificaciones a la metodología empleada por Mazarlego, (2021)

La muestra de sedimento se tomó de forma directa lanzando una draga con capacidad de captura de 1 kg de sedimento hacia el fondo de la laguna a una profundidad aproximada de 2 metros. En el laboratorio los sedimentos se secaron a una temperatura de 60 °C, posteriormente se pesaron para identificar la relación de peso seco. Las muestras secas se pulverizarán con un mortero de porcelana.

Se pesarán 50 gr de cada muestra en una balanza analítica a los cuales se le añadieron 200 ml de la disolución saturada de NaCl en agitación durante 2 minutos, dejándola reposar durante 10 minutos para permitir que los microplásticos quedaran flotando en la superficie de la disolución y que la arena se depositara en el fondo, el sobrante se separó con una pipeta de vidrio, el material que se filtre se conservara en una placa de Petri para su recuento, este proceso se repetirá dos veces por muestra con el fin de garantizar la completa extracción de los mismos. Las partículas de microplástico se guardaron en frascos de vidrios. El recuento se hará como el de arena.

Microplásticos en ostiones (*Cassostrea rhizophorae*).

Para cuantificar la presencia de microplásticos en *Cassostrea rhizophorae*, se utilizó la técnica descrita por Mathalon y Hill (2014) citado por Paul (2014) basada en separar el tejido blando de la concha colocando 10 gramos de éste en un recipiente. Se debe agregar 150 - 200 ml de peróxido de hidrogeno (H_2O_2) al 30% a cada muestra. Seguidamente se colocaron las muestras en estufa con agitador a 65 °C hasta que el H_2O_2 se evaporó. Preparar la solución salina concentrada se agregaron 250 gramos de NaCl, por litro de agua más 100 ml de solución salina por muestra. Todo se agitó durante 1 a 2 minutos para optimizar el proceso. Luego de este proceso se dejó reposar de 3 a 6 minutos previo a pipetear el sobrenadante y filtrarlo que fue observado en lupa estereoscópica (Paul, 2014).

Recolecta de la muestra

Para este estudio se recolectaron 30 ejemplares de ostiones, de los bancos cercanos a la Isla de Rama Cay ubicada en la zona sureste de la laguna de Bluefields. De cada muestra se extrajeron 10 gramos de tejido blando que se colocaron en un vaso de Bohemia para la digestión química de estos con el uso 150 mL de una solución de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) a una concentración de 30% (100 volúmenes). Las muestras con H_2O_2 se colocaron en una plancha calefactora a 120° C con agitador a 100 rpm para llegar en la mezcla 65 °C constantes hasta que los tejidos fueron digeridos y el líquido se evaporo. Luego de retirar las muestras de la plancha se agregó 100 ml de la solución salina concentrada (250 g/l) para separar los microplásticos por flotación, agitando vigorosamente durante unos minutos la muestra y dejándola reposar de 5 a 10 minutos.

La separación física se realizó mediante la técnica de flotación filtrando las muestras con un sistema de vacío Sartorius con filtro de 8 micrómetros de tamaño de poro. Luego se observó en el estereoscopio (X40) repitiendo por cada filtro para la determinación de la existencia de microplásticos en las muestras. En basa a Li *et al.* (2015) se realizó el conteo de las partículas plásticas presentes diferenciándolas en fibras, fragmentos, y pellets según la clasificación de Jabeen (2017).

Clasificación de la muestra

Para clasificar los tipos microplásticos (MPs) en la presente investigación, se siguieron las cinco categorías (Rezania et al., 2018) cuya descripción es la siguiente:

1. **Pellet:** piezas de plástico aproximadamente cilíndricas, discoides, ovoides o esferoides Con superficie lisa, (es decir, una morfología homogénea).
2. **Fragmento:** pieza de plástico de forma irregular, de bordes afilados, angulares y subangulares.
3. **Fibra:** hebra o filamento de plástico con una alta relación longitud/radio, de espesor aproximadamente igual en toda su longitud y con una flexión generalmente tridimensional.
4. **Film:** pieza de plástico como una lámina delgada, plana y maleable.
5. **Foam (styrofoam):** son livianos, presentan aspecto como de esponja, son compresibles y suelen ser de color blanco.

Para la clasificación por colores se realizará en base a lo indicado por Frias, Pagter, Nash, & O'Connor (2018) con algunas modificaciones debido a la cantidad de microplásticos encontrados por colores.

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 negro ■ | 5 rojo ■ |
| 2 azul ■ | 6 verde ■ |
| 3 blanco □ | 7 multicolor ■ |
| 4 transparente □ | 8 otros ■ ■ ■ ■ ■ |

4.5- Operacionalización de las variables.

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variable del estudio de microplástico.

Variable	Definición	Nivel de medición	Categoría
Objetivo 1.	Identificar físicamente la presencia y tipo de microplásticos, en las aguas superficiales del sur de la laguna de Bluefields, por medio del método de arrastre con red plantónica.		

Variable	Definición	Nivel de medición	Categoría
Presencia y tipo de Microplástico.	Cantidad de pequeñas partículas de plásticos presentes en las aguas superficiales de la laguna de Bluefields	Color de las partículas. Peso de las partículas por color	Nominal
Objetivo 2. Describir la presencia y tipo de microplásticos, en arena de la playa en la parte sur de la laguna de Bluefields, por medio del método de transectos de 0.5 m ² e identificación física.			
Presencia y tipo de microplásticos, en arena	Cantidad de pequeñas partículas de plásticos presentes en la arena de la playa	Color de las partículas. Peso de las partículas por color	Nominal
Objetivo 3. Identificar físicamente la presencia de microplásticos en el sedimento extraído de la parte sur de la laguna de Bluefields a través de draga.			
Presencia de microplásticos en el sedimento	Cantidad de pequeñas partículas de plásticos presentes en el sedimento de la laguna de Bluefields	Color de las partículas. Peso de las partículas por color	Nominal
Objetivo 4. Cuantificar la presencia y cantidad estimada de microplásticos en poblaciones de ostiones (<i>Cassostrea rhizophorae</i>), por el método de separación de tejido blando e identificación física.			
presencia y cantidad estimada de microplásticos en poblaciones de	Cantidad de pequeñas partículas de plásticos presentes en el la masa muscular de	Color de las partículas. Peso de las partículas por color	Nominal

Variable	Definición	Nivel de medición	Categoría
ostiones (Cassostrea rhizophorae	los ostiones de mangles.		

VI- RESULTADOS

En el área de estudio se pudo observar la presencia de basura marina de diferentes tipos (desde botellas plásticas, restos de galones, trozos de cillas y otros restos de plásticos solidos), así como diferentes tipos de calzados, los cuales fueron arrastrados hasta este sitio por las corrientes de marea que salen y entran con sus respectivos cambios de mareas.



Figura 3. Basura marina encontrada en el área de muestreo de microplástico en arena.

En los estudios de presencia y tipo de microplásticos, realizados a los diferentes ecosistemas de la parte sur de la laguna de Bluefields (barra de Houn Sond) se obtuvieron los siguientes resultados.

6.1- Agua:

El arrastre se realizó a una velocidad constante de 3km/h, durante 15 minutos, repitiendo este proceso tres (3) veces para obtener una muestra representativa del área de muestreo. Entre los resultados mas relevantes tenemos los siguientes:

$$\mathbf{Volumen\ Filtrado = \pi \times r^2 \times Distancia\ recorrida.}$$

$$\mathbf{Velocidad = 3\ Km/h = 0.05\ Km/min}$$

$$\mathbf{Distancia\ recorrida = 0.05\ Km/min \times 15\ min = 0.75\ Km = 750\ m}$$

$$\mathbf{Pi\ (\pi) = 3.1416}$$

$$\mathbf{Radio\ de\ la\ red\ bongo = Diámetro / 2\ (D/2) = 36.62\ cm = 18.31\ cm = 0.1831\ m}$$

$$\mathbf{V.\ filtrado = (\pi) = 3.1416 \times R.\ red\ bongo = 0.1831\ m^2 \times Distancia\ recorrida = 750\ m}$$

V. filtrado = 432.024m³ por arrastre, en este estudio se realizaron 3 por lo que el total de agua filtrada fue de **1,296.073m³** de agua de la laguna.

Los hallazgos en gramos, encontrados en agua filtrada de la laguna y posteriormente estudiadas en el laboratorio del CIAB con el método de saturación con cloruro de sodio (NaCl), los que se reflejan a continuación en el siguiente gráfico de figura.

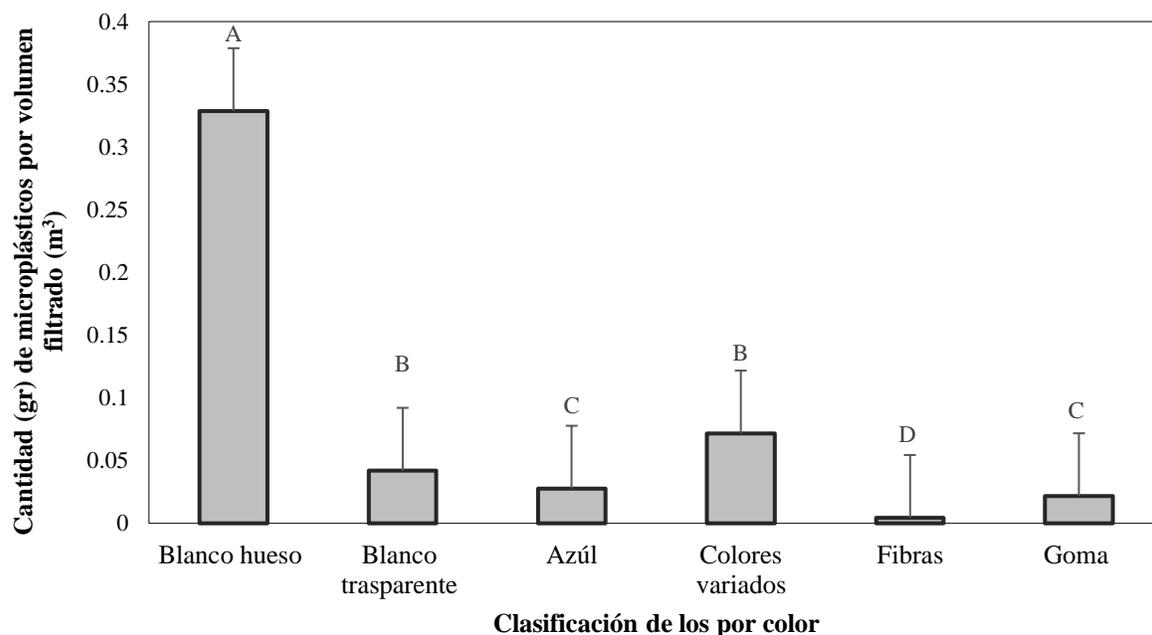
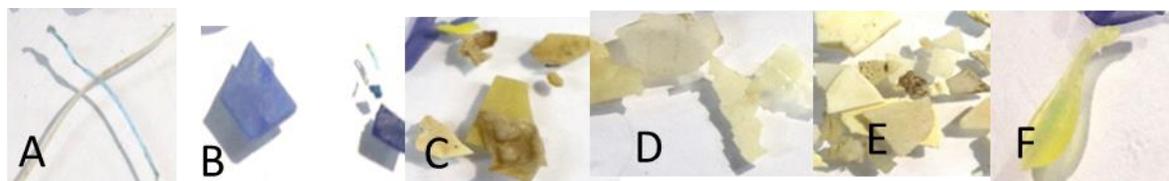


Figura 4. Identificación de microplástico por colores en agua filtrada de la laguna de Bluefields.

En la figura N° 4, se evidencia que la mayor cantidad de microplástico encontrada en un volumen de 1,296.073 m³ de agua filtrada de la laguna, encontrándose partículas en el rango de colores desde el blanco hueso (0.329 gr), blanco transparente (0.042gr), ($X^2=65.24$; $gl=2$; $P<0.000$), azul (0.028gr) y posteriormente una suma de colores variados (0.072gr) que ínfimas cantidades se le agrupo en un solo conjunto. Esto permite identificar a dos grupos de importancia en cuanto a presencia microplásticos son el blanco transparente y el color azul.

En el mismo muestreo se logró identificar algunas fibras (0.004gr), que representa la diversidad de microplásticos presentes en los de ecosistemas intervenidos, sin embargo, este resultado no debe obviarse al representar un riesgo para la salud ecosistémica al ser cantidades elevadas en relación a la poca agua filtrada; estas pueden llegar al mar o la laguna provenientes de la degradación de los aperos de pesca abandonados por cumplir con su ciclo de utilidad. Adicionalmente, se identificó la presencia de trozos de goma formando

conglomerados en suspensión en el agua en donde se identificaron parte de las micropartículas.



A-Fibras, B- Azul, C- Colores Variados, D- Blanco Transparente, E- Blanco Hueso, F- Goma

Figura 5. Diferentes tipos y colores de Microplástico en agua de la laguna.

Los resultados de este estudio coinciden con los publicados de Vidal, Molina & Duque (2021) en los que indican que los mayores hallazgos de microplástico fueron los fragmentos que correspondieron al (63.5%) y en menos cantidad las fibras con el (36.1%) y finalmente los pellets con (0.4%) con la diferencia que en este estudio se logró identificar una partícula de goma con peso de (0.0217 gr).

6.2- Arena:

La identificación y tipo de microplástico en arena de la playa en la parte sur de la laguna de Bluefields (barra de Houn Sond) por medio del método de transectos de 1 m² e identificación física, se obtuvieron los siguientes resultados representados en la siguiente tabla.

Tabla #: Microplástico en arena (Peso en gramo por color). Letras distintas indican diferencia estadística al 95% de confiabilidad.

Color	L (1)	L (2)	L (3)	L (4)	L (5)
Blanco hueso	1.905 a	4.968 a	2.206 a	1.981 a	2.413 a
Blanco transparente	0.767 b	1.051 b	1.353 b	0.951 b	1.109 b
Azul	0.257 c	0.208 c	0.300 c	0.147 d	0.128 d
Verde - celeste	0.264 c	0.386 c	0.262 c	0.265 d	0.169 d
Colorees variados	0.112 c	0.588 c	0.551 c	0.568 c	0.370 c

En esta tabla XX se encuentran representados las partículas de microplástico identificadas durante el estudio de la arena de la playa y posteriormente analizadas en el CIAB (), identificado los microplásticos, por su color, tipo y área de las parcelas. De forma general se determinó por el método de saturación, separación y posterior observación posteriormente con estereoscopio, que los fragmentes de color blanco hueso ($F=3.20$; $gl=4$; $P\text{-valor}<0.000$) son los que se encontraron en mayor cantidad (58%), este resultado se debe a la degradación de objetos de plásticos de mayor tamaño tales como valdes, restos de galones, cillas y otros utensilios de uso cotidiano, arrastrados a la zona por el oleaje.

El blanco transparente (23%), se encontró de segundo en cantidades ($F=0.00$; $gl=4$; $P\text{-valor}<0.035$) identificadas en la zona. La presencia de estos fragmentos se puede deber a la fotofragmentación de residuos de botellas de agua que llegan a las playas provenientes de la ciudad y otros asentamientos en las comunidades los cuales son arrastrado por la acción de los ríos que desembocan en la laguna, también por la acción de las olas y las mareas en la zona de estudios (Matus-Román et al., 2020).

Los colores identificados en menor cantidad fueron, el de colores variados en un (9%), verde-celestes (6%) y por último partículas de color azul (4%). Los resultados de este estudio varia considerablemente con los estudios realizados por Zarate & Iannacone (2021) en donde encontraron que la mayor cantidad de microplásticos fueron de de color azul y amarillo de forma alargada e irregular, proveniente principalmente de ropa sintética y alfombras. Por otro lado en otros resultados obtuvieron que los microplásticos de color azul oscuro, rojo, blanco y azul, de forma alargada, ovoide, y redondeada, proveniente de ropas sintéticas, tubos.



A-Fibras, B- Azul, C- Verde/Celeste, D- Colores Variados, E-Blanco Transparente, F- Blanco Hueso, G- Poroplas.

Figura 6. Diferentes tipos y colores de Microplástico en arena.

Durante este estudio se identificó la presencia de poroplas en el área, se determinó que en la L1 (0.0840gr) y L5 (0.0555 gr) son las que presenta mayor cantidad de partículas de poroplas ($F=0.86$; $gl=4$; $P\text{-valor}>1.00$), mientras la que presenta menor cantidad es la L3 (0.0170 gr).

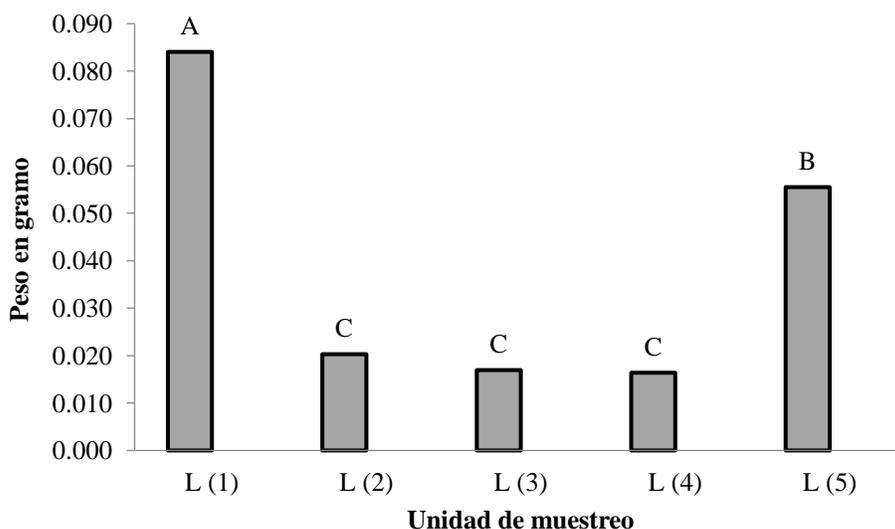


Figura 7. Identificación de poproplas en arena.

La presencia en las playas de la región está asociado principalmente a la degradación de ásperos de pesca especialmente a las boyas utilizadas como señalizadores de ubicación de trasmallos, nasas y la ubicación de rutas acuática para evitar el encallamiento de embaiciones livianas. También son el resultado de la degradación de termos utilizadas para mantener los resultados de las pescas durante faenas largas, así como pueden ser arrastrados con las corrientes de diferentes ríos que desembocan, en este caso a la laguna de Bluefields, los cuales arrastran aguas de diferentes comunidades de la región (Ebanks Mongalo, y otros, 2015)

6.3- Resultado de sedimento.

En los análisis del estudio de microplástico, no se observaron partículas de estos, posiblemente por la velocidad de la corriente, la salinidad, la que hace aumentar la densidad del agua permitiendo que los materiales menos densos como son las partículas de plásticos de plásticos, poroplas, no se puedan hundir y formar parte del ecosistema ventanico de la laguna.

6.4- Resultado de ostiones.

No se observó la presencia la presencia de microplásticos en los tejidos blandos de los ostiones de mangles (*Crassostrea Rhizophorae*). Este resultado negativo puede deberse a la densidad del agua la cual hace flotar las partículas de microplástico en ella circulan.

Los resultados negativos en este estudio, difieren de otros estudios como es el caso de la investigación sobre la evaluación de microplástico en bivalvos marino realizada por, Baltazar Flores & Reyes, (2021) en la que encontraron niveles mínimos y máximos en *Crassostrea gigas* de 10,18 a 11,72 partículas por individuos. En el caso de la ausencia de microplástico en los ostiones puede ser por su habitad bentónica, mientras que los otros se encuentran en la parte superficial de la película de agua de eso diferentes ecosistemas. La no presencia de contaminantes plásticos (microplásticos) en los ostiones que se encuentren de forma adherida en el fondo de la laguna nos indica que no son un peligro para los consumidores que habitan en la zona y comunidades aledañas.

VI- CONCLUSIONES:

De 1,296.073m³ de agua filtrada con red bongo de 65 micrómetros, en la barra de Houn Sond, ubicada al sur de la laguna de Bluefields, se identificó la presencia de microplásticos en rangos de colores desde el blanco hueso (0.329 gr), blanco trasparente(0.042gr), azul (0.028gr) y posteriormente una suma de colores variados que ínfimas cantidades se le agrupo en un solo conjunto (0.072gr), también se identificó durante el estudio una partícula de goma con peso de (0.022gr). En la sumatoria de peso de microplásticos encontrados se tiene una suma de 0.475gr, de los cuales la mayor cantidad encontrado fue de blanco hueso.

En el estudio de identificación de microplástico en arena de 100mts de playa en la barra de Houn Sond, ubicada al sur de la laguna de Bluefields. Se identifico microplásticos de diferentes colores entre los que encontramos los siguientes: Blanco hueso (13.473gr), Blanco trasparente (5.232 gr), azul (1.041gr), verde/celeste (1.346gr) y colores variados (2.190gr) siendo el blanco hueso el de mayor concentración de microplásticos encontrados en arena. Por otro lado, se identificó la presencia de fibras con peso de (0.360gr) y partículas de proplas con peso de (0.193gr), en su totalidad se identificó 23.282 gr de microplástico, formando parte delas partículas de arena en área estudiada.

No se observó la presencia la presencia de microplásticos en los tejidos blandos de los ostiones de mangles (*Crassostrea Rhizophorae*). Este resultado negativo puede deberse a la densidad del agua la cual hace flotar las partículas de microplástico en ella circulan.

Durante el estudio no se logró observar la presencia de microplásticos en la muestra de sedimento tomada del sitio frente a la toma de muestra de arena y el filtrado de agua.

VII- RECOMENDACIONES.

Realizar más estudio relacionados a los microplásticos en la cadena trófica y sus afectaciones a la salud de los pobladores que consumen productos provenientes de la laguna y del mar.

Crear un área de pesquisas de microplástico a nivel regional en la que permita indagar la presencia de microplásticos en las costas de las Regiones Autónomas y la variedad de estos.

Instar a la comuna a una mejor gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Bluefields, al igual que las comunidades aledañas y las comunidades por la ruta del río Escondido.

Adquirir equipos de fundamental necesidad para el estudio de microplástico en la región y fomentar a nivel universitario las investigaciones sobre el ciclo del microplástico.

VIII- REFERENCIAS

- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., & O'Connor, I. (18). Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. *JPI OCEANS*, 23.
- A. García-Chamero, C. M. (2020). Primera evidencia de microplásticos en la bahía de Cienfuegos. Cuba. *ecosistemas*, 1-8.
- Abbas, N. (11 de Abril de 2019). *Ecología Verde*. Obtido de https://www.ecologiaverde.com/queson-los-microplasticos-definicion-y-tipos-1543.html#anchor_1
- Aldana, D. (2022). Contaminación po Microplástico. *CIENCIA*, 6-7.
- Alicia Herrera, A. L. (2017). Los Microplásticos Amenaza de los Ecosistemas Marinos. *OKENOS*, 12-17.
- Alvarez, G. M. (2020). *DETECCIÓN Y MONITOREO DE MICROPLÁSTICOS EN SEDIMENTOS COSTEROS DE MARISMAS DE LA COSTA NORTE DEL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA*. Argentina .
- Amigos de laTierra*. (28 de marzo de 2019). Obtido de <https://www.tierra.org/un-estudio-revela-los-impactos-del-plastico-sobre-la-salud/>
- Andrady, A. (2011). Microplastics in the marine environment. *ELSEVIER*, 10.
- Antão , L., & Garcia , B. (2015). Microplastics in the marine environment: Current trends and future. *ELSEVIER*, 8.
- Baltazar Flores, D. C., & Reyes, Y. (2021). *Evaluación de la presencia de microplásticos en bivalvos marinos*. Perú.
- Barrows, A., Cathey, S., & Petersen, C. (2018). Marine environment microfiber contamination: Global patterns and the diversity of microparticle origins. *ELSEVIER*, 275-284.
- Bonilla, C., & Agullo, D. (2019). Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Scielo*, 10.
- Brenes Antonio, A. F. (Diciembre de 2013). *Instrumentos Económicos Para un Eficiente Manejo de los*. Obtido de https://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT-44_Instrumentos_Economicos_Para_un_Eficiente_Manejo_de_los_Desechos_Solidos.pdf
- Cabrera, D. (2018). *Determinación de la Presencia de Microplásticos en playas de Tenerife*. Las Canarias.
- Castañeda, R., Avlijas, S., Simard, A., & Ricciardi, A. (2014). Microplastic pollution in St. Lawrence River sediments. *NRC Research Press*, 1767-1771.
- Dalila, A. (18 de agosto de 2019). *Gobierno de Mexico*. Obtido de <https://conexion.cinvestav.mx/Publicaciones/afectan-micropl225sticos-en-fauna-marina#:~:text=Se%20ha%20demostrado%20que%20cuando,carne%20que%20consumen%20las%20personas.>

- De la Torrez, G., Apaza-Vargas, D., & Santillan, L. (2020). Ingestión de microplásticos y ecología alimentaria en tres especies de moluscos intermareales de Lima, Perú. *Scielo*.
- Ebanks Mongalo, B. F., Suárez Sánchez, J., Siu Estrada, E., Montoya Arguello, J. J., Mairena Valdivia, D. Á., Flores Pacheco, A., . . . Valencia Quintana, P. (2015). Concentración de plaguicidas en agua, sedimentos y ostiones (*Crassostrea rizophorae*) de la Laguna de Bluefields, RAAS, Nicaragua. *WANI*, 49 - 54.
- encolombia*. (07 de octubre de 2020). Obtido de <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/como-afecta-el-plastico/#:~:text=El%20pl%C3%A1stico%20afecta%20a%20la,tanto%20el%20consumo%20como%20la>
- Fimia, O. D. (2019). *Implicaciones de la Exposición de Microplástico en Salud Humana*. . España.
- Gabriel Enrique De-la-Torre, D. M.-V. (2020). Microplastic ingestion and feeding ecology in three intertidal mollusk species from Lima, Peru. *SciELO, (Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 67-71.
- Gallo, F., Fossi, C., Weber , R., & Nadal, A. (2018). Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. *Environmental Sciences Europe*, 2-14.
- García, S. (2008). REFERENCIAS HISTÓRICAS Y EVOLUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS. *Revista Iberoamericana de Polímeros García* , 71-80.
- Greenpeace España. (2016). Plástico en el pescado y el Mrisco. *Greenpeace*, 13.
- Hidalgo, V., Gutow, L., Thompson, R., & Thie, M. (2012). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Enviromental Scieces & Technology*, 3060-3075.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés “. (2017). PROTOCOLO DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE, MICROPLÁSTICOS EN AGUAS MARINAS SUPERFICIALES, SEDIMENTOS DE PLAYAS Y TRACTO DIGESTIVO DE PECES. *INVEMAR*, 21.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2017). PROTOCOLO PARA EL MUESTREO Y ANÁLISIS DE MICROPLÁSTICOS EN AGUAS MARINAS SUPERFICIALES, SEDIMENTOS DE PLAYAS Y TRACTO DIGESTIVO DE PECES. *INVEMAR*, 21.
- José Enrique Barraza, V. E. (2021). Microplásticos en agua superficial de la costa de El Salvador. *Realidad y Reflexión* , 140-155.
- Josseth Mhartin Díaz Domínguez, K. d. (2019). Microplásticos en las costas del Pacifico de Nicaragua. *Compromiso Social*, 51-60.
- Li, J., Yang, D., Li, L., Jabeen, K., & Shi, H. (2015). Microplastics in commercial bivalves from China. *ELSEVIER*, 190-195.
- López, F., & Fermin, I. (2019). MICROPLÁSTICOS EN EL AMBIENTE MARINO. *REVISIÓN, CIENCIA BÁSICAS Y TECNOLOGÍA*, 66-81.

- Mazariegos, C., Xajil, M., Blanda, E., & Delvalle, D. (2021). Ocurrencia de microplásticos en el tracto digestivo de peces de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Guatemala. *ECOSISTEMS*, 1-7.
- Mazarlego, C. H. (2021). *Evaluación de la contaminación por Microplástico en la Reserva Natural de Uso Multiple Monterrico*. Guatemala.
- Monica, M. (19 de septiembre de 2018). *FUTURO VERDE*. Obtido de <https://futuroverde.org/2018/09/19/los-plasticos-tambien-contaminan-el-aire-no-solo-el-oceano/#:~:text=El%20micropl%C3%A1stico%20puede%20escapar%20de,que%20se%20comen>
- Paul, M. A. (Martes 06 de Octubre de 2014). *DETECCIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN MEJILLÓN (Mytilus edulis) DE LA*. Obtido de <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2560/FV-33860.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Picardo, Á. (2017). Medición de micro partículas de plástico en las costas salvadoreñas, Playa Los Cóbanos. *AKADEMOS*, 24.
- Plastic Europe*. (9 de octubre de 2020). Obtido de <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/history>
- Rezania , S., Park, J., Md Din, M., Mat Taib, S., Talaiekhosani, A., Yadav, K., & Kamyab, H. (2018). Microplastics pollution in different aquatic environments and biota. *ELSEVIER*, 191 - 208.
- Rojo Nieto, E - Montoto. (Noviembre de 2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes*. Obtido de Edited by E. en Acción. Available at:
- Ruben, M. (2019). *Microplásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú* . Peru: PUCP .
- Sánchez-Soto, S. (2020). Depredación del ostión de mangle (*Crassostrea rhizophorae*) por la jaiba prieta (*Callinectes rathbunae*), en Tabasco, México . *REVISTA NICARAGÜENSE DE BIODIVERSIDAD*, 14.
- Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J., & Janssen, C. (2013). Microplastic pollution in deep-sea sediments. *ELSEVIER*, 5.
- Vasquez, D., Molina, a., & Duque , G. (2021). Distribución Espacial y Aumento a Través del Tiempo de Microplásticos en Sedimentos de la Bahía de Buenaventura, Pacífico Colombiano. *AquaDocs*, 27-42.
- Vidal, L., Molina, A., & Duque, G. (2021). Incremento de la contaminación por microplásticos en aguas superficiales de la bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *SciELO*, 113 - 132.
- Weinsteins, J., Croker, B. K., & Gray, A. D. (2016). FROM MACROPLASTIC TO MICROPLASTIC: DEGRADATION OF HIGH-DENSITY POLYETHYLENE, POLYPROPYLENE, AND POLYSTYRENE IN A SALT MARSH HABITAT. *SETEC PRESS*, 1632-1640.

Zarate, M., & Iannacone, J. (2021). Microplásticos en tres playas arenosas de la costa central del Perú. *ORIGINALES*, 123 -131.