



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

CARRERA DE BIOLOGÍA

CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE LA PRESENCIA DE
MICROPLÁSTICOS EN TRACTO DIGESTIVO Y MUSCULATURA DEL
Litopenaeus vannamei EN LAS ZONAS DE PALMAR Y SAN PEDRO

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención de título de:

Bióloga

Autoras:

Silvia Edith Marcillo Rosas

Nohely Jazmin Rivilla Mantuano

TUTORA

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez. PhD

LA LIBERTAD - ECUADOR

2022-2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE LA PRESENCIA DE
MICROPLÁSTICOS EN TRACTO DIGESTIVO Y MUSCULATURA
DEL *Litopenaeus vannamei* EN LAS ZONAS DE PALMAR Y SAN
PEDRO.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención de título de:

BIÓLOGA

AUTORAS:

Silvia Edith Marcillo Rosas

Nohely Jazmin Rivilla Mantuano

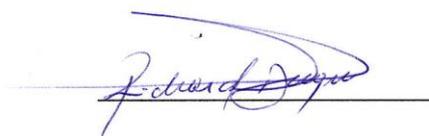
TUTORA:

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez. PhD

LA LIBERTAD-ECUADOR

2022-2023

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.

Decano

Facultad de Ciencia del Mar



Ing. Jimmy Villon Moreno, M.Sc.

Director

Carrera de Biología



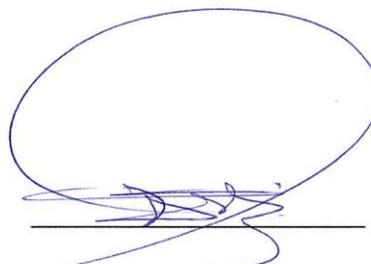
Blga. María Cornejo Rodríguez, PhD

Docente Tutora



Blga. Erika Salavarría Palma, PhD

Docente de área



Abg. Luis Alberto Castro Martínez, Mgs.

Secretario General

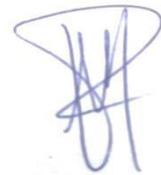
DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas, resultados expuestos en este trabajo de Integración curricular, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a Silvia Edith Marcillo Rosas y Nohely Jazmin Rivilla Mantuano y a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, UPSE.



Silvia Edith Marcillo Rosas

CI:0954909917



Nohely Jazmin Rivilla Mantuano

CI:1725489163

DEDICATORIA

A Dios mi padre celestial y creador de cada una de las cosas de las que formamos parte los seres humanos, por la vida que me obsequio, por haber logrado una de mis metas.

Les dedico este trabajo de investigación a mis amados padres, el Sr. Eddy Marcillo y la Ing. Silvia Rosas, por darme la vida y su apoyo incondicional y por haberme enseñado el camino correcto como ser humano.

A mi tutora de tesis: Blga. María Herminia Cornejo PhD., por su apoyo y colaboración durante todo este tiempo que ha durado el desarrollo de esta investigación.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron en el proceso de este trabajo de tesis.

Silvia Edith Marcillo Rosas

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios que ha sido la guía fundamental de cada paso que he dado y cada peldaño que he escalado.

A mi familia, iniciando por, mi Maru, mi Muñeco y mi papi Lucho (+) por dar el todo por y para que yo alcanzara mis metas y sea la mujer que soy.

A mis hermanos Gabo y Negra por no dudar nunca de mí y darme aliento cuando lo necesité durante este proceso.

A mi esposo el Ing. Ricky y mi hija, mi morena Noha bebé, que son mi motivo para ponerme de pie cada día y luchar contra todo para vernos felices.

A mi suegra Mayito por ser una segunda madre y ser un gran apoyo, además de abrirme las puertas de su familia y acogerme como una más.

A mis amigas Caro, Sharito y Tefa, por todo el tiempo que estuvimos separadas, pero a la distancia inseparables.

A la Blga. Mare por ser además de una excelente docente, una muy buena mentora y amiga, e inspirarnos a ser mejor cada día.

Se merecen esto y mucho más por ser las personas más importantes en mi vida, que con el marcar de los minutos han dejado huellas en mi alma, por el tiempo de ausencia y los buenos momentos vividos, no me queda más que decirles que los amo y todo este esfuerzo y sacrificio es suyo, así que tengo la gratitud y el honor de dedicarles este trabajo.

Nohely Jazmín Rivilla Mantuano

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien me otorgó fortaleza y perseverancia, para superar todos los obstáculos durante la realización de este trabajo.

A mi madre, Ing. Silvia Rosas, por inculcarme valores desde la infancia, enseñándome a nunca rendirme y siempre superar las barreras que la vida me puso por delante.

A mi padre Eddy Marcillo, por su soporte durante toda mi carrera universitaria.

A mis amigas y compañeros y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad

A mi Tutora Blga. María Herminia Cornejo, por haber guiado el desarrollo de este trabajo con sus conocimientos y recomendaciones para llegar con éxito a la culminación del mismo.

A todos los docentes de la UPSE, que me ayudaron y me brindaron sus conocimientos en mi etapa universitaria.

A la institución académica que me abrió sus puertas, para formarme como profesional de calidad y a su vez me dio la oportunidad de ampliar mis conocimientos.

Silvia Edith Marcillo Rosas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la fuerza, la paciencia y la asiduidad para realizar la presente investigación con firmeza y empeño, así mismo por la sabiduría para dominar los obstáculos encontrados durante la extensión del trabajo.

A mi Tutora Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD, por la paciencia, la dedicativa y la calidez para guiarme desde el origen de una idea, hasta la culminación del proyecto, también reconocer la pasión, optimismo y celeridad de su trabajo para con el trabajo.

A mis padres, Abg. Exy Rivilla P., Lcda. Mariuxi Mantuano D., y mi tío Luis Rivilla P., (+), por ser la guía profesional, moral y espiritual, quienes me han inspirado para dar lo mejor de mí en cada ámbito de mi vida y han hecho de la persona que soy hoy en día.

A mi esposo Ing. Ricky Guzmán C., y a mi hija Noha Guzmán R., por todo lo que dan cada día para hacerme feliz y todo el apoyo y la confianza que han depositado en mí y la convicción que poseen para animarme en momentos de debilidad.

A mis hermanos Gabriel Rivilla M., y Luz Rivilla M., quienes han apoyado mis insanas y mis aciertos sin titubear, además de ser la base de mis logros al pretender ser el ejemplo por superar con los suyos.

A mis docentes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por lo conocimientos depositados en mí, tengan la seguridad que como profesional no los decepcionaré.

Nohely Jazmín Rivilla Mantuano

CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN TRACTO DIGESTIVO Y MUSCULATURA DEL *Litopenaeus vannamei* EN LAS ZONAS DE PALMAR Y SAN PEDRO

Autores: Silvia Edith Marcillo Rosas
Nohely Jazmin Rivilla Mantuano

Tutor: Blga, María Herminia Cornejo Rodríguez. PhD

RESUMEN

Los microplásticos son una amenaza a nivel mundial que afecta a los ecosistemas marinos, donde estas pequeñas partículas de microplástico son ingeridos por las especies marinas al ser confundidas con alimento debido a las características que posee el microplástico. Se analizó la presencia de microplásticos en el tracto digestivo y la musculatura de *Litopenaeus vannamei*, en las muestras colectadas directamente de los pescadores en la Caleta de Palmar y San Pedro. Se muestreó 150 organismos en cada uno de los sitios, realizando la separación de la musculatura y tracto digestivo. Para la extracción de los microplásticos, se realizó digestión química con una solución de Hidróxido de sodio al 10%. Durante los tres meses de muestreo se observó que el morfotipo predominante fue el de fibra azul con 164 y 165 micropartículas para las estaciones de Palmar y San Pedro respectivamente. Los tamaños de los microplásticos que predominaron en el tejido muscular fueron de 1- 1.5 (mm) y 1.5 -2.5 (mm) correspondiendo a cada estación. El polímero con mayor frecuencia fue Polietileno de baja densidad en el músculo tanto para Palmar como para San Pedro, a pesar de que este porcentaje es mayor no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las dos áreas seleccionadas.

Palabras claves: Microplástico, Fibras, Morfotipo, *Litopenaeus vannamei*

CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN TRACTO DIGESTIVO Y MUSCULATURA DEL *Litopenaeus vannamei* EN LAS ZONAS DE PALMAR Y SAN PEDRO.

Autores: Silvia Edith Marcillo Rosas
Nohely Jazmin Rivilla Mantuano
Tutor: Blga, María Herminia Cornejo Rodríguez. PhD

ABSTRACT

Microplastics are a global threat that affects marine ecosystems, where these small particles of microplastic are ingested by marine species when they are confused with food due to the characteristics of the microplastic. The present investigation consists of analyzing the presence of microplastic in the digestive tract and the muscles of *Litopenaeus vannamei*, through the digestion method and the analysis of samples collected directly from fishermen in Caleta de Palmar and San Pedro. 150 organisms were sampled in each of the aforementioned sites, performing the separation of the musculature and digestive tract, for the extraction of microplastics, chemical digestion was carried out with a 10% sodium hydroxide solution which was carried out applying the methodology of (Lino & Borbor, 2019).

Regarding the physical properties, in the three months of sampling we noticed that in the intestine the predominant color and morphotype was blue fiber with 164 and 165 microparticles for the Palmar and San Pedro stations, respectively. The sizes of the microplastics that predominated in the muscle tissue were 1-1.5 (mm) and 1.5 -2.5 (mm) corresponding to each season. The polymer with the highest frequency was Low density polyethylene in the muscle for both Palmar and San Pedro, despite the fact that this percentage is higher, there were no statistically significant differences in the resulting data.

Keywords: Microplastic, Fibers, Morphotype, *Litopenaeus Vannamei*

ABREVIATURAS

PDE: Polietileno

LDPE: Polietileno de baja densidad

HDPE: polietileno de alta densidad

PP: Polipropileno

PS: Poliestileno

PET: Polietileno Tereftalato

PVC: Policloruro de Vinilo

μm : medida equivalente a la milésima parte de un milímetro (micras)

Mps: microplasticos

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acidificación: Proceso de producir un ácido o transformarse en un ácido.

Bentónico: Forma parte de bentos

Biodiversidad: Diversidad de la vida

Contaminación: Acción y efecto de contaminar.

Ecosistema: Seres vivos y seres no vivos que habitan en un lugar determinado.

Fragmento: Parte pequeña de un objeto que se divide en dos partes.

Foto-degradación: Alteración de materiales por efecto de la luz.

***Litopenaeus vannamei*:** Camarón patiblanco o langostino, especie de la familia Penaeidae.

Microplástico: Pequeñas piezas de plástico que contaminan el medio ambiente.

Macroplástico: Basura plástica de más de 5 mm de tamaño.

Partículas: Parte pequeña de una materia.

Polímeros: conjunto de macromoléculas orgánicas agrupadas en manómetros pueden ser moldeadas bajo el calor.

ÍNDICE ENERAL

RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUCCIÓN	1
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3 JUSTIFICACIÓN	5
4 OBJETIVOS	7
4.1 <i>Objetivo general</i>	7
4.2. <i>Objetivos específicos</i>	7
5 HIPÓTESIS	8
5.1. <i>Hipótesis alternativa (H1):</i>	8
5.2. <i>Hipótesis nula (Ho):</i>	8
6 MARCO TEÓRICO	9
6.1. <i>Microplástico</i>	9
6.2. <i>Clasificación del Microplástico</i>	10
6.2.1. <i>Microplásticos primarios</i>	11
6.2.2. <i>Microplásticos secundarios</i>	11
6.3. <i>Tipos de Microplástico</i>	11

6.3.1.	<i>Polietileno (PDE)</i>	11
6.3.2.	<i>Polipropileno (PP)</i>	12
6.3.3.	<i>Poliestileno (PS)</i>	12
6.3.4.	<i>Polietileno Tereftalato (PET)</i>	13
6.3.5.	<i>Policloruro de Vinilo (PVC)</i>	13
6.4.	<i>Microplástico de la cadena alimenticia</i>	13
6.5.	<i>Afectaciones a la salud humana</i>	14
6.6.	<i>Generalidades del Litopenaeus vannamei</i>	15
6.6.1.	<i>Clasificación Taxonómica</i>	15
6.6.2.	<i>Biología de Litopenaeus vannamei</i>	16
6.6.3.	<i>Distribución geográfica</i>	16
6.6.4.	<i>Importancia comercial</i>	16
6.6.5.	<i>Países con importancia comercial</i>	17
6.6.6.	<i>Pesca en Ecuador</i>	18
6.6.7.	<i>Flota pesquera</i>	18
6.6.8.	<i>Red de Arrastre de Camarón Blanco</i>	19
7	METODOLOGÍA	20
7.1.	<i>Tipos y diseño de investigación</i>	20

7.2. Diseño experimental	21
7.3. Metodología en laboratorio.....	21
7.4. Control de contaminación.....	21
7.5. Tratamiento de tejido blando con Hidróxido de sodio....	22
7.6. La separación de densidad con solución NaCl	22
7.7. Identificación y análisis de microplástico.....	23
7.8. Análisis de datos	23
8. RESULTADOS	24
8.1. Longitud total y Peso de Litopenaeus vannamei	24
8.2. Morfotipo y Color de los MPs presentes en Litopenaeus vannamei	26
8.3. Abundancia de microplástico según el tipo de polímero	30
8.4. Tamaño del microplásticos (micras)	34
9 DISCUSIÓN	36
10 CONCLUSIONES	40
11 RECOMENDACIONES.....	41
12 BIBLIOGRAFIA.....	42
13. ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación del plástico de acuerdo con su tamaño.....	9
Figura 2 Clasificación de microplásticos de acuerdo al color y la forma.	10
Figura 3 Taxonomía del <i>Litopenaeus vannamei</i>	15
Figura 4 Caleta de Palmar y San Pedro	19

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Toma de medidas morfométricas.....	51
Anexo 2 Disección del Camarón seleccionado	51
Anexo 3 Preparación del hidróxido de Sodio al 10 %	52
Anexo 4 Digestión de la musculatura y tracto digestivo.....	52
Anexo 5 <i>Toma de muestras de la zona pesquera palmar y San Pedro</i>	53
Anexo 6 imágenes Microscópicas de Microplástico encontrado en los camarones examinados	53
Anexo 7 Prueba de normalidad efectuadas en muestras de microplástico 1	54
Anexo 8 Prueba de normalidad efectuadas en muestras de microplástico 2	55
Anexo 9 cajas de bigote de acuerdo a los diferentes colores encontrados	55
Anexo 10 valores de data pertenecientes a tres meses de muestreo.....	56

1 INTRODUCCIÓN

Los microplásticos son partículas y fibras de plástico, considerados generalmente de un diámetro inferior a 5 milímetros; clasificación que abarca las nanopartículas que constituyen fragmentos de menos de 100 nanómetros. No obstante, no existen estándares establecidos para determinar el tamaño máximo de una partícula. (Pastor & Agulló, 2018) Estas partículas se clasifican en gran medida en base a sus características morfológicas: tamaño, forma y color, siendo el tamaño un factor particularmente importante para estudiar los microplásticos, porque es posible utilizarlo para establecer la medida en que los organismos pueden verse afectados. Existen diferentes registros de contaminación de organismos marinos por microplásticos, producto del desdoblamiento de plásticos que llegan al océano por medio de afluentes y por intervención antropogénica (FAO, 2017).

Estos microplásticos se alojan principalmente en el tracto digestivo como lo señalan Reyes (2021), Lino y Borbor (2019), en *Coryphaena hippuru*. Para el caso de crustáceos se ha observado la presencia de microplástico en el tracto digestivo de *L.vannamei*, *Pmuelleri* y *F. indicus* (Curren, Leaw, Lim & Leong, 2020). Así, en el caso específico de invertebrados, que tienen importancia comercial, tales

como los mejillones, las ostras, las almejas, el camarón pardo y el camarón blanco del Pacífico (YUNGA & Velez, 2021).

Por otro lado, en el zooplancton también se ha detectado la presencia de estas micropartículas, tal es el caso de copépodos, larvas de almejas y mejillones, los cuales, por medio de lixiviación, se contaminan por los aditivos añadidos a los polímeros para su duración como lo señalan Curren, Leaw, Lim y Leong (2020).

Mendoza y Mendoza (2020), comentan que los microplásticos, pueden ser también altamente contaminantes en la ingesta, a nivel toxicológico, ya que estas partículas son capaces de absorber y acumular tóxicos y compuestos persistentes en el mar como PBT, polibutileno, tereftalato, y por otro lado, comentan estos mismos investigadores que los microplásticos también se pueden constituirse como sitio de asentamiento de varios organismos y, bacterias que forman biopelículas que también pueden afectar a los organismos que las consumen (Wieczorek *et al.*, 2018).

En base a lo anterior, mediante el presente estudio, se propuso analizar la incidencia de los microplásticos, su vía de ingreso y permanencia en el camarón *Litopenaeus vannamei* ofertado en Palmar y San Pedro

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación por plásticos (micro, meso y macroplásticos), es cada vez más notoria, se puede apreciar hoy en día siete grandes islas de basura (plásticos en su mayoría), en los océanos, cada una de éstas contribuye a la alteración de los ecosistemas tanto costeros como oceánicos, dentro de la columna de agua y en los fondos marinos. Los microplásticos se degradan por efecto como la temperatura y mecanismos como el oleaje; además, estos desprenden contaminantes que causan la acidificación de los océanos y la pérdida de biodiversidad (Arroyo, 2020). Estas islas de basura se han observado principalmente con macroplástico, pero estos se degradan y fraccionan en partículas más pequeñas que se mezclan con microorganismos los cuales sirven de alimento para consumidores primarios y secundarios, afectándolos a través de su permanencia en el tracto digestivo y, por la degradación química de los mismos.

Debido a la mala gestión de los residuos o de su abandono, se estima que aproximadamente 8 millones de toneladas de plástico acaban en el océano cada año, lo que representa el 60-80 % de la basura marina, principalmente en forma de microplásticos (fragmentos de tan solo 5 mm). No se conoce la cantidad exacta de plástico en el océano, pero se estima que hay entre 5 y 50 billones de piezas de

plástico, sin incluirlas aquellas que se encuentran en el fondo marino o en las playas. Este es un problema global creciente Impactante (Greenpeace, 2016).

El camarón *Litopenaeus vannamei* es un producto importante de exportación, dentro de la economía ecuatoriana, por lo tanto, estudios relacionados a optimizar la calidad del mismo se tornan relevantes. Dado que este se alimenta por filtración en sus diferentes etapas de la vida, consumiendo microorganismos en varias de sus etapas de desarrollo, las micropartículas se vuelven fácilmente confundibles con sus presas. Es así como surge la necesidad de analizar la posible presencia de microplásticos en los camarones, determinando su tipo y posible composición y procesos de degradación.

3 JUSTIFICACIÓN

Las micropartículas de menos de cinco milímetros de diámetro se forman por degradación y descomposición de plásticos de mayor tamaño y, también son parte de muchos productos de belleza de higiene personal como pasta de dientes, jabones corporales, cremas exfoliantes, entre otros, produciendo, dado, su tamaño, de una u otra forma afectaciones al medioambiente y a la salud animal y humana y en general causando un desajuste en los ecosistemas (Prieto, 2020). Estas micropartículas, son incorporados a través de la cadena alimenticia desde los organismos de menor tamaño hasta el ser humano, para el presente caso y entre otros organismos, por medio de camarón.

Es importante considerar que el camarón es un habitante de la columna de agua durante sus primeros estadios de desarrollo (aproximadamente 2 días), donde se alimenta de plancton, posteriormente pasa a ser bentónico donde se alimenta de microorganismos como artemias o rotíferos y, en ambientes naturales de un biota constituida por nematodos, poliquetos, entre otros por lo que las probabilidades de que micropartículas ingresen a su organismo se incrementan al ocupar espacios dentro del ecosistema en los diferentes periodos de su desarrollo.

Litopenaeus vannamei se vende en los mercados de la provincia de Santa Elena, siendo consumidos por la población de forma directa casera o, a través de los restaurantes que ofrecen sus apetitosos platillos donde se incluye a dicha especie como oferta principal, en especial para los turistas. Estas micropartículas pueden alterar la inocuidad de los alimentos de diferentes formas como: contaminación química, es decir migración de sustancias tóxicas que se añaden a los plásticos durante su elaboración; contaminación biológica, como hábitat y transporte para bacterias y contaminación física o química y su consecuente acumulación en organismos vivos (Fabara, 2020).

Por otro lado, los efectos de la ingesta de alimentos que presentan estos compuestos no están completamente establecidos. En el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos efectuado en el 2017, se indica que los riesgos para la salud humana y en los ecosistemas han sido evaluados de forma marginal, pese a ello existe evidencias científicas que en los seres humanos y en la fauna acuática, estos contaminantes pueden provocar anomalías congénitas y trastornos del desarrollo (UNESCO, 2017).

El presente trabajo de investigación aportará con datos reales y veraces, acerca de la contaminación por microplásticos existente, en la cual se evidencia la presencia de estos y su traspaso por medio de la cadena alimenticia causando posibles daños a la salud humana y a la degradación de la biodiversidad.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Analizar la presencia de microplásticos en el hepatopáncreas, tracto digestivo y musculatura de *Litopenaeus vannamei*, mediante el método de digestión y el análisis de las muestras colectadas directamente de los pescadores en la Caleta de Palmar y San Pedro.

4.2. Objetivos específicos

- Establecer microscópicamente y porcentualmente la presencia y tipo de microplásticos en el tracto digestivo y musculatura del *L. vannamei*.
- Caracterizar el tipo de microplástico existente en *Litopenaeus vannamei*, en cuanto a su color, tamaño, densidad por medio de observación microscópica y prueba de densidad.
- Comparar la incidencia de microplásticos entre las zonas costeras de Palmar y San Pedro, mediante la interpretación de la data recolectada.

5 HIPÓTESIS

5.1. Hipótesis alternativa (H1):

Los microplásticos están presentes en el tracto digestivo y musculatura de *Litopenaeus vannamei*.

5.2. Hipótesis nula (H₀):

Los microplásticos no están presentes en el tracto digestivo y musculatura de *Litopenaeus vannamei*.

6 MARCO TEÓRICO

6.1. Microplástico

Los microplásticos son partículas y fibras de plástico generalmente un diámetro es inferior a 5 milímetros como se muestra en la (figura 1). Esta clasificación abarca las nanopartículas que constituyen fragmentos de menos de 100 nanómetros². Esas partículas se clasifican en gran medida en base a sus características morfológicas: tamaño, forma y color. El tamaño es un factor particularmente importante para estudiar los microplásticos porque indica la medida en que los organismos pueden verse afectados (Quiñonez, 2019).

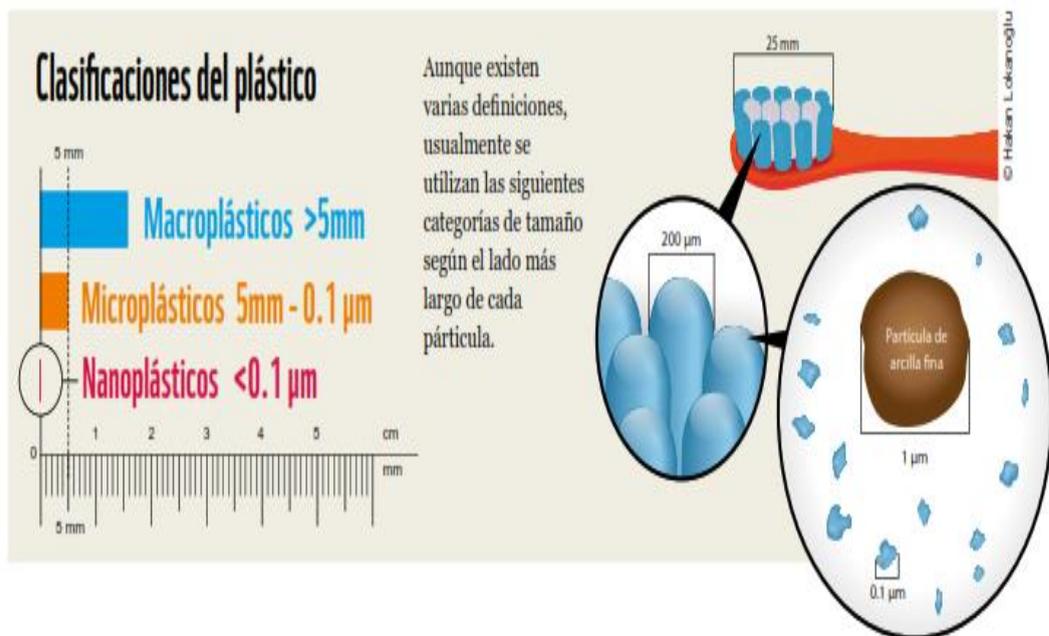


Figura 1 Clasificación del plástico de acuerdo con su tamaño

Fuente (Tekman *et al.*, 2022).

6.2. Clasificación del Microplástico

Los microplásticos se clasifican Primario y Secundario:

Estos según la forma pueden clasificarse en fragmentos, granulares, película, microesferas, fibras y espumas. Una característica que destaca en los microplásticos es su amplia variedad de colores, siendo los más comunes beige, blanco, negro, azul y verde como se puede apreciar en la (figura 2).

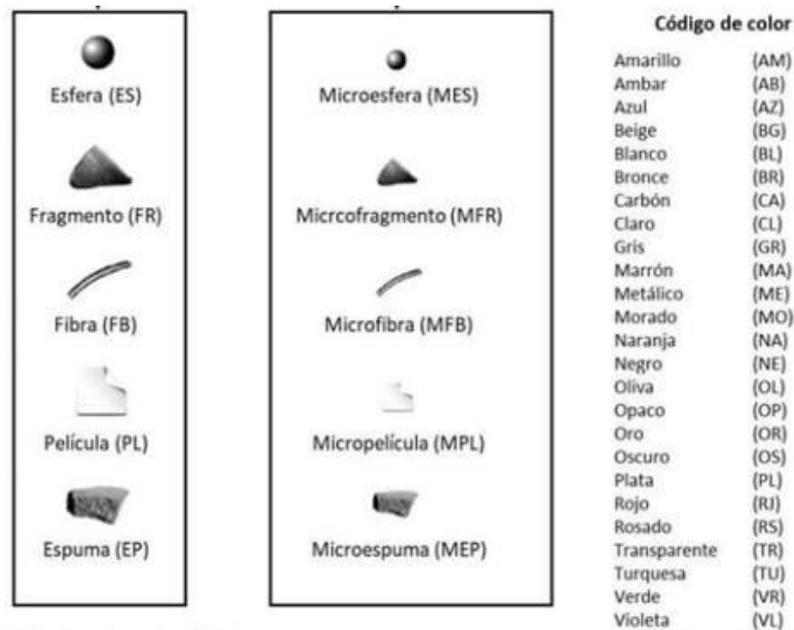


Figura 2 Clasificación de microplásticos de acuerdo al color y la forma.

Fuente: (Chacón, 2019).

6.2.1. Microplásticos primarios

Los microplásticos primarios son fabricados específicamente para ser utilizados en diferentes productos, se utilizan generalmente como limpiadores faciales y cosméticos; en algunos casos, han sido utilizados en la medicina como vector farmacológico. Además, en los Microplástico primarios están las microesferas y pellet que le dan las características del color y textura. Los Microplástico primarios se utilizan para crear los macroplásticos como por ejemplo pellet, se funden para obtener la forma del objeto del plástico (Monica, 2022).

6.2.2. Microplásticos secundarios

Los microplástico (MPs) secundario son fragmentos que se derivan de la descomposición de plásticos de mayor tamaño, siendo abundante debido a la degradación de la basura, microfibras textiles, surgen habitas marinos y terrestre (Sáenz, 2020).

6.3. Tipos de Microplástico

6.3.1. Polietileno (PDE)

En la Actualidad el polímero es el más utilizado a nivel mundial, a partir de él se fabrican muchos productos para uso diario como botellas y tapas, donde el PED

es un producto de resina de polimerización de etileno con dos niveles de densidad diferentes, Polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno de alta densidad (HDPE) (Villao, 2021). El Polietileno de baja densidad (LDPE), se produce a partir del etileno gaseoso a una alta presión y temperatura en presencia de un indicador de peróxido. El polietileno de alta densidad (HDPE), se realiza a baja presiones y temperaturas utilizando catalizadores Ziegler- Natta metaloceno u oxido de cromo activado.

6.3.2. Polipropileno (PP)

Es considerablemente para la fabricación de plástico moldeado de manera que las propiedades que presenta una excelente combinación de propiedades se presentan como peso ligero y resistencia al impacto. Son utilizados para vasos, fundas y cuerdas, tuberías (Caicedo, *et al*, 2017).

6.3.3. Poliestileno (PS)

Es un termoplástico Blanquecino, transparente o traslucido económico y duradero, fácil de moldear debido a la baja temperatura de fusión. Suele confundirse con el polietileno (PE), con este plástico se hacen bolsas de almacén, frasco de shampoo, guantes (Ocles, 2017).

6.3.4. Polietileno Tereftalato (PET)

Es un polímero termoplástico alto grado de cristalinidad. el 70 % de las fibras sintéticas son PET y utilizado en la producción de cuerdas para neumáticos y diversos productos de cuero y textiles. especialmente envases para la industria alimentaria. El polímero PET se presenta en dos estados amorfos y semicristalino (Francisco, 2017).

6.3.5. Policloruro de Vinilo (PVC)

Es un polímero altamente inflamable en presencia de oxígeno, más utilizado en la industria de la construcción por su versatilidad y propiedades que son: rigidez, resistencia química y resistencia a la ruptura, formado por sal común, petróleo o gas (Malave, 2018).

6.4. Microplástico de la cadena alimenticia

Los microplásticos se han encontrado en diversos alimentos consumidos por seres humanos (como cerveza, miel y sal de mesa). Sin embargo, la mayoría de los estudios científicos existentes tratan de su presencia en mariscos, convirtiéndolos

en la fuente mejor conocida de microplásticos a los cuales se expone el ser humano. A pesar de que los filetes de pescado y los peces grandes son dos de los productos más consumidos de la pesca, estos no constituyen las fuentes más probables o significativas de microplásticos, dado que no se suelen consumir los intestinos de estos, donde se encuentra la mayoría de los microplásticos. Sin embargo, las pequeñas especies de peces, los crustáceos y los moluscos que se consumen enteros, sin eliminar el tracto digestivo, representan la principal fuente de preocupación con respecto a la exposición a microplásticos a través del consumo de productos pesqueros y acuícolas (FAO, 2017).

6.5. Afectaciones a la salud humana

La toxicidad de varios aditivos y contaminantes asociados con los microplásticos que se pueden encontrar en mariscos está bien establecida, y se conoce que el riesgo para la salud humana ligado al consumo de pescado y productos de acuicultura es insignificante. Sin embargo, no se ha evaluado la toxicidad de los monómeros y polímeros más comunes de plástico ni de algunos aditivos plásticos más comunes en mariscos (Quiñonez, 2019).

Aunque está bien documentado que los residuos de plástico pueden formar sustratos para varias comunidades microbianas (Curren, Leaw, Lim, & Leong, 2020), faltan datos suficientes para incluir patógenos en cualquier evaluación de riesgo de exposición a los microplásticos a través del consumo de marisco

6.6. Generalidades del *Litopenaeus vannamei*

6.6.1. Clasificación Taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Clase: Malacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata

Infraorden: Caridea

Familia: Penaeidae

Género: *Litopenaeus*

Especie: *vannamei*



Figura 3 Taxonomía del Litopenaeus vannamei

Fuente: (Colorado, s.f.)

6.6.2. Biología de *Litopenaeus vannamei*

Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que la post-larva migra a las costas a pasar la etapa juvenil, la etapa adolescente y pre adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares. Los machos maduran a partir de los 20 g y las hembras a partir de los 28 g en una edad de entre 6 y 7 meses como se muestra en la (figura 3). Cuando *L. vannamei* pesa entre 30 y 45 g libera entre 100 000 y 250 000 huevos de aproximadamente 0,22mm de diámetro (Acuícola, 2023).

6.6.3. Distribución geográfica

El camarón blanco es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. *Litopenaeus vannamei* se encuentra en hábitats marinos tropicales. Varios autores aseguran que es nativa costa oriental del Pacífico (Vergara, 2021).

6.6.4. Importancia comercial

En Ecuador más del 90% de la acuicultura corresponde al cultivo del camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). Según las cifras del Banco Central en el 2020, el Ecuador exportó 688 mil toneladas de camarón generando 382353 millones de dólares por concepto de generación de divisas para el país, lo que

representa el 25.53% de las exportaciones no petroleras y un 18.90% de las exportaciones totales (AQUACULTURA #139, 2021).

Inicialmente las exportaciones de camarón ecuatoriano se destinaban casi exclusivamente a los Estados Unidos. El sector se propuso diversificar los mercados de destino y actualmente posee tres mercados perfectamente definidos: Estados Unidos, Europa y Oriente. Adicionalmente se está comercializando el camarón ecuatoriano en otros países de América, como Chile, Bolivia, Colombia y Uruguay (CNA, 2022).

6.6.5. Países con importancia comercial

La producción mundial de camarones de cultivo alcanzó casi 4 millones de toneladas en 2020, con un aumento del 3 al 5 por ciento con respecto a 2019, los principales países productores de camarón son Asia, China, Indonesia, Taiwán, Vietnam entre otros, cuyo producto es considerado de menor calidad que el ecuatoriano por usar antibióticos en la producción acuícola de camarón y sus sistemas productivos (Gonzabay-Crespin *et al.*, 2021).

En la actualidad la mayoría de los países buscan llegar con acuerdos comerciales para que sus productos tengan preferencias arancelarias, como es el caso de Tailandia la principal competencia camaronera para Ecuador, que busca llegar a un acuerdo comercial con la Unión Europea (Torres, 2019) .

6.6.6. Pesca en Ecuador

La plataforma continental ecuatoriana es rica en recursos pesqueros que explotados correctamente pueden maximizar la economía de los pueblos costeros. Desde hace algunos años, existe una interacción negativa entre la flota de arrastre camaronero y la flota artesanal, debido a la utilización de áreas comunes de pesca, lo cual sumado a que la pesca acompañante (peces demersales) durante las maniobras de arrastre, son el objetivo de pesca de la flota artesanal, generándose conflictos recurrentes que impiden el normal desenvolvimiento de las labores pesqueras en ciertas zonas (Situacional, s/f).

6.6.7. Flota pesquera

Estas embarcaciones tienen casco de madera en su gran mayoría, al 2006 solamente 2 embarcaciones eran de acero. Más del 85% fueron construidas entre 1950 y finales de los 70's, las primeras fueron traídas del Golfo de México y al iniciar los 60's comenzaron a ser construidas artesanalmente en astilleros de la costa ecuatoriana. Sus características Eslora: 13.11-32.62 m; Manga: 3.85-7.42 m; Puntal: 1.73-3.90 m; Calado: 1.40-3.23 m, motores estacionarios de 200 a 450 HP, y una autonomía entre 15 a 22 días de viaje (Situacional, s/f).

6.6.8. Red de Arrastre de Camarón Blanco

Fabricadas en polietileno o poliamida, con relinga superior entre 60' y 80' (moda = 75'), tamaños de malla de 2" en el cuerpo de la red y 1 3/4 " en el copo, son aparejadas con dos tangones (puertas) de 20 pies de largo (8½' x 46"). Diseñadas de tal manera que se despliegan en forma horizontal contra la resistencia de la corriente del agua. La longitud total de la red (desde el inicio de las alas de la relinga superior, hasta el final del copo), fluctúa entre 30 y 35 m. El ojo de malla en toda su extensión o parte principal es de dos pulgadas y de 13/4 pulgadas en el copo (Situacional, s/f).

7 METODOLOGÍA

7.1. Tipos y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, fundamental y practica y se llevó a cabo con información obtenida de fuentes bibliográficas científico-técnicas y de divulgaciones referentes al tema del proyecto. Así como también de muestras obtenidas en las caletas de Palmar y San Pedro ($01^{\circ}56'10.6''$ S $080^{\circ}47'21.9''$ W), entre octubre 2022 y enero 2023 (Figura 4).

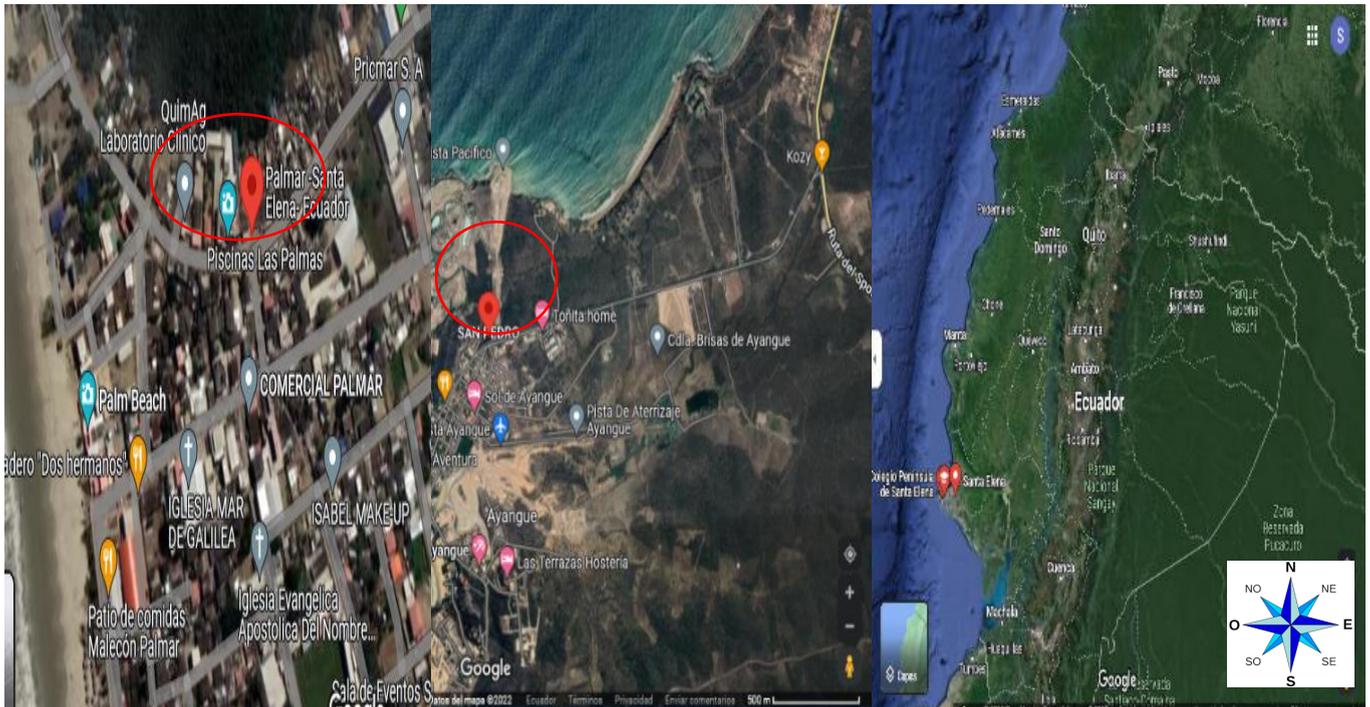


Figura 4 Caleta de Palmar y San Pedro

Fuente: Google Earth, 2023

7.2. Diseño experimental

Las salidas de campo se realizaron cada 15 días y se adquirió por cada muestreo 60 ejemplares de la especie *Litopenaeus vannamei* silvestre dividiéndolos en 30 para la caleta Palmar y 30 para San Pedro, durante 3 meses de noviembre a Enero. Las muestras se trasladaron en una hielera a temperatura de 4°C, al laboratorio para posterior observación y análisis de la presencia de microplásticos.

7.3. Metodología en laboratorio

Se pesó y midió cada individuo, debidamente enumerado y se colocó en una bandeja limpia de plástico. El tracto gastrointestinal y muscular se extrajo usando pinzas, tijeras y bisturí lavadas previamente con agua destilada después de procesar cada lote de camarones, para evitar la contaminación de la muestra. Estas estructuras también fueron lavadas con agua destilada y colocadas en cajas Petri para su posterior examen, en un microscopio Único.

7.4. Control de contaminación

Durante la investigación, los camarones se diseccionaron y procesaron en una cabina de aire limpio para reducir la contaminación. Se utilizó ropa de algodón, batas de laboratorio y guantes de nitrilo. Las superficies de trabajo y las herramientas como bandejas de plástico, cucharas y pinzas se limpiaron con etanol.

al 70% y luego se enjuagaron con agua destilada antes de su uso. En la medida de lo posible, se utilizó artículos de vidrio y metal para reducir la introducción de plástico del entorno.

Para cada muestra de camarón, se realizó un control de extracción. Este control se llevó a cabo colocando la muestra dentro de la cabina de aire limpio mientras se llevaron a cabo los procedimientos experimentales, para tener en cuenta la contaminación por microplástico del aire circundante. Las soluciones de hipoclorito de sodio y cloruro de sodio se filtraron usando un 0.22 μm por medio de papel filtro (Merck, Millipore) antes de su uso.

7.5. Tratamiento de tejido blando con Hidróxido de sodio.

Para la extracción de los microplásticos de los camarones se utilizó 10 % de hidróxido de sodio filtrado, se agregó 50ml de NaOH a cada vaso precipitación de vidrio para romper el tejido blando, usándolo como digestor de tejido mas no de los polímeros (Karami *et al.*, 2017). Los vasos se cubrieron con aluminio sobre una superficie plana a temperatura ambiente durante 48 horas. El procedimiento fue realizado a cada órgano (tracto digestivo y musculatura), por individuo.

7.6. La separación de densidad con solución NaCl

Se agregaron 50ml de solución salina de 1,2g/ml de cloruro de sodio prefiltrado al vaso de vidrio que contenía materia de camarón digerida para la por densidad de

microplásticos (Hidalgo-Ruz, *et al.*, 2012; Li, *et al.*, 2015). Se utilizó un agitador de vidrio y se dejó en reposo durante 24 h, lo que permitió la separación de los microplásticos menos densos de la materia orgánica más densa, se retiró y se colocó sobre placas de vidrio (porta objetos y cajas Petri) limpias para observación microscópica y la toma de datos.

7.7. Identificación y análisis de microplástico.

Los microplásticos obtenidos fueron identificados mediante observación microscópica y se evaluaron visualmente, esto ayudó a categorizar en varios morfotipos como: fibras, esferas, películas o fragmentos, dependiendo de las características físicas de cada uno de los microplásticos, y al mismo tiempo se llevó el registro y la cuantificación del número de estos.

7.8. Análisis de datos

La información colectada se registró en una hoja de cálculo de Excel, donde se clasificó los datos en base a la abundancia y tipos de microplásticos encontrados en el camarón *L. vannamei*. Se utilizó inicialmente el análisis de varianza unidireccional (ANOVA), acompañado del HSD de Tukey, con nivel Minitad 19. de significancia del $p > 0.05$. Las comparaciones y análisis fueron valorados con tres cifras significativas cuando fue necesaria alguna corrección.

8. RESULTADOS

8.1. Longitud total y Peso de *Litopenaeus vannamei*

Se analizaron un total de 300 individuos en dos estaciones de muestreo (Palmar y San Pedro) de *Litopenaeus vannamei* en un período de 3 meses. El rango de tallas estuvo presente en especímenes entre 10.1 – 17.3 cm de Longitud total (LT) con una media 14.6 cm para la estación de Palmar, en cambio para la estación de San Pedro el rango de tallas se encontró 10 – 17.6 cm de Longitud Total (LT). Para la primera estación la talla más frecuente fue de 14 cm (12.67 %) seguido de 12.9 cm (9.33 %), es decir con 38 y 28 individuos respectivamente, a diferencia de la segunda estación en la que la talla 14 cm en 42 individuos (13.9%) fue la talla con más frecuencia registrada, así 14.5 cm y 12 cm con 8.61 % y 6.29 % pertenecientes a 26 y 19 individuos respectivamente (Gráfico 1).

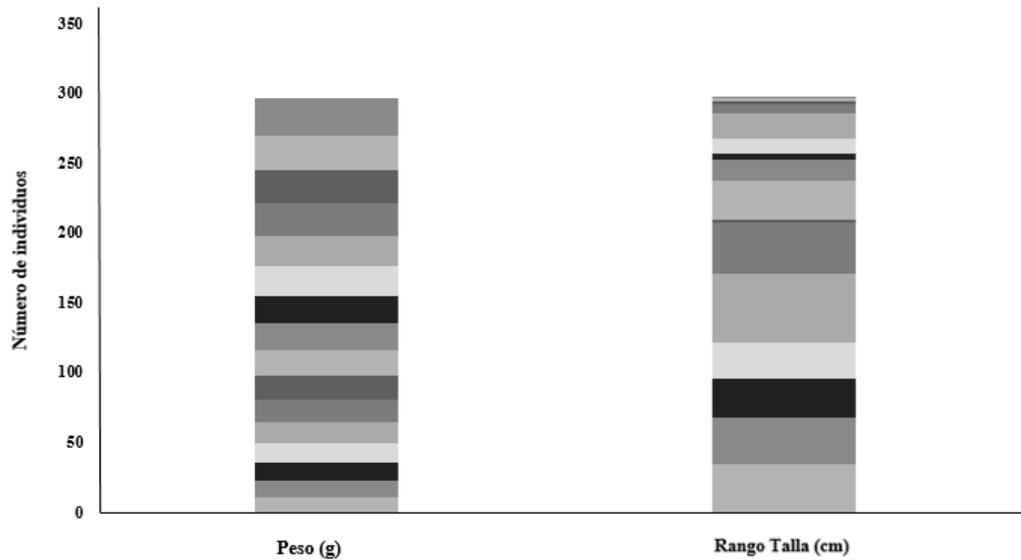


Gráfico 1 Frecuencia de tallas (Longitud total) y pesos de los individuos colectados de *Litopenaeus vannamei* (Estación Palmar)

En cuanto al peso, ambas estaciones presentaron individuos de rangos entre 10 – 26 gramos con valores promedio de 15 y 16 gramos respectivamente. Para la estación de Palmar 50 individuos presentaron el peso con más frecuencia 55.56 % (15 gramos), seguido de 13, 18, 21 gramos con el 8.89 % de frecuencia (28.27 y 11 individuos cada uno). Para la estación de San Pedro 13 y 17 gramos fueron los más frecuentes en cuanto a peso con 60 individuos cada (66.67%) (Gráfico 2).

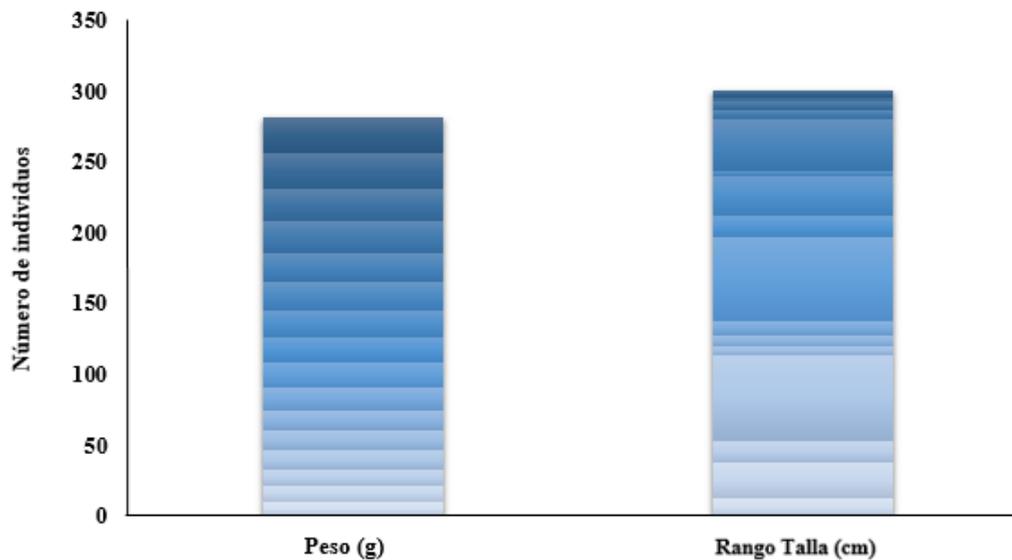


Gráfico 2 Frecuencia de tallas (Longitud total) y pesos de los individuos colectados de *Litopenaeus vannamei* (Estación San Pedro)

8.2. Morfotipo y Color de los MPs presentes en *Litopenaeus vannamei*

Para las estaciones de muestreo predominó en su totalidad la fibra, por lo que se dividieron en dos partes las zonas de los organismos donde se contabilizaban a las mismas (músculo e intestino). Por lo que, la de color azul fue la más predominante durante los 3 meses de muestreo en los intestinos de los individuos muestreados con 164 y 175 micropartículas, respectivamente, para las estaciones de Palmar y San Pedro. Sin embargo, el morfotipo transparencia fue dominante durante el mes de enero para ambas estaciones contabilizándose 20 y 32 micropartículas respectivamente (Gráficos 3 y 4). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los datos ($P > 0.05$).

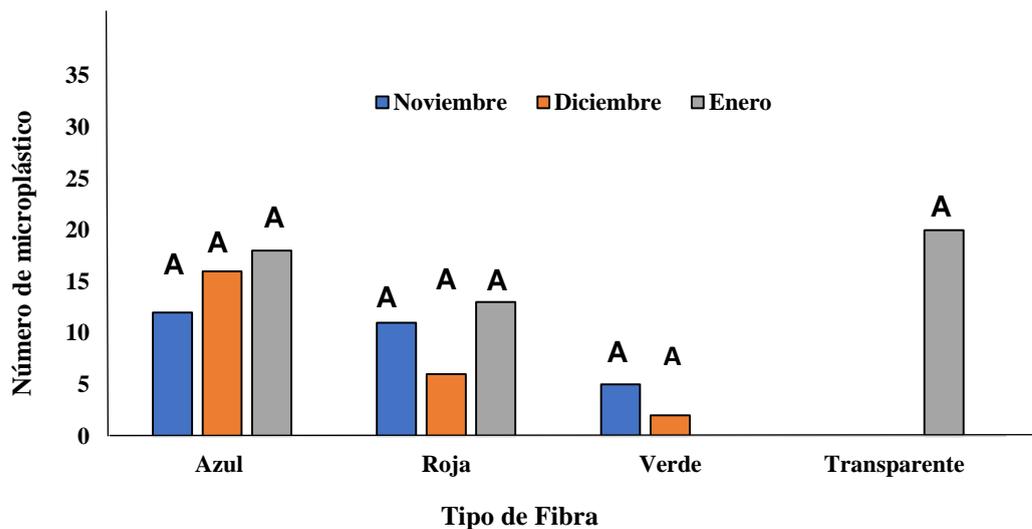


Gráfico 3 Número de microplástico según la forma y color encontrados en el intestino de individuos colectados de *Litopenaeus vannamei* (Estación Palmar). Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P>0.05$).

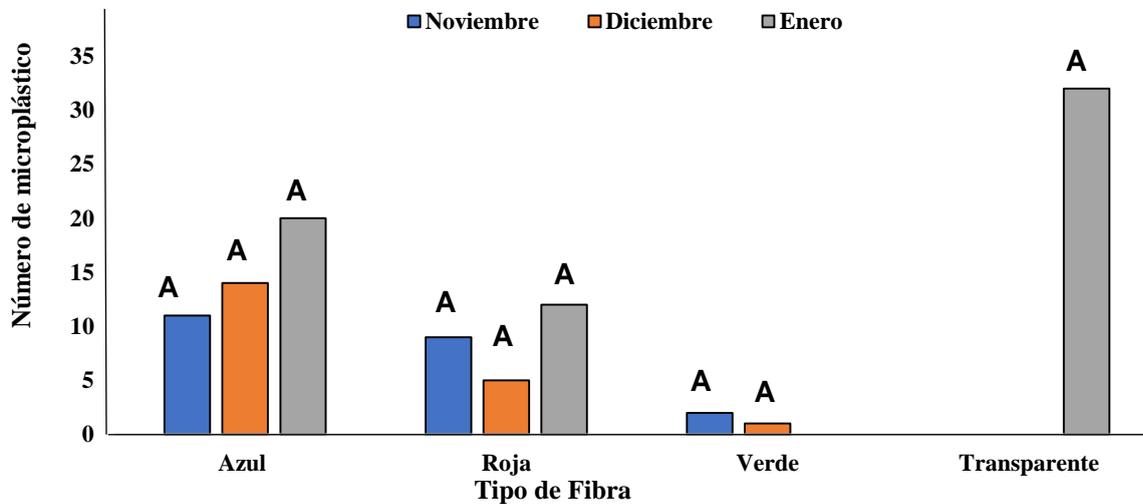


Gráfico 4 Número de microplástico según la forma y color encontrados en el intestino de individuos colectados de *Litopenaeus vannamei* (Estación San Pedro). Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P>0.05$).

Así mismo, la fibra de color azul fue la más predominante durante los 3 meses de muestreo en el músculo de los individuos muestreados con 164 y 171 micropartículas respectivamente para ambas estaciones de estudio (Gráficos 5 y 6). No obstante, según el análisis de Minitap19, no existieron diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre los datos del color verde con los demás colores y morfotipo en la primera estación presentó significativamente entre el morfotipo azul, rojo y verde.

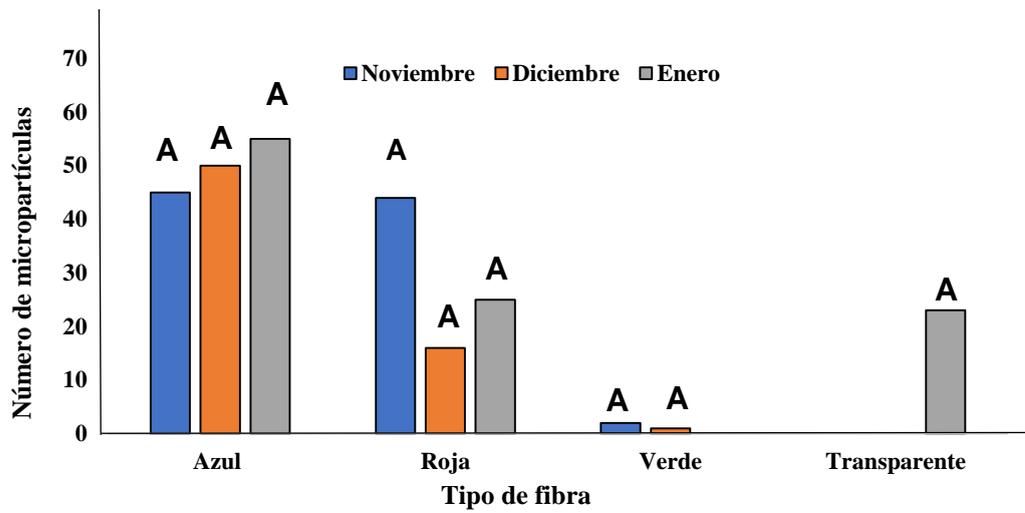


Gráfico 5 Número de microplástico según la forma y color encontrados en el músculo de individuos colectados de *Litopenaeus vannamei* (Estación Palmar). Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P > 0.05$).

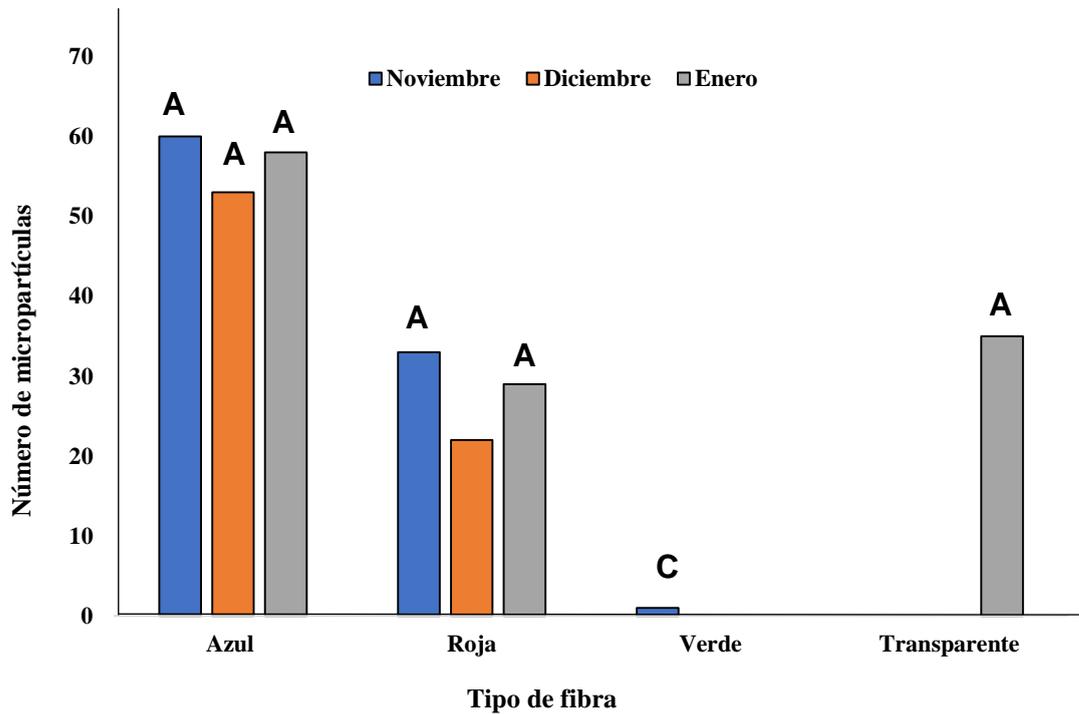


Gráfico 6 Número de microplástico según la forma y color encontrados en el músculo de individuos colectados de *Litopenaeus vannamei* (Estación San Pedro). Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P > 0.05$).

8.3. Abundancia de microplástico según el tipo de polímero

La prueba de densidad permitió determinar que de los polímeros extraídos fue LDPE (Polietileno de baja densidad) el más predominante al localizarse en porcentajes altos para la zona muscular de los individuos para el mes de noviembre (90%) (Gráfico 9), diciembre (65%) (Gráfico7) y enero (100 %), respectivamente, para la estación de Palmar. El Polietileno de alta densidad se encontró en bajo porcentaje durante todos los meses de estudios (Gráfico 8). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los datos ($P>0.05$)

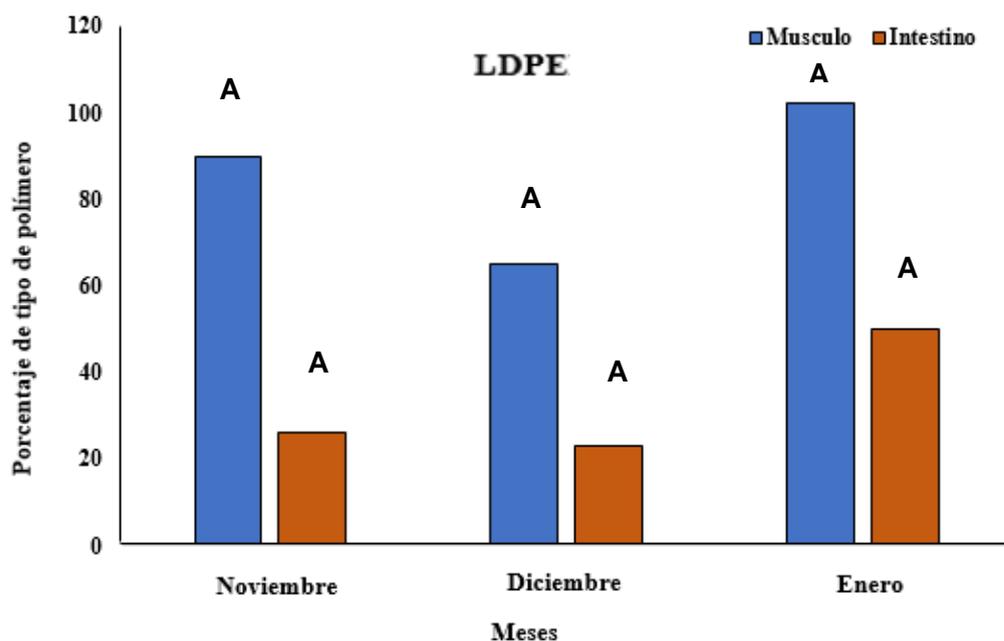


Gráfico 7. Porcentaje de Polietileno de baja densidad encontrado en *Litopenaeus vannamei* (Estación Palmar) durante los meses de estudio. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P>0.05$). LDPE: Polietileno de baja densidad

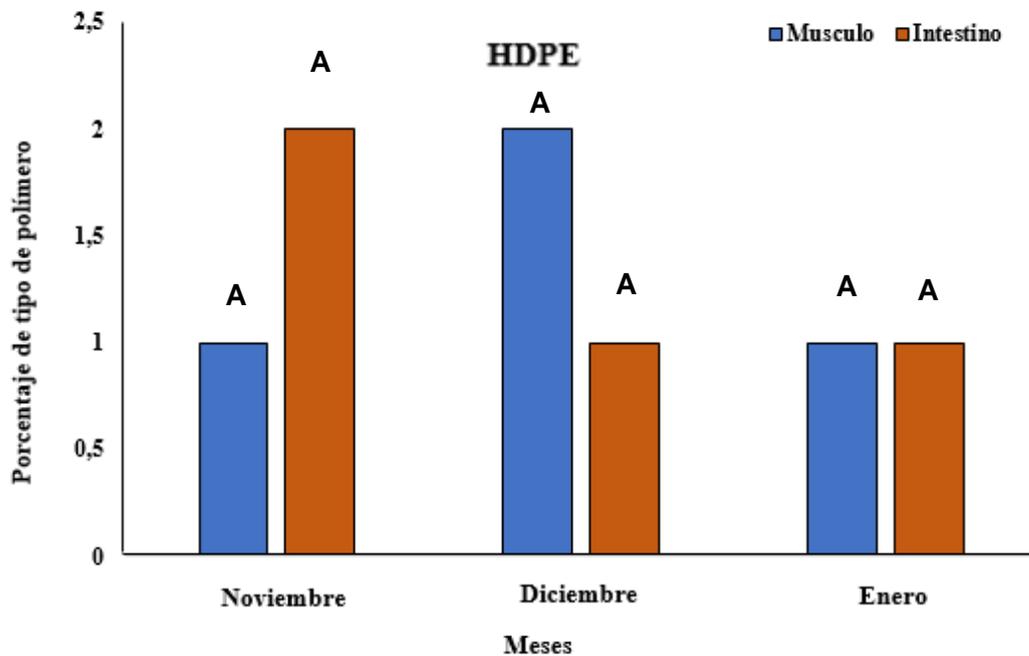


Gráfico 8. Porcentaje de Polietileno de alta densidad encontrado en *Litopenaeus vannamei* (Estación Palmar) durante los meses de estudio. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P > 0.05$). HDPE: Polietileno de alta densidad.

Así también, de los polímeros extraídos fue LDPE el más predominante para la estación de San Pedro al observarse en porcentajes altos para la zona muscular de los individuos para el mes de noviembre (92%), diciembre (74%) (Gráfico 9) y enero (100 %) respectivamente. El Polietileno de alta densidad se encontró en bajo porcentaje durante todos los meses de estudios (Gráfico 10). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los datos ($P > 0.05$).

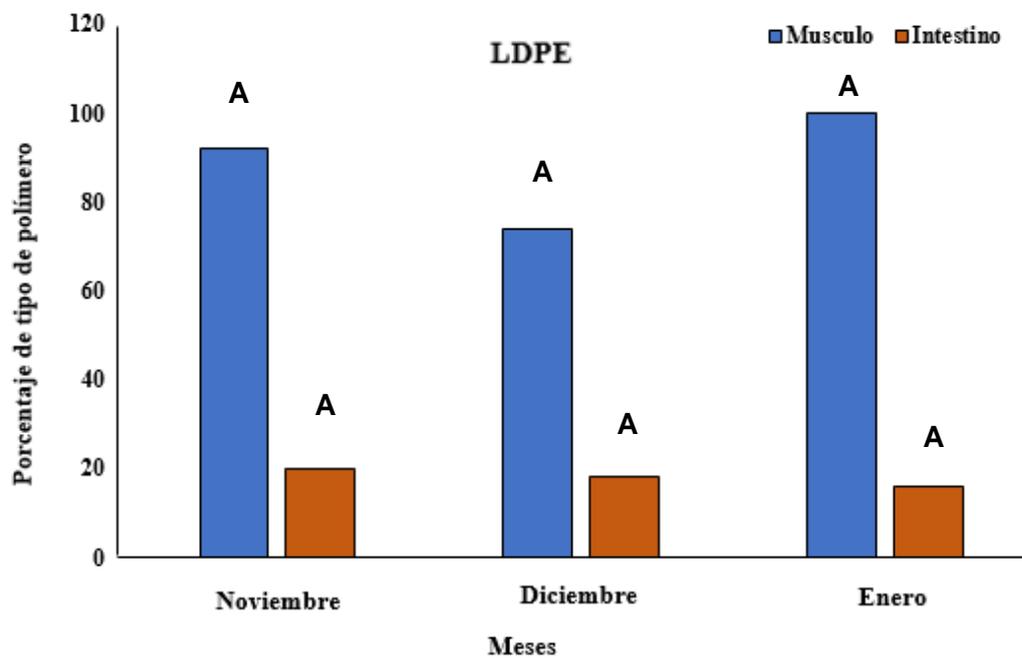


Gráfico 9. Porcentaje de Polietileno de baja densidad encontrado en *Litopenaeus vannamei* (Estación San Pedro) durante los meses de estudio. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P > 0.05$). LDPE: Polietileno de baja densidad

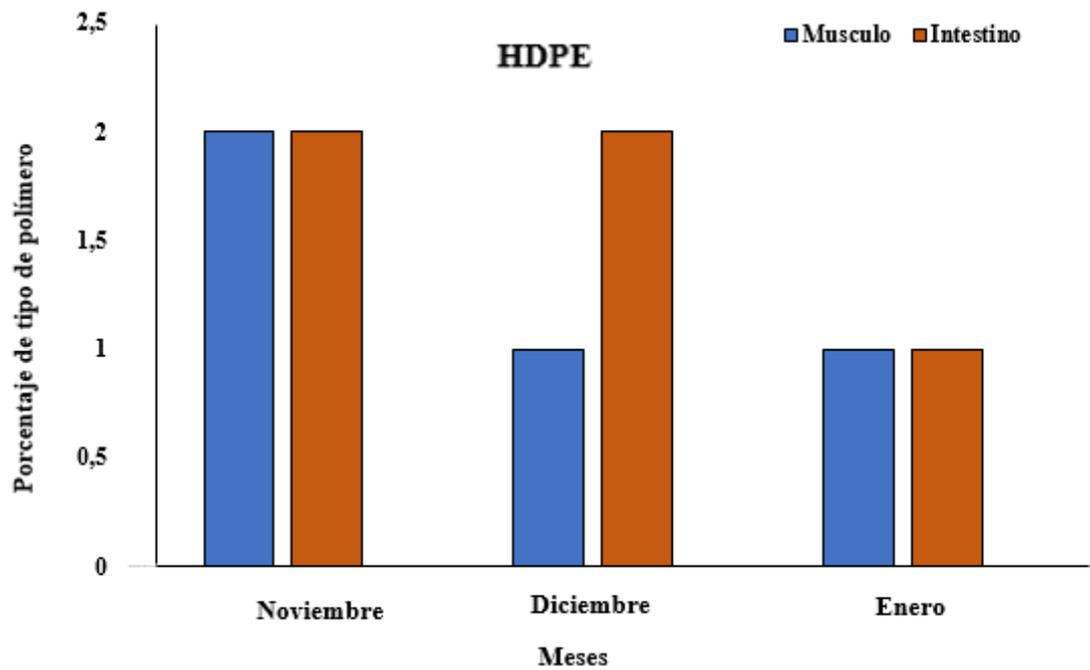


Gráfico 10. Porcentaje de Polietileno de alta densidad encontrado en *Litopenaeus vannamei* (Estación San Pedro) durante los meses de estudio. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P > 0.05$). HDPE: Polietileno de alta densidad.

8.4. Tamaño del microplásticos (micras)

Los microplásticos son considerados como partículas pequeñas y fibras de plástico con un diámetro inferior a 5 milímetros. Por lo que, se encontró que en el músculo *Litopenaeus vannamei* acumuló mayor microplástico en los rangos de 1-1.5 (mm) y 1.5-2.5 (mm) (221 y 261 muestras en total) para el Palmar (Gráfico 11). Para San Pedro se manifestó que los mismos rangos de 1-1.5 (mm) y 1.5-2.5 (mm) (291 y 237 muestras en total) fueron mayores en el músculo de la especie en cuestión (Gráfico 12). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los datos ($P>0.05$).

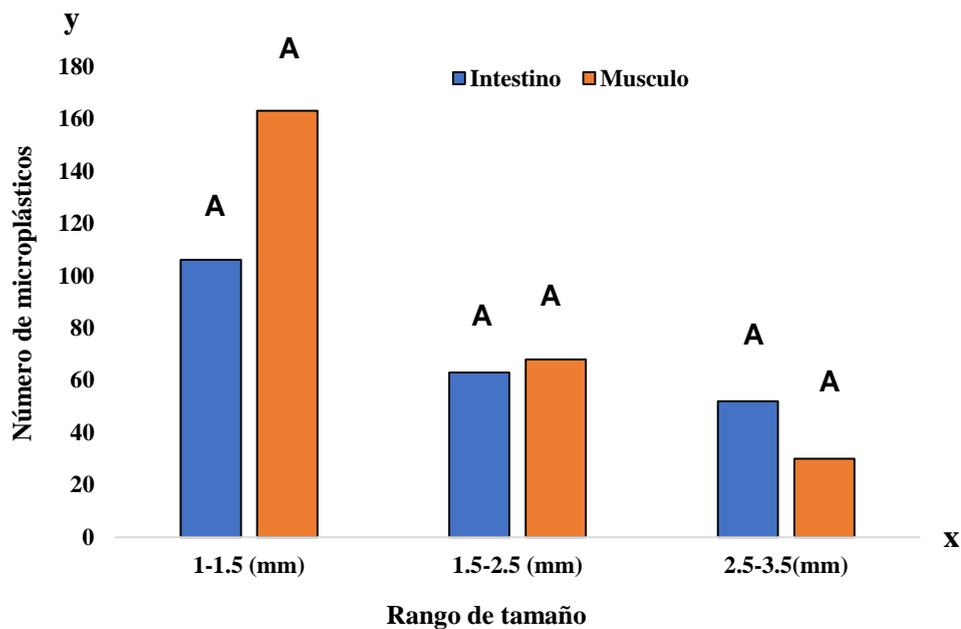


Gráfico 11 Tamaño de microplástico objetos de estudio hallados en músculo e intestino de *Litopenaeus vannamei* (Estación Palmar) durante el mes de enero. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P>0.05$).

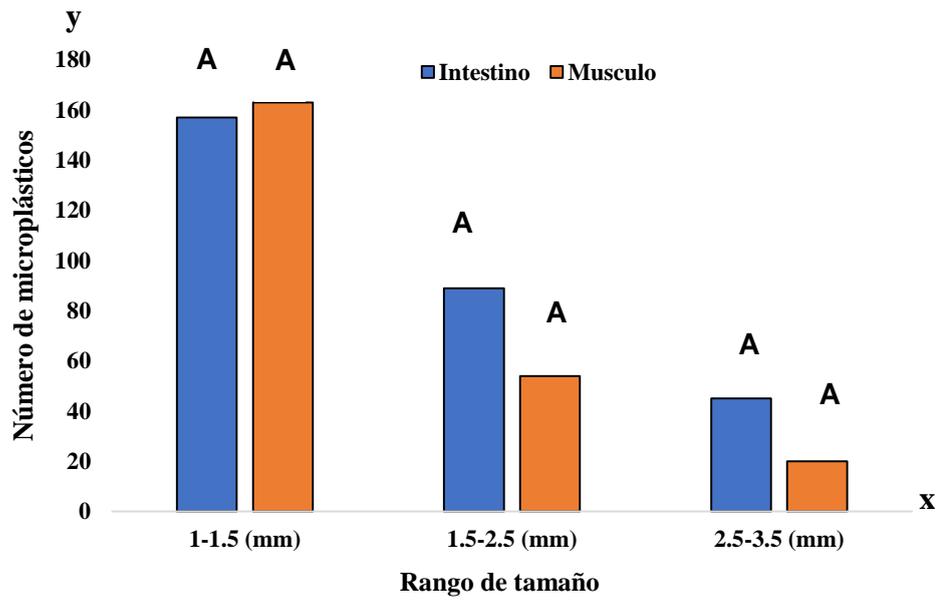


Gráfico 12 Tamaño de microplástico objetos de estudio hallados en músculo e intestino de *Litopenaeus vannamei* (Estación San Pedro) durante el mes de enero. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los datos según test a posteriori de Tukey ($P > 0.05$).

9 DISCUSIÓN

Rojo y Montoto (2017), determinaron en su estudio que, del total de basura plástica generado a nivel mundial, sólo el 10% forma parte en la contaminación de los mares, el mismo que se degrada y llegar a ser parte del alimento (no digerible), de la fauna y flora del ecosistema marino. Así también, dentro de algunos usos que dan los pescadores a los plásticos o subproductos es para la fabricación artesanal de boyas, jaulas o herramientas para la pesca o materiales fabricados con plásticos para el transporte o distribución de la pesca y productos de la actividad pesquera. Estos productos utilizados se fragmentan por la acción de los factores climatológicos o físico-químicos ampliando la posibilidad de ser ingeridos por las especies marinas.

En el presente estudio se encontró fibras de diversos colores y transparentes en músculo e intestino de *Litopenaeus vannamei*, siendo predominantes las fibras azules y transparentes durante los meses de estudio, lo que se relaciona con los hábitos alimenticios de *Litopenaeus vannamei*. Autores como Abidli *et al.* (2018), mencionan que los ambientes acuáticos pueden cambiar de tonalidad por la presencia de los polímeros usados en los microplásticos, además que al observar fibras transparentes se concluye que provienen de las rupturas en líneas de pesca, mientras, que, si se presenta una coloración baja, son el resultado de la fragmentación o abrasión de los productos plásticos.

Hay que señalar que los microplásticos que se usan en un amplio rango de productos se han ido fabricando con una gran variedad de tipos y formas en función de sus aplicaciones. Así, por ejemplo, las fibras pueden considerarse que provienen de las cuerdas y ropa que forma parte de la contaminación de desechos sólidos en los mares. De igual manera, las fibras provienen de la degradación de desechos sólidos como cabos, piolas y sacos utilizado por los pescadores y turistas en las playas (García, 2019). Macías (2021), encontró durante su estudio un total de 25 piezas de plástico en individuos examinados, siendo el *Scomber japonicus* el que presentó la mayor cantidad de microplástico 15 piezas registradas, a diferencia del presente estudio que se encontró 221 y 251 muestras en total en la parte muscular analizada en la estación Palmar y en la estación de San Pedro 291 y 236 muestras en total.

Por otro lado, en FAO (2017), se señala que entre los principales polímeros de los microplásticos están el polietileno, poliéster, polivinilo, propileno esto como resultado de la fabricación de plástico a nivel mundial, siendo muy diversa la cantidad de plásticos que pueden llegar a los mares, siendo este estudio que detectó LDPE: Polietileno de baja densidad y HDPE: Polietileno de alta densidad

Polietileno de baja densidad (LDPE) fue más predominante al localizarse en ambas estaciones en la parte muscular de los especímenes extraídos y si se compara con el estudio publicado por Macías (2022), la situación es similar ya que en la especie estudiada *Scomber japonicus*, dicho polímero fue el más

abundante en el estudio realizado en noviembre del 2021 y junio del 2022, según la autora las corrientes arrastran más microplásticos al océano durante la época seca.

La abundancia del Polietileno de baja densidad, en el ambiente pelágico se asume, se debe a que la baja densidad de este polímero hace que este prevalezca en las aguas superficiales por más tiempo y termine siendo ingerido por la especie pensando es parte del alimento convencional al que están acostumbrados. Además, puede ser que más mareas actúen en cierta medida en la distribución de los microplásticos, así como la época del año (seca).

El tamaño del microplástico es un factor importante al momento de estudiarlos puesto que con esto se puede deducir que órganos podrían verse afectados. Según lo investigado por Rojo y Montoto (2017), esta medida está estipulada para aquellos plásticos con un tamaño inferior a los 5 mm, y al compararse con el presente estudio se determinó que *Litopenaeus vannamei* acumuló microplástico en rangos de 1mm a 3.5 mm en ambas estaciones en su tejido muscular. Así mismo, fueron encontrados en dichos rangos microplástico en el intestino de todos los organismos estudiados.

Autores, como Hastuti, Lumbanbatu y Wardiatno (2019), indican que las fracciones de plástico particuladas pueden ocasionar bloqueos en el tracto digestivo provocando a un falso estado de satisfacción en los organismos marinos (peces en este caso), y por consiguiente desnutrición llevándolo a la muerte.

También, puede llegar a producir que algunos componentes químicos sufran una disolución llevándolo hacia otros órganos siendo perjudicial para el organismo, es por eso que el tamaño del microplásticos puede ocasionar mortalidad en los organismos (Hastuti, Lumbanbatu y Wardiatno, 2019).

En los ejemplares de *Litopenaeus vannamei* se registró durante el tiempo de estudio presencia de microplásticos en músculo e intestino (300 especímenes), resultando preocupante ya que es una especie muy apreciada para su cultivo y posterior cosecha y, sobre todo de consumo a nivel nacional y global. Las partículas encontradas fueron inferiores a 5 mm, resultando en motivo de preocupación ya que podría contribuir a efectos negativos por su consumo y generando impacto en la salud a nivel local con el tiempo. Además, conociendo que el tamaño encontrado de los polímeros es inferior al estipulado dentro del margen de microplásticos, esto indica que la corrosión de los mismos avanza cada vez más rápido, aumentando la susceptibilidad de muchas especies marinas y dulceacuícolas de interés comercial al ingerir como alimento confundiéndolo como presas, dando así problemas residuales dentro de las redes tróficas y al medio ambiente.

10 CONCLUSIONES

Los microplásticos estuvieron presentes en el intestino y el músculo de los ejemplares de *Litopenaeus vannamei* colectados en las estaciones de Palmar y San Pedro.

El polímero encontrado con mayor frecuencia fue Polietileno de baja densidad en el músculo de *Litopenaeus vannamei* y el color y morfotipo de microplásticos que tuvo mayor frecuencia fue el azul en fibra.

Se determinó que *Litopenaeus vannamei* acumuló microplástico en rangos de 1-3.5 mm en ambas estaciones, en tejido muscular e intestino resultando ser más pequeño al estipulado dentro del margen de microplásticos (5mm-0.1micras).

Finalmente, se acepta la hipótesis de que los microplásticos están presentes en el tracto digestivo y en la musculatura de *Litopenaeus vannamei*.

11 RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con las investigaciones en cuanto al tema de microplásticos sobre todo en especies de interés comercial y local.

Se sugiere seguir con la investigación en microplásticos en *Litopenaeus vannamei* realizándolo durante ambas épocas del año, y con mayor frecuencia.

Otro aspecto a considerar es el de realizar bioensayos en laboratorio, exponiendo a diferentes especímenes de *Litopenaeus vannamei* a altas concentraciones de microplásticos, con el fin de obtener datos del nivel de bioacumulación que pueda soportar esta especie, y si estas concentraciones podrían provocar efectos adversos en los organismos, tales como: mortalidad, baja fecundidad, malformaciones y déficit de crecimiento en talla y peso.

12 BIBLIOGRAFIA

- Abidli, s, Antunes, J, Ferrerira, Lahbib, Y, Sobral, P, Y Trigui el menif, N. (2018). Micriplastics in sediments from the litoral zone of the north tunisian coast Mediterranean Sea). *Estuarine coastal and shelf science*, 205. 19.DOI:10.1016/J.ECSS.2018.03.006.
- Acuícola, T. (2023). *Ceniagua*. Obtenido de <https://www.ceniagua.org/tecnologia.htm>
- AQUACULTURA #139. (2021, 25 febrero). Issuu. <https://issuu.com/revista-cna/docs/edicion139>
- Arroyo, Y. (2020). Análisis y estudio de las islas de basura oceánica.(Tesis de grado).Universidad Politecnica de Cataluña, Barcelona, España.Recuperadodesde:https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/334820/146755_FNB%20-%20Plantilla%20TFG.pdf
- Caicedo-Cano, C., Crespo-Delgado, L. M., de la Cruz-Rodriguez, H., & Álvarez-Jaramillo, N. N. (2017). Propiedades termo-mecánicas del Polipropileno: Efectos durante el reprocesamiento. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 18(3), 345-352. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2017.18n3.022>
- Cabrera, D. (2018). Determinación de la presencia de microplásticos en playasde Tenerife. (Tesis de Grado). Universidad de Latacunga, Latacunga, Ecuador. Obtenido de : <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/8703/determinacion%20de%20la>

%20presencia%20de%20microplasticos%20en%20las%20playas%20de%20tene
rife.pdf?sequence=1&isallowed=y

Castañeta, G. G. (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.

Chacón, M. y. (2019). Evaluación de la presencia de Microplásticos en *Chelon labrosus* (lisa) del Puerto de pescadores, Chorrillos. (*Trabajo de investigación para obtener el grado académico de: Bachiller en Ingeniería Ambiental*). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú . Obtenido de file:///C:/Users/silvia/Downloads/B_Chac%C3%B3n_AMF-Fanarraga_TGB-SD.pdf

CNA. (2022). *Ecuador es el principal productor de productos del mar*. Cámara Nacional de Acuicultura del Ecuador. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/ecuador-es-el-principal-proveedor-de-productos-del-mar/>

Curren, Leaw, C. P., Lim, P. T., & Leong, S. C. (2020). *Evidence of Marine Los microplásticos en el comercio de Mariscos Cosechados*. (B. 8. 562760, Ed.) Bioeng. doi:10.3389/fbioe.2020,562760

Fabara, E. (2020). Propuesta de un protocolo para la extracción e identificación de la presencia de microplásticos en *Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme (tomate cherry) convencional y orgánico comercializados en la ciudad de Quito, Ecuador. (*Tesis de grado*). Universidad Central del

Ecuador, Quito. Obtenido de :
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20919/1/T-UCE-0008-CQU-229.pdf>

FAO. (2017). Los microplásticos en los sectores de pesca y acuicultura .Recuperado de Organización Naciones Unidas para alimentación y la agricultura: <http://www.fao.org/publications/card/fr/c/CA3540ES>

Francisco, D. (2017). Degradación de materiales plásticos “PET” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión. Monografía. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13224/Degradaci%C3%B3n%20de%20Qu%C3%ADmica%20del%20PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Greenpeace. (2016). *Plásticos en los océanos datos, comparativas e impactos*. Madrid, España: San Bernardo, 107 1ª planta 28015 Madrid.

Gonzabay-Crespin, Á. N., Vite-Cevallos, H. A., Garzón-Montealegre, V. J., & Quizhpe-Cordero, P. F. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 6(9), 1042-1043. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3093>

- Hastuti, A., Lumbanbatu, D., & Wardiatno, Y. (2019). The presence of microplastics in the digestive tract of commercial fishes off Pantai Indah Kapuk coast, Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(5)
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C., Romano, N., Ho, Y., & Salamatina, B. (2017). A high-performance protocol for extraction of microplastics in fish. *Science of the total Environment*, 485-494.
- Lavayen, K. (2021). El microplastico y la contaminación del mar (.Tesis de Grado).Universidad Politencnica Saleciana.Guaayaquil,Ecuador. Obtenido de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20095/1/UPS GT003173.pdf>
- Li, J., Qu, X., Su, L., Zhang, W., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D., & Shi, H. (2015). Microplastics in mussels along the coastal waters of China. *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 214, 177–184. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.04.012>

Lino, J., & Borbor, N. (2019). Microplástico en el tracto digestivo de *scomber japonicus*, *opisthonema libertate* y *auxis thazard*, comercializados en el puerto pesquero de Sanra Rosa ,provincia de Santa Elena -Ecuador.(Tesis de grado). Univercidad Estatal Peninsula de Santa Elena,Santa Elena,libertad.Obtenido de : <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5246/1/UPSE-TBM-2020-0003.pdf>.

Macías, N. (2022). Presencia de microplásticos en peces pelágicos pequeños, *Auxis thazard* y *Scomber japonicus*, en el puerto pesquero de la ciudad de Manta, provincia de Manabí - Ecuador. (Tesis de grado).Universidad Peninsula De Santa Elena,Santa Elena,Libertad.Obtenido de : <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/8852/UPSE-TBI-2022-0044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Malave, W. (2018). Desarrollo de compuestos de policloruro de vinilo (pvc) con retardante de cables eléctricos en la empresa millpolímeros. (Tesisde grado) . Instituto Politecnico Nacional, Tacunga, Ecuador. Obtenido de: <repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14185/T-ESPEL-IPE-0008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Monica, J. (2022). Extracción y detección de microplásticos en alimentos hidrosolubles de uso común. (Tesis de Grado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. Obtenido de:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28542/1/UCE-FCQ-CQA-MOYA%20JENNIFER.pdf>.

Colorado, J. (s.f.). *NaturalistaCO*. Obtenido de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/209119-Litopenaeus-vannamei>.

Ocles, E. (2017). Las industrias del sector poliestireno en el marco del Código Orgánico de la Producción. *Maestría en Tributacion*. Universidad Andina de Bolívar, Quito, Ecuador.obtenido de: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6032/1/T2524-MT-Ocles-Las%20industrias.pdf>.

Pastor, C. B., & Agulló, D. V. (2018). Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Revista Espanola De Salud Publica*, 93(93), 6. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7676737.pdf>.

Picardo Deleón, N., Christoph, R., Hernández, A., & Picardo, O. (2017). Medición de micro partículas de plástico en las costas salvadoreñas, Playa Los Cóbanos (uso de Manta Trawl). *AKADEMOS*, 78-101. <https://doi.org/10.5377/akademos.v1i28.6159>.

Prieto, U. (2020, 1 junio). *Qué son los microplásticos y por qué deberían preocuparte*. ElHuffPost. https://www.huffingtonpost.es/entry/que-son-los-microplasticos-y-por-que-deberian-preocuparte_es_5c8a55b9e4b0f489d2b22b16.html

Quiñonez, L. (31 de Julio de 2019). *News*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2019/07/1460041>

Reyes, G. (2021). Presencia de macroplásticos en el tracto digestivo del pez dorado *Coryphaena hippurus-linnaeus*, 1758, desembarcados en el puerto de Santa Rosa. Salinas: La Libertad. (Tesis de Grado) .Universidad Península de Santa Elena, Santa Elena ,Libertad.Obtenido de :
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5938/1/UPSE-RBM-2021-0007.pdf>

Rojo, E. y Montoto, T. (2017). Basuras marinas plásticas: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. *Ecologistas en Acción*

Sáenz, C. (2020). MICROPLÁSTICOS EN LA BIOTA DE LOS RÍOS ANDINOS. (Tesis de Grado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. Obtenido de :
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12051/1/UDLA-EC-TIAM-2020-04.pdf>.

(Situacional, s/f) Situacional, A. (s/f). *LA PESQUERÍA DE ARRASTRE CAMARONER O EN ECUADOR*. Gob.ec. Recuperado el 22 de marzo de 2023, de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Analisis-de-la-pesqueria-arrastre-Ecuador-21febPDF.pdf>

Tekman, M., Walther, B., Peter, C., Gutow, L., & y Bergmann, M. (2022). Impacts of plastic pollution in the oceans on marine species, biodiversity and ecosystems. *WWF*, 1-221. doi: 10.5281/zenodo.5898684.

Torres, k. (2019). “Análisis de las exportaciones de camarón antes y después de la firma del acuerdo multipartes entre Ecuador y la Unión Europea.”. (Tesis de Grado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de: file:///C:/Users/silvia/AppData/Local/Temp/Rar\$Dla0.233/exportaciones-camaron.pdf.

UNESCO. (2017). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos. Recuperado de Unesco.org: <https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr>.

Vergara, J. (2021). Relación entre parámetros ambientales y el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Camarón Blanco), caso Camaroneras Pinguimar S.A. (Tesis de grado). Universidad Península De Santa Elena, Libertad, Santa Elena. Obtenido de: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/6608/UPSE-TBM-2021-0021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Villao, J. (2021). Microplásticos en mejillones (*Mytella guyanensis*), capturados en puerto el morro, provincia del Guayas-Ecuador, durante noviembre y diciembre de 2021. (Tesis de grado). Universidad Península de Santa Elena, Santa Elena, Libertad. Obtenido

de:<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/8106/UPSE-TBM-2022-0024.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Wieczorek, A., Morrison, L., Croot, P., Allcock, A., MacLoughlin, E., Savard, O., & Doyle, T. (2018). *Frequency of Microplastics in Mesopelagic Fishes from the Northwest Atlantic*. *Frontiers in Marine Science*. doi:10.3389/fmars.201800003

YUNGA, K., & Velez, E. (2021). Análisis de la contaminación por microplásticos en especies comerciales de bivalvos a nivel mundial entre los años 2010 a 2020. (Tesis de Grado). Universidad Agraria Del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

13.ANEXOS



Anexo 1 Toma de medidas morfométricas



Anexo 2 Disección del Camarón seleccionado



Anexo 3 Preparación del hidróxido de Sodio al 10 %



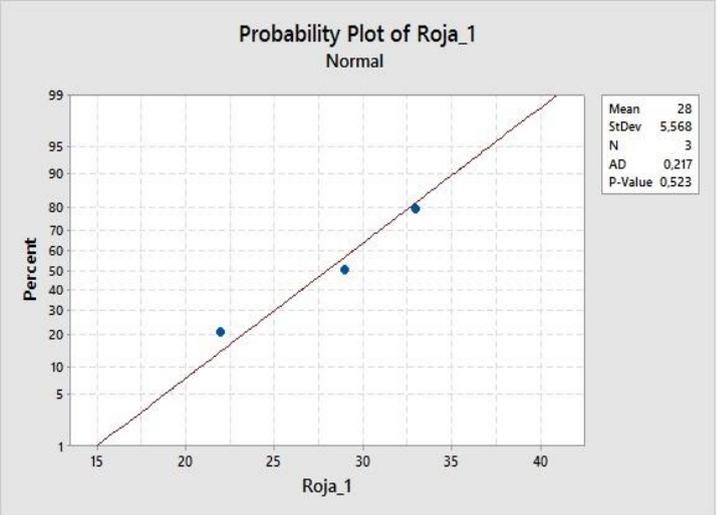
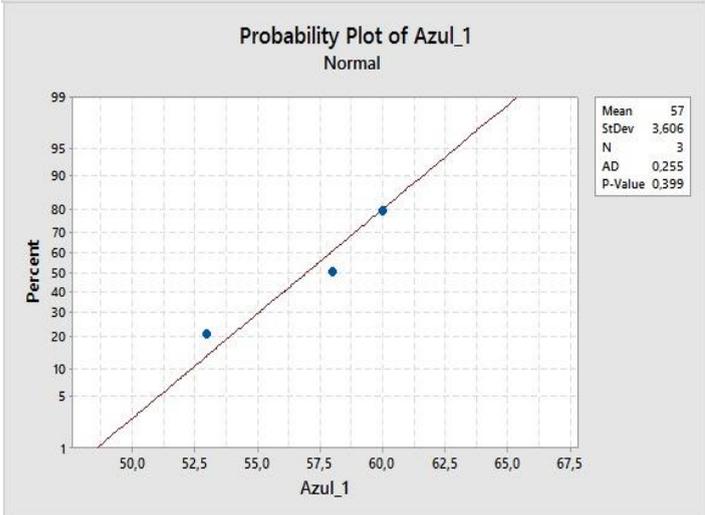
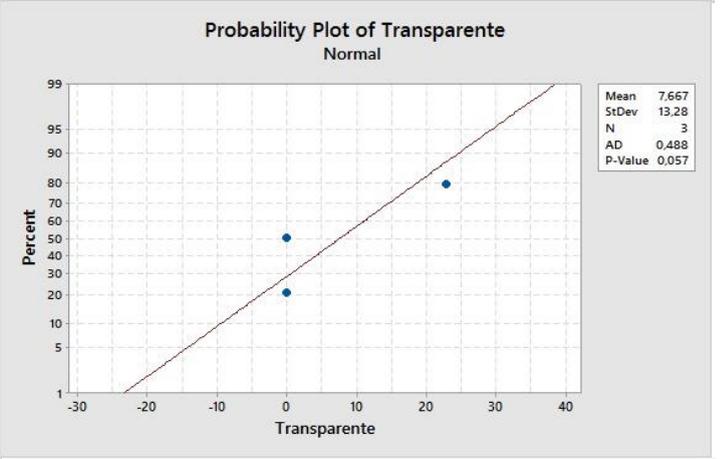
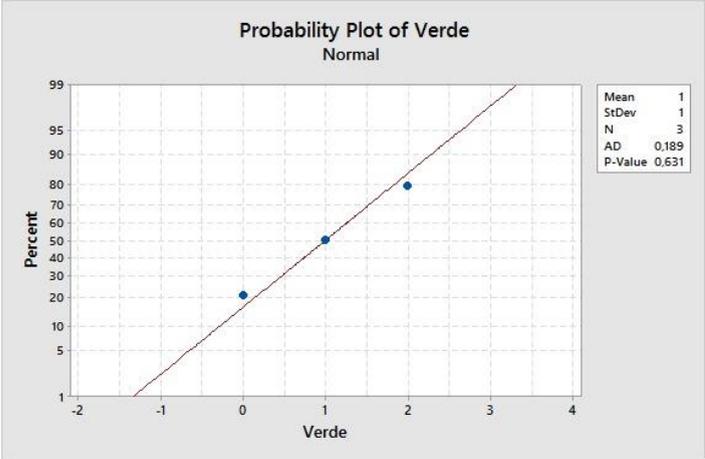
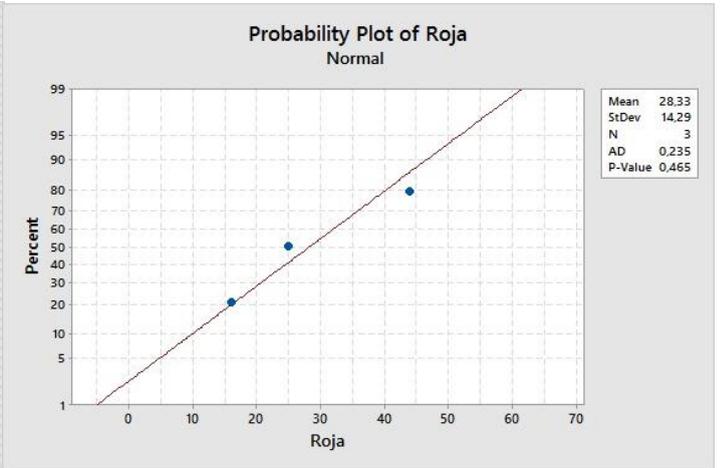
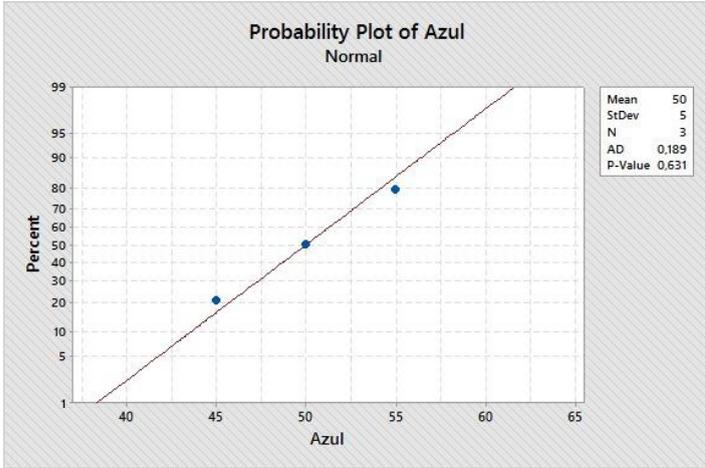
Anexo 4 Digestión de la musculatura y tracto digestivo



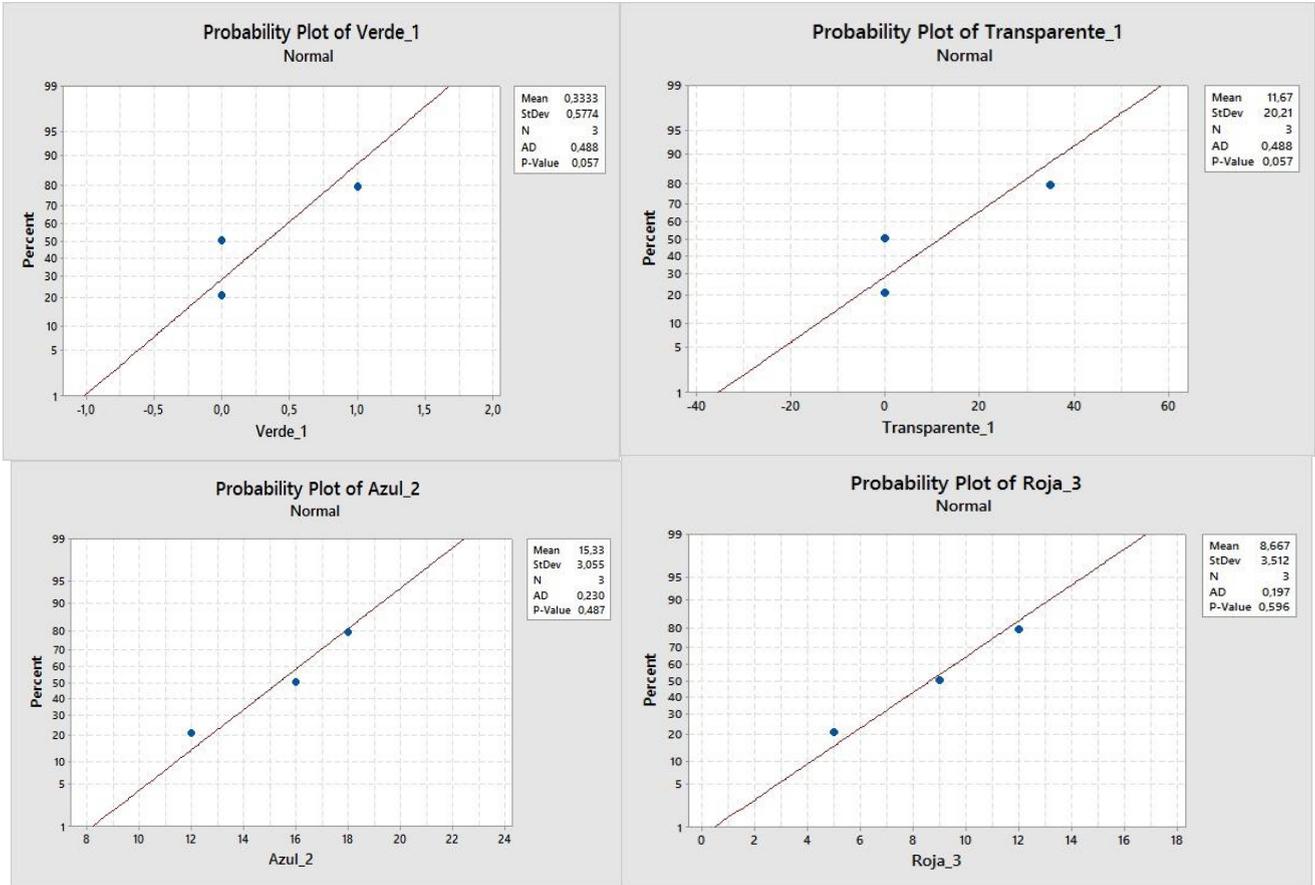
Anexo 5 Toma de muestras de la zona pesquera palmar y San Pedro



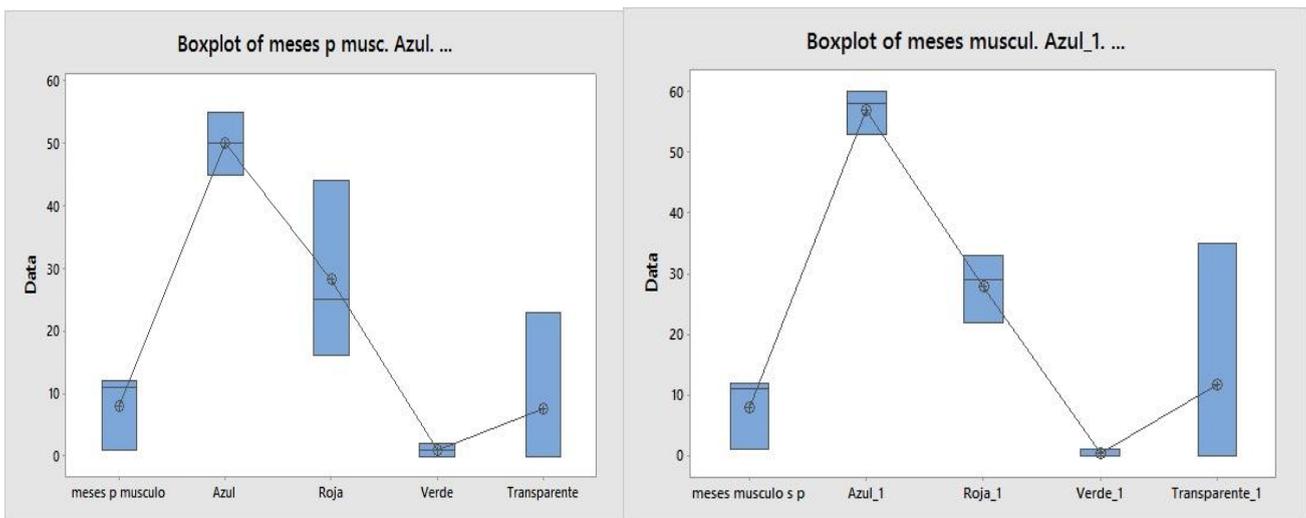
Anexo 6 imágenes Microscópicas de Microplástico encontrado en los camarones examinados



Anexo 7 Prueba de normalidad efectuadas en muestras de microplástico 1



Anexo 8 Prueba de normalidad efectuadas en muestras de microplástico 2



Anexo 9 cajas de bigote de acuerdo a los diferentes colores encontrados

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Azul	3	50,00	A
Roja	3	28,33	A B
meses p musculo	3	8,00	B C
Transparente	3	7,67	B C
Verde	3	1,000	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Azul_1	3	57,00	A
Roja_1	3	28,00	B
Transparente_1	3	11,7	B C
meses musculo s p	3	8,00	B C
Verde_1	3	0,333	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Azul_2	3	15,33	A
Roja_2	3	10,00	A
meses intestino p	3	8,00	A
Transparente_2	3	6,67	A
Verde_2	3	2,33	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Anexo 10 valores de data pertenecientes a tres meses de muestreo

noviembre				Diciembre				Enero							
Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)		
1	13	15	13,4	15	1	11	13	14,5	16	1	14,5	22	13,3	19	
2	12,9	12	13	14	2	13	16	10	11	2	14,5	23	14,2	23	
3	14,5	17	14,3	16	3	14,5	15	12	13	3	14,6	22	15,9	26	
4	13,5	14	15,2	23	4	11,2	10	12,3	12	4	15,5	26	15	22	
5	14,8	16	15,4	19	5	12,5	12	15,1	17	5	13,9	14	13,2	12	
6	12,2	11	12,3	13	6	15	17	16,6	22	6	13,7	19	12,9	13	
7	13,5	15	14	17	7	10,1	11	13,4	14	7	14,2	21	15	21	
8	14	16	12,6	12	8	12,5	13	12,8	15	8	13,9	15	15,5	25	
9	12,4	12	13,2	20	9	12	15	14,3	16	9	14,2	21	14	23	
10	13	18	14	18	10	13,2	14	17,6	19	10	15,7	25	11,5	14	
11	12	13	13,5	14	11	14	16	15,9	23	11	14,3	22	13,6	17	
12	13	20	16,8	22	12	13,5	20	13	15	12	14,1	20	14	19	
13	11,5	11	15,9	19	13	14,2	17	12,2	12	13	12,9	13	13,4	17	
14	15	23	14,2	17	14	11,6	11	11,8	10	14	13,8	15	12,2	13	
15	15,5	19	15,9	23	15	12,9	15	15,6	23	15	14,4	21	13,2	15	
16	12,6	15	11,3	11	16	13,6	18	14,4	16	16	13,7	15	14,4	23	
17	12,6	12	14,5	21	17	16,4	22	14,1	18	17	14	20	15,7	25	
18	15,3	22	13,7	15	18	17	19	13,8	20	18	13,5	18	13,5	18	
19	13,3	19	13,8	14	19	11	10	15,7	21	19	12,7	13	14,3	17	
20	14,2	21	15	22	20	14	16	15	17	20	13,6	14	12,4	13	
21	13,6	11	13,5	18	21	12,4	13	11,9	12	21	13,1	12	11,5	10	
22	12,9	24	13	20	22	13,8	18	16,4	19	22	14	21	13,4	15	
23	11,8	12	15,6	17	23	11,9	15	14	16	23	13,7	14	14,4	17	
24	15	22	16,9	19	24	12,3	12	11,9	14	24	13	16	13,1	16	
25	13,9	18	11,4	10	25	15,5	21	17,5	19	25	14	21	13,5	20	
26	13,3	14	12,5	13	26	14,2	20	13,2	11	26	13,6	18	14,4	22	
27	12,9	20	14,7	21	27	13,3	16	14,6	17	27	13,5	18	12,7	13	
28	12,6	13	13,2	16	28	12	11	11,3	13	28	14	21	15,2	21	
29	16	19	12	13	29	17,3	19	15,9	21	29	14	20	12,7	13	
30	13	16	15	22	30	11,5	11	14	18	30	14,6	23	12,8	15	
Promedio cm	13,5	Promedio	16,33	Promedio	14,0	Promedio g	17,1	Promedio cm	13,27	Promedio	15,20	Promedio cm	14,03	Promedio g	16,33
1,1	3,9	1,46	3,74	1,8	3	1,9	3,70	0,44	3,83	1,31	4,43	0,44	3,83	1,31	4,43
DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS	DTS

Anexo 11 Ficha de registro de datos de talla y peso

Morfofoto de Palmar										Palmar														
Musculo					Intestino					Noviembre					Diciembre					Enero				
Meses	Fibra				Meses	Fibra				LDPE	HDPE	Musculo	LDPE	HDPE	Musculo	LDPE	HDPE	Musculo	LDPE	HDPE				
	Azul	Roja	Verde	Transparente		Azul	Roja	Verde	Transparente															
Noviembre	45	44	2	0	Noviembre	12	11	5	0	Musculo	90	1	Musculo	65	2	Musculo	100	1						
Diciembre	50	16	1	0	Diciembre	16	6	2	0	%	90%	1%	%	65%	2%	%	100%	10%						
Enero	55	25	0	23	Enero	18	13	0	20	Intestino	26	2	Intestino	23	1	Intestino	50	1						
										%	26%	2%	%	23%	1%	%	50%	10%						
Morfofoto de San Pedro										San Pedro														
Musculo					Intestino					Noviembre					Diciembre					Enero				
Meses	Fibra				Meses	Fibra				LDPE	HDPE	Musculo	LDPE	HDPE	Musculo	LDPE	HDPE	Musculo	LDPE	HDPE				
	Azul	Roja	Verde	Transparente		Azul	Roja	Verde	Transparente															
Noviembre	60	33	1	0	Noviembre	11	9	2	0	Musculo	92	2	Musculo	74	1	Musculo	100	1						
Diciembre	53	22	0	0	Diciembre	14	5	1	0	%	92%	20%	%	74%	1%	%	100%	1%						
Enero	58	29	0	35	Enero	20	12	0	32	Intestino	20	2	Intestino	18	2	Intestino	16	1						
										%	20%	2%	%	18%	2%	%	16%	1%						
Palmar										Palmar														
Mes	Tamaño			Mes	Tamaño			Mes	Tamaño															
Noviembre	Intestino	Musculo	Diciembre	Intestino	Musculo	Enero	Intestino	Musculo																
1-1.5 (mm)	14	31	1-1.5 (mm)	13	32	1-1.5 (mm)	106	163																
1.5-2.5 (mm)	11	58	1.5-2.5 (mm)	9	33	1.5-2.5 (mm)	63	68																
2.5-3.5 (mm)	3	2	2.5-3.5 (mm)	2	2	2.5-3.5 (mm)	52	30																
suma	28	91	suma	24	67	suma	221	261																
San Pedro										San Pedro														
Mes	Tamaño			Mes	Tamaño			Mes	Tamaño															
Noviembre	Intestino	Musculo	Diciembre	Intestino	Musculo	Enero	Intestino	Musculo																
1-1.5 (mm)	11	42	1-1.5 (mm)	12	34	1-1.5 (mm)	10	63																
1.5-2.5 (mm)	9	49	1.5-2.5 (mm)	7	38	1.5-2.5 (mm)	5	57																
2.5-3.5 (mm)	2	3	2.5-3.5 (mm)	1	3	2.5-3.5 (mm)	2	2																
suma	22	94	suma	20	75	suma	17	122																

Anexo 12 Ficha de registro de datos de morfofoto y color - Tipo de polímero y tamaño

