



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**EPIBIONTES EN BASURA MARINA FLOTANTE EN LAS PLAYAS DE  
CHUYUIPE, SANTA ROSA Y SAN PEDRO, PROVINCIA DE SANTA  
ELENA.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del título de:

**BIÓLOGO**

AUTOR:

**GÉNESIS NATALIA CAICHE TOMALÁ**

TUTOR:

**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2023**

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

**EPIBIONTES EN BASURA MARINA FLOTANTE EN LAS PLAYAS DE  
CHUYUIPE, SANTA ROSA Y SAN PEDRO, PROVINCIA DE SANTA  
ELENA.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del título de:

**BIÓLOGO**

AUTOR:

**GÉNESIS NATALIA CAICHE TOMALÁ**

TUTOR:

**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Dedico primero a Dios por las bendiciones, salud y sabiduría que me otorga cada día para poder cumplir mis metas propuestas; a mis padres Andrés Caiche Catuto y Janneth Tomalá Beltrán por brindarme su apoyo tanto económico como emocional, mis hermanos que fueron uno de los pilares para poder cumplir con este logro siendo participes en la realización de este proyecto, y a toda mi familia que me ofrecieron sus consejos y ánimos durante este proceso para poder culminar mis estudios.

**Génesis Natalia Caiche**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero empezar mi agradecimiento con Dios por que me ha dado la vida, me ha guiado por un buen camino, dándome la fortaleza y voluntad para poder culminar con mi carrera universitaria, por estar proporcionando siempre respuesta a tribulaciones en mi vida.

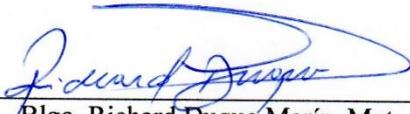
A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a cada uno de sus docentes y autoridades que conforman la Facultad de Ciencias del Mar, por aportar sus conocimientos para mi formación académica y por el apoyo brindado.

A la Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D, por su tiempo y apoyo brindado en sus asesorías como tutor de tesis, por sus conocimientos que permitieron la realización y orientación del trabajo de investigación.

A mis hermanos, Bryan Caiche, Abel Caiche, Byron Caiche les quiero dar un agradecimiento profundo por brindarme el tiempo, apoyo y ayudarme en la recolección de mis muestras durante todo el tiempo de monitoreo.

En especial gratitud a mi madre, siendo ellos los financieros directos para la realización de mi trabajo, velando siempre por mi bienestar y educación con esfuerzo diario, depositando toda sus confianza en mi capacidad para culminar mis estudios.

**TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt  
DECANO



Ing. Jimmy Villón, M.Sc.  
DIRECTOR



Blga. María Herminia Cornejo R. Ph.D.  
DOCENTE TUTOR



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.  
DOCENTE DE ÁREA



Ab. María Rivera González, Mgt.  
SECRETARIA GENERAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por las ideas, análisis de resultados y discusiones expuestos en este trabajo de integración curricular, corresponden exclusivamente al autor; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

*Genesis Caiche*

---

CAICHE TOMALÁ GÉNESIS NATALIA

C.I 2450332024

## ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	XI
GLOSARIO .....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
1.INTRODUCCIÓN .....	1
2.JUSTIFICACIÓN .....	5
3. OBJETIVOS .....	8
3.1 Objetivo general: .....	8
3.2 Objetivos específicos:.....	8
4. HIPÓTESIS.....	8
5. MARCO TEÓRICO.....	9
5.1 Epibiosis marina .....	9
5.2 Proceso de epibiosis .....	10
5.3 Especificidad de epibiosis .....	12
5.4 Consecuencia ecológica de epibiosis.....	13
5.5 Epibiontes protozoarios .....	15
5.6 Epibiontes bacterianos.....	16
5.7 Macroepibiontes .....	17
5.8 Basura marina.....	18
5.9 Plástico en océano .....	18
5.10 Producción y residuos .....	20
5.11 Impactos en fauna oceánica.....	22
5.12 Rafting: Plástico en el mar como transporte de especies .....	23
6. MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
6.1 Área de estudio .....	25
6.2 Metodología.....	26
6.3 Transecto lineal y Recolección de basura en zona litoral.....	26
6.4 Registro de datos recolectados en campo.....	28
6.5 Trabajo de laboratorio .....	28
6.6 Análisis de datos.....	29
7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	31
7.1 Identificación de organismos epibiontes .....	31
7.2 Abundancia de especie por sitio .....	41
7.3 Abundancia de organismos por objeto .....	42

7.4 Dominancia de Simpson por objeto .....	43
7.5 Diversidad de Shannon-Wiener por objeto .....	44
7.6 Dominancia de Simpson por sitio .....	45
7.7 Diversidad de Shannon-Wiener por sitio .....	46
7.8 Análisis de NMDS sitio-objeto colonizado.....	47
8. DISCUSIÓN .....	48
9. CONCLUSIONES .....	54
10. RECOMENDACIONES .....	56
11. BIBLIOGRAFÍA .....	57
12. ANEXOS .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Listado de organismos epibiontes encontrados en la basura marina en tres sitios de estudio. ....	31
<b>Tabla 2.</b> Registro de objetos recolectados .....	64
<b>Tabla 3.</b> Registro de objetos con epibiontes.....	64
<b>Tabla 4.</b> Anova en Simpson (objeto).....	66
<b>Tabla 5.</b> Anova en Shannon (objeto).....	66
<b>Tabla 6.</b> Anova en Simpson (sitio).....	67
<b>Tabla 7.</b> Anova en Shannon (sitio).....	67
<b>Tabla 8.</b> Grupos identificados en los tres sitios.....	67
<b>Tabla 9.</b> Objetos colonizados en los tres sitios .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema de las cuatro fases de epibiosis marina. ....	12
<b>Figura 2.</b> Destino del plástico en el océano, 1. Entrada del plástico, 2. Deposición en tierra, 3. Fragmentación del plástico, 4. Estrés mecánico, 5. Fotodegradación, 6. Biodegradación, 7. Bioincrustación - hundimiento, 8. Ingestión de organismos marinos, 9. Sedimentación y deposición del plástico en fondo marino. ....	20
<b>Figura 3.</b> Botella con presencia de <i>Lepas anatifera</i> .....	25
<b>Figura 4.</b> Distribución de las diferentes zonas de estudio.....	26
<b>Figura 5.</b> Esquema para el muestreo de macrobasura en playas de arena, señalando la ubicación de cada estación. ....	28
<b>Figura 6.</b> <i>Caulacanthus ustulatus</i> . ....	31
<b>Figura 7.</b> <i>Hypnea valentiae</i> . ....	32
<b>Figura 8.</b> <i>Ceramium pacificum</i> .....	32
<b>Figura 9.</b> <i>Centroceras clavulatum</i> .....	33
<b>Figura 10.</b> <i>Ulva lactuca</i> .....	33

<b>Figura 11.</b> <i>Ulva fasciata</i> .....	34
<b>Figura 12.</b> <i>Padina sp.</i> .....	34
<b>Figura 13.</b> <i>Sargassum vulgare.</i> .....	35
<b>Figura 14.</b> Tubo de poliquetos serpúlidos.....	35
<b>Figura 15.</b> Tubo de poliqueto Espirórbidos. ....	36
<b>Figura 16.</b> <i>Eulalia viridis.</i> .....	36
<b>Figura 17.</b> <i>Lepa anatifera.</i> .....	37
<b>Figura 18.</b> <i>Chelonibia testudinaria.</i> .....	37
<b>Figura 19.</b> <i>Balanus trigonus</i> .....	38
<b>Figura 20.</b> <i>Amphibalanus improvisus</i> .....	38
<b>Figura 21.</b> <i>Megabalanus coccopoma.</i> .....	39
<b>Figura 22.</b> <i>Biflustra arborescens</i> .....	39
<b>Figura 23.</b> <i>Fenestrulina malusii.</i> .....	40
<b>Figura 24.</b> <i>Copidozoum tenuirostre.</i> .....	40
<b>Figura 25.</b> Abundancia de epibiontes en relación con los tres sitios de estudio. .	41
<b>Figura 26.</b> Abundancia de epibiontes relacionados con basura marina en Chuyuipe, San Pedro y Santa Rosa. Los tipos de residuos se registran en la parte superior. .	42
<b>Figura 27.</b> Dominancia de objetos colonizados registrados en los tres sitios de estudio. ....	43
<b>Figura 28.</b> Diversidad en objetos colonizados presentes en las tres áreas de estudio. ....	44
<b>Figura 29.</b> Dominancia de especies que colonizaron objetos en los tres sitios de muestreo. ....	45
<b>Figura 30.</b> Valores de diversidad de Shannon-Wiener registrados en los tres sitios de muestreo. ....	46
<b>Figura 31.</b> Análisis de NMDS sitio-objeto colonizado. ....	47
<b>Figura 32.</b> Estaciones de muestreo por zonas A. Chuyuipe, B. Santa Rosa, C. San Pedro .....	65
<b>Figura 33.</b> Objetos recolectados en tres sitios y total objetos colonizados. ....	69
<b>Figura 34.</b> Epibiontes encontrados en objetos por semana de monitoreo. Santa Rosa-Chuyuipe-San Pedro. ....	69

<b>Figura 35.</b> Papers para taller el 5 noviembre .....	72
<b>Figura 36.</b> Cuadrante de 3m <sup>2</sup> (San Pedro) .....	73
<b>Figura 37.</b> Área de estudio (Santa Rosa).....	73
<b>Figura 38.</b> Objeto (Caucho) con balanos(Chuyuipe) .....	74
<b>Figura 39.</b> Objetos recolectados un transecto .....	74

## **ABREVIATURAS**

**%:** Porcentaje

**ONG:** Organización No Gubernamental

**m<sup>2</sup>:** Metro cuadrado

**PCA:** Principal Component Analysis – Análisis de Componentes principales

**PE:** Polietileno (plástico)

## **GLOSARIO**

**Epibiontes:** Organismo que vive en la superficie de otro individuo, sin perjudicarlo

**Cosmopolitas:** Especies que habitan en cualquier lugar, teniendo una distribución amplia

**Abundancia:** Número de individuos que se encuentran en una muestra dentro de un área específico

**Rafting:** Dispersión biológica de los organismos en la superficie del océano

**Biofilm:** Comunidades de microorganismos que dan la formación de un ecosistema microbiano

**PLA:** Plástico biodegradable, componente principal ácido poliláctico

## RESUMEN

La basura marina flotante es un problema a nivel mundial, proporcionando un nuevo hábitat para una diversidad de organismos marinos y que puedan transportarse largas distancias. El objetivo del presente trabajo fue analizar si existe una relación entre la basura marina y organismos marinos, para dicho proceso se escogieron tres playas arenosas, Santa Rosa, Chuyuipe y San Pedro, en donde en cada lugar se hizo la recolección de la basura marina a través de un cuadrante de 3m<sup>2</sup>, con 6 transectos cada 5m en cada una; encontrándose fauna marina adheridas en objetos flotantes (plástico) y no flotantes (metales, cauchos, entre otros); se encontró un total de 19 especies de organismos con un total de 7 phylum, entre ellos Rhodophyta con 4 individuos, Chlorophyta, Phaeophyta, Ochrophyta los tres filos con 1 solo organismos cada una, Annelida total de 3 especies, Arthropoda con 5 individuos y Bryozoa con 3 especies, en dichos objetos. El grupo que más predominó en las tres áreas de estudio fueron los briozoos, especialmente la especie *Biflustra arborescens*. A pesar de que existe colonización en otros tipos de objetos (caucho, metal, foam, entre otros), el plástico fue identificado como el objeto flotante principal en donde se van a encontrar biota marina adherida. Este estudio aporta al conocimiento de la ecología de los epibiontes en la basura marina. Estos hallazgos de la basura con organismos adheridos a ellos, nos demuestra que los desechos en las playas van a permitir la colonización y a su vez a través de corrientes o vientos, la dispersión o rafting biológico sea más frecuentes en el medio marino, facilitando el ingreso o propagación de especies no nativas, pudiendo afectar la red trófica de hábitat marino.

**Palabras claves:** Basura marina, epibiontes, colonización, plástico, briozoos

## ABSTRACT

Floating marine debris is a worldwide problem, providing a new habitat for a diversity of marine organisms that can be transported long distances. The objective of this work was to analyze if there is a relationship between marine debris and marine organisms, for this process three sandy beaches were chosen, Santa Rosa, Chuyuipe and San Pedro, where in each place the marine debris was collected through a 3m<sup>2</sup> quadrant, with 6 transects every 5m in each one; A total of 19 species of organisms with a total of 7 phylum were found, including Rhodophyta with 4 individuals, Chlorophyta, Phaeophyta, Ochrophyta, the three phyla with only 1 organism each, Annelida with a total of 3 species, Arthropoda with 5 individuals and Bryozoa with 3 species, in these objects. The most predominant group in the three study areas were bryozoans, especially the species *Biflustra arborescens*. Although there is colonization on other types of objects (rubber, metal, foam, among others), plastic was identified as the main floating object where marine biota will be found attached. This study contributes to the knowledge of the ecology of epibionts in marine debris. These findings of garbage with organisms attached to them, show us that the debris on the beaches will allow colonization and in turn through currents or winds, the dispersion or biological rafting will be more frequent in the marine environment, facilitating the entry or spread of non-native species, which could affect the trophic network of marine habitat.

**Key words:** Marine debris, epibionts, colonization, plastic, bryozoans

## 1. INTRODUCCIÓN

El planeta tierra está rodeado cerca del 70% por océanos y mares; la misma se está viendo afectada por desechos de origen antropogénico, que alcanzan el océano por efecto del viento, drenaje de los ríos, aporte de la pesca, entre otros. Estos desechos llegan a otros lugares mediante las corrientes marinas, alterando el hábitat de muchos organismos marinos (De Poorte, 2009).

Según Li et al. (2022), la producción de plástico ha ido en aumento pasando de 1,7 millones de toneladas en 1950 a 380 millones de toneladas en 2018; estimando que de 4,8 y 12,7 millones de toneladas de desechos se han transportado a los océanos desde países costeros. La presencia de basura marina flotante en el océano representa una amenaza para la vida marina, como ya se mencionó anteriormente; situación que ha despertado la preocupación de los científicos quienes consideran los plásticos como vectores de transporte de especies y sustancias químicas en el océano (Kershaw et al., 2011), al mismo tiempo los objetos que transportan especies tienen un sustrato susceptible para ser usado como hábitat para diferentes especies marinas; según investigadores que han realizado este tipo de estudio manifiestan que se han encontrado huevos de tiburón gato (*Scyliorhinus canicula*), adheridos al plástico, pudiendo tener un impacto relevante en la distribución geográfica y hábitat de dicha especie (ICM-CSIC, 2022). Así mismo existen organismos (epibiontes), con la capacidad de poder adherirse a algún sustrato ya sea vivo o inerte; tal motivo ha permitido que estos organismos se adhieran a la

basura marina (Rivera, 2017). La colonización por los organismos incrustantes va a depender de la capacidad de generar sustancias químicas y/o de sus formas de locomoción o fijación (Wahl et al., 2012 citado en Violante, 2018). Por lo tanto, a través de esta interacción plástico y especies incrustantes, puede existir el riesgo de traer consigo especies invasoras que terminen perjudicando el lugar en donde se deposite el residuo, manifestándose dicha interacción de distintas maneras, ya sean como indicadores de conectividad entre regiones (Liria-Loza 2011 citado Violante, 2018), e incluso como indicadores de la existencia de entidades taxonómicas nuevas (Frankovich et al., 2015a,b citados Violante, 2018).

La presencia de plástico en el océano ha permitido que se originen nuevos hábitats para especies incrustantes, creando así comunidades de diversas especies asociadas con estos objetos flotantes, los cuales pueden ser transportados largas distancias permitiendo la llegada de las diversas especies hacia distintas zonas costeras, principalmente. Siendo así que en los plásticos se han encontrado epibiontes, dando como conclusión que pueden alterar de manera significativa el medio ambiente debido a que en ellos pueden introducir especies invasoras ( De La Torre et al; 2021), a su vez se ha observado la presencia de estos individuos en la basura en Nueva Zelanda donde se han encontrado briozoos tales como *Membranipora tuberculata*, así mismo, un coral hermatípico encontrado incrustado en desechos plásticos (Winston et al., 1997).

En Ecuador, en las islas Galápagos, voluntarios que se encargan de realizar las mingas en las playas, han encontrado una especie del Percebe (*Dosima fascicularis*), del grupo de los Cirrípedios, que han llegado a las costas de la isla Santa Cruz, adheridas en un plástico flotante. Esta especie no nativa es cosmopolita, aunque se la registra principalmente en aguas templadas; no obstante, no se la consideró invasora, al momento de su captura, y se consideró que es poco probable que invada hábitat o que altere cadenas alimenticias del ecosistema. Se considera que alrededor del 25% de plásticos que se han hallado en Galápagos tienen la presencia de un organismo incrustante (Keith, et al., 2019). Dicha situación ha permitido despertar el interés en científicos para realizar monitoreos constantes y así evitar que alguna especie invasora cause daño a su ecosistema, e inclusive pudiendo afectar la económica y salud humana.

En el año 2020, en Ecuador se generaron grandes cantidades de toneladas de desechos plásticos, generando un alto índice de contaminación; creando así una inquietud por el grave problema relacionado con el equilibrio ambiental (Conopoima, 2022). De acuerdo con las mingas para mitigar dicho problema, que diferentes organizaciones ambientales realizan en el país en especial en la Provincia de Santa Elena se han podido observar que en los desechos marinos registraban presencia de organismos adheridos en ellos, sobre todo más incidencia en botellas plásticas.

En uno de los monitoreos realizado en Ballenita a través de la metodología propuesta por la ONG Chilena en acuerdo con instituciones ecuatorianos a lo largo de la costa, conocida como “Científicos de la basura”, y mediante el programa “Viajeros del océano”; mostró como resultado en este lugar un objeto con un solo epibionte; mientras que en otro monitoreo realizado por el mismo grupo pero en la comuna de San Pedro, se hallaron cinco objetos con presencia de siete distintos organismos incrustantes.

Por lo mencionado anteriormente la presente investigación propone recolectar información acerca de los epibiontes adheridos en la basura que se encuentre dentro de la franja de las zonas costera de Chuyuipe, Santa Rosa y San Pedro en la Provincia de Santa Elena. Cabe señalar que estas playas son periódicamente “limpiadas” por procesos de Mingas, realizadas por los mismos lugareños, por lo que se considerará este factor al momento de realizar los monitoreos.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La basura marina en la actualidad está representando una problemática a nivel mundial. En las investigaciones realizadas sobre esta situación se manifiesta que hay un alto nivel de acumulación de desechos provenientes de las diferentes actividades antropogénicas; considerando que estos materiales traen organismos adheridos a su superficie, así mismo estos epibiontes también son capaces de colonizar superficies de un hospedador vivo, llamado en este caso basibionte (epibiosis), (Godoy, s/f).

Romero et al. (2017), comentan que es posible que se forme colonizaciones verticales, es decir que un organismo coloniza sobre otro, lo que podría presentarse cuando un objeto flotante permanece periodos largos en esta situación. Esta interacción se produce teniendo como base, principalmente, una capa de bacterias (células vivas y muertas) con sus diferentes formas y secreciones junto con una capa macromolecular, sumadas a un grupo de eucariontes como diatomeas, hongos y protozoarios que en conjunto van a generar una película delgada en la superficie del basibionte, denominada biofilm (López, 2020). En concreto al existir dicha relación, el sustrato o medio estará rico en nutrientes, por lo que al mismo tiempo se convierte en alimento para organismos de mayor tamaño que los confunden con alimento vivo. De esta forma se produce como resultado un intercambio de flujos de información, energía y materia entre basibionte y su hábitat.

Winston et al. (1997), en investigaciones realizadas desde el subantártico hasta el ecuador, establecieron que los epibiontes son más comunes en zonas de aguas cálidas. Estos organismos, antes de que el océano presentara la problemática de la basura, viajaban a través de otros objetos que eran temporales tales como madera, piedra pómez, sobre otros animales marinos; considerándolos como hábitats temporales porque se descomponían rápido, en el caso de los animales, estos morían; pero con el transcurso del tiempo, el ser humano ha creado una variedad de productos plásticos y en general materiales de mayor durabilidad, que ha permitido la formación de hábitats artificiales persistentes durante largos periodos de tiempo en la superficie del mar; los mismos que, mediante las corrientes “viajan” a nuevos continentes, convirtiéndose en posibles especies invasoras, causando impactos positivo y/o negativos en los ecosistemas en donde ingresen.

Los organismos marinos que colonizan la basura flotante marina han despertado un interés en organizaciones ambientales, científicos y voluntarios, llevándolos a investigar sobre esta interacción y sobre lo que la misma podría provocar a futuro. En una investigación realizada por Portflitt (2021), se manifiesta que en la zona Subtropical del océano Pacífico Sur, se ha podido identificar con más precisión que tipos de organismos son los que se adhieren a la basura y cuáles son los objetos de basura flotante más comunes; así mismo se ha podido identificar qué factores intervienen para que los epibiontes se puedan adherir a estos plásticos marinos, tales como exposición de rayos ultravioletas, aguas pocas profundas (Carlton et al., 2017).

La provincia de Santa Elena, dentro de las áreas de estudio al ser zona turística, principalmente por sus diferentes playas, está siendo afectada por la contaminación por desechos sólidos consecuencia de la actividad antropogénica directamente o a través de las corrientes que los transportan hacia las playas. Como respuesta a esta situación diversas organizaciones ambientales se han propuesto reducir dicha problemática, con lo que se ha podido mitigar un poco esta situación, de igual manera observando e investigando sobre la basura como transporte de epibiontes.

A través de diferentes procesos de gestión ambiental, como mingas, monitoreos acerca de recolección de basura, han dado como resultado la observación de epibiontes incrustados en plástico o en algún otro material flotante, de igual manera se ha podido observar especies nuevas que han ingresado a otros hábitats mediante dicho sustrato. Debido a estas razones, es de importancia poder realizar monitoreos en donde permita identificar los epibiontes adheridos en los desechos en las zonas costeras de estudio, así se podrá establecer si existe especies invasoras y qué tipo de objetos colonizan más los epibiontes, e incluso el estudio puede despertar la necesidad de reducción de la cantidad de la basura en las tres diferentes áreas de muestreo, siendo esto posible mediante la contribución de las personas que forman partes de la localidad.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general:

Analizar la relación de organismos vivos en basura, mediante la colecta de desechos por transectos lineales en las diferentes zonas costeras de estudio, determinando la biota marina colonizadora.

#### 3.2 Objetivos específicos:

- Identificar las especies de epibiontes presente en basura marina, a través de claves taxonómicas.
- Establecer la diversidad de organismos que predominan en la basura marina, a través de índices ecológicos (Shannon y Simpson).
- Relacionar el tipo de basura con la diversidad de epibiontes, mediante un registro de datos recolectados en campo.

### 4. HIPÓTESIS

- **H1:** Epibiontes presentes en la basura marina, colonizan en mayor abundancia a sustratos del plástico.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Epibiosis marina

El termino epibiosis se ha usado de diferentes manera; algunos autores consideran que cualquier sustrato duro vivo o muerto puede ser colonizado, tanto así que paleontólogos como neontólogos utilizan este término para describir la colonización de valvas muertas o sustratos inorgánicos, otros autores considera que el termino debe ser utilizado cuando existe un epibionte y un basibiontes, donde el colonizador es un organismos sésil mientras que el sustrato u hospedador siempre es un organismos vivo ( Taylor y Wilson, 2003 citado en Romero et al., 2017).

Según Violante (2018), manifiesta que, la epibiosis marina es considera como una interacción facultativa entere un ser vivo “epibionte” que habita sobre otro “basibionte”; es una interacción común en organismos marinos tales como algas, invertebrados y vertebrados; de igual manera su presencia, distribución y proporción en el basibionte está en función a su capacidad para generar sustancias químicas y formas de locomoción ya sea sésil o errante, lo que permitirá la colonización de dichos organismo, este proceso es común en el bento marino, por lo que se ha definido que no es una asociación simbiótica si no que espacial; esta colonización se considera importante para conocer la biología y ecología del basibionte (Liria, 2011).

En el ambiente marino cualquier sustrato o superficie está expuesta a una colonización por diferentes organismos que se encuentran en la columna de agua; los organismos que antes hacían epibiosis, en la actualidad por la problemática mundial del plástico en el océano realizan una asociación compleja, es decir cuando el sustrato es superficial generalmente creada por el ser humano, lo cual se la denomina biofouling. El proceso de epibiosis viene determinado por diferentes variables, tales como, biología, ciclo de vida de epibiontes y basibionte, condiciones ambientales, composición química y física de la superficie de adhesión, disponibilidad de epibiontes en la columna de agua, apariencia del sustratos, y condiciones ambientales (Romero et al., 2017).

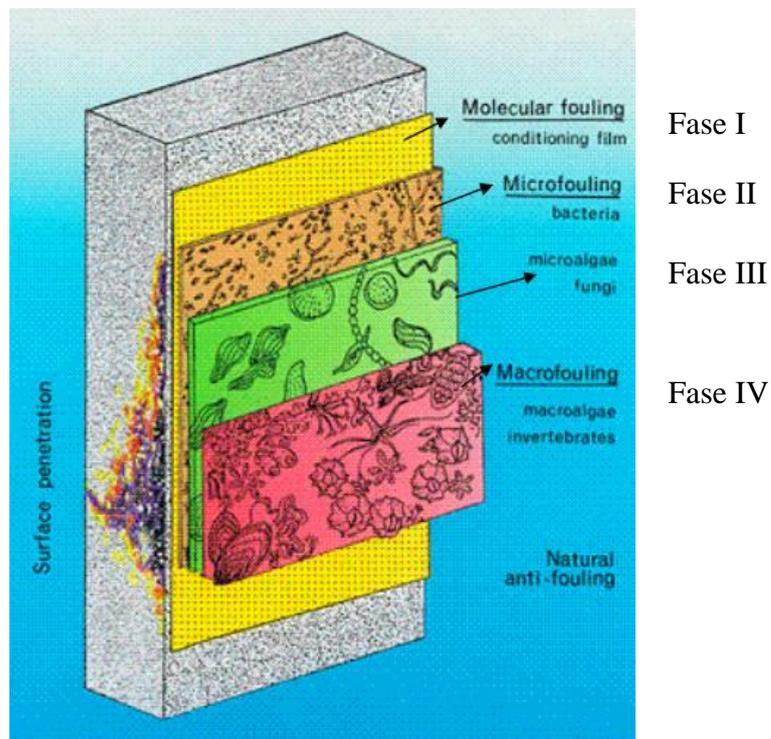
## **5.2 Proceso de epibiosis**

Este proceso comienza en una primera fase que se basa en el proceso de colonización que se va a dar principalmente por bacteria que en conjunto con otros eucariontes “diatomeas, hongos y protozoarios” van a generar un película delgada sobre la superficie del hospedador que se denomina biofilm, este medio se presenta rico en nutrientes y como alimento para otros organismos (Wahl et al., 2012).

Según Liria (2011), manifiesta que la epibiosis consta de 4 fases; lo cual la primera fase trata de acondicionamiento bioquímico, consistiendo en la adsorción de los compuestos químicos disueltos en el agua (macromoléculas) por una superficies

que entra en contacto con la misma actuando unos segundos después, por un acortamiento enzimático de las fibrillas que empuja la bacteria hacia la superficie de anclaje; siguiendo la colonización de bacterias considerada la fase dos, se considera irreversible ya que es de anclaje; las características biológicas y fisiológicas de las diferentes formas de las bacterias determinan la sucesión de la colonización, siendo las bacterias en forma de bastón se adsorben con mayor facilidad y por ende se asentarán primeras, siguiendo de las formas esféricas y por último de las formas pedunculada o filamentosa, esta colonización bacteriana comienza entre 1 hora después de la inmersión del objeto en el agua.

La fase tres se trata de la colonización por los organismos eucariotas unicelulares; en donde inicia varios días después de la inmersión en el agua; comprende del arribo de diferentes organismos unicelulares, tales como; diatomeas bentónicas (secreción de mucus), protozoos y levaduras, considerando así la predominancia de las diatomeas. La última fase es la colonización por organismos eucariotas pluricelulares, consiste en asentamiento de larvas mero-planctónicas y esporas de algas, asentándose sobre una comunidad microbiótica tridimensional, así mismo el continuo reclutamiento y evolución de la comunidad microbiótica; esta etapa se da en una o varias semanas después de la inmersión (Figura 1) (Liria, 2011).



**Figura 1.** Esquema de las cuatro fases de epibiosis marina (Davis & Williamson, 1995 citado en Liria, 2011).

### 5. 3 Especificidad de epibiosis

La especificidad de la relación epibionte y basibionte “epibiosis” se han considerado como indicadores de conectividad entre regiones, así mismo la salud del hospedador y como indicadores de entidades taxonómicas nuevas; la epibiosis está más relacionada con organismos como tortugas marinas, cetáceos, cocodrilos, manatíes (Violante, 2018).

Decenas de especies han adquirido la epibiosis, siendo especies marinas y formas bentónicas, en estos ambientes la especies tienen una competencia para colonizar nuevas superficies, siendo el sustrato un factor limitante. Esta especificada se da debido a que la característica biológica de la mayoría de las especies bentónica de poseer estadios larvarios, mero plantónicos, dan facilidad y una ventaja grande a los organismos capaces de colonizar sustratos vivos; indicando así que los epibiontes fueron organismos bentónicos que se adaptaron evolutivamente a vivir sobre otro ser vivo, adaptando sus métodos de adhesión al sustrato (epibiontes sésiles), unos desarrollando un pie de adhesión (Liria, 2011).

Se ha documentado la epibiosis en diferentes organismos acuáticos, tales como ascidias, zooplancton, moluscos, crustáceos anfípodos y crustáceos decápodos, siendo este último una fuente de sustrato importante para el desarrollo de especies sésiles en zonas arenosas, por lo que su exoesqueleto calcificado se convierte en un sustrato duro disponible para los epibiontes ( Badhuri et al., 2017).

#### **5.4 Consecuencia ecológica de epibiosis**

Las consecuencias sobre cada una de los organismos sésiles que realizan la epibiosis puede ser variada; siendo así que el epibionte es el más beneficiado ya que este necesita un sustrato donde desarrollarse; mientras que para el organismo hospedador o basibiontes se han manifestado que dicha relación (epibionte-

basibionte) puede afectar de una manera negativa, debido a que dicha colonización puede causar aumento de fricción, el peso, disminución de flexibilidad; aunque también podrá traer un aspecto positivo ya que serviría de camuflaje para el basibionte, protección contra desecación y aumento de defensa (López, 2020).

Uno de los perjuicios en epibiontes podría ser la inestabilidad, ya que existe mortalidad por depredación (depredador del basibionte), cambios tanto fisiológicos como morfológicos, presencia de muda del basibionte, exudación de metabolitos; y entre los perjuicios del basibionte están la reducción de la elasticidad debido a presencia de briozoos, aumento de fricción, reducción de luz. También existe beneficios ya que el epibionte aporta metabolitos; el beneficio para epibionte es que existe una menor competencia por el espacio sobre los basibiontes (ambiente favorable), movimiento de nutrientes a su alrededor por el hidrodinamismo provocado por el movimiento del basibionte; e incluso aporta en el transporte de los epibiontes (Liria, 2011).

De acuerdo a Romero et al. (2017), esta interacción tiene consecuencias en diversos aspectos, tanto ecológicos como económicos, de acuerdo con investigación demuestran que las comunidades epibióticas aumentan la diversidad y riqueza de las especies, por lo que generan microhábitats y aumenta la heterogeneidad del ecosistema de fondo blando, así mismo se ha reportado que pueden alterar el

impacto del estrés, provocado por el calentamiento global y la creciente eutroficación de los ecosistemas marinos sobre los basibiontes.

### **5.5 Epibiontes protozoarios**

los protozoos epibiontes se fijan de manera fuerte a superficies o sustratos de invertebrados marinos, considerándolos normalmente como agentes etiológicos de enfermedades en crustáceos. Estos al fijarse obtienen alimento que en ciliados filtradores es cualquier partícula orgánica pequeña, viva o muerta, en general de bacterias, que se encuentran suspendidas en el agua; mientras que en succionarios se alimenta de otros ciliados (Cabrera & Rubio, 2012).

Rivera (2017), manifiesta que los protozoarios pueden ser portadores de virus, bacterias, hongos y otros protozoos. La mayoría de formas endobióticas se consideran parásitos porque son metabólicamente dependientes de sus hospedador, sin embargo, desarrolla tolerancia con beneficio unilateral, como es el caso del comensalismo o de la epibiosis. Estos ciliados pueden ser ecto y endoparásitos de crustáceos con efectos directos o indirectos sobre sus hospedadores; estos tienen la capacidad de colonizar cualquier parte del cuerpo de los basibiontes, ya sea su caparazón, pedúnculos oculares, órganos reproductores, apéndices locomotores; existiendo una competitividad entre ambos por el oxígeno y suministro de materia orgánica particulada.

Los organismos más comunes que realizan este proceso de epibiosis son protozoarios cosmopolitas, naturalmente encontrados en estagues de cultivos, siendo comunes los géneros *Zoothamnium sp.*, *Epistylis sp.*, *Acineta sp.* y *Ascophrys sp.* (Cabrera & Rubio, 2012).

### **5.6 Epibiontes bacterianos**

Cobb & Castro (2006 citado en Rivera, 2017), mencionan que los principales epibiontes bacterianos que se adhieren en el caparazón de una tortuga son del género *Flavobacter* y *Vibrio*; de igual manera la bacteria quitinófaga es causante de enfermedades como la enfermedad de la concha o mancha café manifestando lesiones generalmente en el exoesqueleto de las jaibas.

En los crustáceos bentónicos, tanto en huevo como en larvas detritus su principal colonizador epibionte es de origen bacteriano tal como, *Leucothrix mucor*, siendo una bacteria filamentosa, con longitud variable, considerada saprofita es decir no penetra en la cutícula de los crustáceos; registradas en especies del género *Penaeus* o *Litopenaeus* (Gomez et al., 2001).

## 5.7 Macroepibiontes

Existen diversos organismos marinos que se les ha considerado como epibiontes de otras especies; tales como, macroalgas, bivalvos, moluscos, equinodermos cordados inferiores, que han podido adherirse gracias a una variedad de factores y condiciones ambientales de los ecosistemas costeros marinos (Rivera, 2017).

Existe una clasificación taxonómica de artrópodos crustáceos como epibiontes: copépodos, branquiura, cirrípeda, ascothoracica, rhizocephala, isópoda; se puede considerar que los cirrípedos son crustáceos sésiles que representa una diversidad mayor de distribución en los ambientes estuarinos, marinos, asociándolos con sustratos duros, naturales o artificiales (Van Syoc & Newman, 2010). La distribución de los epibiontes cirrípedos está estrechamente relacionada con la capacidad de tolerar la salinidad los organismos hospederos (Farrapeira, 2008).

Existe diversas especies y grupos de algas que se distribuyen por mares y océanos en función de las variables ambientales y otras características fisicoquímicas del ecosistema marino; este grupo se encuentran adheridas o fijas en sustratos sólidos a través de sus discos o filamentos especializados para dicha fijación; aunque también colonizan fango y arena, especialmente el género *Caulerpa*. Se han reportado macroalgas epibiontes pertenecientes a las tres principales divisiones, Rhodophyta, Phaeophyta y Chlorophyta, especialmente en tortugas marinas (Liria, 2011).

## **5.8 Basura marina**

La presencia de plástico en el ambiente marino está representando una gran amenaza para la vida marina, convirtiéndose en el tipo de basura más común encontrados en el océano, por lo que llama la atención científica y publica en los últimos años; debido a que grandes cantidades de plástico están ingresando en este ambiente y cada vez va en aumento (Wayman & Niemann, 2021).

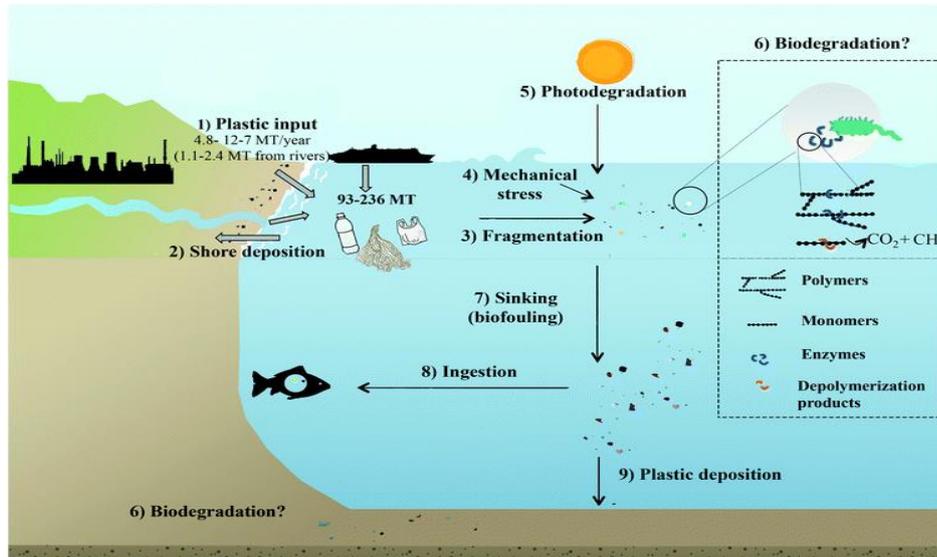
De acuerdo con Moscoso, (2021), la basura marina es considerada como un residuo orgánico y exógeno, artificial que está formando parte del ecosistema acuático que inclusive se van al fondo marino, haciendo referencia también que esto es procedente en mayor parte por actividades antropogénicas; aunque algunos residuos son producidos por la naturaleza (madera); aunque en mayor énfasis el causante de una contaminación o problema ambiental global son los desechos sólidos como el plástico y sus derivados representando un 80%. Existe un total cerca del 60 millones de macrobasura que flora en el mediterráneo, en donde existen concentraciones altas de plástico en el océano Atlántico y Pacífico, e inclusive en el océano Índico, denominados islas de plástico o parches de plástico (Rojo Nieto & Montoto, 2017).

## **5.9 Plástico en océano**

Los desechos plásticos que ingresan en el océano en su gran parte vienen de las zonas costeras, representado más del 70%, siendo arrastradas hacia el mismo por

corrientes, vientos, sistemas de drenajes, alcantarillado e inclusive actividades pesqueras y turismo que contribuyen con alrededor del 20% de los desechos en ambientes marinos (Wayman & Niemann, 2021). se considera el objeto más contaminante debido a su mayor durabilidad, versatilidad y entre otras características que permiten perjudicara la fauna y al ambiente marino en general (Moscoso, 2021).

Existe una preocupación científica acerca del impacto provocado por los fragmentos pequeños del plástico que se convierte en micro plástico en el ambiente marino, ya que este plástico tiene la capacidad de poder fragmentarse en partículas más pequeñas, esta biodegradación se da por enzimas microbianas que descomponen los polímeros en fragmentos más pequeños que son ingeridas por los diferentes organismos marinos, inclusive el macro plásticos también son ingeridos por otros organismos de mayor tamaño; ambas superficies son colonizados por algas, percebes, mariscos y otros organismos, y esta densidad puede hacer que le objeto se hunda, y las partículas se redistribuyan por la columna de agua y otras se hundan en el fondo oceánico (Figura 2) (Kershaw et al., 2011).



**Figura 2.** Destino del plástico en el océano, 1. Entrada del plástico, 2. Deposición en tierra, 3. Fragmentación del plástico, 4. Estrés mecánico, 5. Fotodegradación, 6. Biodegradación, 7. Bioincrustación - hundimiento, 8. Ingestión de organismos marinos, 9. Sedimentación y deposición del plástico en fondo marino (Wayman & Niemann, 2021).

## 5.10 Producción y residuos

La producción de plástico comenzó en la década de 1950; produciéndose la mitad de estos desechos en África y la otra parte de la producción está en un 20% entre el Tratado de Libre Comercio de América del Norte y Unión Europea. Existe un clasificación de los plástico, de origen fósil (petroquímico) y base biológica (materia orgánica renovable) subdividiendo en no degradable y biodegradable. Los plásticos de origen fósil son los PE siendo estos no biodegradables y los plástico biodegradables como el ácido poliláctico (PLA) (Wayman & Niemann, 2021).

Los plásticos tienen propiedades únicas, tales como ligeros, baratos, duraderos, resistentes a corrosión y con altas propiedades de aislamiento térmico y eléctrico; lo que ha permitido que contribuya a la humanidad para diferentes servicios; aunque existe un principal problema, que la gran parte de estos desechos que se produce cada año son utilizados para fabricar envases desechables y productos de corta duración; siendo esta producción creciente a gran escala por lo alrededor del 0,5 % de la dicha producción termina en el océano, significando un peligro ambiental por su gran versatilidad (Wabnitz & Nichols, 2010).

Wayman & Niemann, (2021) manifiestan que, estos residuos son mal gestionados y terminan almacenados en vertederos a cielo abierto, lo que hace posible que se filtre basura mediante la escorrentía y viento; en el año 2010, más del 80% de estos residuos mal gestionados procedían de 20 países, despertando una preocupación ya que en el año 60, estos residuos plásticos solo representaba alrededor del 1%; en el año 2018 según National Geographic España (2020) se produjeron más de 300 millones de toneladas de estos desechos; estas cifras siguen en aumento a pesar de que fundaciones ambientales quieren reducir esta problemática, el ascenso de la población no permite que disminuya el uso de plástico; significando así que el mayor contaminante a nivel mundial es el plástico tanto en ambientes terrestres como marinos (Moscoso, 2021).

### **5.11 Impactos en fauna oceánica**

Existen diversos impactos en organismos marinos asociados a animales muertos, debilitados o varados debido a consecuencia de enmallamiento provocados especialmente por aparejos de pesca, sofocación por las fundas plásticas, atrapados e ingesta de dichos desechos; no solo existiendo esta problemática, ahora se ha reportado estos fragmentos como transportadores de especies, que se podrían estar desplazando horizontal o vertical en la columna de agua, llegando a nuevos continentes (Rojo Nieto & Montoto, 2017).

Existen estudios que demuestran que hay presencia de plástico en los animales; no solo en grande vertebrados sino que inclusive en microorganismos como el plancton contienen pequeños trozos de plástico (micro plástico); el macro y micro plástico parecen en los nidos de las aves, en sus estómagos, los cangrejos ermitaños lo usan como caparazón en el caso de fragmentos grande de plástico, se encuentran en el estómago de las tortugas, ballenas y albatros; manifestando que alrededor de 260 especies han ingerido o se enredan en esto residuos, provocando su muerte por la reducción de sus movimientos, alimentación, rendimiento reproductivo,, laceraciones y úlceras; siendo la ingesta mucho más frecuente que el enredo (Wabnitz & Nichols, 2010).

De acuerdo con Kershaw et al. (2011) las partículas que ingieren pueden causar una obstrucción y dañar el revestimiento intestinal; así mismos dando una falsa sensación de llenura por lo que comienzan a alimentarse de manera incorrecta, las tortugas suelen confundirlas con medusas, aves como albatros confunden el plástico rojo con calamar. Los fragmentos pueden provocar un hogar para ciertas especies. Existe una preocupación debido al posible impacto químico que este tendría en el océano, inclusive la liberación de adictivos.

Se ha documentado grupo de ballenas jorobadas en peligro de extinción que viajan con cuerda enredadas, con aparejos de pesca que inclusive vienen capturando peces y otras especies; en aves se demostró que existe un aumento de la ingesta del mismo desde los años 60 hasta el 80 y en la actualidad esa ingesta sigue aumentando, al ingerirlas pueden causar heridas internas y externas y las antes mencionadas; estos plástico ingerido por invertebrados pueden tener ese potencial de poder transferir sustancias tóxicas en toda la cadena alimenticia (Wabnitz & Nichols, 2010).

### **5.12 Rafting: Plástico en el mar como transporte de especies**

Los plástico en el mar producen alteración para el medio marino, debido a que estos aparte de afectar en la ingesta, pueden transportar grandes distancias a biota adherida en su sustratos, considerándolo como rafting por lo que despierta la atención científica para poder explicar dicho proceso. Según la doctora de la

Universidad de Oviedo, Sabine Rech, se demostró que estos desechos transportan especies exóticas a otros lugares, considerando este fenómeno como omnipresente; en el estudio han encontrado diferentes especies que no habían sido reportadas en la basura marina flotante de la playa de estudio, identificando también especies invasoras, considerándolos ahora como una dimensión global (Rech, 2018).

Este mecanismo, rafting, es de importancia para organismos que no tienen mecanismos de dispersión autónomos, y a su vez que llegan a nuevos lugares puede traer como consecuencia el establecimiento de nuevas poblaciones, pudiendo desplazar una especie nativa, todo esto dependerá de las condiciones del medio en donde lleguen y de la capacidad del organismo para poder reproducirse y así expandirse en el nuevo hábitat, amenazando la biodiversidad marina nativa (Sanchez, 2009). En el año 2016, en Ecuador se encontró una nueva especie *Dosima fascicularis*, como especie invasiva pero no con la capacidad de poder desplazar la especie existente, concluyendo que el medio no presentó los medios adecuados para que exista dicha proliferación; aunque despertó el interés en la habilidad que tiene para adherirse en islas fijadas a la basura plástica (Figura 3) (Keith et al., 2019).

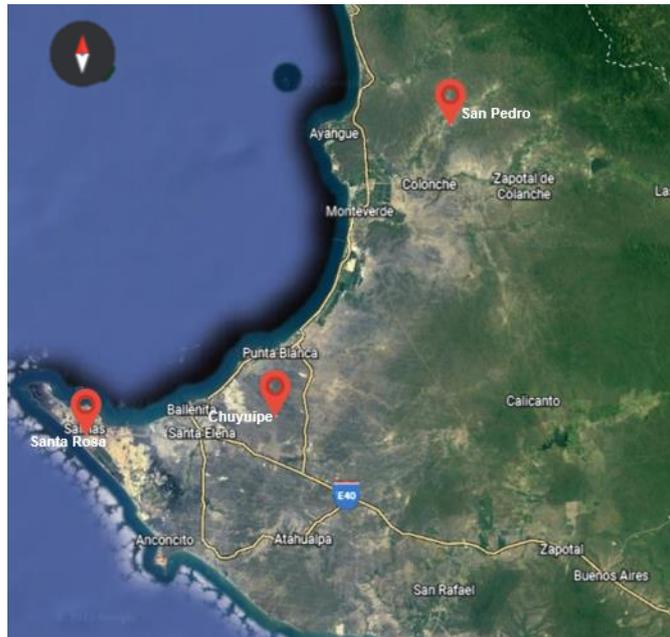


**Figura 3.** Botella con presencia de *Lepas anatifera* (Rech, 2018).

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Área de estudio

El monitoreo se realizará en la Provincia de Santa Elena, en playas arenosas, de Chuyuipe ( $2^{\circ}12'27''S$  -  $80^{\circ}52'54''W$ ), es atractivo turístico para practicar deporte como surf debido a sus olas, es frecuente para la pesca artesanal para la localidad; Santa Rosa, ( $2^{\circ}12'37''S$  -  $80^{\circ}56'51''W$ ), posee puerto pesquero, en donde se realiza la pesca artesanal siendo este el principal ingreso económico de los habitantes de la parroquia y San Pedro ( $1^{\circ}57'18''S$  -  $80^{\circ}43'50''W$ ) también existe la pesca artesanal como recurso económico y la producción de zapatos para dicho fin, la principal actividad (parapente), hace que el lugar sea atractivo para turistas (Figura 4 y anexo 3).



**Figura 4.** Distribución de las diferentes zonas de estudio (Google Earth, 2023).

## 6.2 Metodología

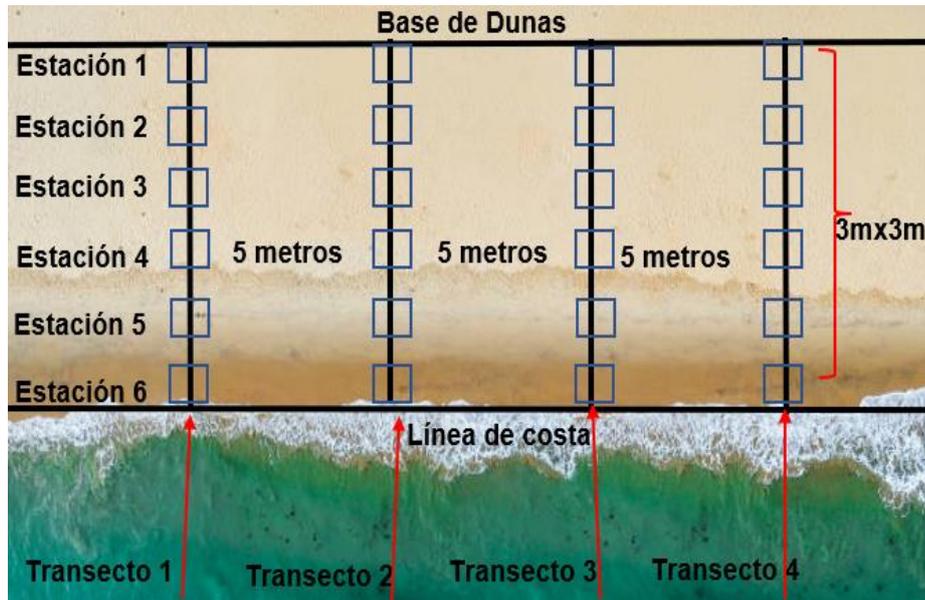
Se empleó la metodología de campo propuesta por el programa de ciencia ciudadana “Científicos de la Basura-Viajeros del Océano”; las playas se recorrieron un día a la semana cada área, durante los meses abril, mayo con un total de seis muestreos.

## 6.3 Transecto lineal y Recolección de basura en zona litoral.

En cada una de las playas se determinó el área de muestreo; entre la línea de costa y base de las dunas. Se utilizó la metodología propuesta por Gallardo et al. (2021), en el cuarto muestreo nacional de basura en las playas de Chile; en donde se

empezó ubicando estaciones con un cuadrante de 3m x 3m; con 6 transectos en cada área de estudio y estaciones dependerán del ancho de la playa (Figura 5). Es importante que una de las estaciones se ubique cerca de la línea de la costa, en la línea de la más alta marea y una en la base de las duna, luego se procedió a la recolección de la basura que se encuentre cinco metros a cada lado del transecto marcado; recolectando material que incluye objeto flotante como plásticos y no flotantes.

El material recolectado se examina, se clasifica por presencia o ausencia de epibiontes. Aquellos que tienen epibiontes se almacena en un recipiente plástico y se lo coloca en una hielera, donde se mantiene hasta su traslado al laboratorio. Se ubica una estación más dentro del agua, a través de una suposición de un cuadrante de 3 m<sup>2</sup>, para así también poder recolectar los objetos que se encuentren de ella, en cada transecto ubicado en las zonas de estudio.



**Figura 5.** Esquema para el muestreo de macrobasura en playas de arena, señalando la ubicación de cada estación (Gallardo et al., 2021).

#### 6.4 Registro de datos recolectados en campo

Se registró los datos obtenidos de todos los objetos en la tabla 2 (ver anexo 1). Una vez que ya se identificó los objetos que tienen epibiontes, se procedió a registrar en la tabla 3 (ver anexo 2).

#### 6.5 Trabajo de laboratorio

Las muestras se trasladaron al laboratorio de Ciencias del Mar de la Facultad, donde se procedió a la identificación de los organismos mediante las claves de identificación de Flórez et al. (2007) y Ordoñez (2018) para briozoos; Celis et al.

(2007), Celis (2009) y Perrier (2009) para cirrípedos; Zambrano et al. (2022) y Ortiz et al. (2002) para percebes; Simone (2006), Fahy (2003) y IMARPE (2016) para moluscos; Perrier (2009), Rivera (2017) y Bastidas (2009) para anélidos y poliquetos; Rodríguez et al. (2013) y (González, 2014) para macroalgas; Rivera (2017) y Pfaff et al. (2022) para balanos.

Para la extracción de los epibiontes se realizó de dos maneras, la primera de manera manual a través de pinzas, se va recogiendo epibiontes, se realiza entre 15 a 20 repeticiones, en todos los lados donde se encuentre el organismo en estudio; el segundo método de extracción se refiere a un raspado del sustratos mediante una cuchilla de bisturí; luego estas muestras se conservan en alcohol al 70% (Liria, 2011). Las muestras se colocaron en cajas petri para ser observadas en un estereomicroscopio marca BOECO; los detalles se analizaron en un microscopio binocular marca Boeco, en los laboratorios de la Facultad de Ciencias del Mar. Posteriormente se procede a la identificación taxonómica.

## **6.6 Análisis de datos**

La información se estandarizó en una hoja de cálculo de Excel, y procesó en función a cantidad de epibiontes encontrados y el objeto sobre el cual se encuentren; luego se analizó la posible interacción entre epibiontes y basura de cada playa.

En función de los datos, se llevó a cabo análisis sobre abundancia y diversidad de epibiontes mediante índices ecológicos, usando el índice de Shannon, que permitirá expresar la diversidad encontrada en las muestras de cada una de las zonas de estudio. Así mismo se usó el índice de Simpson, así se podrá determinar la dominancia específica en cada área de muestreo.

Se realizó la comparación de los organismos encontrados en cada zona de muestreo mediante un análisis de varianza (ANOVA), para ver si existe o no alguna diferencia entre sitios y a su vez entre objetos. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico R, a través de paquetes como, vegan, phyloseq, ggplot2, dplyr, ggpubr, matrix, reshape2, readxl, tibble, btools.

Mediante las claves taxonómicas se pudo identificar que especies están en dicho sustrato, tales como briozoos, crustáceos-cirrípedos, balanos, percebes y algas; luego mediante una observación acerca del tipo de la basura en donde se encuentran los organismos en estudio se pudo establecer si dicho rasgo será un factor dependiente para que los epibiontes colonicen ya sea en mayor o menor cantidad; de igual manera mediante las diferentes metodologías propuestas se determinó que organismos son predominantes en la basura.

## 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 7.1 Identificación de organismos epibiontes

Se identificó los organismos que estaban presentes en la basura marina, con un registro total de 19 especies distribuidos en 7 phylum, 8 clases, 10 orden y 15 familias. De acuerdo con el registro manifiesta que el phylum arthropoda fue el más diverso con un total de 5 especies entre lepas, percebes y balanos; los otros phylum identificados tenían entre 3-4 especies observadas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Listado de organismos epibiontes encontrados en la basura marina en tres sitios de estudio.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/Especie	Figura
<b>Rhodophyta</b>	Florideophyceae	Gigartinales	Caulacanthaceae	<i>Caulacanthus ustulatus</i>	

**Figura 6.** *Caulacanthus ustulatus*.

<p><b>Rhodophyta</b></p>	<p>Florideophyceae</p>	<p>Gigartinales</p>	<p>Hypniacea</p>	<p><i>Hypnea valentiae</i></p>	 <p><b>Figura 7.</b> <i>Hypnea valentiae</i>.</p>
<p><b>Rhodophyta</b></p>	<p>Florideophyceae</p>	<p>Ceramiales</p>	<p>Ceramiaceae</p>	<p><i>Ceramium pacificum</i></p>	 <p><b>Figura 8.</b> <i>Ceramium pacificum</i>.</p>

<b>Rhodophyta</b>	Florideophyceae	Ceramiales	Ceramiaceae	<i>Centroceras clavulatum</i>	 <p data-bbox="1691 774 2072 798"><b>Figura 9.</b> <i>Centroceras clavulatum</i>.</p>
<b>Chlorophyta</b>	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i>	 <p data-bbox="1747 1204 2016 1228"><b>Figura 10.</b> <i>Ulva lactuca</i>.</p>

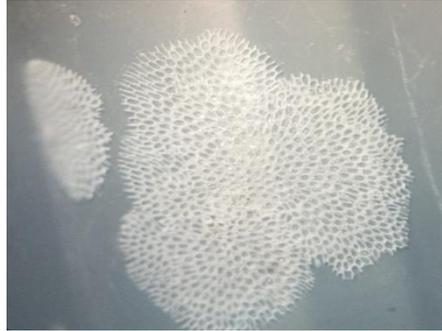
<b>Chlorophyta</b>	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	<i>Ulva fasciata</i>	 <p data-bbox="1744 743 2022 772"><b>Figura 11.</b> <i>Ulva fasciata.</i></p>
<b>Phaeophyta</b>	Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina sp.</i>	 <p data-bbox="1765 1145 2002 1173"><b>Figura 12.</b> <i>Padina sp.</i></p>

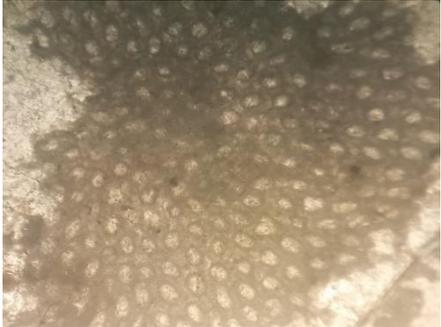
<p><b>Ochrophyta</b></p>	<p>Phaeophyceae</p>	<p>Fucales</p>	<p>Sargassaceae</p>	<p><i>Sargassum vulgare</i></p>	 <p><b>Figura 13.</b> <i>Sargassum vulgare</i>.</p>
<p><b>Annelida</b></p>	<p>Polychaeta</p>	<p>Sabellida</p>	<p>Serpulidae</p>	<p><i>Serpulidae</i></p>	 <p><b>Figura 14.</b> Tubo de poliquetos serpúlidos.</p>

<p><b>Annelida</b></p>	<p>Polychaeta</p>	<p>Sabellida</p>	<p>Spirorbidae</p>	<p><i>Spirorbinae</i></p>	 <p><b>Figura 15.</b> Tubo de poliqueto Espirórbidos.</p>
<p><b>Annelida</b></p>	<p>Polychaeta</p>	<p>Phyllodocida</p>	<p>Phyllodocidae</p>	<p><i>Eulalia viridis</i></p>	 <p><b>Figura 16.</b> <i>Eulalia viridis</i>.</p>

<p><b>Arthropoda</b></p>	<p>Maxillopoda</p>	<p>Pedunculata</p>	<p>Lepadidae</p>	<p><i>Lepa anatifera</i></p>	 <p><b>Figura 17.</b> <i>Lepa anatifera</i>.</p>
<p><b>Arthropoda</b></p>	<p>Thecostraca</p>	<p>Balanomorpha</p>	<p>Chelonibiidae</p>	<p><i>Chelonibia testudinaria</i></p>	 <p><b>Figura 18.</b> <i>Chelonibia testudinaria</i>.</p>

<p><b>Arthropoda</b></p>	<p>Thecostraca</p>	<p>Balanomorpha</p>	<p>Balanidae</p>	<p><i>Balanus trigonus</i></p>	 <p><b>Figura 19.</b> <i>Balanus trigonus</i>.</p>
<p><b>Arthropoda</b></p>	<p>Thecostraca</p>	<p>Balanomorpha</p>	<p>Balanidae</p>	<p><i>Amphibalanus improvisus</i></p>	 <p><b>Figura 20.</b> <i>Amphibalanus improvisus</i>.</p>

<b>Arthropoda</b>	Thecostraca	Balanomorpha	Balanidae	<i>Megabalanus coccopoma</i>	 <p data-bbox="1659 719 2101 746"><b>Figura 21.</b> <i>Megabalanus coccopoma</i>.</p>
<b>Bryozoa</b>	Gymnolaemata	Cheilostomatida	Membraniporidae	<i>Biflustra arborescens</i>	 <p data-bbox="1659 1102 2101 1126"><b>Figura 22.</b> <i>Biflustra arborescens</i>.</p>

<b>Bryozoa</b>	Gymnolaemata	Cheilostomatida	Fenestrulinidae	<i>Fenestrulina malusii</i>	 <p data-bbox="1704 691 2063 715"><b>Figura 23.</b> <i>Fenestrulina malusii</i>.</p>
<b>Bryozoa</b>	Gymnolaemata	Cheilostomatida	Calloporidae	<i>Copidozoum tenuirostre</i>	 <p data-bbox="1688 1074 2085 1098"><b>Figura 24.</b> <i>Copidozoum tenuirostre</i>.</p>

## 7.2 Abundancia de especie por sitio

La mayor abundancia de epibiontes se reflejó en la playa de San Pedro (Zona 3) con un total de 721 especies, seguido de Chuyuipe (Zona 2), con 548 individuos, mientras que en Santa Rosa (Zona 1), se presentó una abundancia menor que en los dos lugares anteriormente mencionados con 375 especies. Dando a notar que los géneros con mayor abundancia fueron lepa y biflustra en la zona 3; mientras que en la zona 2 los géneros megabalanus y biflustra con mayor cantidad de especies; por consiguiente, en la zona 1 los géneros que predominaron fueron Amphibalanus y Biflustra, en definitiva el organismos con mayor abundancia en los tres sitios fue *Biflustra arborescens* (Figura 25 ).

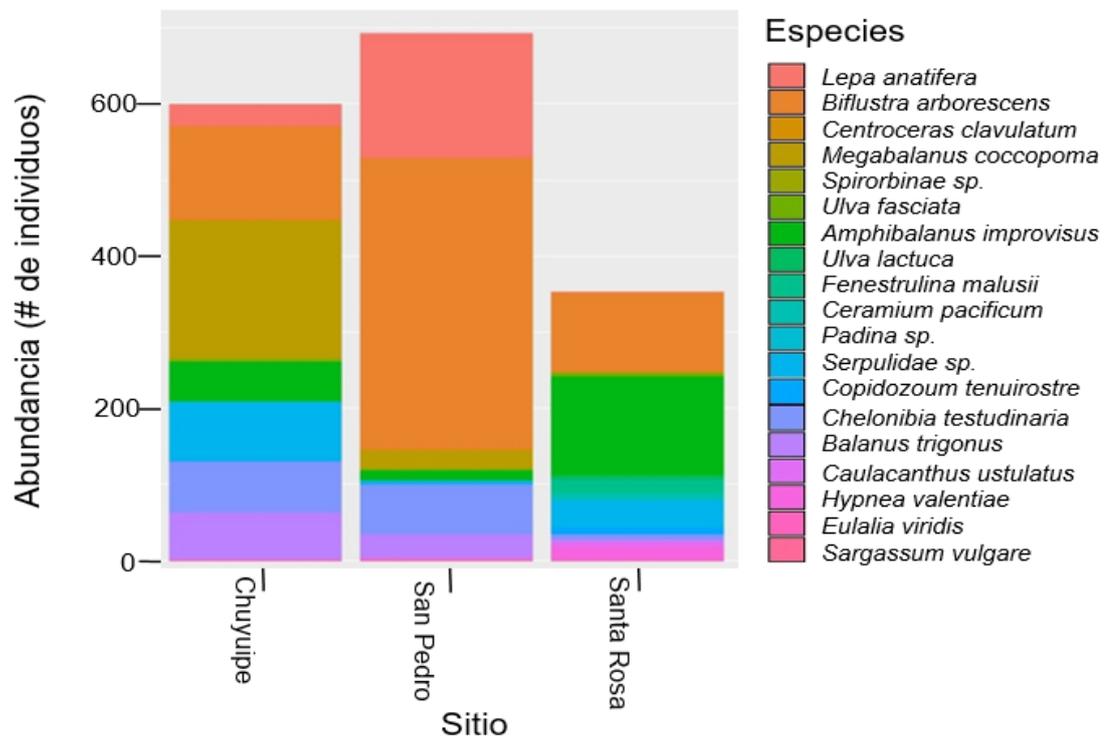
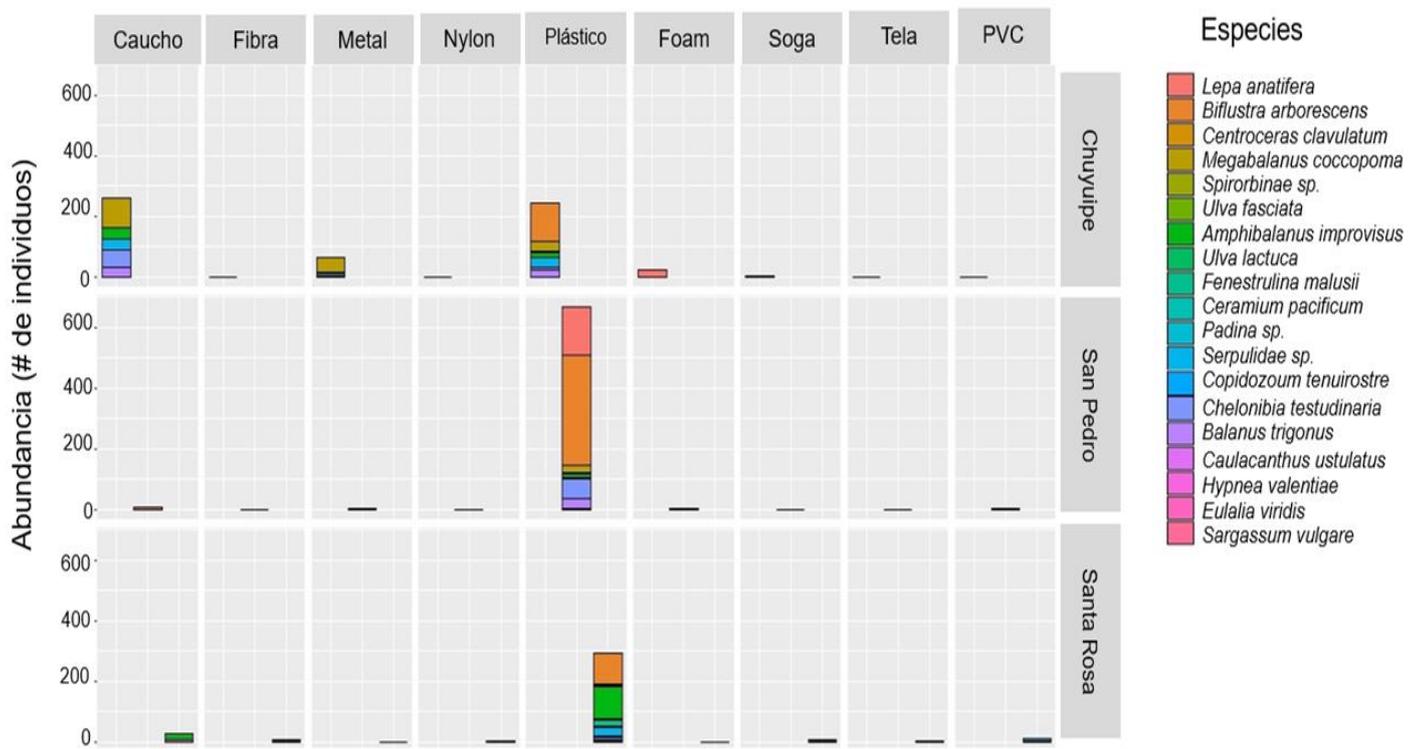


Figura 25. Abundancia de epibiontes en relación con los tres sitios de estudio.

### 7.3 Abundancia de organismos por objeto

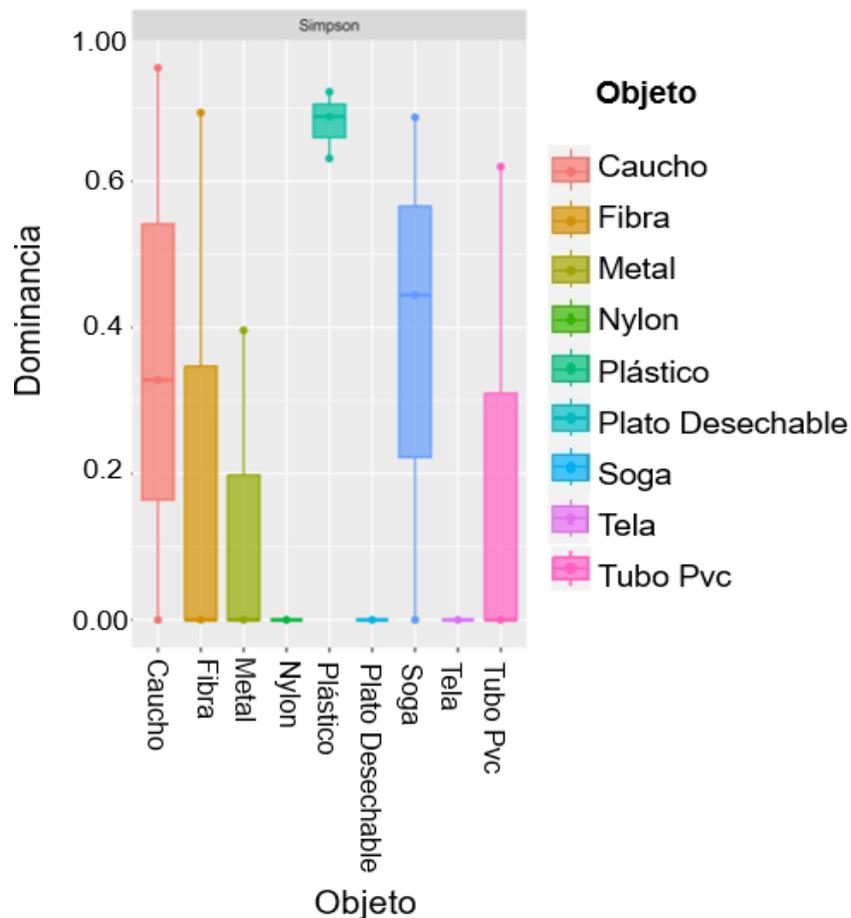
Con el fin de definir la diversidad de los organismos epibiontes en el tipo de basura, se hizo un análisis relacionando de los organismos encontrados en cada zona de estudio, Santa Rosa (zona 1), Chuyuipe (zona 2) y San Pedro (zona 3) y tipo de objetos tales como, plástico (P), caucho (C), fibra (F), metal (M), nylon (N), plato desechable (PD), soga (S), tela (T) y tubo de PVC (TP). Se presentó individuos con la mayor abundancia de organismos sésiles que colonizaron el plástico en las tres áreas de estudios; aunque en Chuyuipe se encontró una abundancia similar tanto en el plástico como en el caucho y en los otros tipos de basura marina se encontró una abundancia menor y casi nula de organismos (Figura 26).



**Figura 26.** Abundancia de epibiontes relacionados con basura marina en Chuyuipe, San Pedro y Santa Rosa. Los tipos de residuos se registran en la parte superior.

#### 7.4 Dominancia de Simpson por objeto

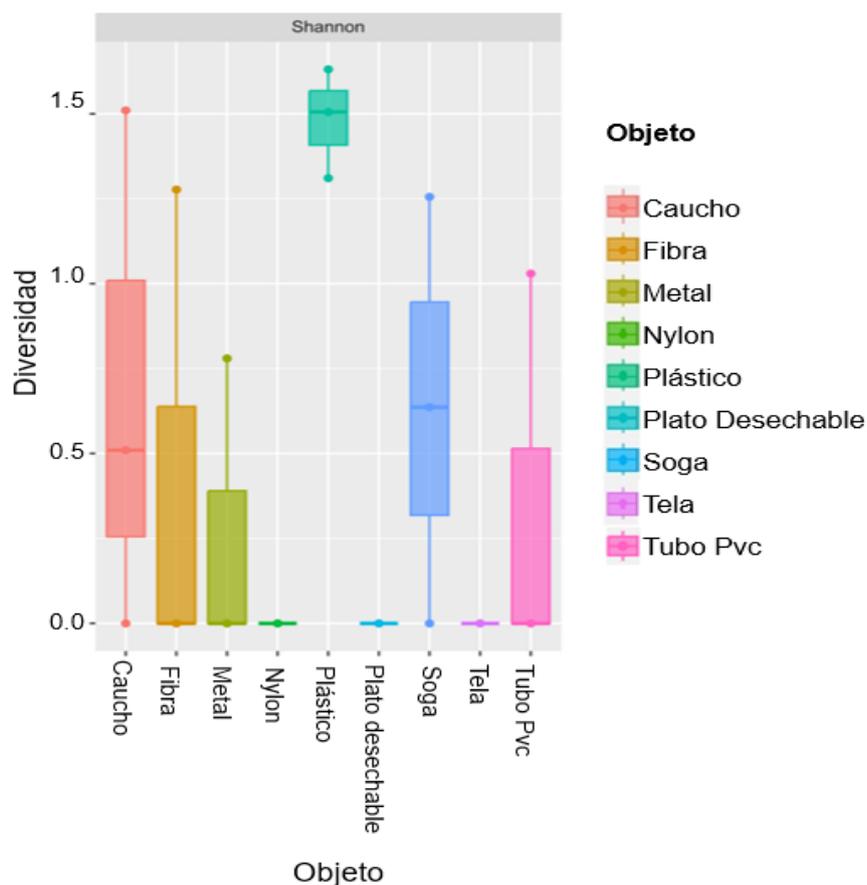
En base a la dominancia de Simpson, la presencia de organismos se mantiene en todos los objetos, existiendo una mayor dominancia en el plástico, aunque en caucho, sogá existió una dominancia menor en comparación con el objeto antes mencionado, se puede deducir que existe una alta dominancia entre estos objeto ya que sus valores se acercan a uno; mientras que en fibra, metal y tubo de PVC hay una menor dominancia de especies, y en nylon, plato desechable y tela no existió dominancia alguna (Figura 27). De acuerdo con la Tabla 4 (ver anexo 4) su diferencia no es estadísticamente significativa ( $p=0.0701$ ).



**Figura 27.** Dominancia de objetos colonizados registrados en los tres sitios de estudio.

## 7.5 Diversidad de Shannon-Wiener por objeto

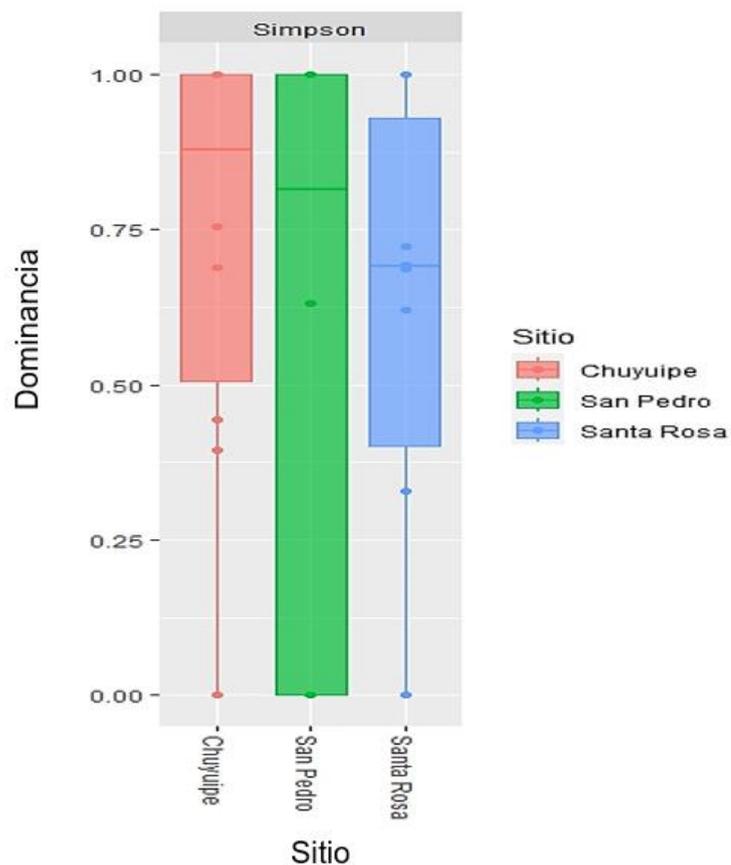
Con respecto al índice ecológico de diversidad de Shannon, muestra que en el plástico existe una mayor diversidad de organismos en comparación con los otros objetos recolectados; en el caucho, fibra, metal, sogas, tubo de Pvc, manifestó una diversidad menor, deduciendo que existe uniformidad con respecto a la colonización de los objetos antes mencionados; de igual manera se presentaron objetos en donde su diversidad es casi nula; es decir muy poca cantidad de organismos presentes en nylon, plato desechable y tela (Figura 28.). De acuerdo con la Tabla 5 (ver anexo 4) su valor de p fue de 0.0299, lo que significa que su diferencia es estadísticamente significativa.



**Figura 28.** Diversidad en objetos colonizados presentes en las tres áreas de estudio.

## 7.6 Dominancia de Simpson por sitio

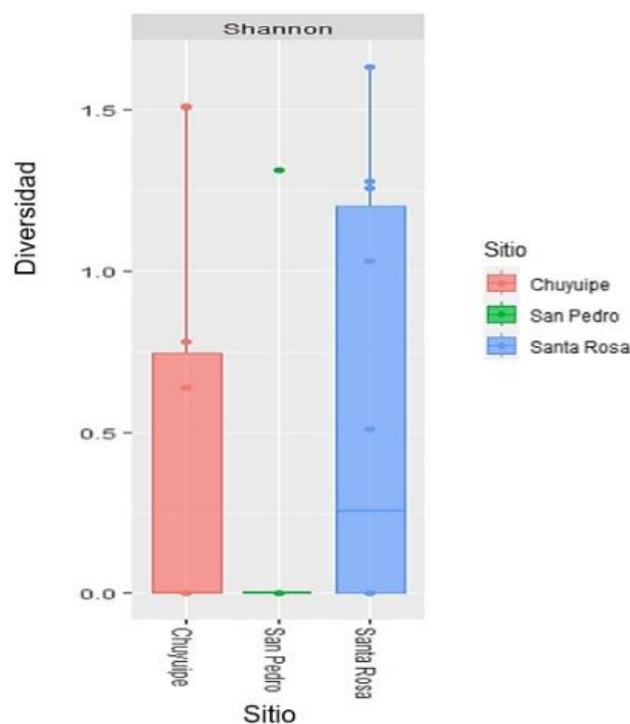
La dominancia de epibiontes sobre los objetos se mantuvo similar, con una dominancia de especie del grupo de briozoos en objetos plásticos en San Pedro y Santa Rosa, en Chuyuipe, la colonización se observó sobre el mismo tipo de objetos y en caucho con dominancia de especies de balanos. Según la Tabla 6 (ver anexo 5) no se encontraron diferencia significativa de especies que colonizaron objetos en las tres zonas de estudio ( $p=0.166$ ) (Figura 29).



**Figura 29.** Dominancia de especies que colonizaron objetos en los tres sitios de muestreo.

## 7.7 Diversidad de Shannon-Wiener por sitio

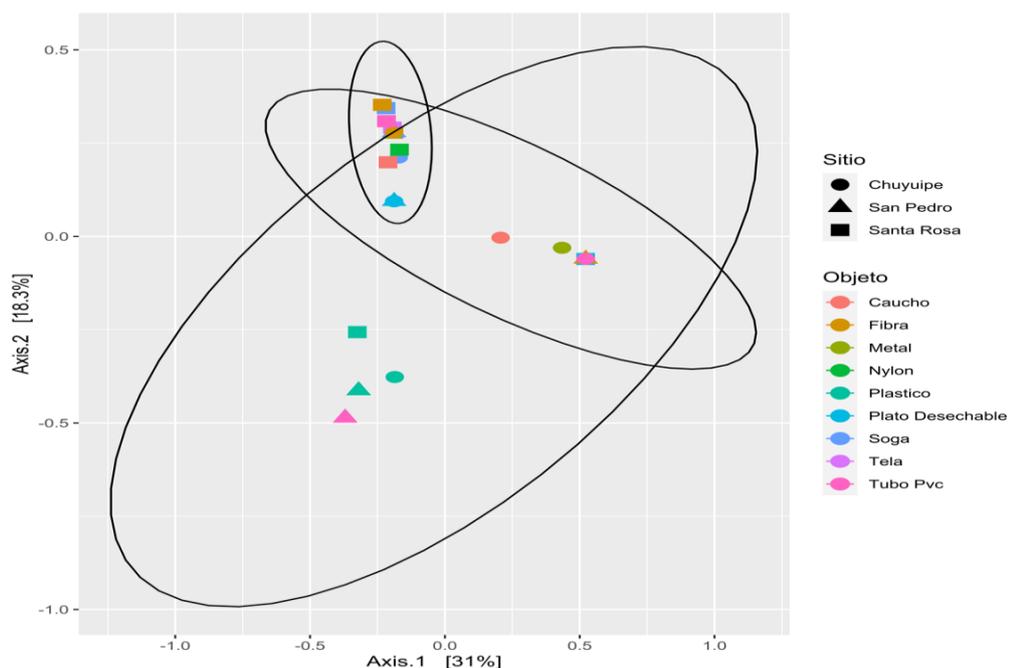
En Santa Rosa los objetos colonizados fueron principalmente fueron plástico, nylon, caucho, fibra y tubo de Pvc con una diversidad de 1.8 bits, mientras que en Chuyuipe la diversidad fue de 1.5 bits. Que se asume se debe a que sus especies más abundantes se concentran en diferentes objetos ya sean estos plástico, caucho, cabo, fibra, entre otros, deduciendo así que entre estos dos sitios existe uniformidad; mientras que en San Pedro donde se registró una baja diversidad ( 1.3 bits) la mayor riqueza de especies se debió a que estos colonizaron un solo tipo de objeto, en este caso el plástico, correspondiendo a los grupos de briozoos. Según el análisis anova no existe diferencia significativa ( $p=0.221$ ) entre los tres sitios, sobre la colonización de especies en objetos (Tabla 7 ver anexo 5) (Figura 30).



**Figura 30.** Valores de diversidad de Shannon-Wiener registrados en los tres sitios de muestreo.

## 7.8 Análisis de NMDS sitio-objeto colonizado.

Las comunidades de organismos que se fijan en objeto flotantes están asociadas a la zona , aparentemente mas no a un tipo de objeto flotante en particular, como se registra en el análisis de NMDS, lo que se observa principalmente en el caso de Santa Rosa, se observa alguna relación con Chuyuipe, Sin embargo en lo que corresponde a San Pedro no se registra esta situación en forma clara. Se podría asumir que la diferencia se deba a la geomorfología del lugar, los procesos de corrientes y a la presencia de embarcaciones y/o asistencia de personas a las playas, tema que deberá ser considerado en próximo estudio. Cabe señalar con la información obtenida, es posible que las condiciones ambientales de cada playa , se asume, podrían ser determinante en la presencia de organismos, No obstante no se observaron diferencias significativas entre las tres playas, aunque si tendencias, que los diferenciaron en forma general.



**Figura 31.** Análisis de NMDS sitio-objeto colonizado.

## 8. DISCUSIÓN

Una vez obtenidos los datos sobre la abundancia de los organismos encontrados en los objetos recolectados en Santa Rosa, Chuyuipe y San Pedro, se puede considerar como aceptada nuestra hipótesis planteada, donde se muestra que la mayor abundancia de los epibiontes presentes en la basura marina, van a colonizar en mayor cantidad a sustratos relacionados con el plástico.

El rafting biológico en desechos marinos es un evento que se ha venido observando desde 1978-1990, realizaron estudios sobre plásticos en lugares del Atlántico Occidental y Pacífico meridional, existiendo ya la presencia de organismos no clasificados como algas e hidrozoos en dichos materiales (Winston et al., 1997), así mismo en el presente estudio la mayoría de los objetos colonizados eran de plástico y mayor diversidad de especies, mientras que el resto eran de poliestireno, metal, caucho, en comparación con los datos obtenidos en De la Torre et al. (2021), en donde manifiesta que los objetos recolectados lejos de la zona o cerca de la zona de marea no se encontró ningún tipo de interacción con organismos epibiontes; mientras que en la presente investigación sí se encontró que la mayor cantidad de objetos cerca del límite de la costa o base de las dunas estaban colonizados por la biota marina.

En los resultados se demuestran que la gran parte de los objetos que se encontraron con biota marina eran de origen antropogénico, lo que concuerda con Barnes, (2002), en donde hace énfasis que de sus objetos estudiados encontraron que entre el 20% y 80% eran de este mismo origen, en que la colonización se dio en tres tipos de objetos; llegando a la conclusión de que los resultados obtenidos demuestran que la basura antropogénica flotante da la facilidad para la formación de un hábitat conformada por una comunidad diversa de organismos marinos; al igual que los datos obtenidos.

Carlton et al. (2017) y Rech et al. (2020) comentan en ambos estudios, tras el desarrollo de un tsunami, uno de ellos generado por el terremoto de 2011 en el este de Japón, se observó que existió rafting, en donde había biota marina transportada en objetos no biodegradables, que viajaron a través del Océano Pacífico. En estos casos, con respecto al tipo de objetos, en donde existió mayor frecuencia de colonización fue en el plástico, haciendo énfasis que el plástico funciona como un sustrato para que exista una mayor colonización de organismos marinos, también pudiendo actuar como vector de dispersión, siendo los resultados obtenidos concordantes con el estudio realizado en Mar de Cataluña por Subías et al. (2022).

Gaibor et al. (2020) y Suárez. (2022) manifiesta sobre la composición de desechos marinos antropogénicos en diferentes partes de Ecuador, marcando que existe una

dominancia de plásticos con un porcentaje de 65% y 77 % , siendo que ambos estudios recolectaron otro tipo de objetos pero con mayor representatividad de plásticos; considerando que los desechos marinos son de origen humano ya sean por las diferentes actividades que se realizan en las playas ya sean turísticas y domesticas representando un 82% y pesqueras con el 18% (Triviño, 2019), aunque Gaibor indica que la fuente de contaminación se puede dar por otro factor que sería el transporte acuático de dichos objetos a través de vientos y corrientes. Estos datos con los obtenidos en el presente estudio concuerdan con que la mayor cantidad de objetos presentes en las costas estas representadas por el plástico y que las zonas estudiadas tienen una estrecha relación con actividades turísticas, incluyendo aquí los diferentes restaurantes presentes en cada zona y actividades pesqueras, haciendo que exista la posibilidad de la colonización en dichos sustratos.

Gracia et al. (2018), en su estudio en playas del Caribe, hacen mención que también encontraron briozoos, percebes y poliquetos en diferentes tipos de basura marina y desechos leñosos, mientras que en el actual estudio en concordancia con la abundancia encontrada de organismos ya sean briozoos, lepas, tubos de poliquetos, en otro tipo de basura marina. haciendo énfasis que la mayor abundancia fue en plástico lo que confirman también los resultados de investigaciones previas (Rech, et al., 2018).

De igual manera se observó que los percebes y otros organismos colonizadores pueden adherirse en otros sustratos, tales como espuma de poliestirenos, boyas, gránulos de alquitrán, vidrio, mientras que briozoos mayormente en superficies lisas como es el caso de los plásticos, tal como menciona Winston et al. (1997); en nuestro estudio se manifestó que aunque todos los organismos identificados se encontraron adheridos en el sustrato del plástico, dentro de nuestras muestras hubo existencia de una abundancia menor de percebes, cirrípedos que se encontraron en otros objetos tales como foam o espuma de poliestireno, metales y caucho.

En comparación con otros estudios como el realizado por Kiessling et al. (2015), en dicho estudio registró 378 taxones, mientras que en el presente estudio se registró 19 especies perteneciente a 7 filos (Rhodophyta, Chlorophyta, Phaeophyta, Ochrophyta, Annelida y Arthropoda), con 8 clases taxonómicas en los desechos marinos, entre ellos algas, cirrípedos, balanos, poliquetos y briozoos; resultando en menos diversidad de epibiontes que el mencionado, ya que el autor identificó 387 especies de los cuales 244 a nivel de especies y 143 a nivel de género, no obstante 3 filos registrados fueron halladas en el presente estudio; esta diferencia se debe a que se identificaron desde taxones de bacterias, microorganismos protistas y eucariontes; lo que tiene en común los dos tipos de estudio es que hace referencia que existe una colonización de organismos crustáceo-cirrípedos, briozoos y artrópodos.

Los organismos que se encuentran ahora en los desechos antropogénicos, suelen colonizar otros tipos de sustratos como cuerpo de otros organismos, madera, piedra pómez volcánica; su densidad y abundancia en los objetos podrían estar variando con la temperatura, sugiriendo así esta condición ambiental es un predictor para dicha colonización de objetos; las temperaturas bajas son barreras para dicha fijación (Barnes, 2002), siendo estos organismos hallados en regiones de aguas cálidas, encontrando artículos con biota adherida desde el Subantártico hasta el Ecuador; las corrientes superficiales y vientos juegan un papel importante en el crecimiento del plástico en el océano, ya que es arrastrado desde zonas costera por las mismas y a su vez que la dispersión de especies sea más frecuente (Winston et al., 1997). Se ha documentado que la latitud es un factor que va a depender de la colonización, en latitudes bajas (0-15°) es menor la abundancia de los organismos en desecho marinos, así mismo en latitudes muy altas (15-40°), haciendo énfasis en que ambiente tropicales y subtropicales existan mayor riesgo de rafting de biota sobre basura marina antropogénica (Rech, 2018).

Del mismo modo con otros estudios como los de Rech et al. (2020), y de Winston (1982), en donde también existía una mayor abundancia de briozoos, esta mayor colonización se dio en gran parte de objetos que encontraron estaban en avanzado estado de degradación por lo que se asume que podría haber existido una pérdida de su comunidad adjunta en el transcurso del tiempo, llegando a las costas solo dicho grupo, a diferencia de los resultados actualmente registrados en los que los

briozoo, los objetos variaron en tamaño. Cabe señalar que lepas y percebes (cirrípedos), al igual que en los estudios de Rech et al (2022) y Winston (1982) presento una abundancia menor. Las condiciones de los sustratos como su durabilidad puede permitir que exista diversidad de especies en dichos sustratos y así a través de las corrientes marinas exista el rafting, los briozoos son las especies más comunes en los plásticos encontrados en las zonas costeras , debido a que este grupo se encuentran en zonas pocas profundas, además las Lepas en su estado larvario tienen la capacidad de adherirse a un sustrato, por lo que les hace susceptible a que en dicha etapa empiece la fijación en los objetos flotantes (Subías et al., 2022).

En relación con los resultado de la investigación realizada por Rech et al. (2018), manifiesta también que la mayoría de sus muestras eran fragmentos pequeños, mientras que en nuestras muestras eran objetos enteros o fragmentados de mayor tamaño, encontrándose diferencias significativas por objetos en las tres áreas de estudio, en dicho estudio realizaron el muestreo solo en los derivados del plásticos, en cambio ésta investigación se observó en diferentes objetos ya sean plástico, metales, caucho, tela, sogas, dando como resultado que su mayor colonización fue en plásticos, ya mencionando anteriormente.

## 9. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- Se identificó 1646 individuos, con un total de 19 especies, en donde de acuerdo con nuestra abundancia observada, manifiesta que las especies más representativas fueron *B. arborescens* siendo la especie con mayor frecuencia y más individuos muestreados entre las tres zonas de estudio, seguida de *M. coccopoma*, *A. improvisus*, *L. anatifera*, *C. testudinaria* y tubos de poliquetos serpúlidos.
- A través de los índices ecológicos, en cuanto a dominancia de especies a través de Simpson, la dominancia fue equitativa en las tres áreas de estudio; pero San Pedro represento una mayor probabilidad que al escoger una muestra al azar, dos de ellas pertenecen a la misma especie; mientras que en diversidad de especies mediante Shannon, Santa Rosa fue el lugar en donde la diversidad de especies colonizo más de un solo objeto.
- Con relación a organismos y la basura, aunque existe una menor colonización en otros objetos, se identificó el plástico como el material con biota marina más abundantes adheridas a los mismos, por lo que se considera al plástico como un objeto en donde se pueden formar hábitats con una cantidad considerable de biota marina y siendo capaces de transportar especies a otros lugares.

- La riqueza considerable de biota adherida en los desechos marinos encontrados en la investigación hace énfasis en la magnitud de la contaminación plástica existente en los lugares muestreados, siendo estas influenciadas por pesca o turismo, de igual manera aún existe muchas especies que realizan rafting sin conocer, y así mismo la dimensión del impacto de dicho fenómeno en la basura marina no se conoce totalmente.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Sería de importancia continuar este tipo de estudio en otras zonas donde sea evidente la contaminación, de igual manera realizarla en diferentes épocas del año debido al cambio de temperatura, así se podrá obtener más información sobre los organismos que vienen adheridos en los desechos marinos.
- Tomar en cuenta las variables como el color, estructura y tamaño de los objetos en donde se encuentren adheridos los organismos, obteniendo información si estas características pueden ser determinantes para que exista mayor o menor abundancia.
- Futuros estudios podrían incluir la identificación de biota marina en diferentes tipos de sustratos del plástico, para así saber en el tipo de plástico en donde existe mayor comunidad de organismos.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M., Zapata, M., López, P., Moreno, M., & Moscovich, L. (2023). Ciencia Ciudadana. Una exploración sobre sus tendencias y su rol en el desarrollo sostenible (Vol. 28). <https://doi.org/10.1590/ce.v28i0.89003>
- Barnes, D. (2002). Invasions by marine life on plastic debris. *Nature*, *416*, 808–809. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/416808a>
- Bastida, R. (2009). *Serpulidae Rafinesque, 1815* (J. León, J. Bastida, L. Carrera, M. García, A. Peña, S. Salazar, & V. Solís (eds.); 1st ed.). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Bhaduri RN, Valentich-Scott P, Hilgers M, Singh R. (2017). New host record for the California mussel *Mytilus californianus* (Bivalvia, Mytilidae), epibiotic on the Pacific sand crab *Emerita analoga* (Decapoda, Hippidae) from Monterey Bay, California (U.S.A.). *Crustaceana*. 2017;90(1):69-75.
- Cabrera, F., & Rubio, M. (2012). Protozoarios epibionte en el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei*. Protozoan epibionts in shrimp farming *Litopenaeus vannamei*. *Rev. Fac. Cs. Vets.*, *53*(2), 69–80.
- Carlton, J. T., Chapman, J. W., Geller, J. B., Miller, J. A., Carlton, D. A., McCuller, M. I., Treneman, N. C., Steves, B. P., & Ruiz, G. M. (2017). Tsunami-driven rafting: Transoceanic species dispersal and implications for marine biogeography. *Science*, *357*(6358), 1402–1406. <https://doi.org/10.1126/science.aao1498>
- Celis, A. (2009). *Análisis Panbiogeográfico y Taxonómico de los cirripedos (crustacea) de México* [Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2009/octubre/0649566/0649566.pdf>
- Celis, A., Gabino, A., & Álvarez, F. (2007). Los cirripedios torácicos (Crustacea) de aguas someras de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de ...*, *78*, 325–337. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532007000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532007000200010&script=sci_arttext)
- Cobb, J. S. & K. Castro M. (2006). Shell disease in lobsters: A synthesis. Fisheries Center, University of Rhode Island, USA. 18 p.
- Conopoima, Y. (2022). Las islas de plástico su vinculación ambiental con el Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *5*(2).
- Davis A. & Williamson P. 1995. Marine Biofouling: a sticky problem. NERC News, April 1995. <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/6590>

- De la Torre, G. E., Dioses Salinas, D. C., Pérez-Baca, B. L., Millones Cumpa, L. A., Pizarro Ortega, C. I., Torres, F. G., Gonzales, K. N., & Santillán, L. (2021). Marine macroinvertebrates inhabiting plastic litter in Peru. *Marine Pollution Bulletin*, 167(March). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112296>
- De Poorte, M. (2009). Amenaza marina. UICN. [https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/amenaza\\_marina\\_\\_\\_marine\\_menace\\_sp\\_2.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/amenaza_marina___marine_menace_sp_2.pdf)
- Fahy, N. (2003). Clave de los géneros de moluscos terrestres mexicanos usando caracteres conquiológicos. *Revista de Biología Tropical*, 51(SUPPL. 3), 473–482.
- Farrapeira CMR. (2008). Cirripedia Balanomorpha del estuario del Río Paripe (Isla de Itamaracá, Pernambuco, Brasil). *Biota Neotropica* 8: 31-39.
- Flórez, P., Montoya, E., Reyes, J., & Santodomingo, N. (2007). Briozoos cheilostomados del caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 36(989), 229–250. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2007.36.0.208>
- Frankovich T., M.P. Ashwort, M.J. Sullivan, et al. 2018. Epizoic and Apochlorotic Tursiocola species (Bacillariophyta) from the Skin of Florida Manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Protist* (en prensa). <https://doi.org/10.1016/j.protis.2018.04.002>
- Gaibor, N., Condo-Espinel, V., Cornejo-Rodríguez, M. H., Darquea, J. J., Pernia, B., Domínguez, G. A., Briz, M. E., Márquez, Lady, Laaz, E., Alemán-Dyer, C., Avendaño, U., Guerrero, J., Preciado, M., Honorato-Zimmer, D., & Thiel, M. (2020). Composition, abundance and sources of anthropogenic marine debris on the beaches from Ecuador – A volunteer-supported study. *Marine Pollution Bulletin*, 154(March), 111068. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111068>
- Gallardo, C., Vásquez, N., & Thiel, M. (2021). Cuarto Muestreo Nacional de Basura muestra que no hubo muchos cambios en la condición de las playas de Chile en la última década (p. 17). <http://www.cientificosdelabasura.cl/archivo/documento/documento/37/2020 - Informe 4to mUestreo Nacional de la Basura en las Playas.pdf>
- Godoy, M. (s. f.). Epibiontes en Ostra Chilena (*Triostrea chilensis*). Recuperado 4 de octubre de 2022, de [https://www.marcosgodoy.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=198:epibiontes-en-ostra-chilena-triostrea-chilensis&catid=140:epibiontes&Itemid=505&lang=en](https://www.marcosgodoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=198:epibiontes-en-ostra-chilena-triostrea-chilensis&catid=140:epibiontes&Itemid=505&lang=en)

- Gomez-Gil, B., Roque, a, & Guerra-Flores, a L. (2001). Enfermedades Infecciosas más Comunes en la Camaronicultura en México y el Impacto del Uso de Antimicrobianos. *Camaronicultura y Medio Ambiente*, 315–346. [http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Camaron/Enfermedades infecciosas mas comunes en la camaronicultura en Mexico y el impacto del uso de antimicrobianos.pdf](http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Camaron/Enfermedades_infecciosas_mas_comunes_en_la_camaronicultura_en_Mexico_y_el_impacto_del_uso_de_antimicrobianos.pdf)
- González, G. (2014). *Diversidad y abundancia de macroalgas en las zonas intermareales rocosas de las comunas Montañita, La Entrada y La Rinconada, noviembre 2013, abril 2014, Provincia de Santa Elena*[Universidad Estatal Península de Santa Elena]. [https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1462/1/GABINO SANTIAGO GONZÁLEZ SEVERINO.pdf](https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1462/1/GABINO_SANTIAGO_GONZÁLEZ_SEVERINO.pdf)
- Gracia, A., Rangel, N., & Flórez, P. (2018). Beach litter and woody-debris colonizers on the Atlántico department Caribbean coastline, Colombia. *Marine Pollution Bulletin*, 128(January), 185–196. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.017>
- IMARPE. (2016). Guía ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial: Vol. 2 (1) (p. 88). *Notonecta sp*
- Institut de Ciències del Mar "ICM-CSIC". (2022). La presencia de plásticos en el mar podría contribuir a la introducción de especies invasoras | Institut de Ciències del Mar. Institut de Ciències del Mar. Recuperado 9 de enero de 2023, de <https://www.icm.csic.es/es/noticia/la-presencia-de-plasticos-en-el-mar-podria-contribuir-la-introduccion-de-especies-invasoras>
- Keith, I., Howard, J., Hannam, T., Green, S., Suárez, J. & Vera, M. (2019, 4 julio). Restos de plástico podrían introducir especies invasoras a la Reserva Marina de Galápagos. INFORME GALÁPAGOS. Recuperado 9 de enero de 2023, de <https://galapagosreport.org/los-articulos/restos-de-plastico-podran-introducir-especies-invasoras-a-la-reserva-marina-de-galapagos>
- Kershaw, P., Katsuhiko, S., Lee, S., Samseth, J., Woodring, D., & Smith, J. (2011). Plastic Debris in the Ocean. *UNEP Year Book 2011*, 20–33.
- Kiessling, T., Gutow, L., & Thiel, M. (2015). Marine Litter as Habitat and Dispersal Vector. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 141–181). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_6)

- Li, Q., Su, L., Ma, C., Feng, Z., & Shi, H. (2022). Plastic debris in coastal macroalgae. *Environmental Research*, 205, 112464. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112464>
- Liria, A. (2011). “ECOSISTEMAS ERRANTES: Epibiontes como indicadores biogeográficos de tortugas marinas de Canarias” [Univeridad De Las Palmas De Gran Canaria]. In ecología y gestión de recursos vivos marinos. <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/6590>
- López, G. (2020). Epibiosis por algas sobre Emerita analoga (Stimpson 1857) en playas arenosas de la costa peruana (Issue Stimpson 1857) [Universidad Peruana Cayetano Heredia]. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/8463>
- Moscoso, L. (2021). Caracterización de la basura marina en las costas continental e insular del ecuador 2019 (Issue March). <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6586/1/UPSE-TBM-2021-0006.pdf>
- Ordoñez, A. (2018). Taxonomía de briozoos marinos (bryozoa: gymnolaemata: cheilostomata) de la localidad las ánimas, Golfo de California, México. <https://132.248.9.195/ptd2018/noviembre/0783173/0783173.pdf>
- Ortiz, M., Lalana, R., & Varela, C. (2002). Lista De Especies Y Clave Ilustrada Para La Identificación De Los Escaramujos (Crustacea, Cirripedia), Del Archipiélago Cubano. [https://www.researchgate.net/publication/267403532\\_lista\\_de\\_especies\\_y\\_clave\\_ilustrada\\_para\\_la\\_identificacion\\_de\\_los\\_escaramujos\\_crustacea\\_cirripedia\\_del\\_archipielago\\_cubano](https://www.researchgate.net/publication/267403532_lista_de_especies_y_clave_ilustrada_para_la_identificacion_de_los_escaramujos_crustacea_cirripedia_del_archipielago_cubano).
- Perrier, R. (2009). Clave para la identificación de anélidos. *Sistemática Zoológica* (pp. 1–23). [https://www.researchgate.net/publication/234840596\\_Serpulidae\\_Rafinesque\\_1815](https://www.researchgate.net/publication/234840596_Serpulidae_Rafinesque_1815)
- Perrier, R. (2009). Clave para la identificación de familias de Crustáceos. *Sistemática Zoológica*, 1(2), 1–23. <https://www.um.es/documents/4874468/11813776/claves-crustaceos.pdf/aeb6f5f0-bd60-4c49-9316-971bd4616a30>
- Pfaff, M. C., Biccard, A., Mvula, P. E., Olbers, J., Mushanganyisi, K., Macdonald, A., & Samaai, T. (2022). Giants and titans: first records of the invasive acorn barnacles *Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus, 1758) and *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) on intertidal rocky shores of South Africa. *BioInvasions Records*, 11(3), 721–737. <https://doi.org/10.3391/bir.2022.11.3.14>

- Portflitt, M. (2021, 21 enero). Estudio revela los organismos más comunes en la basura flotante en el Pacífico Sur «. Noticias UCN al día – Universidad Católica del Norte. Recuperado 23 de septiembre de 2022, de <https://www.noticias.ucn.cl/noticias/internacional/estudio-revela-los-organismos-mas-comunes-en-la-basura-flotante-en-el-pacifico-sur/>
- Rech, S. (2018). Marine plastic pollution as a vector for non-native species transport Los plásticos contaminantes marinos como vector de transporte para especies exóticas. Universidad de Oviedo.
- Rech, S., Borrell Pichs, Y. J., & García-Vazquez, E. (2018). Anthropogenic marine litter composition in coastal areas may be a predictor of potentially invasive rafting fauna. *PLoS ONE*, 13(1), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191859>
- Rech, S., Bosco, J., Kiessling, T., Hidalgo, V., Meerhoff, E., Gatta, M., Moore, C., de Vine, R., & Thiel, M. (2020). A desert in the ocean – Depauperate fouling communities on marine litter in the hyper-oligotrophic South Pacific Subtropical Gyre. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143545>
- Rech, S., Thiel, M., Borrell, Y., & García, E. (2018). Travelling light: Fouling biota on macroplastics arriving on beaches of remote Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific Subtropical Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 137(July), 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.015>
- Rivera, M. (2017). “Identificación de epibiontes en crustáceos *Callinectes arcuatus*, golfo de Guayaquil, sector: trinipuerto (febrero 18 al 29 de abril).” Universidad de Guayaquil.
- Rodríguez, J., Salazar, M., Guilarte, A., & Velázquez, A. (2013). Macroalgas Bénticas Marinas De Playa Guacuco ., *Acta Botanica Venezuela*, 36(2), 163–182. <https://www.redalyc.org/pdf/862/86238659006.pdf>
- Rojo Nieto, E., & Montoto, T. (2017). Basuras marinas , plásticos y microplásticos. In Creative Commons. <https://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/basuras-marinas-plasticos-microplasticos.aspx>
- Romero, M. V., Schejter, L., & Remec, C. S. (2017). Epibiosis Y Bioerosión En Invertebrados Bentónicos Marinos (pp. 109–129).
- Sanchez, A. (2009). Dispersión de especies invasoras mediante plásticos y objetos flotantes (pp. 1–14). [papers3://publication/uuid/4B33A0C3-FB53-469A-A3F9-AB366AA9CE9C](https://papers3://publication/uuid/4B33A0C3-FB53-469A-A3F9-AB366AA9CE9C)

- Senabre, E., Ferran, N., & Perelló, J. (2018). Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana. *Comunicar*, 54(26), 29–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.3916/C54-2018-03>
- Simone, L. (2006). Morphological and phylogenetic study of the Western Atlantic *Crepidula plana* complex (Caenogastropoda, Calyptraeidae), with description of three new species from Brazil. *Zootaxa*, 1112 (1), 1–64. <https://doi.org/doi:10.11646/zootaxa.1112.1.1>
- Suárez, J. (2022). *Contaminación por residuos sólidos en tres playas: Chipipe, La Carioca y Balenita, Provincia de Santa Elena-Ecuador, abril-agosto 2022*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Subías, A., Sanchez, A., Di, E., & Figuerola, B. (2022). Marine biofouling organisms on beached , buoyant and benthic plastic debris in the Catalan Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113405>
- Taylor., P & Wilson, M. (2003). Palaeoecology and evolution of marine hard substrate communities. *Earth-Sci. Rev.*, 62: 1-103.
- Thiel, M; Honorato, D; Gallardo, C; Núñez, P; Vásquez, N; Guajardo, P; De Veer, D; Holtmann, G; Guevara, V; Baeza, J. (2022, 18 septiembre). I Muestreo Internacional Viajeros del Océano. Científicos de la Basura - Red Latinoamericana. Recuperado 23 de septiembre de 2022, de <http://www.cientificosdelabasura.cl/es/muestreo/#:~:text=Mucho%20antes%20de%20que%20la,del%20oc%C3%A9ano%20se%20llaman%20epibiontes>.
- Triviño, J. (2019). *Evaluación de la composición de desechos inorgánicos obtenidos en el inventario nacional de limpieza de playas realizadas por la ONG mingas por el mar durante el año 2019*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Van Syoc RJ y WA Newman. (2010). Morphology and evolutionary ecology of a sponge-barnacle symbiosis: Four new genera of barnacles (Archaeobalanidae, Bryozobiinae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 392: 65-88 pp
- Violante, M. (2018). La epibiosis en los grandes vertebrados marinos de México: una revisión y su relevancia ecosistémica. *Revista Peruana de Biología*, 25(3), 335–342. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i3.14786>
- Wabnitz, C., & Nichols, W. J. (2010). Editorial: Plastic Pollution: An Ocean Emergency. *Marine Turtle Newsletter*, 129, 1–4. <http://search.proquest.com/docview/924334169?accountid=27795>

- Wahl M., Goecke, F., Labes, A., Dobretsov, S., Weinberger, F. 2012. The second skin: ecological role of epibiotic biofilms on marine organisms. *Frontiers in microbiology* 3:292. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00292>
- Wayman, C., & Niemann, H. (2021). The fate of plastic in the ocean environment-a minireview. *Environmental Science: Processes and Impacts*, 23(2), 198–212. <https://doi.org/10.1039/d0em00446d>
- Wayman, C., & Niemann, H. (2021). The fate of plastic in the ocean environment-a minireview. *Environmental Science: Processes and Impacts*, 23(2), 198–212. <https://doi.org/10.1039/d0em00446d>
- Winston, J. E. (1982). Drift plastic-An expanding niche for a marine invertebrate? *Marine Pollution Bulletin*, 13(10), 348–351. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(82\)90038-8](https://doi.org/10.1016/0025-326X(82)90038-8)
- Winston, J. E., Gregory, M. R., & Stevens, L. M. (1997). Encrusters, Epibionts, and Other Biota Associated with Pelagic Plastics: A Review of Biogeographical, *Environmental, and Conservation Issues* (pp. 81–97). [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8486-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8486-1_9)
- Zambrano, N., Ahumada, A., Aliaga, J. A., & Araya, J. F. (2022). First record of *Chelonibia testudinaria* (Linnaeus, 1758) (Cirripedia: Chelonibiidae) in northern Chile. *Gayana*, 86(1), 8–12. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382022000100008>

## 12. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de registro

**Tabla 2.** Registro de objetos recolectados (Thiel et al; 2022).

Objeto	Con Epibiontes		Sin Epibiontes	
	Flota	No Flota	Flota	No Flota
<b>Total</b>				

### Anexo 2.

**Tabla 3.** Registro de objetos con epibiontes (Thiel et al; 2022).

Objeto	Categoría del objeto	Tamaño del objeto (cm)	Epibiontes encontrados
	<b>Total</b>		

### Anexo 3. Áreas de estudio



**Figura 32.** Estaciones de muestreo por zonas A. Chuyuipe, B. Santa Rosa, C. San Pedro (Google Earth, 2023)

#### Anexo 4. Tablas anova – objeto

Según el anova realizado por el tipo de objetos, demostró que si existe una diferencia estadísticamente significativa.

**Tabla 4.** Anova en Simpson.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
<b>Sample_data (carbom)\$objeto</b>	8	1.231	0.15383	2.277	0.0701
<b>Residuals</b>	18	1.216	0.06755		

**signif. codes:** 0 ‘\*\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*\*’ 0.01 ‘\*\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

**Tabla 5.** Anova en Shannon.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Sample_data (carbom)\$objeto</b>	8	5.393	0.6741	2.875	0.0299 *
<b>Residuals</b>	18	4.220	0.2344		

#### Anexo 5. Tablas anova – sitio

De acuerdo con el anova en los tres sitios de estudio por Simpson y Shannon no existe diferencia significativas.

**Tabla 6.** Anova en Simpson.

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F Value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Sample_data (carbom)\$Sitio</b>	2	0.340	0.17002	1.937	0.166
<b>Residuals</b>	24	2.107	0.08777		

**Tabla 7.** Anova en Shannon.

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F Value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Sample_data (carbom)\$objeto</b>	2	1.135	0.5676	1.607	0.221
<b>Residuals</b>	24	8.477	0.3532		

**Anexo 6. Datos de Excel**

**Tabla 8.** Grupos identificados en los tres sitios

	<b>Santa Rosa</b>	<b>Chuyuipe</b>	<b>San Pedro</b>
<b>Macroalgas</b>	46	2	0
<b>Percebes</b>	8	51	83
<b>Balanos</b>	128	290	84
<b>Crustáceos-cirrípedos</b>	0	27	162
<b>Poliquetos-serpúlidos-espirórbidos</b>	62	54	7
<b>Briozoos</b>	132	125	385
<b>TOTAL (N)</b>	<b>376</b>	<b>549</b>	<b>721</b>

**Tabla 9.** Objetos colonizados en los tres sitios.

	<b>Santa Rosa</b>	<b>Chuyuipe</b>	<b>San Pedro</b>
<b>Categoría</b>	<b>N° Epibiontes</b>	<b>N° Epibiontes</b>	<b>N° Epibiontes</b>
<b>Plastico</b>	335	193	699
<b>Foam</b>	0	26	3
<b>Metales</b>	0	30	5
<b>Vidrio</b>	0	0	0
<b>Tela</b>	3	0	0
<b>Cabo</b>	8	2	0
<b>Nylon</b>	1	0	0
<b>Caucho</b>	20	298	9
<b>Fibra</b>	3	0	0
<b>Pvc</b>	6	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>376</b>	<b>549</b>	<b>721</b>

### Anexo 7. Gráficos de objetos recolectados.

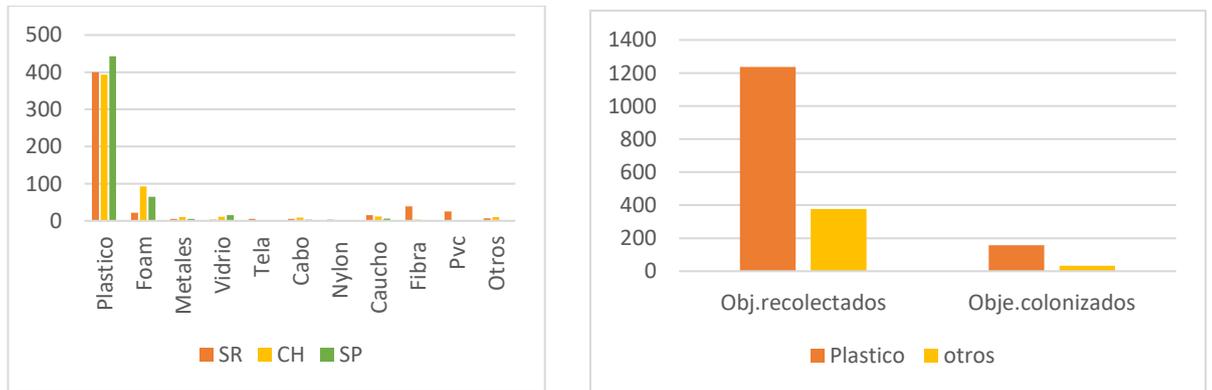


Figura 33. Objetos recolectados en tres sitios y total objetos colonizados.

### Anexo 8. Objetos colonizados por semana

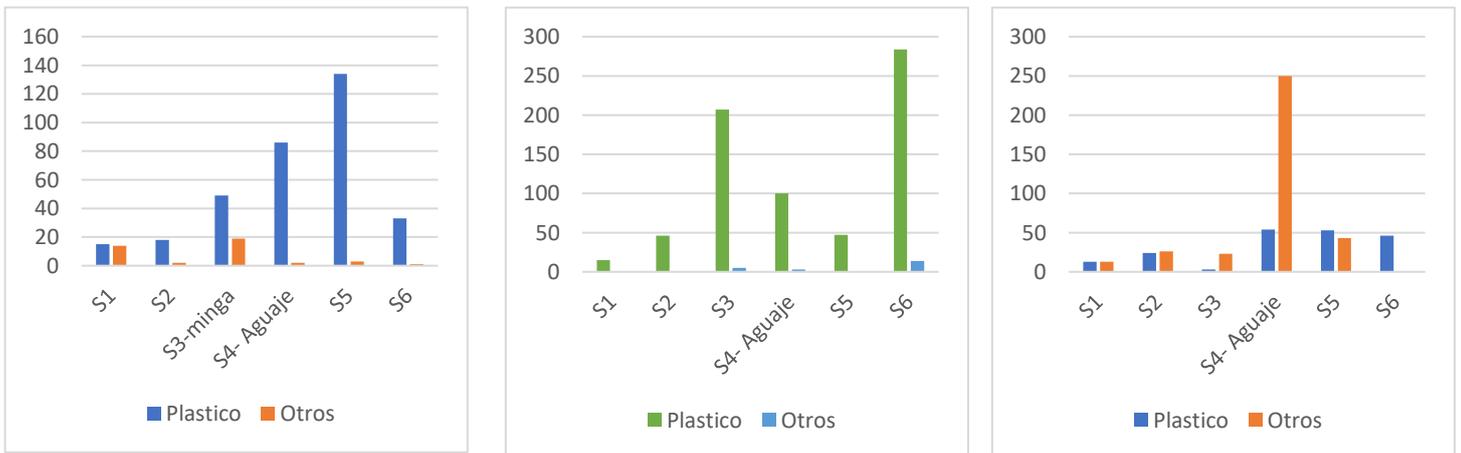


Figura 34. Epibiontes encontrados en objetos por semana de monitoreo. Santa Rosa-Chuyuipe-San Pedro.

## **Anexo 9. Planteamiento del problema del estudio**

La basura desechada en las orillas de la playa puede llegar al mar por fuentes marinas y continentales, siendo capaz de mantenerse en la superficie del agua y trasladarse por las corrientes y flujos de los ríos, favoreciendo que estos desechos “viajen” a largas distancias, representando una problemática de contaminación a nivel mundial. Bajo estas circunstancias estos objetos flotantes sirven como objeto de dispersión para los diferentes epibiontes, a este fenómeno se lo conoce como rafting (Portflitt, 2021). Esta dispersión se produce debido a que los objetos flotantes son susceptibles a que organismos crezcan sobre ellos; pudiendo presentarse como especies invasoras, y produciendo alteraciones en las tramas tróficas de las regiones costeras en donde llegan. En este sentido, se torna importante determinar cuál es la magnitud con la que los ecosistemas del océano están siendo afectados por los organismos trasladados en la basura generada por el ser humano.

Según Wahl et al. (2012, citado en Violante, 2018), el sustrato en donde los epibiontes se asientan, conformada por biofilm, son un medio rico en nutrientes por lo que también sirven de alimento para otros organismos de mayor tamaño. Éstos al estar incrustados en un medio artificial, en especial la basura, de una determinada composición química o estructura física, pueden llegar a causar la muerte del individuo, sea por la ingesta directa, por daño mecánico o por inanición al dar una falsa sensación de llenura.

La basura en los océanos constituye una amenaza para diferentes especies marinas; aunque algunos individuos como los epibiontes han visto la oportunidad de poder adherirse a ellos, colonizando dicho sustrato y así poder introducirse en otros hábitats, manifestando una problemática para el lugar en donde lleguen por presentarse como especies invasoras, pudiendo esta desplazar alguna especie nativa. En la actualidad existen pocos registros o publicaciones sobre epibiontes asentados en objetos flotantes y en especial sobre plásticos; de igual manera existe la poca percepción y el poco cuidado que se tiene por parte de la ciudadanía en relación a los que es en la actualidad una problemática mundial y local acerca de la basura; debido a que se ha acostumbrado que otras entidades se hagan responsables para mitigar el problema, y los ciudadanos de dichas zonas le dan poca importancia para reducir esta contaminación en su localidad.

### **Anexo 10. Ciencia ciudadana**

La ciencia ciudadana trata de un paradigma de exploración en donde existe una participación abierta en trabajos de investigación involucrando al público en dichos proyectos científicos, para su recolección de datos (Senabre et al., 2018). Esta forma educativa se está dando de manera nacional como global, en donde se van generando conocimientos científicos y la ciudadanía puede ser líder, así mismos contribuir, colaborar con los principales autores o científicos que estén llevando a cabo un proyecto (Acosta et al., 2023), se podría decir que es una manera de fomentar la educación ambiental.

## Anexo 11. Capacitación sobre epibiontes en basura

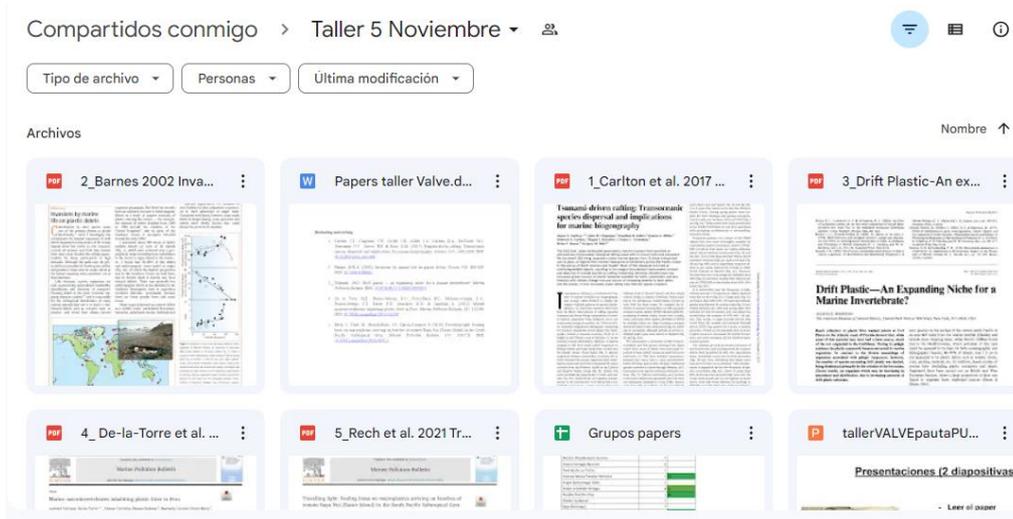


Figura 35. Papers para taller el 5 noviembre

## Anexo 12. Enlace para reunión en 2022

Link de la reunión 5 de noviembre, 12h de Chile:

<https://smithsonian.zoom.us/j/85136323946?pwd=cG0ybTIzeVkzczR0VnhQYy9ZUTFOZz09>

### Anexo 13. Figuras de muestreo



**Figura 36.** Cuadrante de 3m<sup>2</sup> (San Pedro)



**Figura 37.** Área de estudio (Santa Rosa)



**Figura 38.** Objeto (Caucho) con balanos(Chuyuipe)



**Figura 39.** Objetos recolectados un transecto