



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

“Caracterización macroalgal y macroinvertebrados asociados de la zona intermareal rocosa en la playa La Viejita de la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÒLOGO

AUTOR:

Steffi Guadalupe Batten Cuadrado

TUTOR:

Blga. Erika Salavarría Palma PhD.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR CARRERA DE
BIOLOGÍA

“Caracterización macroalgal y macroinvertebrados asociados de la zona intermareal rocosa en la playa La Viejita de la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
Previa a la obtención del Título de:

BIÒLOGO

AUTOR:

Steffi Guadalupe Batten Cuadrado

TUTOR:

Blga. Erika Salavarría Palma PhD.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios, quien ha sido mi guía constante, brindándome fortaleza y mostrándome su fidelidad y amor en cada paso de mi camino.

A mis padres, Rolando y Mariana, cuyo amor, paciencia y esfuerzo han sido fundamentales para alcanzar este sueño. Gracias por enseñarme el valor de la responsabilidad y el esfuerzo, y por mostrarme que no hay que temer a las adversidades cuando contamos con el respaldo de Dios.

A mi querida hermana, Mariana, por su cariño incondicional y apoyo inquebrantable a lo largo de todo este proceso. Gracias por estar a mi lado en cada momento importante.

Esta tesis es un tributo a aquellos que han sido pilares fundamentales en mi vida y cuyo amor y apoyo han hecho posible este logro.

Steffi Guadalupe Batten Cuadrado

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su gracia y guía en cada paso del camino.

A mis amados padres, por su amor incondicional y apoyo constante en mi formación académica.

A mi tutora de tesis, la PhD. Erika Salavarría Palma por su invaluable orientación y mentoría en todo el proceso, al MSc. Richard Duque y MSc. Jimmy Villon por su invaluable ayuda en las gestiones administrativas esencial para el desarrollo fluido de este proyecto, además su experiencia ha enriquecido enormemente mi aprendizaje.

Asimismo, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Red de Observación de la Biodiversidad Marina y al Ph.D, Enrique Montes por su apertura para ejecutar este trabajo.

A la Base Naval por brindarme la oportunidad invaluable de llevar a cabo mi investigación dentro de sus instalaciones. Mi más profundo agradecimiento al comandante M.Sc Pablo Castro y al sargento M.Sc del Pezo por su generoso apoyo y por facilitarme el acceso necesario para llevar a cabo mi tesis.

Al M.Sc. Xavier Piguave y la M.Sc Beatriz Almonacil por su invaluable ayuda. Su experiencia ha enriquecido enormemente mi aprendizaje.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), por brindarme una educación de calidad y las herramientas necesarias para mi desarrollo.

A mis amigos y compañeros Víctor Andrade, Isis Gavilán y Ángel Granoble, por ser guías y apoyos fundamentales en mi trayecto académico.

Su influencia y contribuciones han sido fundamentales para el éxito de mi tesis. Estaré eternamente agradecida por su impacto en mi vida académica y personal.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Firmado electrónicamente por:
RICHARD GONZALO
DUQUE MARIN

Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc.
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR



Firmado electrónicamente por:
JIMMY AGUSTIN
VILLON MORENO

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR
CARRERA DE BIOLOGÍA



Firmado electrónicamente por:
ERIKA ALEXANDRA
SALAVARRIA PALMA

Blga. Erika Salavarría Palma, PhD.
DOCENTE TUTOR



Firmado electrónicamente por:
XAVIER VICENTE
PIGUAVE PRECIADO

Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.
DOCENTE DE ÁREA

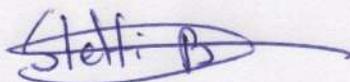


Firmado electrónicamente por:
MARIA MARGARITA
RIVERA GONZALEZ

Ab. María Rivera González, M.Sc.
SECRETARIA GENERAL

Declaración expresa

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este Trabajo de Integración Curricular, corresponden exclusivamente al autor, y el Patrimonio Intelectual de la misma compartido con la Universidad estatal península de Santa Elena.



Steffi Guadalupe Batten Cuadrado

C.I: 0926364837

Índice de Contenido

RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2. JUSTIFICACIÓN	8
3. OBJETIVOS	12
3.1. Objetivo general	12
3.2. Objetivos específicos.....	12
4. HIPÓTESIS	12
5. MARCO TEÓRICO	13
5.1 Antecedentes	13
5.2 Las algas	16
5.3 Macroalgas	18
5.4 Caracterización de las zonas rocosas.....	19
5.5 Caracterización macroalgal de la zona intermareal rocosa	21
5.6 Categorización de las macroalgas	23
5.6.1 <i>Algas verdes (Chlorophyta)</i>	23
5.6.2 <i>Algas pardas o Phaeophyta</i>	24
5.6.3 <i>Algas rojas o Rodofíceas (Rhodophyta)</i>	24
5.7 Taxonomía.....	25
5.7.1 <i>Chlorophytas</i>	25
5.7.2 <i>Phaeophytas</i>	25
5.7.3 <i>Rhodophytas</i>	26
5.8 Ciclos biológicos	26
5.9 Ecología y diversidad	27
5.10 Reproducción sexual y asexual	28
5.11 Distribución	30
5.12 Macroinvertebrados	31
5.13 Características generales de las clases de macroinvertebrados	32

5.14	Clase Anthozoa.....	32
5.15	Clase Malacostraca.....	33
5.16	Clase Gasterópoda.....	34
5.17	Clase Bivalva.....	35
5.18	Clase Polichaeta	35
5.19	Clase Ophiuroidea	37
5.20	Clase Asteroidea.....	38
5.21	Clase Echinoidea	39
5.22	Red de MBON en español Red de Observación de la Biodiversidad Marina 40	
6	MARCO METODOLÓGICO.....	41
6.1	Área de estudio	41
6.2	Diseño del estudio	41
6.3	Recolección de muestras	43
6.4	Registro de parámetros	45
6.5	Metodología.....	45
6.5.1	<i>Identificación de especies de macroalgas en laboratorio</i>	<i>45</i>
6.5.2	<i>Identificación de especies de macroinvertebrados en laboratorio</i>	<i>46</i>
6.5.3	<i>Cobertura de especie</i>	<i>47</i>
6.6	Análisis estadístico	48
6.6.1	<i>Índice de Shannon y Weaver.....</i>	<i>48</i>
7	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	49
7.1	Organismos registrados	49
7.2	Cobertura de macroalgas y registro de macroinvertebrados	64
7.2.1	<i>Cobertura infralitoral.....</i>	<i>64</i>
7.2.2	<i>Cobertura mesolitoral</i>	<i>66</i>
7.2.3	<i>Cobertura supralitoral</i>	<i>68</i>
7.3	Análisis de la cobertura por medio del índice de Shannon y Weaver	70
8	DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
8.1	Discusiones.....	72
8.2	Conclusiones	75
8.3	Recomendaciones	77

Índice de Tablas

Tabla 1 Coordenadas de los transectos.....	42
Tabla 2 Descripción del área de estudio.....	49
Tabla 3 Especies registradas por macroalgas y macroinvertebrados	51
Tabla 4. Cobertura macroalgal en la zona infralitoral.....	64
Tabla 5. Géneros de macroinvertebrados registrados en la zona infralitoral	65
Tabla 6 Cobertura macroalgal en la zona mesolitoral.....	66
Tabla 7. Géneros de macroinvertebrados registrados en la zona mesolitoral	67
Tabla 8 Cobertura macroalgal en la zona supralitoral.....	68
Tabla 9. Géneros de macroinvertebrados registrados en la zona supralitoral	69

Índice de figuras

Figura 1 Zona de estudio. Ubicación geográfica del punto de muestreo de la playa La Viejita. Fuente Google Earth, 2023.....	41
Figura 2 Ejemplo de muestreo de un sitio según el Protocolo MBON P2P, 2019.	42
Figura 3 Método de intersección en cuadrículas. (SARCE, 2012).	44
Figura 4 Método de índice de rugosidad (MBON P2P, 2019).....	44
Figura 5 Metodología de cobertura de macroalgas. (MBON P2P, 2019)	47
Figura 6 Cobertura total de macroalgas por estrato	70
Figura 7 Cobertura total de macroinvertebrados por estrato	71
Figura 8 Índice de Shannon por estrato	71

RESUMEN

Las macroalgas son esenciales en ecosistemas marino-costeros, desde el punto de vista ecológico forman la base de la cadena trófica y proporcionan hábitats y refugio; este trabajo de titulación tuvo como objetivo caracterizar la población macroalgal y macroinvertebrados asociados, presentes en la zona intermareal rocosa de la playa “La Viejita” en la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena; mediante la aplicación de la metodología de MBON Pole to Pole para la determinación de la diversidad biológica. Se recolectó muestras, se identificó los géneros y se calculó la cobertura algal, así como el índice de Shannon y Weaver para estimar la diversidad de las especies. En el área de estudio, se analizaron 300 muestras, se identificó 11 géneros de macroalgas y 27 géneros de macroinvertebrados en la zona intermareal rocosa. La zona supralitoral muestra una menor diversidad de especies según el Índice de Shannon - Weaver con el protocolo MBON Polo a Polo y se encontró géneros dominantes en cada estrato, estos pueden competir de manera más efectiva por recursos como alimento, espacio y luz, lo que puede afectar la disponibilidad de estos recursos para otras especies en la comunidad. Se concluyó que el área es propicia para comunidades algales y macroinvertebrados, aunque se ve afectada por actividades humanas, como el tránsito de embarcaciones, que da lugar a una leve contaminación por escape de combustible, pesca deportiva y turismo.

Palabras clave: Zonas intermareales, Índice ecológico, Macroalgal, Macroinvertebrados

ABSTRACT

Macroalgae are essential in marine-coastal ecosystems, from the ecological point of view they form the trophic base and provide habitats and shelter; this work aimed to characterize the macroalgal population and associated macroinvertebrates, present in the rocky intertidal zone of one of the beaches, called "La Viejita", in the Salinas Naval Base, province of Santa Elena; by applying the MBON Pole to Pole methodology for the determination of biological diversity. Samples were collected, species were identified, algal cover was calculated and the Shannon y Weaver index was used to estimate species diversity. In the study area, 300 samples were analyzed, 11 species of macroalgae and 27 species of macroinvertebrates were identified in the rocky intertidal zone. The supralittoral zone shows a lower diversity of species according to the Shannon y Weaver index with the MBON Pole to Pole protocol and dominant genera were found in each stratum, these can compete more effectively for resources such as food, space and light, which can affect the availability of these resources for other species in the community. It was concluded that the area is favorable for algal and macroinvertebrate communities, although it is affected by human activities such as boat traffic, which causes slight contamination from fuel leaks, sport fishing and tourism.

Key words: Intertidal zones, Ecological index, Macroalgal, Macroinvertebrates.

ABREVIATURAS

AMP: Área Marino Protegida.

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

GLD: Gradientes Latitudinales.

FAO: Food and Agriculture Organization.

I.A.: Inteligencia Artificial.

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

INOCAR: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.

INVEMAR: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

IPIAP: Instituto Nacional de Pesca, hoy Instituto Público de Investigación De Acuicultura y Pesca.

MBON: *Marine Biodiversity Observation Network* en español Red de Observación de Biodiversidad Marina.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

REMACOPSE: Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena.

RIIEAE: Red Interinstitucional de Investigaciones en Ecosistemas Acuáticos en el Ecuador.

SARCE: South American Research group on Coastal Ecosystems en español Grupo Sur-Americano para Investigaciones en Zonas Costeras.

TSM: Temperatura de la Superficie del Mar.

ZIR: Zona Intermareal Rocosa.

GLOSARIO

Ambitus: termino proveniente del latín que significa ambiente conjunto de elementos que rodea a los organismos vivos y ejerce influencia sobre sus condiciones y procesos vitales.

Biliproteínas: son macromoléculas biológicas con grupos prostéticos tetrapirrólicos lineales (denominados bilinas) enlazados covalentemente a la cadena de la apoproteína, mediante enlaces específicos en los residuos de cisteína.

Ciclo monogenético: ciclo de vida de un organismo en el que solo existe una fase principal o generación. En este tipo de ciclo, no se producen alternancias entre distintas generaciones con características diferentes, como ocurre en los ciclos digenéticos, sino que el organismo pasa por una única fase de desarrollo antes de reproducirse y completar su ciclo vital.

Gradiente latitudinal: cambios o variaciones en la diversidad de especies, composición de la comunidad y características ecológicas a medida que se avanza desde las regiones ecuatoriales hacia las polares en la Tierra.

Ficobiliproteína: proteína presente en algas y cianobacterias que contiene pigmentos llamados ficobilinas.

Florideano: tipo de carbohidrato complejo que se encuentra en ciertos tipos de algas rojas, conocidas como algas florideas.

Bits: unidad de información que se utiliza para cuantificar la diversidad o la riqueza de especies en un ecosistema.

1. INTRODUCCIÓN

En el medio acuático están presentes las algas las cuales establecen la base de la red trófica para los ecosistemas marino-costeros, ocupando el primer eslabón en la cadena alimenticia en estos ambientes; por ende, se las denomina fuente de la productividad primaria, siendo las macroalgas de forma laminares o filamentosas y las de mayor tamaño que dan origen a los bosques acuáticos. Estas por otra parte proporcionan refugio y apoyo a varios organismos, dando lugar a hábitats para que se constituyan comunidades complejas. Así mismo contribuyen en la producción de grandes cantidades de materia orgánica, que después de varios procesos pasan a formar parte de la cadena alimentaria. Las macroalgas tienen la capacidad de establecerse en diversos tipos de superficies, como sustratos arenosos, arrecifes de coral, litorales rocosos y manglares. Debido a esto, adoptan diversidad de tipos de morfología según la complejidad de su estructura y adaptaciones al medio necesarias para sobrevivir en él (Carr, 1991; Cordero, 2016; Sánchez y Torres, 2021).

La zona intermareal rocosa es un ecosistema costero que comprende una franja entre el nivel de marea más alto y el más bajo que está compuesta por rocas y otros sustratos duros; siendo un sistema de transición entre los sistemas terrestres y costeros, debido a que esta zona es expuesta al aire y al agua durante diferentes períodos diarias del ciclo de las mareas (Franco, 2012).

Las zonas intermareales que están conformada por sustratos rocosos componen uno de los hábitats esenciales para el asentamiento de las macroalgas. La colonización

en estos sustratos está condicionada por los factores abióticos y su interacción con el entorno, que abarca variables como las fluctuaciones del nivel de las mareas, la acción del oleaje y la composición de las rocas circundantes. Entre los diversos tipos de sustratos se encuentran plataformas rocosas, acantilados, bloques y cantos rodados, cada uno influyendo en los patrones de colonización de manera única. (García, Acosta, Londoño-Cruz, y Cantera, 2012; Manzanos, 2014; Cordero, 2016; Sánchez y Torres, 2021). Estos ecosistemas son muy diversos y albergan una gran cantidad de algas, especies adaptadas a los constantes flujos de la marea donde la exposición a la desecación, el oxígeno, la salinidad, la temperatura y la fuerza de las olas puede ser extrema; estas variaciones a su vez se encuentran regulados por una serie de factores físicos (temperatura, fuerza del oleaje), químicos (nutrientes, pH) y biológicos (depredación, reclutamiento, herbivoría) (Darren et al., 1997).

La flora de la zona intermareal rocosa está compuesta regularmente por macroalgas verdes (*Chlorophyta*), rojas (*Rhodophyta*) y pardas (*Phaeophyta*), con esta interacciona una fauna conformada en su mayoría por varias especies de invertebrados marinos. La zona intermareal se divide en tres áreas: (i) la zona supralitoral, en donde abarca desde el nivel más alto al que llega el rocío y las olas de tormenta, al nivel medio de la marea alta. Es una zona esporádicamente húmeda; (ii) la zona mesolitoral, durante el periodo de pleamar esta permanece cubierta, pero queda expuesta en condiciones de bajamar; y, (iii) la zona infralitoral, sumergida por largos periodos, exceptuando las horas donde el ciclo donde la marea alcanza su máxima bajamar. En cada zona, los factores ambientales tanto físicos, como

químicos y nutrientes varían por los periodos de transición de la marea (INVEMAR, 2004; Menge y Branch, 2001; Vinueza y Flores, 2002).

La playa de la Base Naval de Salinas, también conocida como "La Viejita", se destaca por sus litorales rocosos y la amplia zona intermareal rocosa. Aunque tiene acceso restringido por tierra y escasa presencia de turistas, es frecuentada por embarcaciones. En la zona intermareal, los visitantes disfrutarán de diversas formaciones rocosas cubiertas de algas y organismos marinos, creando pintorescas piscinas naturales y lagunas durante la marea baja. Es importante señalar que esta investigación representa la primera exploración ecológica realizada en la Base Naval de Salinas, brindando una valiosa contribución al conocimiento de la biodiversidad y las interacciones en este singular entorno.

Marine Biodiversity Observation Network (MBON), la coalición de investigadores voluntarios comprometidos con la evaluación de los cambios en la biodiversidad oceánica tiene como objetivo principal establecer un proceso continuo de medición global de la biodiversidad marina. Esto se logra mediante la recopilación estandarizada de observaciones y el intercambio de información. El propósito final es comprender las causas y formas en que la vida marina está cambiando, así como su relación con las transformaciones a nivel local y regional. Además, MBON se esfuerza por brindar información relevante que guíe las políticas gubernamentales e intergubernamentales relacionadas con la conservación y el uso sostenible de los recursos marinos (MBON P2P, 2019).

La metodología utilizada por la red MBON, conocida como MBON P2P, se basa en el muestreo sistemático de la biodiversidad marina mediante la observación y análisis de los organismos vivos presentes en un área determinada. Se emplean diversas técnicas de muestreo, como redes de arrastre, trampas de cebo y observación directa. Esta metodología es crucial, ya que permite una evaluación más precisa de la salud de los ecosistemas marinos y proporciona a los científicos y responsables de políticas información fundamentada para la gestión de los recursos marinos. Además, fomenta la colaboración y el intercambio de conocimientos entre investigadores y expertos de todo el mundo, lo que puede resultar en soluciones más efectivas para los desafíos ambientales globales (MBON P2P, 2019).

El conocimiento de la diversidad biológica en playas arenosas, los patrones y procesos físicos presentes, las escalas espacio-temporal y la relación macroalgal/ambiente de estos ecosistemas es deficiente en Ecuador (Angeloni del Castillo 2003; Chávez-Hidalgo 2006; Martínez 2009; Torres-Alfaro 2010 y Ramírez-Torres 2012). Por ello, con la finalidad de contribuir con llenar estos vacíos de conocimiento, nace la siguiente interrogante ¿Cómo caracterizar la población de macroalgas y macroinvertebrados asociados en la zona intermareal rocosa de la playa "La Viejita" de la Base Naval de Salinas provincia de Santa Elena Utilizando la metodología de MBON P2P para determinar su diversidad biológica? En este trabajo de titulación se caracterizó a la población macroalgal y organismos asociados como macroinvertebrados presentes en la zona intermareal rocosa de la playa "La Viejita" en la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena, mediante

el registro de la diversidad presente utilizando la metodología de MBON P2P para la determinación de la diversidad biológica y su registro en el área de estudio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador alberga una rica diversidad de macroalgas, con 167 especies actualmente registradas y expuestas en herbarios (Fajardo y Cornejo, 2021). Además de presentar en sus costas fauna asociada a las macroalgas, estas juegan un papel importante en los ecosistemas costeros, proporcionando alimento y refugio para una variedad de organismos marinos los cuales son fundamentales para lograr un equilibrio ecosistémico (Fajardo y Cornejo, 2021).

En el territorio continental ecuatoriano, las investigaciones sobre el estado actual referente a la ecología de macroalgas y macroinvertebrados asociados en las zonas litorales son muy escasas, en contraste, en las Islas Galápagos se observa una presencia más significativa de estudios orientados hacia la investigación y preservación en este campo (Sánchez y Torres, 2021). El uso de protocolos estandarizados para medir la abundancia de macroalgas garantiza datos precisos y comparables facilita estudios comparativos y colaboración científica, mejorando la conservación y manejo de recursos marinos.

La playa “La Viejita” en la Base Naval de Salinas de la provincia de Santa Elena presenta la característica topográfica de zonas con litorales rocosos; esta playa también es conocida como "Playa Punta Carnero", es posible que en algunas fuentes o por parte de los lugareños se refieran a ella con este nombre; es un lugar con nula presencia de turistas debido a que el acceso es restringido por tierra y la playa presenta una zona intermareal rocosa amplia. Sin embargo, es un lugar de tránsito de embarcaciones. Esta es una zona intermareal rocosa, que se encuentra entre la

línea de marea alta y baja, donde la influencia del mar y la tierra se entrelazan para crear un ecosistema diverso y cautivador (Hurtado y Rodríguez, 2007).

Al adentrarse en la zona intermareal rocosa de la Playa “La Viejita”, los visitantes se encuentran con una gran variedad de formaciones rocosas que emergen del mar. Estas rocas, cubiertas de algas, percebes y otros organismos marinos, forman piscinas naturales y pequeñas lagunas durante la marea baja. Siendo la misma un lugar idóneo para la proliferación de estas comunidades algales (Cuvi y Cornejo, 2020), aunque estas áreas están siendo afectadas por el tránsito de embarcaciones de forma constante conformadas por embarcaciones de pesca artesanal e industrial e indirectamente influenciadas por el turismo.

2. JUSTIFICACIÓN

En el año 2018, la producción global de algas marinas alcanzó un volumen de 36 millones de toneladas, siendo que el 97% de esta cifra provino de la acuicultura. Esta actividad experimentó un aumento anual promedio del 7.7%. En el año 2020, se generaron transacciones comerciales por un valor de 16.5 millones de dólares, correspondientes a 31.5 millones de toneladas (FAO, 2022). Un examen de las patentes a nivel mundial en el periodo de los últimos nueve años (2011-2019) reveló que las aplicaciones derivadas de las macroalgas se distribuyeron en ocho industrias distintas. La industria médica ocupó una posición preeminente con un 53.5%, seguida por alimentos (10.9%), bebidas (10.4%), biocompuestos (8.5%), agricultura (8.4%), cosmética (8.3%), así como piensos y cultivos (Carpio, 2022). A nivel global, las macroalgas de tonalidades pardas y rojas se destacaron por concentrar la mayoría de las patentes con aplicaciones orientadas a la industria médica.

La FAO (2020), en su informe acerca de la situación mundial de la pesca y la acuicultura, dedica una sección especial a la industria de las algas marinas, identificando tres categorías de uso para las macroalgas: alimentos, hidrocoloides (agar, alginatos, carrageninas) y otros usos diversos (harinas, bioestimulantes, productos cosméticos, combustibles, tratamiento de aguas residuales y agentes antivirales). Esta clasificación también es abordada en el informe más reciente de la FAO (2018) titulado "El estado mundial de la producción, comercio y utilización de las algas marinas". Esta revisión profunda subraya la relevancia económica de

los recursos macroalgales y su contribución a diversas industrias. La integración de estos aspectos económicos con las aplicaciones ecológicas enfatiza la importancia de la conservación de los ecosistemas marinos como entornos vitales para estos recursos de gran significado, como son las macroalgas.

En el ámbito local, Ecuador alberga una gran diversidad de macroalgas en sus costas y presenta más de 160 especies actualmente registradas y expuestas en herbarios (Fajardo y Cornejo, 2021), además de la fauna asociada existente. Estas macroalgas juegan un papel importante en los ecosistemas costeros, proporcionando alimento y refugio para una variedad de organismos marinos los cuales son fundamentales para lograr un equilibrio ecosistémico. Además, las algas también tienen un impacto significativo en la vida humana. Representan una valiosa fuente de alimentos tanto para las personas como para los animales en etapa de engorde. Estas algas son ricas en yodo, potasio, magnesio, calcio, sodio, hierro, vitaminas y metabolitos secundarios, que se utilizan ampliamente en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria (Cuvi y Cornejo, 2020).

De lo anteriormente indicado, la caracterización de las macroalgas y macroinvertebrados es de gran importancia, ya que contribuye a la conservación, gestión y del ecosistema costero y para las necesidades humanas, así como alcanzar el objetivo 14 del desarrollo sostenible de la vida submarina el cual indica conservación y el uso de forma sostenible de océanos-mareas y recursos marinos (ONU, 2015). Además, proporciona información valiosa para la toma de decisiones informadas y el diseño de estrategias adecuadas para el manejo y protección de los

recursos naturales marinos (Salamanca, 2005; Giacometti, 2019; Pérez et al., 2022). Por lo tanto, es de suma importancia realizar una caracterización porque proporcionará información detallada sobre las especies presentes, lo cual es fundamental para la protección y manejo adecuada del ecosistema costero, permitiendo diseñar estrategias fundamentadas en datos científicos.

Cabe resaltar que, el control de macroalgas y macroinvertebrados será un indicador clave de la salud del ecosistema, alertando sobre posibles cambios ambientales o impactos humanos en la zona. A nivel científico, este trabajo de titulación brinda nuevos conocimientos sobre la ecología y biología de estas especies; así como, sus interacciones y relaciones con otros organismos y factores ambientales. Finalmente, los datos obtenidos presentan una valiosa base de datos para futuros estudios y comparaciones temporales, permitiendo evaluar cambios en la composición y distribución de especies en el tiempo y mejorar la comprensión de la dinámica del ecosistema ante factores ambientales y climáticos cambiantes (Aragón et al., 2012; Gerea, 2013; Cardó, 2016) .

La playa de la Base Naval de Salinas de la provincia de Santa Elena presenta la característica topográfica de zonas con litorales rocosos. Aunque estas áreas ofrecen condiciones propicias para el desarrollo de estas comunidades de algas, su crecimiento se ve afectado negativamente por la contaminación generada por el constante tráfico de embarcaciones, que abarca tanto las destinadas a la pesca artesanal como a la industrial, y también se ve indirectamente influenciado por la actividad turística. En definitiva, la caracterización de las macroalgas y

macroinvertebrados asociados en la zona intermareal rocosa de la playa La Viejita en la Base Naval de Salinas es trabajo de titulación que proporciona información valiosa sobre la biodiversidad marina y contribuye a la identificación de organismos presentes en la zona para posteriormente crear estrategias de conservación.

3. OBJETIVOS

3.1.Objetivo general

Caracterizar la población macroalgal y macroinvertebrados asociados presentes en la zona intermareal rocosa de playa “La Viejita” de la Base Naval de Salinas provincia de Santa Elena, mediante la aplicación de la metodología de MBON P2P, para la determinación de la diversidad biológica.

3.2.Objetivos específicos

- Identificar los organismos taxonómicamente hasta el nivel de género.
- Emplear la metodología de muestreo MBON Polo a Polo para el registro de la distribución de la cobertura macroalgal y macroinvertebrados asociados en la zona rocosa de la playa.
- Estimar la diversidad mediante los índices comunitarios de Shannon-Weaver

4. HIPÓTESIS

En la zona intermareal rocosa de playa de la Base Naval de Salinas no presenta una gran diversidad de organismos.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Antecedentes

Se han descrito más de 10 000 especies de algas marinas a nivel mundial. Estas algas son importantes como productores primarios y han sido objeto de estudio por su relevancia biológica y ecológica. El avance en la tecnología científica ha permitido conocer más sobre estas especies y su relación con el ambiente y eventos climáticos (Acaro, 2022).

En los siglos XV y XIX, se realizaron expediciones para obtener información y recursos de la naturaleza, Alexander Von Humboldt y Aimé Bonpland llevaron a cabo un viaje al nuevo mundo con el apoyo del rey de España (Ruales y Cornejo, 2020). Durante su expedición en la costa del Pacífico de Ecuador y Perú, llevaron a cabo la recolección de macroalgas. Como resultado, nueve especies recolectadas en Perú fueron publicadas en *Nova Genera et Species Plantarum*, lo que los convirtió en pioneros en la taxonomía de las algas marinas (Ruales y Cornejo, 2020).

Los primeros estudios científicos sobre macroalgas en Ecuador se remontan a 1835, cuando Harvey investigó las algas coralinas incrustantes en las Islas Galápagos. En 1945, Taylor y Hancock llevaron a cabo la primera caracterización de especies de algas marinas en la misma localidad y otros puntos del Ecuador continental, identificando 174 especies. Valverde publicó la vegetación marina de Ballenita, península de Santa Elena, en el año 1979. En 1988, Kendrick recopiló toda la

información publicada hasta ese momento, describiendo un total de 320 especies de algas marinas (Bajaña, 2021).

En 1994 el Instituto Nacional de Pesca, hoy Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), realizó un proyecto dedicado al estudio de las algas marinas en Ecuador para reportar todas las especies existentes hasta la fecha. Como resultado, se llevó a cabo la primera zonificación de los bancos de algas por Muller y Salazar en 1996, con el objetivo de promover la taxonomía y las aplicaciones de la flora marina. En este informe identificaron un total de 48 familias de macroalgas en todo Ecuador: 9 familias de la división *Chlorophyta*, 11 familias de la división *Phaeophyta* y 28 familias de la división *Rhodophyta* (Bajaña, 2021).

En un estudio de Cardenas (2020), se centró en evaluar los patrones de diversidad de especies en las comunidades de la costa rocosa según Gradientes Latitudinales (es decir, GLD) a lo largo de las costas de América del Sur, y se comprobaron las hipótesis relacionadas con los posibles procesos que sustentan o interrumpen el patrón esperado de GLD a diferentes escalas espaciales. Los resultados de dicha investigación lograron determinar que la composición de especies varió con la latitud en ambas costas. El reemplazo de especies fue el fenómeno dominante a todas las escalas espaciales (>95%), en lugar de la pérdida total de especies (<5%). La diversidad de especies dependió fuertemente del componente de diversidad y escala espacial: positivo para la β -diversidad regional y negativo para la diversidad alfa (α) y a nivel de sitio. La Temperatura de la Superficie del Mar (TSM) fue la variable más relevante para explicar los patrones de diversidad en ambas costas

(14% - 22%), aunque otras variables ambientales regionales y locales también contribuyeron (5% - 14% cada una). La diversidad de especies siguió los gradientes latitudinales con interrupciones y dependió de la escala y métrica utilizada para describirla. Se propuso que los patrones de diversidad a diferentes escalas están influenciados por procesos locales y regionales.

En el contexto de los estudios de macroalgas en Ecuador, la mayoría de ellos se centran en analizar la composición o las variaciones en la diversidad de estas comunidades. Esto implica que la información disponible es escasa, desactualizada e incluso limitada geográficamente. En particular, se han realizado investigaciones puntuales en las Islas Galápagos y en la provincia de Santa Elena (Vera, 2021).

Un trabajo de gran relevancia para las costas de Ecuador continental e insular fue presentado por Müller y Salazar (1996), reveló la presencia de 28 familias de la división *Rhodophyta*, 11 familias de la división *Phaeophyta* y 9 familias de la división *Chlorophyta* en las macroalgas de la región (Vera Riera, 2021). Las Islas Galápagos destacan como uno de los lugares más importantes desde el punto de vista ecológico, con un nivel de endemismo del 29% entre las 316 especies registradas. Este archipiélago alberga uno de los grupos más numerosos de organismos en el área, como fue escribir cual fue ese grupo más numeroso reportado por Vera (2021).

En lo que respecta a los trabajos llevados a cabo en la provincia de Santa Elena, la investigación realizada por (Rubira, 2016), informa sobre la existencia de 21 especies, de las cuales 4 pertenecen a la división *Heterocontophyta*, 8 a la división

Rhodophyta, y 9 a la división *Chlorophyta*. Por otro lado, la investigación realizada por (Vera, 2021), quien, mediante la identificación de 24 géneros, demostró la dominancia de ciertos géneros a diferentes profundidades en tres puntos de muestreo ubicados dentro de la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE).

5.2 Las algas

Las algas, tanto marinas como dulceacuícolas son plantas no vasculares, constituyen elementos fundamentales en la producción primaria y ocupan el primer eslabón en la cadena alimentaria de entornos acuáticos. Entre ellas, las macroalgas se destacan por su tamaño, pudiendo ser estratificadas o filamentosas, e incluso formar bosques en el agua. Estas macroalgas proveen sustento y refugio a una amplia variedad de especies, desde invertebrados hasta vertebrados, generando así hábitats para comunidades complejas. Además, interactúan con el medio líquido y los sustratos en los que se encuentran (Cuvi y Cornejo, 2020).

En ese mismo sentido, según los autores Vega et al. (2018), las algas pertenecientes a *phyla* diferentes con miles de especies descritas, son organismos vegetales sin estructura vascular que dependen del agua para su sustento. Los autores Cuvi y Cornejo (2020), mencionan que el hábitat puede ser tanto acuático como terrestre húmedo, y presentan una amplia gama de tamaños, desde células microscópicas similares a las bacterias (cianobacterias) hasta las grandes laminarias, que pueden alcanzar longitudes de hasta 10 m. Actualmente, el grupo de las algas engloba una variedad de linajes filogenéticamente diferentes, que incluyen organismos

procariotas y eucariotas, con una notable diversidad en cuanto a formas, tamaños, estructuras, pigmentos y hábitats (Cuvi y Cornejo, 2020).

En los ecosistemas acuáticos, las algas desempeñan un papel crucial. Su actividad fotosintética contribuye de manera significativa a la productividad primaria, convirtiéndolas en los principales generadores de biomasa y compuestos orgánicos en los océanos. Además, son el alimento esencial para moluscos, crustáceos, otros invertebrados y peces. Estas algas crean hábitats favorables para otros organismos, participan en el ciclo de nutrientes y materia orgánica, y juegan un papel clave en la construcción y descomposición de los arrecifes coralinos (Acosta et al., 2016; Vega et al., 2018).

El mismo autor enfatiza que en una revisión del estado actual de las macroalgas marinas a lo largo de la costa continental de Ecuador, se reportaron un total de 167 especies, de las cuales 92 pertenecen al *phylum Rhodophyta*, 50 corresponden al *phylum Chlorophyta*, 24 están clasificadas como *Ochrophyta*, y 1 especie pertenece al *phylum Charophyta*. Estas especies se registran distribuidas en las cinco provincias costeras: Manabí, Esmeraldas, Santa Elena, Guayas, El Oro.

En función de lo planteado, las algas desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos, tanto marinos como dulceacuícolas. Son organismos no vasculares que constituyen la base de la producción primaria y brindan hábitats y sustento a una amplia variedad de especies. Su diversidad filogenética, tamaños, formas y pigmentos las convierten en elementos esenciales en la cadena alimentaria y en la construcción de arrecifes coralinos (Incera et al., 2011).

5.3 Macroalgas

Si bien es cierto, las macroalgas representan el engranaje de la producción primaria, las cuales desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas marino-costeros. Además, contribuyen significativamente a la generación de abundante materia orgánica que se incorpora a la cadena alimentaria. Estas algas se encuentran en diversos ambientes y brindan nutrientes, hábitat, refugio y lugares de asentamiento para las larvas. Su capacidad de adaptarse a diferentes sustratos, como arena, arrecifes de coral, costas rocosas y manglares, les permite adoptar diversas formas y estructuras, adecuadas a las condiciones y adaptaciones del entorno (Cordero, 2016).

Las macroalgas se encuentran comúnmente en áreas costeras, ancladas al fondo del mar. Se dividen en tres grupos o "*phyla*" según sus pigmentos fotosintéticos: algas verdes (*Chlorophyta*), algas rojas (*Rhodophyta*) y algas pardas (*Hetokontophyta*, clase *Phaeoiphyceae*) (Espinosa et al., 2021). Durante siglos, estas algas han sido aprovechadas como recurso natural por comunidades costeras. Dichas comunidades solían recolectar la biomasa algal de la orilla y utilizarla directamente en los suelos agrícolas. Desde aquel entonces, se ha utilizado a las macroalgas marinas y sus extractos como una alternativa de fertilización con el fin de evitar el uso excesivo de agroquímicos, aumentar la productividad de los cultivos, producir alimentos orgánicos y mitigar la degradación del agroecosistema (Espinosa et al., 2021).

Las macroalgas representan uno de los agentes que se encargan del desarrollo de materia orgánica y energía, estas poseen una dependencia con otros implicados de

la cadena trófica. Estas algas absorben nutrientes del agua de mar y utilizan dióxido de carbono disuelto y agua como materia prima en la producción de materia orgánica mediante la fotosíntesis. Su crecimiento y desarrollo se deben a la absorción directa de nutrientes del agua de mar (Nabti et al., 2016).

En las áreas marinas costeras, las macroalgas ocupan un rango de distribución que va desde la zona intermareal hasta unos 100 metros de profundidad. Su distribución está determinada por sus necesidades lumínicas, es decir, hasta donde los rayos del sol pueden penetrar. En estos ambientes, las algas colonizan y se desarrollan en diferentes sustratos con el fin de evitar ser arrastradas por las corrientes. Las algas bentónicas desempeñan un papel importante en la producción primaria costera. Entre ellas, las phyla más abundantes en aguas poco profundas son las *Phaeophyceae* y *Chlorophyta*, ya que dependen de una mayor incidencia de luz solar, lo cual es crucial para su crecimiento, por otro lado, las *Rhodophyta* suelen encontrarse en mayor cantidad a mayor profundidad y presentan una menor abundancia (González, 2014).

5.4 Caracterización de las zonas rocosas

Las áreas de las zonas litorales rocosas presentan ambientes complejos. Se caracterizan por una alta variación de los parámetros físicos, tales como la marea, la acción de las olas, la dinámica de sedimentos, la desecación, la temperatura y la salinidad. La combinación de factores en estos espacios limitados genera una

complejidad y heterogeneidad ambiental significativas. Esta combinación de factores ejerce una fuerte presión de selección sobre las especies bentónicas que habitan en ellas (Underwood, 1981).

En las zonas litorales rocosas, se pueden encontrar ambientes complejos con áreas restringidas, donde los parámetros físicos experimentan una amplia variación. Estos parámetros abarcan la marea, la acción de las olas, la dinámica de sedimentos, la desecación, la temperatura y la salinidad. La interacción de estos factores en estos espacios limitados da lugar a una complejidad ambiental notable y una gran heterogeneidad. Debido a esta combinación de elementos, las especies bentónicas que habitan en estas áreas enfrentan una poderosa presión de selección (Pedraza Venegas, 2011; Silva et al., 2015).

Las tres zonas, el nivel supramareal, el nivel mesomareal o intermareal y el nivel inframareal o submareal, presentan características distintas en relación a su exposición al agua y al aire. En el nivel supramareal, se encuentra una región de transición entre los ambientes terrestres y marinos, que se mantiene expuesta de manera constante (Benedetti-Cecchi et al., 2001). La amplitud de esta zona puede variar según las condiciones del oleaje, y recibe humedad a través de la aspersion o la vaporización de las olas. En cuanto al nivel mesomareal o intermareal, durante las mareas altas se encuentra cubierto por el agua marina, mientras que durante las bajamares queda expuesto a las condiciones aéreas. Por último, el nivel inframareal o submareal se mantiene permanentemente sumergido, aunque ocasionalmente

puede quedar expuesto durante breves periodos de tiempo. Además, cada una de estas zonas puede subdividirse en sub-zonas u horizontes (Marin y Shanks, 2011).

La caracterización de la topografía de las áreas costeras es otro parámetro de gran importancia, ya que está estrechamente vinculada a la acción de las olas. Se ha descubierto que, en las costas con pendientes más pronunciadas, las olas tienen un efecto más marcado. Por el contrario, en las costas planas con pendientes moderadas, extensas líneas costeras y perfiles irregulares, se observa una acción de las olas más moderada (Cubit, 1984).

Además, en las áreas costeras, resulta crucial evaluar la dinámica de los sedimentos. La importancia de mantener el equilibrio en la línea de costa es evidente en zonas donde hay una gran deriva litoral, ya que pueden producirse depósitos estacionales de arena. Se ha demostrado que la presencia regular de estos depósitos de arena provoca una notable disminución en la abundancia y distribución de organismos intermareales y submareales. Asimismo, se ha determinado que el tamaño medio de los granos de arena y la sedimentación pueden alterar la composición de los ensambles biológicos de organismos macrobentónicos en estas áreas (Marin y Shanks, 2011).

5.5 Caracterización macroalgal de la zona intermareal rocosa

Uno de los principales hábitats para el asentamiento de las macroalgas son los sustratos rocosos en las zonas intermareales. La distribución de estas macroalgas en

los sustratos está determinada por factores abióticos y su interacción con el medio ambiente. Estos factores incluyen el nivel de la marea, la influencia del oleaje y los diferentes tipos de roca presentes. Los sustratos pueden ser de diversos tipos, como plataformas, acantilados, bloques y cantos rodados (Ramos, 2015); (Cordero, 2016).

En la Zona Intermareal Rocosa (ZIR), hay una variedad de plantas y animales que interactúan entre sí. Las *Rhodophyta*, *Chlorophyta* y *Phaeophyta* forman parte de la flora de esta zona, mientras que la fauna está compuesta principalmente por diferentes especies de invertebrados marinos. La ZIR se divide en tres áreas con características distintas.

En primer lugar, está la zona supralitoral, donde la humedad proviene únicamente del rocío del mar (Sánchez Bermeo, 2020; Sánchez y Torres, 2021). En segundo lugar, la zona mesolitoral está cubierta durante la pleamar, pero queda expuesta durante la bajamar. En tercer lugar, la zona infralitoral se encuentra sumergida la mayor parte del tiempo, excepto durante el ciclo de máxima bajamar. En cada una de estas zonas, las condiciones ambientales varían debido a los cambios en la marea. Esto incluye factores físicos como la desecación y la temperatura, así como factores químicos como la salinidad, la concentración de oxígeno y los nutrientes disponibles (Sánchez y Torres, 2021).

La importancia ecológica y científica de las comunidades de macroalgas y los diversos grupos de organismos asociados a los ZIR no puede ser subestimada. Desde el punto de vista ecológico, se ha demostrado su papel fundamental en el

funcionamiento y desarrollo de los ecosistemas costeros. Además, estas comunidades operan en diferentes escalas espaciales y temporales, lo que tiene un impacto significativo en la diversidad biológica y la riqueza de especies (Sánchez y Torres, 2021).

5.6 Categorización de las macroalgas

5.6.1 Algas verdes (*Chlorophyta*)

En su hábitat, se pueden encontrar un grupo de algas altamente heterogéneo que exhiben una pigmentación de clorofila a y b. A pesar de tener estos pigmentos, también contienen ciertas xantófilas como luteína, violaxantina, neoxantina y enteroxantina, lo que les confiere una apariencia de color verde, lo cual facilita su identificación. Una de las características biológicas más importantes de este grupo es la presencia de almidón en sus células, el cual actúa como reserva material en su estructura (García et al., 2017).

Las morfologías de estas macroalgas son extremadamente diversas, tanto en su interior como en su exterior. Pueden ser unicelulares o pluricelulares, y tienen la capacidad de ser móviles o inmóviles, así como poseer una estructura filamentosa. Su reproducción puede ocurrir de manera vegetativa alternada, ya sea asexual o sexualmente. Su importancia radica en que constituyen el primer eslabón de la cadena alimentaria y contribuyen a la producción de oxígeno atmosférico. Estas macroalgas se encuentran colonizando diversos ambientes, predominando en un 90% en agua dulce y en un 10% en aguas marinas. Además, su presencia es más

notable en mares fríos y templados, donde se encuentra la mayor diversidad de especies (Ortiz, 2011).

5.6.2 Algas pardas o Phaeophyta

Las macroalgas pardas exhiben una amplia gama de tonalidades, las cuales se deben a la abundancia de xantófilas como la fucoxantina y la flavoxantina. Son algas pluricelulares y eucariotas, también contienen clorofila a y en particular tienen clorofila c. Morfológicamente, muestran una diferenciación en sus estructuras, que van desde formas filamentosas y simples hasta algas con tejidos especializados para el transporte de nutrientes dentro de la planta. Una característica notable de estas algas es su rápido crecimiento y tamaño considerable, pudiendo alcanzar longitudes de hasta 200 m. Además, tienen diversas aplicaciones, como estabilizadores de emulsiones, fertilizantes y fuentes de yodo, entre otras (Quispe, 2020).

5.6.3 Algas rojas o Rodofíceas (Rhodophyta)

En su mayoría, estas algas son organismos pluricelulares, aunque también existen especímenes unicelulares y eucariotas. Se encuentran principalmente en el medio marino y constituyen uno de los grupos más diversos entre las algas bentónicas. Presentan una coloración rojiza, la cual se debe a la presencia de biliproteínas (ficoeritrina y ficocianina). Estas biliproteínas ayudan a mantener el color verde de la clorofila a y b. En las células de estas algas, se acumula material de reserva como el almidón. Además, su pared celular contiene fibrillas de celulosa (García García et al., 2020).

5.7 Taxonomía

Según el autor García (2015), la taxonomía de las macroalgas puede explicarse de la siguiente manera:

5.7.1 *Chlorophytas*

Clase: Ulvophyceae

Orden: Ulvales

Familia: Ulvaceae

Género: *Ulva* (Linnaeus, 1753)

Orden: Cladophorales

Familia Cladophoraceae

Género: *Cladophora* (Linnaeus, 1753)

5.7.2 *Phaeophytas*

Clase: Isogeneratae

Orden: Dictyotales

Familia: Dictyotaceae

Género: *Padina* (Thivy, 1960)

Clase: Phaeophyceae

Orden: Ectocarpales

Familia: Ectocarpaceae

Género: *Ectocarpus* (Derbés y Solier, 1851)

5.7.3 *Rhodophytas*

Clase: Florideophyceae

Orden: Ceramiales

Familia: Rhodomelaceae

Género: *Acanthophora* (Børgesen, F., 1910)

Orden: Gigartinales

Familia: Cystocloniaceae

Género: *Hypnea* (Kützinger, 1843)

5.8 Ciclos biológicos

La reproducción en diferentes formas permite que la descendencia de un organismo sea muy diferente a su progenitor. En algunas especies de macroalgas, la germinación de un cigoto da origen a un individuo que se convierte en un fabricante de gametos, al igual que sus progenitores, llamados gametofitos. En otros casos, todos los individuos nacidos del cigoto se originan a partir de esporas o esporofitos. Cuando se originan las esporas, dan lugar a nuevos individuos que producen gametos. En el primer caso se presenta un ciclo monogenético caracterizado por una única generación de plantas en la fase gametofítica. En el segundo caso, en el transcurso del ciclo de vida se desarrollan dos generaciones distintas: una que

produce esporas y otra que genera gametos, correspondientes a las generaciones esporofítica y gametofítica, respectivamente (DeRose et al., 2019; Gao et al., 2021; González Severino, 2014).

Existen ciclos trigenéticos, que son frecuentes en las algas rojas, donde se suceden regularmente tres generaciones: una gametofítica y dos esporofíticas. Cuando hay alternancia de generaciones, estas pueden ser morfológicamente iguales, pero con diferencias en las células reproductoras emitidas. Esto se conoce como alternancia isomórfica de generaciones. En otros ciclos, el gametófito y el esporófito son morfológicamente diferentes, lo que se denomina alternancia heteromórfica de generaciones (Schneider et al., 2018; Rebello et al., 2020).

5.9 Ecología y diversidad

Las algas son organismos capaces de colonizar diferentes entornos en la tierra, principalmente acuáticos, ya que requieren agua para reproducirse. Sin embargo, también existen algas que pueden encontrarse en lugares con menos contacto con el agua, como playas rocosas, rocas acuíferas, suelos húmedos y nieve. En México, se dividen en algas continentales según los ambientes físicos en los que se encuentran, como los acuáticos (lagos, ríos, mares) y los terrestres (suelo y rocas). También existen relaciones bióticas, como algas que viven sobre otros organismos (Aguirre, 2018).

Las algas acuáticas se encuentran principalmente en el medio marino, pero también existen en aguas dulces continentales. Algunas especies de algas continentales se

desarrollan en entornos con alta concentración de cloruros o sulfatos, y son capaces de tolerar cambios extremos en el pH del agua o en la concentración de nutrientes. Muchas algas unicelulares y coloniales forman parte del plancton, siendo conocidas como fitoplancton (Aguirre, 2018).

Otras algas crecen adheridas a diferentes sustratos, como rocas, limos, plantas o animales, formando parte del bento y específicamente del fitobentos. También existen algas que viven dentro de rocas u otras plantas y animales. Estas algas se encuentran en las zonas iluminadas de las masas de agua, tanto continentales como marinas, ocupando la superficie y los fondos hasta la profundidad alcanzada por la luz. La temperatura del agua, la salinidad, la luz y la disponibilidad de nutrientes son los factores más importantes que influyen en su distribución geográfica (Aguirre, 2018).

5.10 Reproducción sexual y asexual

Las algas se reproducen de diferentes maneras sin necesidad de intervención sexual. Las algas unicelulares pueden multiplicarse a través de bipartición o escisión directa de una célula madre en dos células hijas que continúan su desarrollo (González Severino, 2014). En el caso de las algas pluricelulares, pueden reproducirse por fragmentación de un talo, donde cada trozo genera un nuevo individuo. También pueden reproducirse mediante propágulos, que son pequeñas masas celulares especializadas que se desprenden de la planta madre y se adhieren al sustrato para formar un individuo completo (González Severino, 2014; Gili et al., 2022).

Otra forma de reproducción es a través de esporas o células asexuadas. En las algas pluricelulares, estas esporas se originan a partir de células madre modificadas en órganos especiales llamados esporocistes. Una vez liberadas al medio y fijadas al sustrato, las esporas germinan y dan origen a nuevos individuos. Algunas esporas tienen flagelos que les permiten moverse (zoósporas o planósporas), mientras que otras carecen de flagelos y son inmóviles (aplanósporas) (Gili et al., 2022).

Desde otra postura, en la reproducción sexual, se involucran dos tipos de células llamadas gametos. Estas células se encuentran en órganos especiales llamados gametocistos. Los espermatocistos o anteridios son responsables de producir gametos masculinos, mientras que los oogonios producen gametos femeninos. Cuando los gametos se fusionan o se produce la gamia, se forma un huevo o cigoto que germina y da origen a un nuevo individuo. Los espermatocistos y los oogonios pueden encontrarse en la misma planta, lo cual se conoce como monoica, o en plantas separadas, conocida como dioica (Carmona et al., 2004).

Las características morfológicas y fisiológicas diferentes de los gametos determinan distintos tipos de fecundación. En las especies de algas verdes y pardas, los gametos tienen flagelos, al menos en uno de los dos sexos. En este caso, la célula masculina es móvil y se mueve hacia la célula femenina para fecundarla. Esto puede ocurrir tanto en la columna del agua cuando ambos gametos son móviles, como en el talo donde se encuentra la célula femenina inmóvil. Por otro lado, en las algas rojas, los gametos no tienen flagelos. En la mayoría de los casos, la célula femenina cuenta

con un filamento captador a través del cual es fecundada por la célula masculina (Carmona et al., 2004).

5.11 Distribución

En lugares iluminados, las algas fijan su residencia y se organizan en diversos estratos de acuerdo a su tonalidad. En ciertas áreas oceánicas, su proliferación es significativa como ocurre con el sargazo, una especie de alga marina que se encuentra en abundancia en el Océano Atlántico al sur de las Bermudas. En esta región, las características del terreno y las corrientes marinas generan una zona de calma relativamente constante conocida como el Mar de los Sargazos (García, 2015).

Se puede contemplar la siguiente distribución en consecuencia a lo expuesto:

- Euglenoides: Procedentes de aguas dulces tropicales y poco profundas.
- Pirrófitas: Originarias de aguas saladas tropicales poco profundas.
- Crisófitas: Presentes tanto en aguas saladas como dulces, especialmente en litorales.
- Rodófitas: Se encuentran en aguas saladas tropicales con profundidad variable.
- Feófitas: Habitantes de aguas saladas, ya sea en zonas frías y profundas o en áreas rocosas.
- Clorófitas: Se encuentran tanto en aguas saladas como dulces, principalmente en áreas tropicales poco profundas.

5.12 Macroinvertebrados

En el ecosistema marino, existen animales sin columna vertebral llamados macroinvertebrados, que son visibles a simple vista. Estos se distinguen de los microinvertebrados, que son más pequeños y solo pueden ser observados con un microscopio. El papel crucial que desempeñan estos organismos se manifiesta en las zonas intermareales, áreas costeras expuestas al aire durante la bajamar y sumergidas bajo el agua durante la pleamar. A lo largo del día, estas zonas experimentan cambios extremos en los niveles de agua, salinidad y temperatura debido al flujo y reflujo de las mareas (Tamaris, 2018).

En esta particularidad del hábitat, los macroinvertebrados han desarrollado adaptaciones especiales para sobrevivir. Se encuentran una variedad de ellos, como caracoles, mejillones, cangrejos, anémonas, gusanos poliquetos y estrellas de mar. Cada uno de estos juega un papel esencial en el ecosistema, contribuyendo a mantener la diversidad y el equilibrio en estas zonas intermareales (Tamaris, 2018).

En el ecosistema intermareal, la presencia esencial de los macroinvertebrados se evidencia. Su función relevante radica en la cadena alimentaria, donde adoptan un doble papel al ser tanto presas para otros animales como depredadores de organismos más pequeños. Además, contribuyen significativamente al reciclaje de nutrientes y a la aeración del sustrato. La abundancia y presencia de estos organismos resultan indicadores cruciales para evaluar la salud general del ambiente marino, reflejando el estado completo del ecosistema (Sisquiarco, 2023).

Ahora bien, es importante destacar que la diversidad y cantidad de macroinvertebrados pueden experimentar cambios significativos en diferentes zonas intermareales. Esto se debe a diversos factores, como la geografía, la disponibilidad de alimentos y la exposición a perturbaciones naturales o humanas. Por lo tanto, salvaguardar estos frágiles hábitats se convierte en una tarea primordial para preservar la salud y la biodiversidad de los ecosistemas marinos (Cedeño y Quinteros, 2016).

5.13 Características generales de las clases de macroinvertebrados

Posteriormente se detallan particularidades de cada Clase:

5.14 Clase Anthozoa

Los *Cnidarios* son un grupo fascinante de animales acuáticos invertebrados que juegan un papel crucial en los ecosistemas marinos. Entre ellos, destacan las anémonas, como *Bunodosoma* y *Antopleura*, que son especialmente notables por su importancia ecológica (Lancellotti y Vasquez, 2000; Durán et al., 2022).

Las anémonas, como representantes de los cnidarios, presentan una organización sencilla pero sorprendente. Pueden exhibir simetría bilateral o radial alrededor de un eje oral y aboral, lo que les permite adaptarse a diversos ambientes acuáticos (Flora, 2013). Estas especies marinas, junto con los pólipos de coral y medusas, contribuyen a la biodiversidad de los hábitats marinos, brindando refugio y alimento a una amplia gama de organismos marinos. En particular, las anémonas *Bunodosoma* y *Antopleura* desempeñan un papel fundamental en la cadena trófica

y la regulación del ecosistema. Estas especies pueden encontrarse tanto en aguas marinas como en ambientes de agua dulce, como las hidras (Acosta, 2020). Su presencia en los arrecifes de coral y en hábitats rocosos proporciona un refugio para pequeños peces, crustáceos y otros invertebrados. Además, son depredadoras efectivas, capturando a sus presas con sus tentáculos urticantes. Las anémonas también desempeñan un papel vital en el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas marinos. Al alimentarse de presas, liberan los nutrientes almacenados en su interior y contribuyen a mantener el equilibrio de nutrientes en el agua (López-Martínez, 2019).

5.15 Clase Malacostraca

Los Malacostraca son una clase de crustáceos que se encuentran dentro del subfilo Crustáceo, perteneciente al filo *Artrópoda* en el reino animal. Estos invertebrados acuáticos presentan una morfología caracterizada por un cuerpo dividido en catorce segmentos, agrupados en tres secciones: cefálica, torácica y abdominal. La cefálica, que corresponde a la cabeza, contiene antenas, ojos compuestos y un aparato bucal. El tórax está cubierto por una concha y alberga órganos y apéndices, como patas maxilares y patas móviles. La parte ventral o abdominal contiene seis o siete segmentos, con algunos malacostráceos portando un pequeño apéndice llamado gasterópodo. Estos crustáceos habitan en diversos ecosistemas oceánicos, tanto en aguas saladas como dulces (Rogers et al, 2020).

Los malacostráceos presentan una dieta principalmente carnívora, alimentándose de otros organismos vivos. Algunos también se alimentan de materia orgánica en

descomposición, actuando como carroñeros. Entre las especies se encuentran cangrejos ermitaños, langostas y cangrejos, quienes depredan moluscos y peces pequeños. Su amplia presencia y papel en la cadena alimentaria hacen de ellos actores fundamentales en los ecosistemas marinos (Rogers et al, 2020).

5.16 Clase Gasterópoda

Los gasterópodos son el grupo más diverso de moluscos, con alrededor de 35 000 especies vivas y unas 15 000 especies fósiles. Esta diversidad ha sido posible gracias a su radiación adaptativa, lo que les ha permitido colonizar una amplia gama de ambientes, tanto acuáticos dulceacuícolas como terrestres. Dentro de este grupo, se encuentran modelos corporales primitivos, como las lapas, así como formas altamente evolucionadas capaces de respirar aire, como caracoles y babosas. El tamaño de los gasterópodos puede variar desde microscópico hasta varios decímetros en algunas caracolas tropicales. Sin embargo, el tamaño promedio oscila entre 1 y 8 cm de longitud. En el medio marino, se pueden encontrar desde la zona intermareal hasta grandes profundidades, e incluso algunas especies son pelágicas, lo que significa que viven en aguas abiertas. Además, los gasterópodos pueden encontrarse en aguas salobres y dulces, y en tierra, donde su presencia está condicionada por el contenido mineral del suelo, la humedad y la acidez del suelo. Gracias a su gran adaptabilidad, han logrado colonizar diversas latitudes, desde las polares hasta los bosques, zonas musgosas, árboles e incluso el suelo, llegando a vivir de forma parásita dentro del cuerpo de otros animales. La capacidad de los gasterópodos para ocupar tantos nichos ecológicos diferentes es una muestra

impresionante de su éxito evolutivo y su adaptabilidad a una amplia variedad de entornos. (Lozano-Guzmán, et al., 2020).

5.17 Clase Bivalva

Esta categoría agrupa a los moluscos conocidos como bivalvos, entre ellos, los mejillones, ostras, vieiras y almejas. Todos ellos poseen una concha formada por dos piezas llamadas valvas. En la mayoría de los casos, estas valvas son de tamaño similar, pero en ciertas especies sedentarias, como las ostras, la valva superior, que cubre el lado izquierdo del cuerpo, es más grande que la valva inferior, que cubre el lado derecho y se encuentra unida al sustrato. Estas valvas son mantenidas unidas en la parte superior del cuerpo mediante dos grandes músculos aductores. Las conchas de los bivalvos exhiben una gran diversidad en términos de tamaño, color y ornamentación (Brigitte, 2021).

El pie de los bivalvos está adaptado para cavar madrigueras en todas las especies, excepto en aquellas que son sedentarias, donde su tamaño es reducido. Los bivalvos poseen una cabeza muy pequeña y carecen de rádula. La mayoría de ellos cuentan con un único par de grandes branquias que utilizan tanto para la respiración como para capturar diminutas partículas de alimentos.

5.18 Clase Polichaeta

Los poliquetos, también conocidos como *Polychaeta* (del griego "muchas cerdas"), son una clase dentro del *phylum* de los Anélidos. Representan el grupo más numeroso de este *phylum*, con alrededor de 10 000 especies descritas, y se

consideran los más primitivos, es decir, los que comparten mayores similitudes con el tipo original del *phylum*. Estos animales son principalmente acuáticos y casi exclusivamente marinos (Baez Espinoza, 2015).

Una característica distintiva de los poliquetos es que poseen un par de apéndices llamados parápodos en cada segmento de su cuerpo, que consta de una rama dorsal y otra ventral, ambas equipadas con numerosas cerdas o quetas (de ahí su nombre "poliquetos" o "muchas quetas"). Estas estructuras son importantes para su locomoción y funciones sensoriales (Sepúlveda et al., 2003).

Los poliquetos son mayormente carnívoros y se encuentran en hábitats con fondos arenosos. Algunas especies tienen adaptaciones para comer sedimentos, similar a lo que hacen las lombrices de tierra con el suelo, mientras que otras se especializan en filtrar partículas de alimento del agua. Su diversidad y adaptaciones a diferentes hábitats marinos los convierten en un grupo fascinante de estudiar en el contexto de la evolución y la ecología. (Witman y Smith, 2003 como se citó en Carlton y Ruiz, 2019).

Es cierto que en el pasado se consideraba a los anélidos, especialmente a los poliquetos, como un modelo del antepasado común tanto para otros anélidos como para los artrópodos, debido a características compartidas como la segmentación de su cuerpo y su anatomía nerviosa. Sin embargo, los avances en la filogenética y los análisis moleculares han arrojado nuevos conocimientos y perspectivas sobre las relaciones evolutivas entre estos grupos. Los resultados de los análisis filogenéticos de datos moleculares actuales han llevado a cuestionar esta idea previa. Ahora, la

evidencia sugiere que los artrópodos no se derivan directamente de los anélidos poliquetos, sino que los anélidos están más estrechamente relacionados evolutivamente con los moluscos. Estos descubrimientos son un buen ejemplo de cómo la ciencia evoluciona con el tiempo, a medida que se recopilan más datos y se aplican técnicas de análisis más sofisticadas. Es importante estar abierto a la revisión de las ideas previas y aceptar nuevas interpretaciones basadas en la evidencia científica actualizada (Macias y Veliz, 2023).

5.19 Clase Ophiuroidea

Los invertebrados marinos que presentan extensiones delgadas en forma de brazos son fácilmente distinguibles por su disco central y la ausencia de surcos ambulacrales (Moreno, 2020). Frecuentemente, suelen ser confundidos con individuos pertenecientes a la clase Asteroidea debido a sus dimensiones y estructura, sin embargo, se distinguen de estos por la existencia de vértebras esqueléticas presentes en sus apéndices. Esta particularidad sobresaliente es observada en las estrellas de brazos delicados, también conocidas como ophiuras. (Varela y Sánchez, 2019; Sánchez Bonilla, 2022). Estos organismos específicos se encuentran en zonas marinas con profundidades que varían desde la zona intermareal hasta aproximadamente 400 metros en el fondo del mar (Sánchez Bonilla, 2022).

A diferencia de otros grupos de equinodermos, la mayor diversidad y abundancia de estas especies se concentra en el océano Atlántico, específicamente en la franja

tropical que se extiende desde el golfo de México hacia los mares de Europa (Blanco, 2017; Sánchez Bonilla, 2022).

5.20 Clase Asteroidea

Los asteroides son una clase de equinodermos y varían en tamaño desde menos de 2 cm hasta más de 1 metro de diámetro, aunque la mayoría se encuentran en el rango de 12 a 24 cm. Su cuerpo adopta una forma de disco central, y de este se desarrollan brazos que pueden ser cortos o largos, dependiendo de la especie (Armas y Herrera, 2023).

Estas criaturas colonizan una amplia gama de sustratos marinos, desde fondos rocosos hasta blandos, abarcando toda la zona intermareal y llegando a profundidades abisales de más de 5000 metros (Buyami, 2019).

En la superficie inferior de cada brazo, se encuentra un surco ambulacral que aloja la zona ambulacral o ambulacrum, que presenta pequeños orificios para los pies de tubo. Los márgenes de este surco están cubiertos con espinas que pueden cerrar el ambulacrum. En la punta de cada brazo, se localiza un pie tubo que funciona como receptor sensorial para detectar estímulos químicos y vibraciones, y en algunos casos, también pueden presentar un pigmento rojo que actúa como un simple ojo. La superficie externa del cuerpo está formada por un entramado de pequeñas placas de huesecillos de calcio, llamados osículos, entre los cuales se proyectan extensiones de delgadas paredes llamadas pápulas. Las estrellas de mar son criaturas marinas notables y su estructura única les permite llevar a cabo diversas

funciones biológicas en su hábitat acuático. Su capacidad para regenerar brazos perdidos y su papel en el equilibrio ecológico de los ecosistemas marinos las hacen sujetos de gran interés científico (Vásquez, 2023).

5.21 Clase Echinoidea

Son integrantes del grupo de Equinodermos los que presentan una forma esférica con carencia de brazos, mostrando una apariencia aplanada y redondeada, donde los osículos se fusionan, formando elementos ornamentales móviles en forma de púas, tal como se ha detallado en estudios previos como Silva, et. al, (2001) o en Sánchez Bonilla (2022).

Las espinas, de tonalidad púrpura oscuro, exhiben una robustez evidente y presentan estrías. Su cuerpo, de configuración circular o ligeramente alargada, contiene de seis a ocho pares de poros en cada arco, dispuestos sobre la línea del ámbito; entre estos, cuatro a seis se encuentran organizados en series verticales, generando áreas poríferas de marcada estrechez. Su concha, de grosor notable, adopta una forma ovalada con el dorso convexo y la superficie ventral cóncava, aspectos que han sido documentados por Vallejo (2007) y Sánchez Bonilla (2022). En particular, se destaca la cercanía de los tubérculos primarios ambulacrales entre sí. Longitud del caparazón con un rango de 6 a 33 mm y altura de 3 a 19 mm.

5.22 Red de MBON en español Red de Observación de la Biodiversidad

Marina

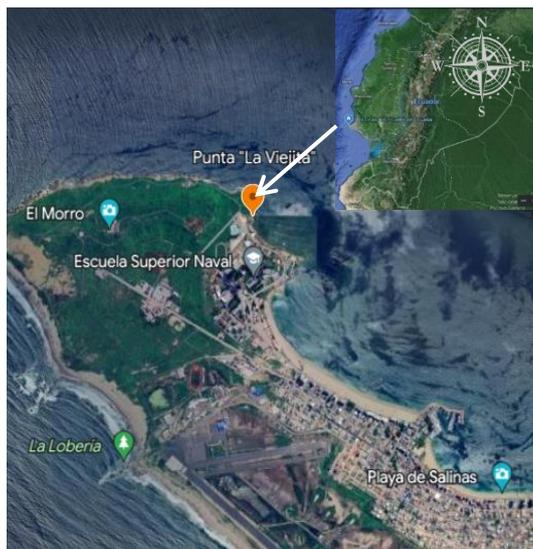
La Red de Observación de la Biodiversidad Marina (P2P MBON) representa una colaboración a nivel regional cuyo objetivo principal consiste en el registro y análisis de las transformaciones que acontecen en la biodiversidad marina a lo largo de las costas de América, desde el Ártico hasta la Patagonia y la Antártida (GEOBON, 2017).

El proyecto MBON Polo a Polo de las Américas busca crear una red de trabajo entre conservacionistas y científicos para monitorear a largo plazo los ecosistemas intermareales de fondos rocosos en Argentina. Utilizando imágenes del bentos y herramientas de inteligencia artificial (I.A.), evalúan las respuestas de la biodiversidad marina a cambios medioambientales. El objetivo es proporcionar datos a los tomadores de decisiones gubernamentales y a la comunidad internacional, apoyando el objetivo 14 "Vida Submarina" de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS de la ONU (Organización de las Naciones Unidas). El protocolo de monitoreo, co-diseñado por el proyecto MBON Pole to Pole, CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) y organismos locales, busca detectar cambios significativos en la biodiversidad para mejorar la gestión de los recursos vivos en estos hábitats (Montes et al., 2023).

6 MARCO METODOLÓGICO

6.1 Área de estudio

El presente trabajo de titulación se desarrolló en la playa “La Viejita”, ubicada en la Base Naval de Salinas en el cantón con el mismo nombre, en la provincia de Santa Elena, en la punta más saliente del Océano Pacífico, la playa “La Viejita” lindera al norte del Océano Pacífico, hacia el sur con la zona costera de la ciudad, al este está limitado por la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena y al oeste se encuentra la ciudad de Salinas.



Lugar	Coordenadas (Lat/Long)
“La Viejita”	-2.176406, -80.92077

Figura 1 Zona de estudio. Ubicación geográfica del punto de muestreo de la playa La Viejita. Fuente Google Earth, 2023

6.2 Diseño del estudio

Para realizar la investigación en el ámbito de diversidad se aplicó el protocolo de muestreo para valorar la diversidad marina en costas rocosas elaborada por la Red de Observación de la Biodiversidad Marina Polo a Polo de las Américas MBON P2P (2019) en inglés *Marine Biodiversity Observation Network Pole to Pole of the*

Americas MBON P2P, que determina que por estación de monitoreo se utiliza un transecto de 100 metros de longitud por estrato, perpendicular a la playa en las 3 zonas intermareales (supralitoral, mesolitoral e infralitoral) con un cuadrante cada 5 metros.



Figura 2 Ejemplo de muestreo de un sitio según el Protocolo MBON P2P, 2019.

La siguiente tabla hace referencia a las coordenadas de los transectos que se colocaron en la playa “La Viejita” los mismos que fueron paralelos a la costa

Tabla 1 Coordenadas de los transectos

Límites de los transectos	
Supralitoral	Inicio: 2°11'13.2"S 80°59'15.3"W Fin: 2°11'10.5"S 80°59'16.4"W
Mesolitoral	Inicio: 2°11'13.2"S 80°59'15.0"W Fin: 2°11'10.3"S 80°59'15.9"W
Infralitoral	Inicio: 2°11'13.2"S 80°59'15.1"W Fin: 2°11'10.3"S 80°59'15.8"W

Para establecer el registró de macroinvertebrados se contó el número de individuos por fotocadrante y con respecto a la cobertura algal se empleó la metodología de intersección en cuadrículas para organismos sésiles (South American Research

group on Coastal Ecosystems, 2012; Sanchez y Torres, 2021), en el que se emplea un cuadrante de 50 x 50 cm con intersecciones. En cada transecto, se llevó a cabo un registro sistemático de cuadrantes a intervalos de 5 metros, estos intervalos regulares se comenzaron desde el metro 5, en cada intervalo de 5 metros, se realizó un cambio secuencial entre el lado derecho e izquierdo del transecto. En el primer monitoreo, se inició el registro de cuadrantes desde el lado derecho del transecto. En el siguiente monitoreo, se invirtió la secuencia, comenzando desde el lado izquierdo. Generalmente se utiliza transectos de 50 metros y por cada zona intermareal se muestrean 10 cuadrantes. No obstante, en este estudio se adaptó el protocolo debido a que la playa posee un área de 177 m². Por lo que se realizaron transectos de 100 metros, según el protocolo de *Marine Biodiversity Observation Network Pole to Pole of the Americas* MBON P2P (2019) son medidas ideales para realizar las investigaciones, mismas que se aplicaron tanto en supralitoral, mesolitoral e infralitoral y en cada transecto se muestrearon 20 cuadrantes con una distancia de 5 metros entre cada transecto.

6.3 Recolección de muestras

Se utilizó el método de intersección en cuadrículas para evaluar la cobertura de algas por especie y otros macroinvertebrados, (SARCE, 2012). Este método consiste en el uso de cuadrantes de 50 x 50 cm con 100 intersecciones. Ciertos organismos que no se lograron identificar en el área, fueron recolectados con las medidas de bioseguridad adecuadas, para la manipulación de las muestras se utilizó guantes de nitrilo. Las muestras fueron almacenadas en recipientes y fijadas en

formalina al 4% hasta hacer los análisis en laboratorio en la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

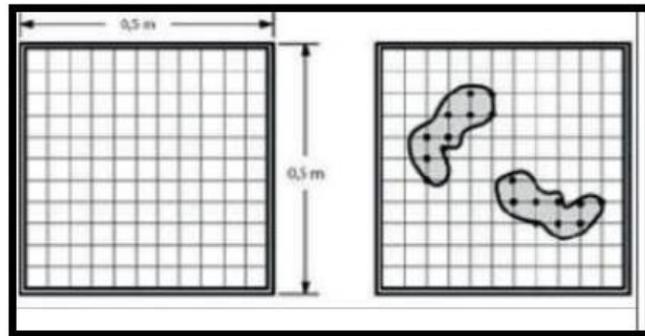


Figura 3 Método de intersección en cuadrículas. (SARCE, 2012).

Además, se llevó a cabo el registro fotográfico como apoyo visual en un plano horizontal. Así mismo, se midió el Índice de rugosidad en cada zona intermareal utilizando una cadena de 10 metros, donde cada eslabón tuvo un 1 cm. (Ver figura 4).

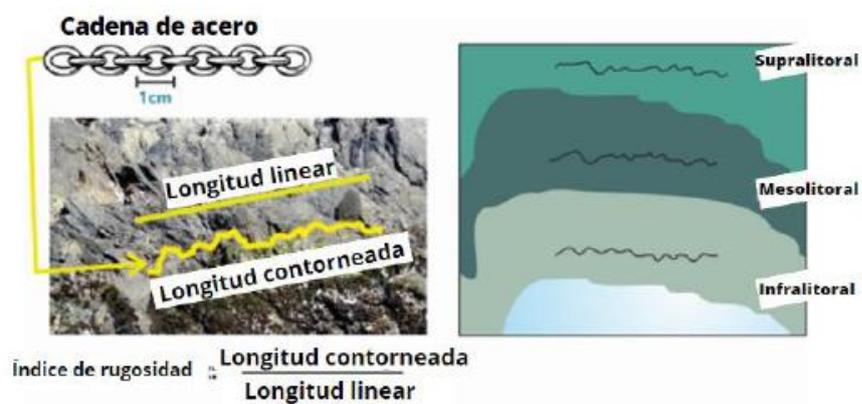


Figura 4 Método de índice de rugosidad (MBON P2P, 2019)

6.4 Registro de parámetros

Se registró los datos de temperatura y salinidad en el área de muestreo. Se obtuvo las medidas de temperatura mediante un termómetro de balde y de salinidad por medio de un refractómetro proporcionado por la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). La radiación UV se la descargó de la base de datos del INOCAR (Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada) e INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología).

Además, se realizó una caracterización del sustrato en cada estación de muestreo para determinar su Índice de rugosidad mediante la medición de diferentes parámetros físicos, como la textura, la porosidad y la composición del sustrato. El Índice de rugosidad se utiliza para cuantificar la rugosidad superficial del sustrato y proporcionar información sobre la estructura y la cobertura del mismo en cada estación de muestreo.

6.5 Metodología

6.5.1 Identificación de especies de macroalgas en laboratorio

Para llevar a cabo la identificación taxonómica de los organismos recolectados, se contó con la ayuda de un estereomicroscopio de la marca BOECO y se consultó bibliografía especializada como referencia, incluyendo trabajos de la Fischer (1995), Müller y Salazar (1996), Smith (1966) y Taylor (1967). Además, se utilizaron bases de datos previamente reportadas en Ecuador, como los estudios de Acaro Mera (2022), Sanchez y Torres (2021), Vera Riera (2021), Fajardo y Cornejo

(2021), Pozo Rosales (2014) y Rubira Carvache (2012). Estas bases de datos fueron una valiosa fuente de información para la identificación de los organismos recolectados.

6.5.2 Identificación de especies de macroinvertebrados en laboratorio

La identificación taxonómica se llevó a cabo utilizando claves y literatura especializada correspondiente a cada grupo taxonómico. Para los crustáceos, se consultaron referencias como Ball y Haig (1974), Garth (1948), Hickman y Todd (2000) y Holthuis (1952). En el caso de los moluscos, se utilizaron obras como Behrens y Hermosillo (2005), Coan y Valentich-Scott (2012), Giraldo et al. (2014), Keen (1971), Londoño-Cruz et al. (2013), Morris (1966) y Olsson (1961). Para los equinodermos, se emplearon recursos como Avilés (1984), Caso (1961), Hendler et al. (1995) y Hickman (1998). Los corales fueron identificados con base en las referencias de Hickman et al. (2005) y Hickman (2008), mientras que para los tunicados se utilizó la información de De Almeida Rodrigues et al. (1998). En el caso de las algas marinas, se consultó el trabajo de Müller-Gelinek y Salazar (1996). Para confirmar los nombres válidos de todas las especies identificadas, se verificó la información proporcionada por el *World Register of Marine Species, WoRMS Editorial Board* (2020). La verificación de los organismos contó con la colaboración del M.Sc. Xavier Piguave, quien es profesor a cargo de la asignatura de zoología de invertebrados no articulados de la facultad ciencias del mar quien ha realizado varias publicaciones en revistas científicas además de ser parte de la Red Interinstitucional de investigaciones en ecosistemas acuáticos en el Ecuador

(RIIEAE) y con la colaboración de M.Sc Beatriz Almonacil Fernández experta en el ámbito ambiental, una intérprete con 7 años de experiencia en Ecuador.

6.5.3 Cobertura de especie

La estimación de la cobertura de especies se llevó a cabo utilizando la metodología descrita por MBON P2P (2019), la cual se basa en el método de cuadrículas para determinar el porcentaje de cobertura algal en cada cuadrante.

$$CE = \frac{Ni}{Tc} * 100$$

Donde:

- CE: Cobertura Algal
- Ni: Número de individuos de especie presentes en cuadrículas.
- Tc: Total de cuadrículas.

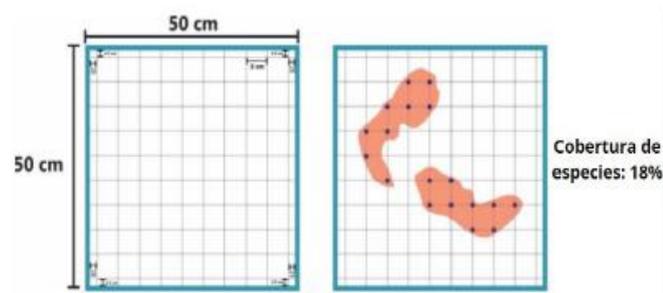


Figura 5 Metodología de cobertura de macroalgas. (MBON P2P, 2019)

- Borde exterior: 50 cm x 50 cm
- Primer borde interno: 2,5 cm x 50 cm
- Segundo borde interno: 5 cm x 50 cm

6.6 Análisis estadístico

6.6.1 Índice de Shannon y Weaver

La estimación de la diversidad de especies se llevó a cabo utilizando el índice de Shannon y Weaver (1949), representado como H' , el cual se expresa con un número positivo que varía entre 0 y no tiene un límite superior, determinado por la base del logaritmo utilizado. La fórmula utilizada para el cálculo es la siguiente:

$$H' = \sum p_i * \log_2 p_i$$

- p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie)

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

- N_i : número de individuos de la especie
- N : número de todos los individuos de todas las especies

De esta manera, con el Índice consideró tanto la riqueza de especies, es decir, la cantidad total de especies presentes en el área de estudio, como la abundancia relativa de individuos de cada una de esas especies.

7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1 Organismos registrados

Se caracterizó la población macroalgal y macroinvertebrados asociados presentes en la zona intermareal rocosa de playa “La Viejita” de la Base Naval de Salinas Provincia de Santa Elena, mediante la aplicación de la metodología de MBON P2P para documentar de manera preliminar la biodiversidad intermareal de la zona. El estudio se llevó a cabo durante un período de tres meses, con un total de 9 muestreos en el área de estudio. En donde se registró 300 muestras.

Tabla 2 Descripción del área de estudio

Descripción	Resultado
Ubicación	2° 11' 12''S 80° 59' 15''W
Sitio	Punta viejita, zona baja de la iglesia Stella Maris
Área Urbana	Ubicada dentro de la Base Naval de Salinas, en la que dentro de ella se encuentra la escuela de grumetes y la escuela superior naval, conformada por alrededor de 2000 habitantes.
AMP	No
Distancia a los ríos	11,56km
Pendiente	0.8°
Entierro de arena	Si, la playa cuenta con una franja de arena entre las rocas.
Sustrato	Rocoso con arenisca.
Rugosidad	0,75

La información presenta una detallada descripción geográfica y ambiental de la playa "Punta viejita", un lugar específico localizado en las coordenadas 2° 11' 12''S 80° 59' 15''W. Se encuentra en la zona baja de la iglesia Stella Maris, formando parte de la Base Naval de Salinas y albergando una población de aproximadamente

2 000 habitantes, con la presencia de la Escuela de Grumetes y la Escuela Superior Naval. No se identifica como Área Marino-Protegida AMP y se encuentra a una distancia de 11,56 km del río más cercano. La pendiente del terreno es de 0.8°, mientras que la playa cercana cuenta con una franja de arena entre las rocas. Además, se describió el sustrato como rocoso con arenisca, y se señaló que la rugosidad del terreno es de 0,75 indicando cierta irregularidad en la superficie.

Se identificó los organismos taxonómicamente hasta el nivel de género, se documentó un total de once especies de macroalgas, de los cuales 6 pertenecen al filo *Rodofitas*, 3 a las *Clorofitas* y 2 a las *Phaeofitas*, y 27 especies de macroinvertebrados, de estos 14 pertenecen al filo *Mollusca*, 6 *Arthropoda*, 3 *Echinodermata*, 2 *Cnidaria* y 2 *Annelida*. En la Tabla 2, se presentan las especies registradas con una referencia fotográfica para una mejor contextualización.

Tabla 3

Especies registradas por macroalgas y macroinvertebrados

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Macroalgas				
Rodofitas	Florideophyceae	<i>Galaxaura</i>		Pequeña alga de tono rosado intenso, talo erguido y frondas con superficie lisa y una leve calcificación y ramificación bifurcada. Se adhieren a sustratos rocosos y trozos de coral mediante un pequeño y esponjoso accesorio (Afonso, 1996).
		<i>Hypnea</i>		Tiene talos ramificados y foliosos. Sus células contienen un pigmento rojo llamado ficobiliproteína. Puede presentar ramas finas y plumosas (Fischer, 1995).
		<i>Ceramium</i>		Los filamentos corticados dicotómicos consisten en segmentos que representan células axiales cubiertas por una capa de células asimiladoras pequeñas, que se originan a partir de los entrenudos (Fischer, 1995).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Rodofitas	Florideophyceae	<i>Corallina</i>		Talo calcáreo con ramificaciones pinnadas. Son cilíndricos los artejos del eje principal. Además se observan ligeramente aplanados, posee un color rosado y su altura rodea los 10 centímetros (Afonso y Sansón, 1989).
		<i>Jania</i>		Tiene talos calcificados y ramificados. Sus células contienen un pigmento rojo llamado florideano. Puede formar estructuras calcáreas en forma de copa (Fischer, 1995).
		<i>Acanthophora</i>		Presenta talos ramificados y espinosos. Puede ser de color rojo o verde oscuro. Sus ramas pueden estar cubiertas de espinas afiladas (CONABIO, 2017)

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Feofitas	Phaeophyceae	<i>Padina</i>		Tiene talos laminados y calcificados. Puede ser de color marrón claro o dorado. Sus talos son amplios y se asemejan a hojas (Fischer, 1995).
		<i>Ectocarpus</i>		Talos filamentosos, uniseriados en sus porciones basales o totalmente uniseriados. Plantas de tonos pardo claro. Cromatóforos en forma de banda, poco numerosos, ramificaciones irregular u opuesta en la porcion basal y unilateral en los extremos. Planta de hasta 5cm de altura (Prieto, 2013).
Clorofitas	Uvophyceae	<i>Cladophora</i>		Presenta talos filamentosos y ramificados. Puede ser de color verde oscuro o verde brillante. Forma agregaciones densas y puede encontrarse en agua dulce o salada (Prieto, 2013).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
		<i>Ulva</i>		Tiene talos laminados y verdes. Sus células son grandes y planas. Puede formar agregaciones delgadas y membranosas (Fischer, 1995).
		<i>Caulerpa</i>		Crecimiento apical e indeterminado. Compuesto por estolones con rizoides incoloros. Presenta frondas fotosintéticas erguidas con una estructura esponjosa y vesicular (Prieto, 2013).

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Macroinvertebrados				
Cnidaria	Anthozoa	<i>Bunodosoma</i>		Es un género de anémonas de mar. Tiene un cuerpo blando y columnar, con tentáculos alrededor de la boca. Puede presentar una amplia gama de colores, como rojo, verde o marrón (Vélez, 2018).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Cnidaria		<i>Anthopleura</i>		Pertenece al grupo de las anémonas de mar. Tiene un cuerpo blando y columnar, con tentáculos en el disco oral. Puede ser de colores variados, como verde, marrón o naranja (Orellana, 2017).
Arthropoda	Thecostraca	<i>Notochthamalus</i>		Es un género de caracoles marinos. Posee una concha espiralada y generalmente tiene un tamaño pequeño. Puede presentar diferentes patrones de color y ornamentación en la concha (Carolina y Hermosilla, 2001).
		<i>Tetraclita</i>		Organismos sésiles en su etapa adulta, lo que significa que permanecen adheridos a sustratos duros, como placas calcáreas, sin tener un pedúnculo. Su concha está compuesta por 4 placas calcáreas y presenta numerosos tubos en las paredes (Celis et al., 2007).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Arthropoda	Malacostraca	<i>Calcinus</i>		Pertenece al grupo de los cangrejos ermitaños. Tienen un cuerpo blando y utilizan conchas de otros moluscos para proteger su abdomen. Pueden encontrarse en diferentes ambientes, como arrecifes de coral o playas (Moscoso, 2013).
		<i>Clibanarius</i>		Estructura del escudo alargada y estrecha, con varios mechones de pelo en los bordes. El rostrum tiene una forma triangular y afilada, y el pedúnculo ocular se extiende hasta la base del ojo. Los quelípedos son simétricos y el color del cuerpo en general es de tono naranja (Moscoso, 2013).
		<i>Coenobita</i>		Con cuatro patas, junto con una pinza pequeña, otra de mayor tamaño y antenas. Pedúnculo ocular comprimido lateralmente, con el lado interno en posición vertical y con una depresión cerca de la base. Sus ojos se encuentran en posición subparalela (Moscoso, 2013).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Arthropoda	Malacostraca	<i>Eriphia</i>		El caparazón muestra cinco dientes anterolaterales, excluyendo el ángulo externo de las órbitas, y los pereópodos presentan una notable pilosidad (Fischer, 1995).
Mollusca	Gasterópoda	<i>Dolabrifera</i>		Es un género de babosas marinas nudibranchios. No tienen concha y presentan colores brillantes y patrones llamativos. Algunas especies pueden tener apéndices en forma de cuerno en la cabeza (Cruz et al., 2007).
		<i>Stylocheilus</i>		Es un género de babosas marinas nudibranchios. Carece de concha y tiene un cuerpo alargado y aplanado. Puede presentar colores brillantes y se alimenta de algas (Jochum y Favre, 2017).

Continúa

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Mollusca	Gasterópoda	<i>Elysia</i>		Es un género de babosas marinas nudibranquios. Tiene un cuerpo alargado y plano, con colores y patrones llamativos. Algunas especies son capaces de realizar fotosíntesis, albergando algas en su cuerpo (Cruz et al., 2007).
		<i>Echinolittorina</i>		Es un género de caracoles marinos. Tiene una concha cónica o globosa, adaptada para habitar en áreas intermareales rocosas. Algunas especies tienen una capacidad de resistencia a la desecación y pueden sobrevivir en áreas expuestas al aire durante la marea baja (Armiñana-García et al., 2022).
		<i>Rissoina</i>		Es un género de caracoles marinos. Tiene una concha cónica o globosa, generalmente pequeña en tamaño. Puede encontrarse en una variedad de hábitats marinos (liver y Kersting, 2012).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Mollusca	Gasterópoda	<i>Siphonaria</i>		Es un género de caracoles marinos pulmonados. Tienen una concha en forma de cuenco o copa. Pueden ser encontrados en ambientes intermareales y tener la capacidad de respirar aire (Fischer, 1995).
		<i>Fissuruella</i>		Es un género de caracoles marinos. Presenta una concha alargada y estrecha, con una abertura estrecha. Puede tener una coloración variable y se encuentra en diversas zonas costeras (Fischer, 1995).
		<i>Lottia</i>		La concha es cónica con escultura radial, sin opérculo, y con una cicatriz muscular en herradura hacia adelante. El pie es robusto, y hay una única branquia verdadera en la cavidad paleal (Fischer, 1995).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Mollusca	Gasterópoda	<i>Vasula</i>		Género de caracoles marinos. Tiene una concha cónica o globosa, a veces con espinas. Puede presentar una variedad de patrones y colores en la concha (Fischer, 1995).
		<i>Columbella</i>		Es un género de caracoles marinos. Tiene una concha alargada con una espiral pronunciada. Puede presentar diferentes patrones de color y ornamentación en la concha (Fischer, 1995).
		<i>Acanthais</i>		Género de caracoles marinos. Tiene una concha alargada y estrecha con espinas pronunciadas en la superficie. Pueden habitar en diferentes sustratos marinos, desde arenas hasta rocas (Fischer, 1995).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Mollusca	Gasterópoda	<i>Cerithium</i>		Es un género de caracoles marinos. Tiene una concha alargada con espiral, generalmente con costillas o crestas en la superficie. Puede encontrarse en diversos hábitats marinos, como estuarios o arrecifes de coral (Mair et al., 2002).
		<i>Anachis</i>		Género de caracoles marinos. Posee una concha cónica o fusiforme. Puede presentar diferentes patrones de color y ornamentación en la concha (Mair et al., 2002).
	Bivalvia	<i>Carditamera</i>		La concha es más larga que alta y cuenta con 15 costillas radiales o ribetes que presentan surcos profundos, los cuales pueden tener una textura lisa o escamosa, especialmente hacia el margen posterior. En el interior, la concha muestra una coloración blanca con tonos café (Mair et al., 2002).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Annelida	Polychaeta	<i>Eurythoe</i>		Es un género de gusanos marinos poliquetos. Tienen un cuerpo alargado y segmentado, con numerosos apéndices llamados parapodios. Pueden ser de colores brillantes, como rojo o anaranjado (Borda et al., 2012).
		<i>Eunicidae</i>		Es un género de gusanos marinos poliquetos. Tienen un cuerpo alargado y segmentado, con cerdas en los parapodios. Pueden construir tubos de seda y arena para protegerse (Harvard University M, 2023).
Echinodermata	Ophiuroidea	<i>Ophiocomella</i>		Pertenece al grupo de las estrellas de mar. Tienen un cuerpo aplanado con brazos alargados y flexibles. Pueden presentar diferentes colores y patrones en la superficie de su cuerpo Humara-Gil et al., 2022).

Continua

Filo	Clase	Género	Fotografías	Característica
Echinodermata	Asteroidea	<i>Heliaster</i>		Tiene una forma corporal en disco con varios rayos. La superficie del cuerpo presenta un color oscuro que se asemeja al negro, con espinas de color blanco, aunque el tono negro predomina en la base (Bustos, 2018).
	Echinoidea	<i>Echinometra</i>		Cuerpo rígido, encerrado en un exoesqueleto calcáreo de una forma ovalada conformado por placas soldadas entre sí, presenta un color morado. Su estructura externa está cubierta de espinas cónicas, fuertes, afiladas y estriadas, que pueden ser de color púrpura o negro (Fischer, 1995).

7.2 Cobertura de macroalgas y registro de macroinvertebrados

Con el monitoreo realizado en la zona intermareal, se recopiló los géneros de macroinvertebrados y la cobertura de algas total por estrato estudiado.

7.2.1 Cobertura infralitoral

En las siguientes tablas se muestran los organismos presentes en la zona infralitoral.

La tabla 4 exhibe la cobertura de las macroalgas en la franja infralitoral del área de muestreo

Tabla 4.

Cobertura macroalgal en la zona infralitoral

Filo	Clase	Género	Individuos	Cobertura
Rodofitas	Florideophyceae	<i>Hypnea</i>	1249	20,75%
		<i>Ceramium</i>	204	3,38%
		<i>Jania</i>	134	2,22%
		<i>Corallina</i>	55	0,91%
		<i>Galaxaura</i>	23	0,38%
		<i>Acanthophora</i>	921	15,30%
Feofitas	Phaeophyceae	<i>Padina</i>	69	1,14%
		<i>Ectocarpus</i>	2110	35,05%
Clorofitas	Ulvophyceae	<i>Cladophora</i>	1227	20,38%
		<i>Ulva</i>	27	0,44%
		<i>Caulerpa</i>	0	0,00%

En la tabla 5 se presentan los géneros de macroinvertebrados que se presentaron en la zona infralitoral.

Tabla 5.

Géneros de macroinvertebrados registrados en la zona infralitoral

Filo	Clase	Género	Individuos	Abundancia relativa		
Cnidaria	Anthozoa	<i>Bunodosoma</i>	54	1,15%		
		<i>Anthopleura</i>	39	0,83%		
Arthropoda	Thecostraca	<i>Notochthamalus</i>	4113	87,66%		
		<i>Tetraclita</i>	0	0,00%		
	Malacostraca	<i>Calcinus</i>	58	1,24%		
		<i>Clibanarius</i>	70	1,49%		
		<i>Coenobita</i>	0	0,00%		
		<i>Eriphia</i>	0	0,00%		
Mollusca	Gasterópoda	<i>Dolabrifera</i>	11	0,23%		
		<i>Stylocheilus</i>	180	3,84%		
		<i>Elysia</i>	0	0,00%		
		<i>Echinolittorina</i>	97	2,07%		
		<i>Rissoina</i>	6	0,13%		
		<i>Siphonaria</i>	0	0,00%		
		<i>Fissuruella</i>	3	0,06%		
		<i>Lottia</i>	0	0,00%		
		<i>Vasula</i>	20	0,43%		
		<i>Columbella</i>	10	0,21%		
		<i>Acanthais</i>	4	0,09%		
		<i>Cerithium</i>	18	0,38%		
		<i>Anachis</i>	3	0,06%		
		Annelida	Bivalvia	<i>carditamera</i>	0	0,00%
			Polychaeta	<i>Eurythoe</i>	0	0,00%
<i>Eunice</i>	4			0,09%		
Echinodermata	Ophiuroidea	<i>Ophiocomella</i>	0	0,00%		
	Asteroidea	<i>Heliaster</i>	0	0,00%		
	Echinoidea	<i>Echinometra</i>	2	0,04%		

En la Tabla 4 y 5, se evidencia la cobertura de especies en la zona infralitoral del área monitoreado, de los cuales se observó la de mayor presencia es del género *Ectocarpus* con un 35,05% (n= 2110), seguido del género de *Hypnea* con el 20,75% (n= 1249) y *Cladophora* con el 20,38% (n= 1227). Mientras que, para los

macroinvertebrados se registraron los *Notochthamalus* con el 87,66% (n= 4113) siendo estos los de mayor abundancia.

7.2.2 Cobertura mesolitoral

En las próximas tablas se muestran organismos presentes en la zona mesolitoral. La cobertura macroalgal se expone en la tabla 6.

Tabla 6

Cobertura macroalgal en la zona mesolitoral

Filo	Clase	Género	Individuos	Cobertura
Rodofitas	Florideophyceae	<i>Hypnea</i>	665	13,04%
		<i>Ceramium</i>	53	1,03%
		<i>Jania</i>	36	0,70%
		<i>Corallina</i>	5	0,09%
		<i>Galaxaura</i>	0	0,00%
		<i>Acanthophora</i>	366	7,18%
Feofitas	Phaeophyceae	<i>Padina</i>	2	0,19%
		<i>Ectocarpus</i>	2292	44,96%
Clorofitas	Ulvophyceae	<i>Cladophora</i>	1655	32,47%
		<i>Ulva</i>	23	0,45%
		<i>caulerpa</i>	0	0,00%

En la tabla 7 se exhiben el registro de los géneros de macroinvertebrados de la zona mesolitoral

Tabla 7.

Géneros de macroinvertebrados registrados en la zona mesolitoral

Filo	Clase	Género	Individuos	Abundancia relativa		
Cnidaria	Anthozoa	<i>Bunodosoma</i>	4	0,05%		
		<i>Anthopleura</i>	15	0,17%		
Arthropoda	Thecostraca	<i>Notochthamalus</i>	7695	88,81%		
		<i>Tetraclita</i>	0	0,00%		
	Malacostraca	<i>Calcinus</i>	7	0,08%		
		<i>Clibanarius</i>	10	0,12%		
		<i>Coenobita</i>	0	0,00%		
		<i>Eriphia</i>	6	0,07%		
		<i>Dolabrifera</i>	21	0,24%		
Mollusca	Gasterópoda	<i>Stylocheilus</i>	30	0,35%		
Annelida	Bivalvia	<i>Elysia</i>	3	0,03%		
		<i>Echinolittorina</i>	741	8,55%		
		<i>Rissoina</i>	0	0,00%		
		<i>Siphonaria</i>	0	0,00%		
		<i>Fissuruella</i>	2	0,02%		
		<i>Lottia</i>	0	0,00%		
		<i>Vasula</i>	17	0,20%		
		<i>Columbella</i>	18	0,21%		
		<i>Acanthais</i>	13	0,15%		
		<i>Cerithium</i>	47	0,54%		
		<i>Anachis</i>	21	0,24%		
		<i>carditamera</i>	0	0,00%		
		Annelida	Polychaeta	<i>Eurythoe</i>	6	0,07%
				<i>Eunice</i>	0	0,00%
		Echinodermata	Ophiuroidea	<i>Ophiocomella</i>	3	0,03%
Asteroidea	<i>Heliaster</i>		6	0,07%		
Echinoidea	<i>Echinometra</i>		0	0,00%		

A diferencia de la zona infralitoral, en este estrato se denotó una mayor abundancia del *Ectocarpus* con el 44,96% (n= 2292) y el género *Cladophora* presentó una disminución con el 32,47% (n= 1655). Además, en las macroinvertebrados, sigue el género *Notochthamalus* con mayor proporción, a pesar de que se redujo al 88,81% (n= 7695). (Ver Tabla 5)

7.2.3 Cobertura supralitoral

En las siguientes tablas se exponen los organismos presentes en la zona supralitoral.

La cobertura macroalgal se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Cobertura macroalgal en la zona supralitoral

Filo	Clase	Género	Individuos	Cobertura
Macroalgas				
Rodofitas	Florideophyceae	<i>Hypnea</i>	114	16,27%
		<i>Ceramium</i>	21	0,79%
		<i>Jania</i>	14	0,53%
		<i>Corallina</i>	0	0,00%
		<i>Galaxaura</i>	0	0,00%
		<i>Acanthophora</i>	36	1,36%
Feofitas	Phaeophyceae	<i>Padina</i>	0	0,00%
		<i>Ectocarpus</i>	1141	43,31%
Clorofitas	Ulvophyceae	<i>Cladophora</i>	1301	49,39%
		<i>Ulva</i>	5	0,18%
		<i>Caulerpa</i>	2	0,07%

En la tabla 9 se presenta el registro de los géneros de macroinvertebrados de la zona supralitoral

Tabla 9.

Géneros de macroinvertebrados registrados en la zona supralitoral

Filo	Clase	Género	Individuos	Abundancia relativa		
Cnidaria	Anthozoa	<i>Bunodosoma</i>	24	0,24%		
		<i>Anthopleura</i>	2	0,02%		
Arthropoda	Thecostraca	<i>Notochthamalus</i>	8503	85,79%		
		<i>Tetraclita</i>	2	0,02%		
	Malacostraca	<i>Calcinus</i>	47	0,47%		
		<i>Clibanarius</i>	16	0,16%		
		<i>Coenobita</i>	3	0,03%		
		<i>Eriphia</i>	0	0,00%		
		<i>Dolabrifera</i>	93	0,94%		
Mollusca	Gasterópoda	<i>Stylocheilus</i>	39	0,39%		
		<i>Elysia</i>	0	0,00%		
		<i>Echinolittorina</i>	1112	11,22%		
		<i>Rissoina</i>	2	0,02%		
		<i>Siphonaria</i>	14	0,14%		
		<i>Fissuruella</i>	0	0,00%		
		<i>Lottia</i>	6	0,06%		
		<i>Vasula</i>	2	0,02%		
		<i>Columbella</i>	12	0,12%		
		<i>Acanthais</i>	0	0,00%		
		<i>Cerithium</i>	26	0,26%		
		<i>Anachis</i>	4	0,04%		
		Annelida	Bivalvia	<i>Carditamera</i>	1	0,02%
				<i>Eurythoe</i>	0	0,00%
				<i>Eunice</i>	3	0,03%
		Echinodermata	Ophiuroidea	<i>Ophiocomella</i>	0	0,00%
Asteroidea	<i>Heliaster</i>		0	0,00%		
Echinoidea	<i>Echinometra</i>		0	0,00%		

En la Tabla 6, se observa que en la zona supralitoral, se incrementó el género *Cladophora* como el de mayor cobertura con el 49,39% (n= 1301) y *Ectocarpus* con el 43,31% (n=1141), siendo estos los de mayor porcentaje en relación a los demás estratos. Y en los macroinvertebrados se mantiene la presencia del género *Notochthamalus* con el 85,79% (n= 8503).

7.3 Análisis de la cobertura por medio del índice de Shannon y Weaver

El índice ecológico de Shannon y Weaver se utilizó con la finalidad de estimar la diversidad de macroalgas y macroinvertebrados en la playa “La Viejita” de la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena. De tal manera, que presentó inicialmente la cobertura total de cada especie por los estratos.

En la figura 6, se evidencia la cobertura de las macroalgas, en donde se registraron 13 750 especies, de estas se presenta una mayor abundancia en la zona infralitoral con 6 019, seguido del mesolitoral con un valor de 5 097.

En la figura 6, se evidencia la cobertura de las macroalgas, en donde se registraron 13 750 especies, de estas se presenta una mayor abundancia en la zona infralitoral con 6 019, seguido del mesolitoral con un valor de 5 097.

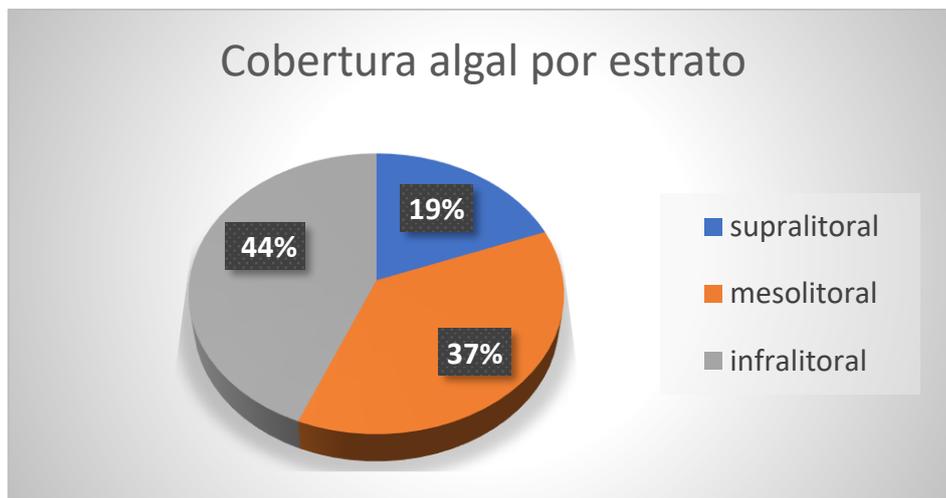


Figura 6 Cobertura total de macroalgas por estrato

En la figura 7, se exhibe la cobertura total de macroinvertebrados por estrato. Siendo la zona supralitoral la de mayor abundancia de especies con 9 911, seguido del estrato mesolitoral con un valor de 8 665. Se registró un valor total de 23 268 macroinvertebrados.

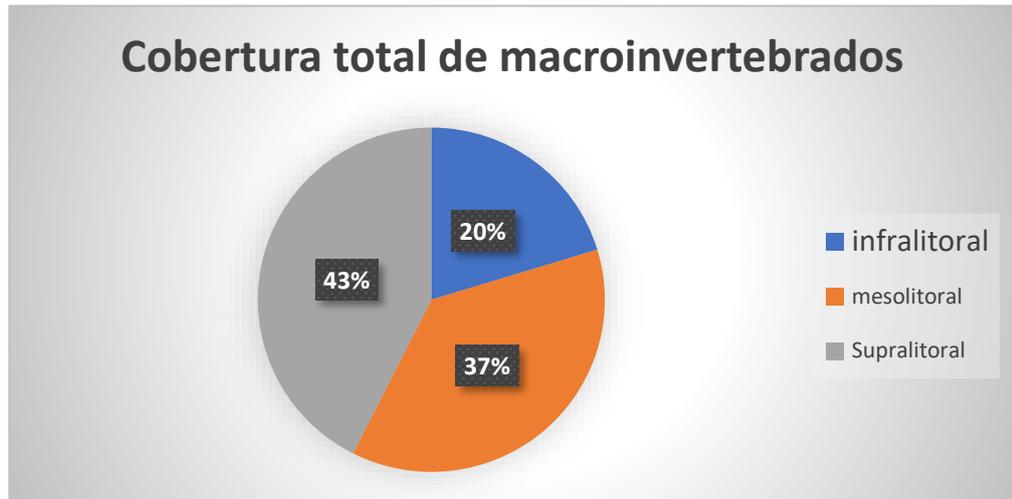


Figura 7 Cobertura total de macroinvertebrados por estrato

Bajo el análisis estadístico, en la figura 8 se evidenció que la zona que presenta una menor diversidad de especies es la supralitoral, con un valor de 1,13 a diferencia de los estratos mesolitoral e infralitoral.

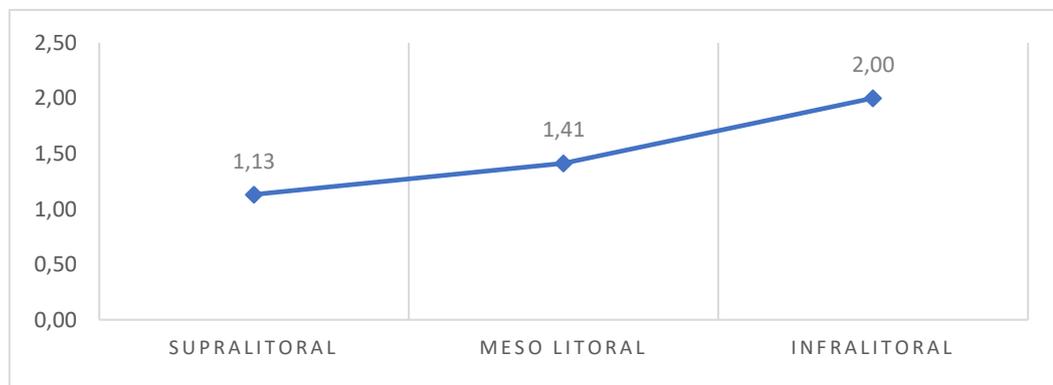


Figura 8 Índice de Shannon por estrato

8 DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Discusiones

Los registros realizados por este trabajo de titulación evidencian la presencia de once especies de macroalgas, de los cuales seis pertenecen al filo *Rodofitas*, tres a las *Clorofitas* y dos a las *Phaeofitas* en la playa “La Viejita” de la Base Naval de Salinas en la provincia de Santa Elena. Estos resultados son diferentes al estudio de Acaro (2022), quien halló en la Playa Chabela, provincia del Guayas, 18 especies de macroalgas con ocho especies de *Rhodophyta*, seguido de *Chlorophyta* con siete especies y *Ochrophyta* con tres especies, detallados taxonómicamente hasta el género. Así como se denota en el estudio de Limón (2019) en la playa de La Caleta, identificó tres grupos de macroinvertebrados, repartidos en Moluscos, Crustáceos y Equinodermos. Evidenciando de esta manera que los resultados se diferencian, considerando los factores externos influyentes (temperatura, humedad, acceso de turistas) y ubicaciones geográficas de cada playa.

El uso de protocolos para la caracterización de la diversidad ecológica abarca no solo el número de especies, sino también la variedad de formas en que los organismos utilizan los recursos y transforman el ambiente (Salgado et al., 2016). El estudio acerca de la diversidad de especies de macroalgas y macroinvertebrados en esta área, proporciona una valiosa documentación preliminar de la biodiversidad, contribuye al conocimiento y conservación de la riqueza biológica en este ecosistema. Además, sugiere que la diversidad funcional es esencial para

comprender los mecanismos de ensamblaje de las comunidades y los procesos de los ecosistemas, así como para evaluar la oferta de servicios ecosistémicos.

Además, con respecto a la cobertura macroalgal, se denota el estudio de Vera (2021) quien destaca la abundancia del *phyllum Rhodophyta* con el 66 y 87% en la estación 1 y 2 (supra y mesolitoral) respectivamente. Eso difiere en el presente trabajo de titulación en el que se destacó el *phyllum Rhodophyta* con un 42,94%, seguido de *Ochrophyta* con el 36,19% en la zona infralitoral, con tendencia a incrementar el *phyllum Ochrophyta* y *Chlorophyta*, mientras que el *phyllum Rhodophyta* disminuyó en la zona mesolitoral y supralitoral esto se debe a los niveles de estrés físico, es decir Las zonas más cercanas a la línea de marea alta, como el mesolitoral y supralitoral, experimentan fluctuaciones extremas de temperatura, salinidad y desecación debido a las mareas. Las algas feofitas y clorofitas son conocidas por su capacidad para sobrevivir en ambientes estresantes y fluctuantes, lo que podría explicar su mayor presencia en estas áreas. Por otro lado, las rodofitas son mas sensibles a estas condiciones extremas. Según como lo menciono Pellizzari (2016a) y Holloway-Adkins (2015) en las áreas más expuestas de la zona intermareal, prevalecen las algas de tonalidad verde, mientras que, en las áreas más resguardadas y parcialmente sumergidas, predominan las algas de color rojo debido a la sensibilidad de estas algas con los factores ambientales. Además, Limón (2019) en su estudio señala que, con los macroinvertebrados, se evidencia una mayor presencia de *Siphonaria* con un 38% de los Moluscos, *Tetraclita* con el 54% en Crustáceos y *Echinometra* en Equinodermos con el 36%. Eso se diferencia con los registros de este estudio la clase Thecostraca específicamente el género

Notochthamalus tiene una presencia de 93,88%. Es relevante destacar que en el área intermareal de la playa "La Viejita", los registros de monitoreo revelaron una escasa presencia de los géneros *Heliaster* y *Echinometra* como aves marinas. Esta observación plantea la posibilidad de que esta baja presencia de potenciales competidores y depredadores sea uno de los factores que contribuyan a la marcada dominancia del género *Notochthamalus* en este entorno.

Por último, frente al índice ecológico de Shannon para determinar la diversidad se evidencia que la zona que presenta una menor diversidad de especies es la supralitoral, con un valor de 1,13 bits a diferencia de los estratos meso e infralitoral. Esto se relaciona con la investigación de González (2014), quien señala que la diversidad de especies es baja con 0,7 bits en la playa de Montañita. Evidenciando la semejanza de la baja diversidad de especies en las playas estudiadas. A diferencia de la playa de Montañita, donde la disminuida diversidad es un resultado de la perturbación del equilibrio ambiental debido a factores adversos para su estado natural, en la playa La Viejita se presenta un bajo índice de diversidad que se atribuye principalmente a la presencia de especies dominantes y a las complejas interacciones biológicas. Esto se debe en parte al género *Notochthamalus*, cuyos depredadores habituales están ausentes o tienen poblaciones reducidas en esta área, lo que podría propiciar la proliferación de los *Notochthamalus* sin enfrentar una presión significativa de depredación.

8.2 Conclusiones

La hipótesis planteada, sugiere que en la zona intermareal rocosa de la playa de la Base Naval de Salinas existe una limitada diversidad de organismos debido a la predominancia del género *Notochthamalus* en el área de muestreo, es aceptada. Los resultados obtenidos respaldan la noción de que la presencia predominante de *Notochthamalus* ejerce una influencia significativa en la composición de la comunidad en esta zona intermareal.

Este estudio buscó caracterizar la población de macroalgas y macroinvertebrados en la zona intermareal de la playa "La Viejita" en la Base Naval de Salinas, Santa Elena. Se empleó la metodología MBON P2P para determinar la diversidad biológica. Se analizaron 300 muestras en 9 monitoreos durante tres meses. Los resultados mostraron once especies de macroalgas (6 *Rhodophyta*, 3 *Chlorophyta*, 2 *Phaeophyta*) y 27 especies de macroinvertebrados (14 Mollusca, 6 Arthropoda, 3 Echinodermata, 2 Cnidaria, 2 Annelida). Estos registros contribuyen a la conservación, conocimiento de la biodiversidad en la zona y pueden ser referencias para futuras investigaciones y esfuerzos de manejo ambiental.

Se logró realizar una identificación taxonómica exhaustiva de las especies registradas en la zona intermareal rocosa de la playa de la Base Naval de Salinas, ubicada en la Provincia de Santa Elena. Durante el estudio, se documentaron un total de once géneros de macroalgas y 27 géneros de macroinvertebrados presentes en este ecosistema costero. La identificación se llevó a cabo hasta el nivel de género,

proporcionando una información detallada y precisa sobre la diversidad biológica en esta área específica.

Se empleó MBON Polo a Polo el protocolo de la Red de Observación de la Biodiversidad Marina para estudiar la distribución de macroalgas y macroinvertebrados en la zona rocosa de la playa. Se identificó géneros dominantes en cada zona intermareal: *Ectocarpus* (35,05%) e *Hypnea* (20,75%) en la infralitoral, *Ectocarpus* (44,96%) y *Notochthamalus* (88,81%) en la mesolitoral, y *Cladophora* (49,39%) y *Ectocarpus* (43,39%) en la supralitoral. Los resultados destacaron la influencia de factores ambientales en la biodiversidad, relevantes para la conservación y manejo de recursos naturales en este ecosistema costero. La zona es idónea para la proliferación de estas comunidades algales y macroinvertebrados, pero se ve afectada por el tránsito constante de embarcaciones, pesca y turismo.

Finalmente, mediante el índice ecológico de Shannon y Weaver se estimó la diversidad de macroalgas y macroinvertebrados en la playa “La Viejita” de la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena. Sin embargo, llama la atención que la zona supralitoral muestra la menor diversidad de especies, con un valor de 1,13 bits en comparación con los estratos mesolitoral e infralitoral, dado que es un valor menor.

8.3 Recomendaciones

Implementar un programa de monitoreo continuo para seguir de cerca las poblaciones de macroalgas y macroinvertebrados. Dado que se ha documentado una diversidad biológica significativa en la zona intermareal rocosa de la playa de la Base Naval de Salinas. Esto permitirá detectar posibles cambios en la biodiversidad y entender mejor cómo factores ambientales y actividades humanas afectan estos ecosistemas.

Llevar a cabo investigaciones adicionales, para comprender completamente los factores detrás de la menor diversidad de especies en la zona supralitoral, es esencial. Estudios más detallados sobre los procesos ecológicos y las interacciones entre especies y el ambiente ayudarán a determinar las causas subyacentes y guiarán acciones específicas para la conservación y restauración de la biodiversidad en esta área específica.

Implementar la metodología MBON P2P a una variedad de playas y zonas intermareales, debido a la eficacia comprobada de esta metodología en la caracterización de macroalgas y macroinvertebrados en la zona intermareal rocosa de la playa La Viejita en la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena. Esta metodología, que implica monitoreos aleatorios y sistemáticos, presenta una ventaja clave en su capacidad para recopilar datos de manera imparcial y representativa. Al aplicar MBON P2P en múltiples playas, se logra obtener una imagen más completa y generalizada de la biodiversidad y las dinámicas ecológicas en diferentes contextos. Este enfoque aleatorio ayuda a minimizar posibles sesgos y a obtener

una comprensión más precisa de las comunidades biológicas en el medio marino-costero. Además, esta metodología proporciona información valiosa sobre las redes tróficas y las interacciones entre especies, lo cual es esencial para el diseño de estrategias de manejo y conservación efectivas. La ampliación del alcance de MBON P2P no solo enriquecerá el conocimiento científico sobre la ecología marina, sino que también respaldará la toma de decisiones informadas y sostenibles en múltiples ubicaciones costeras.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Acaro Mera, I. L. (2022). Variación estacional de las macroalgas de la zona intermareal, Playa Chabela, provincia del Guayas, Ecuador [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59947>
- Acosta Calderón, J. A., Mateo Cid, L. E., y Mendoza González, Á. C. (2016). An updated list of marine green algae (Chlorophyta, Ulvophyceae) from the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. Check List, 12(3), 1886-1886. <https://doi.org/10.15560/12.3.1886>
- Afonso Carrillo, J., Pérez, L., Sansón Acedo, M., & Reyes, J. (1996). Observaciones en *Galaxaura rugosa* y *G. obtusata* (Rhodophyta, Galaxauraceae) con el microscopio electrónico de barrido.
- Afonso Carrillo, J., & Sansón Acedo, M. (1989). Clave ilustrada para la determinación de los macrófitos marinos de las Islas Canarias.
- Aguirre Cavazos, D. (2018). Taxonomía, distribución e importancia de las algas de Nuevo León. Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Alonso, J. G. (2008). Comportamiento de *Ophioderma longicaudum* (Echinodermata: Ofiuroideos) ante luz de varios colores. <https://sudocument.ulpgc.es/files/original/c130a599d1d108ee574b1180faa8e8bc9866438.pdf>
- Aragón, B., Castillo Rojas, C. R., Zavala Huambachano, J., Pastor Cuba, R., Castañeda Muñoz, V., y Rujel Mena, J. (2012). Estudios sobre macroalgas

pardas en el sur del Perú 2011-2015. Instituto del Mar del Perú - IMARPE.
<https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2179>

Armas Báez, A. I., y Herrera Machado, A. M. (2023). Diversidad y abundancia de corales y equinodermos Echinoidea, Asteroidea en la zona submareal de Puerto López, Manabí durante el periodo octubre 2021–febrero 2022 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023.).

Armiñana-García, R., Cruz-De La Cruz, D., Rodríguez-González, A. M., Jiménez-Mendoza, M. E., Hernández-Cauich, E. A., Mijangos-Domínguez, M., ... & Iannacone, J. (2022). Clave Taxonómica Para La Identificación De Conchas Virtuales De Gastrópodos Marinos De La Fauna Cubana. *Paideia Xxi*, 12(2), 239-261.

Avilés, B. (1984). Identificación y distribución de los equinodermos en la provincia del Guayas (Doctoral dissertation, Doctorate Thesis, Univ de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador).

Baez Espinoza, A. (2015). Diversidad de macro invertebrados asociados a los octocorales en el islote el pelado «Bajo la Pared», Ayangue—Ecuador [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2176/UPSE-TBM-2015-026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bajaña, C. (2021). Variación estacional en la composición de macroalgas en la zona intermareal rocosa de San Mateo, Manabí—Ecuador. [Tesis de Pregrado,

Universidad de Guayaquil].

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52747>

Ball, E. E., y Haig, J. (1974). Hermit crabs from the tropical eastern Pacific. I. Distribution, color, and natural history of some common shallow-water species.

Behrens, D. W., y Hermosillo, A. (2005). Eastern pacific nudibranchs. *Sea Challengers*.

Benedetti-Cecchi, L., Pannacciulli, F., Bulleri, F., Moschella, P. S., Airoidi, L., Relini, G., y Cinelli, F. (2001). Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: Large-scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*, 214, 137-150.
<https://doi.org/10.3354/MEPS214137>

Brigitte, Y. C. K. (2021). Análisis De La Contaminación Por Microplásticos En Especies Comerciales De Bivalvos A Nivel Mundial Entre Los Años 2010 A (Doctoral Dissertation, Universidad Agraria Del Ecuador).

Bonilla, A. E. (2022). Composición, abundancia y estructura comunitaria del Phylum Echinodermata en la zona rocosa intermareal de la playa de San Lorenzo–Salinas, julio a octubre 2021 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022).

Borda, E., Kudenov, J. D., Bienhold, C., & Rouse, G. W. (2012). Towards a revised Amphinomidae (Annelida, Amphinomida): description and affinities of a new genus and species from the Nile Deep-sea Fan, Mediterranean Sea. *Zoologica Scripta*, 41(3), 307-325.

- Bustos, C. (2018). DIETA DEL SOL DE MAR (*Heliaster helianthus*) ASOCIADA AL TAMAÑO CORPORAL C. Bustos, V. Castañon, S. Cona Facultad deficiencias de la vida, Universidad Andrés Bello, República, Santiago, Chile,.
- Buyami, S. (2019). Diversidad de Asteroidea en Gili Ketapang Beach Probolinggo Regency y su uso como libro científico popular. Obtenido de: <http://www.pancaranpendidikan.or.id/index.php/pancaran/article/view/312>
- Camacho, H. H., y Longobucco, M. I. (2008). Los invertebrados fósiles: Mollusca. (H. H. Camacho, Vásquez Mazzini y M. I. Longobucco, Edits.). Fundación de Historia Natural Félix de Azara: Universidad Maimónides. Buenos Aires, Argentina. 1, 293-322.
- Cardenas, M. (2020). A Marine Biodiversity Observation Network (MBON) Pole-to-Pole of the Americas in support of conservation and sustainable use of living resources in the sea: Vol. Journal of Biogeography.
- Cardó, C. N. (2016). Algas marinas para la alimentación de los peruanos. Turismo y patrimonio, 10, Article 10. <https://doi.org/10.24265/turpatrim.2016.n10.04>
- Carlton, J. T., Keith, I., y Ruiz, G. M. (2019). Assessing marine bioinvasions in the Galápagos Islands: implications for conservation biology and marine protected areas. Aquatic Invasions, 14(1).
- Carmona Jiménez, J., Hernández Muñoz, M. A., y Ramírez Vázquez, M. (2004). Algas... Glosario ilustrado. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias. Ciudad Universitaria. Delegación Coyoacán.

- Carolina, J. Z. R., & Hermosilla, C. (2001). Guía De Invertebrados Marinos Del Litoral Valdiviano.
- Carpio, O. (2022). Cadena de valor de macroalgas. Estudio prospectivo (1era. ed.). Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura.
- Carr, M. H. (1991). Habitat selection and recruitment of an assemblage of temperate zone reef fishes, 146, 113–137.
- Caso, M. E. (1961). Estado actual de los conocimientos acerca de los equinodermos de México. UNAM.
- Cedeño, A., y Quinteros, E. (2016). Determinación de la calidad del agua mediante la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la subcuenca del río Carrizal [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí].
<https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/549/1/TMA111.pdf>
- Celis, A., Rodríguez-Almaráz, G., y Álvarez, F. (2007). Los cirripedios torácicos (Crustacea) de aguas someras de Tamaulipas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(2), 325-337.
- Coan, E. V., y Valentich-Scott, P. (2012). Bivalve seashells of tropical West America: Marine bivalve mollusks from Baja California to Northern Peru, Part 1 y 2.
- CONABIO. (2017). Evaluación rápida de invasividad de *Acanthophora spicifera*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF.

- Cordero, M. (2016). Caracterización ficológica del litoral rocoso y manglares de Yapascua, parque nacional San Esteban, estado carabobo. Universidad de Carabobo.
- Cubit, J. D. (1984). Herbivory and the Seasonal Abundance of Algae on a High Intertidal Rocky Shore. *Ecology*, 65(6), 1904-1917. <https://doi.org/10.2307/1937788>
- Cuvi Fajardo, N., y Cornejo, X. (2020). Una revisión actualizada de las macroalgas marinas del Ecuador continental. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 14(2), 201-209.
- Cruz, E. (2014). The genus *Echinolittorina* Habe, 1956 (Gastropoda: Littorinidae) from rocky shores of Colombian Pacific Coast. *Caldasia*, 36(1), 157-164
- Cruz, M., Hill, D., & Cortez, P. (2007). Biología y distribución de la familia Aplysiidae (Babosas de mar), en la zona intermareal del Ecuador, desde el 2003 al 2005.
- Cruz-Motta J, Miloslavich P, Palomo G, Iken K, Konar B, Pohle G, Trott T, BenedettiCecchi L, Herrera A, Hernandez A, Sardi A, Bueno J, Castillo E, Klein E, Guerra-Castro E, Gobin J, Gómez DI, Riosmena-Rodríguez RI, Mead A, Bigatti G, Knowlton AI, Shirayama Y (2010) Patterns of spatial variation of assemblages associated with intertidal rocky shores. A global perspective. *PLOS One* 5 (12): 2049-2058.
- Darren F, J; García, C; García-Adiego, M; Sanchez, J; Gil, F. 1997. El Litoral II: Zonas de Transición, las Zonas Supralitoral y Mediolitoral. Naturaleza de Andalucía. Ediciones Giralda. Sevilla, España.

- Dayton, P. K. (1975). Experimental Evaluation of Ecological Dominance in a Rocky Intertidal Algal Community. *Ecological Monographs*, 45(2), 137-159. <https://doi.org/10.2307/1942404>
- DeRose, K., DeMill, C., Davis, R. W., y Quinn, J. C. (2019). Integrated techno-economic and life cycle assessment of the conversion of high productivity, low lipid algae to renewable fuels. *Algal Research*, 38, 101412. <https://doi.org/10.1016/J.ALGAL.2019.101412>
- Durán-Fuentes, J., Gracia, A., y González-Muñoz, R. (2022). Sea anemones (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) in high sedimentation environments influenced by the Magdalena River (Colombian Caribbean). *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 94, e20190862. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190862>
- Espinosa Antón, A., Hernández Herrera, R., y González González, M. (2021). Potencial de las macroalgas marinas como bioestimulantes en la producción agrícola de Cuba. *Centro Agrícola*, 48(3), 259.
- Fajardo, N. C., y Sotomayor, X. C. (2020). Una revisión actualizada de las macroalgas marinas del Ecuador continental. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 14(2).
- FAO. (2018). The global status of seaweed production, trade and utilization (Globalish Research Programme, Vol. 124). <https://www.fao.org/3/CA1121EN/ca1121en.pdf>
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>

- FAO. (2022). Consumo de alimentos acuáticos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Fischer, W. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vertebrados, 647-1813.
- Franco Campos, A. D. (2012). Caracterización ecológica de las comunidades intermareales rocosas a lo largo de una gradiente de productividad en las costas del Ecuador
- Gao, L., Zhang, J., y Liu, G. (2021). Life cycle assessment for algae-based desalination system. *Desalination*, 512, 115148. <https://doi.org/10.1016/J.DESAL.2021.115148>
- García García, A. M. E., Cabrera Becerril, E., Núñez Resendiz, M. L., Dreckmann, K. M., Senties, A., García-García, A. M. E., Cabrera-Becerril, E., Núñez-Resendiz, M. L., Dreckmann, K. M., y Senties, A. (2020). Actualización taxonómica de las algas rojas (Rhodophyta) marinas bentónicas del Atlántico mexicano. *Acta botánica mexicana*, 127, 1-93. <https://doi.org/10.21829/ABM127.2020.1677>
- García, Lady. (2015). Caracterización bromatológica de macroalgas Rodofitas, Clorofitas y Feofitas marinas en la zona intermareal rocosa del puerto de Manta. Tesis de Pregrado, Universidad Laica Alfaro de Manabí.
- García López, D. Y., Elena Mateo Cid, L., y Mendoza González, C. (2017). Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Veracruz, México. *Gayana Bot*, 74(1), 41-56.

- García Mera, Lady. (2015). Caracterización Bromatológica de Macrialgas «Rodofitas, Clorofitas y Feofitas» Marinas en la Zona Intermareal Rocosa del puerto de Manta. Tesis de Pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- GEOBON. (2017). Red de Observación de la Biodiversidad Marina (MBON): Caracterizando la Vida en el Mar mediante herramientas de Sensores Remotos y OBIS. https://www.earthobservations.org/documents/meetings/201707_amerigeoss/201707_amerigeoss_mbon_course_flyer_es.pdf
- Gerea, M. (2013). La implicancia de las algas mixotróficas en la trama trófica microbiana de lagos someros oligotróficos de Patagonia Norte y de la Península Antártica [Tesis de Pogrado, Universidad Nacional del Comahue Centro Regional Universitario Bariloche]. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/180>
- Giacometti V., J. C. (2019). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. Boletín Técnico, Serie Zoológica, 6(2), Article 2. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1394>
- Gili, J. M., Vendrell Simón, B., Peral, L., Ambroso, S., Salazar, J., Zapata, R., Corbera, J., y González, M. (2022). Las algas—El mar a fondo. <https://digital.csic.es/handle/10261/274556>
- Giraldo-Cardona, A., GONZÁLEZ-ZAPATA, F. L., Lopez De Mesa-Agudelo, L. A., y Londono-Herrera Paz, D. L., Londoño Cruz, E., y Blanco, J. F. (2013).

Distribución espacial del ensamblaje de Macroinvertebrados asociada al litoral rocoso del Pnn Ensenada de Utría, Pacífico Colombiano.

González Severino, G. (2014). Diversidad y abundancia de macroalgas en las zonas intermareales rocosas de las comunas Montañita, La Entrada y La Rinconada, de noviembre 2013, abril 2014, provincia de Santa Elena [Tesis de Pregado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1462>

Harvard University M, Morris P J (2023). Museum of Comparative Zoology, Harvard University. Version 162.385. Museum of Comparative Zoology, Harvard University. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/p5rupv> accessed via GBIF.org on 2023-08-23. <https://www.gbif.org/occurrence/477902256>

Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L., y Kier, P. M. (1995). Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean.

Hickman, C., y Todd, Z. (2000). Guía de campo de los Crustáceos de Galápagos.

Hickman, C. P., y Rojas Lizana, I. (1998). Guía de campo sobre estrellas de mar y otros equinodermos de Galápagos.

Holthuis, L. B. (1952). A general revision of the Palaemonidae (crustacea Decapod Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae.

Hurtado Domínguez, L. M., y Rodríguez Condoy, M. (2007). Estudio de capacidad de carga de la playa Punta Carnero del cantón Salinas y propuesta para mejorar su desarrollo turístico. Facultad de

Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar ESPOL.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1694/1/3341.pdf>

Humara-Gil, K. J., Granja-Fernández, R., Montoya-Márquez, J. A., & López-Pérez, A. (2022).

Incera, M., Vázquez, U., Maroto, J., Gómez, J., y Fernández, M. (2011). Las algas como recurso. Valorización. Aplicaciones industriales y tendencias. CETMAR Centro Tecnológico del Mar. <https://cetmar.org/wp-content/uploads/2022/11/Las-algas-como-recurso.pdf>

INVEMAR. (2004). Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia. Panamericana Formas e Impresos 2005.

Jochum, A., & Favre, A. (2017). First record of the sea slug *Stylocheilus striatus* (Quoy & Gaimard, 1825)(Anaspidea, Aplysiidae) and swarming behavior for Bazaruto Archipelago, Mozambique with the first record of *Pleurobranchus forskalii* Rüppel & Leuckart, 1828 (Nudipleura, Pleurobranchidae) for Bazaruto Island (Gastropoda, Heterobranchia). Check List, 13(5).

Keen A.M. (1971) Seashells of Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford University Press, Stanford, California, USA, 1064 p

Lancellotti, D. A., y Vasquez, J. A. (2000). Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: Contribución para la conservación marina. Revista chilena de historia natural, 73(1), 99-129. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2000000100011>

- Limón, L. (2019). Distribución y Abundancia de Macroinvertebrados Marinos en la Zona Intermareal Rocosa de la Playa La Caleta y Chuyuipe [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/4812/UPSE-TBM-2019-0002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López-Martínez, R. M. (2019). “Flores marinas”: las anémonas. *Revista de Biología Tropical*, Blog-Blog.
- Lozano-Guzmán, R. I., Rodríguez-Castro, J. H., Barrientos-Lozano, L., Venegas-Barrera, C. S., Correa-Gutiérrez, A., y Correa-Sandoval, A. (2020). Nuevos registros de moluscos (Gastropoda, Bivalvia) de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 30(3), 243-250.
- Macias, J. S., y Veliz, J. R. (2023). Estado del conocimiento taxonómico de los poliquetos bentónicos de Ecuador continental. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 17(1).
- Mah, E. M. (2004). Asteroidea – Estrellas de mar. Obtenido de Asteroidea – Estrellas de mar: https://www.researchgate.net/profile/ErikaMutschke/publication/267395084_Asteroidea_-_Estrellas_de_mar/links/56deb45608aedf2bf0c9c35a/Asteroidea-Estrellas-demar.pdf
- Mair, J., Mora, E., Cruz, M., Arroyo, M., González, K., & Merino, D. (2002). Manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos: Moluscos,

- Crustáceos y Equinodermos de la zona litoral ecuatoriana. Univ. de Guayaquil, 1-105.
- Manzanos, E. R. (2014). Clasificación física del intermareal rocoso y distribución de macroalgas a diferentes escalas espaciales a lo largo del NE Atlántico.
- Marin Jarrin, J. R., y Shanks, A. L. (2011). Spatio-temporal dynamics of the surf-zone faunal assemblages at a Southern Oregon sandy beach. *Marine Ecology*, 32(2), 232-242. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0485.2010.00414.X>
- MBON. (2023, julio 5). MBON – Marine Biodiversity Observation Network. <https://marinebon.org/>
- Mees, J., y Jones, M. (1997). The hyperbenthos. *Oceanography and marine biology*, 35, 212.
- Montes Herrera, E., Bravo, G., y Bigatti, G. (2023). Protocolo para monitoreo de la biodiversidad marina en costas rocosas. MBON Marine Biodiversity Observation Network.
- Moreno J. (2020). Asociaciones entre ofiuras y octocorales de ecosistemas de profundidad del Caribe colombiano, con nuevos registros para la región. Obtenido de Asociaciones entre ofiuras y octocorales de ecosistemas de profundidad del Caribe colombiano, con nuevos registros para la región: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/17495>
- Morris, N. J. (1967). Chapter 17 Mollusca: Scaphopoda and Bivalvia. *Geological Society, London, Special Publications*, 2(1), 469-477.

- Moscoso, V. (2013). Clave para identificación de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú.
- Müller-Gelinek, H., y Salazar, M. (1996). Algas marinas del Ecuador. Comisión asesora ambiental de la república del Ecuador (CAAM). Instituto Nacional de Pesca (INP), Quito, Ecuador.
- Nabti, E., Jha, B., y Hartmann, A. (2016). Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertilizer. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(5), 1119-1134. <https://doi.org/10.1007/S13762-016-1202-1>
- Nydam, M. L., Lemmon, A. R., Cherry, J. R., Kortyna, M. L., Clancy, D. L., Hernandez, C. y Cohen, C. S. (2021). Relaciones filogenómicas y morfológicas entre las ascidias botrilidas (Subphylum Tunicata, Class Ascidiacea, Family Styelidae). *Informes científicos*, 11(1), 8351.
- ONU. (2015). *Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos*. Objetivo de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>
- Oliver, J. D., Templado, J., & Kersting, D. K. (2012). Gasteropodos marinos de las islas Columbretes (Mediterraneo occidental).
- Olsson, A. A. (1961). Mollusks of the tropical eastern Pacific. Paleontological Research Institution.
- Orellana, A. J. R. (2017). Diversidad de Anémonas de Mar (Anthozoa: Actiniaria) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador.

- Ortiz, M. (2022). Claves ilustradas para la clasificación de los cangrejos marinos y estuarinos (Malacostraca: Brachyura) de Cuba I.
- Ortiz, J. (2011). Monografía Composición Nutricional y Funcional de las Algas Clorofíceas Chilenas: *Codium fragile* y *Ulva lactuca*. Tesis de Pregrado, Universidad de Chile.
- Palomino-Alvarez, L. A., Nydam, M. L., Rocha, R. M., y Simões, N. (2022). New *Botrylloides*, *Botryllus*, and *Symplegma* (Ascidiacea: Styelidae) in Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico and Mexican Caribbean Sea. *Diversity*, 14(11), 977.
- Pedraza Venegas, K. (2011). Estructura de las praderas del pasto marino *Phyllospadix torreyi* y sus macroalgas asociadas, en función de las horas de exposición al aire, en dos sitios del intermareal rocoso de Baja California [Tesis de Posgrado, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada]. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/787/1/187201.pdf>
- Pérez Lloréns, J. L., Oñate, J. J. V., Altamirano Jeschke, M., Alamos, J., y Soler, E. (2022). El estudio de las algas y la sociedad española de ficología. *Encuentros Multidisciplinarios*, 72. <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-72/lucas-perez-llorens-y-otros.pdf>
- Prieto, C. R. (2013). Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental. Omega.

- Pozo Rosales, M. Á. (2014). Biodiversidad de macroalgas en los bajos 52, casa Lobos y Aquapark, de la Remacopse demostrando la importancia y dominancia de géneros a diferentes profundidades, durante los meses de agosto 2013 a enero 2014 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2014.).
- Quispe Yataco, Á. S. (2020). Procesamiento de extracción e importancia comercial de las macroalgas (Algas pardas) en la zona de San Juan de Marcona—Ica [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Luis Gonzaga]. <https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3939>
- Ramos Manzanos, E. (2015). Clasificación física del intermareal rocoso y distribución de macroalgas a diferentes escalas espaciales a lo largo del NE Atlántico [Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/6257>
- Rebello, S., Anoopkumar, A. N., Aneesh, E. M., Sindhu, R., Binod, P., y Pandey, A. (2020). Sustainability and life cycle assessments of lignocellulosic and algal pretreatments. *Bioresource Technology*, 301, 122678. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2019.122678>
- Reimer, J. D., Sinniger, F., y Hickman, C. P. (2008). Zoanthid diversity (Anthozoa: Hexacorallia) in the Galapagos Islands: a molecular examination. *Coral Reefs*, 27, 641-654.
- Reyes González, E. B. (2023). Distribución y diversidad de las clases gastropoda y bivalvia, en zona de manglar de Punta Carnero—Santa Elena-Ecuador

- (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023.).
- Rocha, R. M. D., Dias, G. M., y Lotufo, T. M. D. C. (2011). Checklist das ascídias (Tunicata, Ascidiacea) do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 11, 749-759.
- Rogers, D. C., Magalhães, C., Peralta, M., Ribeiro, F. B., Bond-Buckup, G., Price, W. W., ... y Santos, S. (2020). Phylum Arthropoda: crustacea: malacostraca. In Thorp and Covich's *Freshwater Invertebrates* (pp. 809-986). Academic Press.
- Ruales, C., y Cornejo, X. (2020). La expedición Humboldt y Bonpland: En la antigua provincia de Guayaquil en Ecuador. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=vOJZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR18&dq=Ruales,+C.,+%26+Cornejo,+X.+\(2020\).+La+expedicion+de+Humboldt+y+Bonpland+en+la+antigua+provincia+de+Guayaquil+en+Ecuador.+Ed.+Abya-Yala.,+237&yots=NdVITNjLPv&sig=u6_aqk0X1_Cp5cAoJ6Qp](https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=vOJZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR18&dq=Ruales,+C.,+%26+Cornejo,+X.+(2020).+La+expedicion+de+Humboldt+y+Bonpland+en+la+antigua+provincia+de+Guayaquil+en+Ecuador.+Ed.+Abya-Yala.,+237&yots=NdVITNjLPv&sig=u6_aqk0X1_Cp5cAoJ6Qp)
- Rubira Carvache, K. (2016). Diversidad, abundancia y distribución de las Macroalgas en la zona intermareal rocoso en las playas de Salinas, La libertad y Ballenita (Península de Santa Elena-Ecuador, Octubre-Noviembre 2009). Tesis de Posgrado, Universidad de Guayaquil.
- Salamanca, E. J. P. (2005). Algas como indicadores de contaminación. Universidad del Valle.

- Salgado, B., Cabrera, M., Pulido, E., y Paz, H. (2016). La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: Protocolos y aplicaciones (1era. ed.). Editorial Alexander von Humboldt.
- Sánchez Bermeo, C. A. (2020). Variación espacio-temporal en la composición de macroalgas en la zona intermareal rocosa en Salango, provincia de Manabí, Ecuador. Universidad de Guayaquil.
- Sánchez Bonilla, A. E. (2022). Composición, abundancia y estructura comunitaria del Phylum Echinodermata en la zona rocosa intermareal de la playa de San Lorenzo–Salinas, julio a octubre 2021 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022).
- Sánchez, C., y Torres, G. (2021). Variación espacio-temporal en la composición de macroalgas en la zona intermareal rocosa en Salango, provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 15(1), 228-235. <https://doi.org/10.53591/cna.v15i1.1321>
- SARCE (2012) Protocol and sampling design for marine diversity assessments. South American research group on coastal ecosystems, Caracas, Venezuela., 12 pp. <https://doi.org/10.25607/OBP-5>
- Shannon, C.E. y W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. The Univ. of Illinois Press, Urbana, IL
- Schneider, R. de C. de S., de Moura Lima, M., Hoeltz, M., de Farias Neves, F., John, D. K., y de Azevedo, A. (2018). Life cycle assessment of microalgae production in a raceway pond with alternative culture media. *Algal Research*, 32, 280-292. <https://doi.org/10.1016/J.ALGAL.2018.04.012>

- Sepúlveda, R. D., Moreno, R. A., y Carrasco, F. D. (2003). Diversidad de macroinvertebrados asociados a arrecifes de *Phragmatopoma Moerchikinberg*, 1867 (Polychaeta: Sabellariidae) en el intermarela rocoso del cocholegüe Chile. *Gayana (Concepción)*, 67(1), 45-54. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382003000100007>
- Silva, R., Villatoro, M., Ramos, F., Pedroza, D., Ortiz, M., Mendoza, E., Delgadillo Calzadilla, M. A., Escudero, M., Felix Delgado, A., y Cid, A. (2015). Caracterización de la zona costera y planteamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable. [dataset]. UNAM/SEMARNAT.
- Sisquiarco Torreglosa, C. A. (2023). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*, Linnaeus 1753), en la Ensenada de Rionegro (Necoclí – Antioquia) [Tesis de Pregrado, Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/34225>
- Tamaris Turizo, C. E. (2018). Relaciones tróficas de macroinvertebrados acuáticos en un río tropical de la Sierra Nevada de Santa Marta [Tesis Doctoral, Universidad nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63803>
- Taylor, W. R. 1945. Algas Marinas Del Pacífico De Los Hancock Expeditions Allan A Las Islas Galápagos . Allan Hancock Pacífico Expediciones 12 : I- Iv , 1- 528 , 3 Higos, 100 Pls.

- WoRMS Editorial Board (2020). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2020-04-15. doi:10.14284/170
- Underwood, A. J. (1981). Structure of a rocky intertidal community in New South Wales: Patterns of vertical distribution and seasonal changes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 51(1), 57-85. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(81\)90154-4](https://doi.org/10.1016/0022-0981(81)90154-4)
- Varela A. y Sánchez, J. (2019). Aproximación morfológica y molecular al conocimiento de las ofiuras (Echinodermata: Ophiuroidea) en el Parque Nacional Marino Las 84 Baulas (Pacífico Norte, Costa Rica). Obtenido de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/download/39283/42463?inline=1>
- Van Name WG. The north and south American ascidians. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 1945; 84: 1-476. <http://hdl.handle.net/2246/1186>
- Vallejo, V. A. (2007). *Echinometra vanbrunti* (Echinometridae) as a Host of Commensal Relationships in the Colombian Pacific Ocean. Obtenido de *Echinometra vanbrunti* (Echinometridae) as a Host of Commensal Relationships in the Colombian Pacific Ocean: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2007000100005
- Vega Álvarez, G., Azofeifa Solano, J. C., Fernández García, C., Soto Molinari, R., Rojas Angulo, M., Amador Fernández, X., y Vargas Gamboa, A. (2018).

New records of benthic marine macroalgae from the Caribbean coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(S1), S328-S339.
<https://doi.org/10.15517/RBT.V66I1.33302>

Vélez Díaz, M. C. (2018). Colección de referencia de cnidaria del Cabo de la Vela (La Guajira, Colombia) presente en el museo de ciencias de la Universidad El Bosque.

Vera Riera, N. L. (2021). Composición y estructura de macroalgas en la zona mesolitoral rocosa de Súa, provincia de Esmeraldas, Ecuador [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53416>

ANEXOS



Figura 1 colocación de estacas

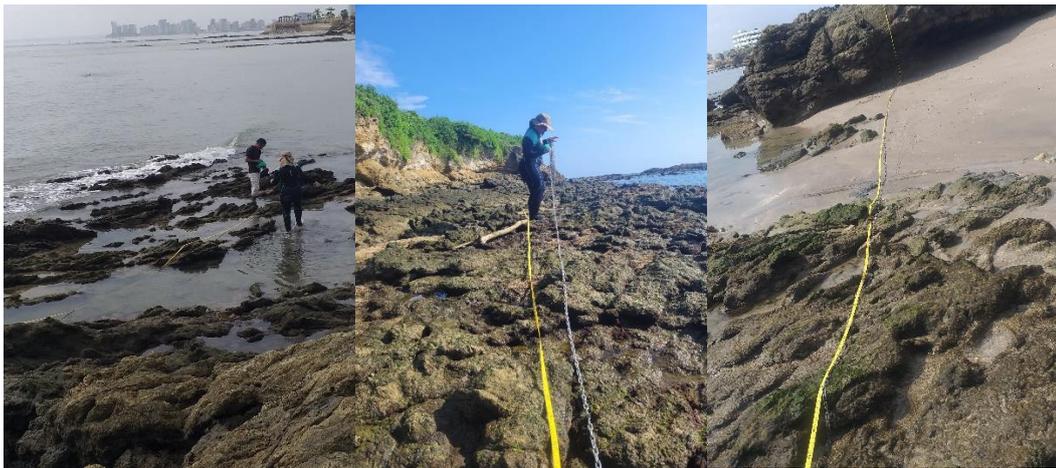


Figura 2 Colocación de la cadena



Figura 3 registro de parámetros



Figura 4 Foto panorámica del área de estudio: Playa “La Viejita” de la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena



Figura 5 Aplicación de la metodología de MBON P2P

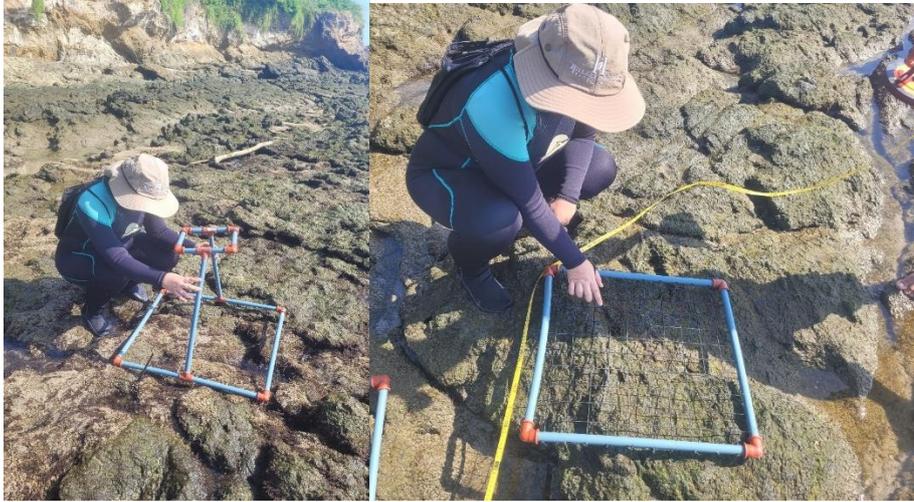


Figura 6 Observación de los cuadrantes para contabilizar a los organismos

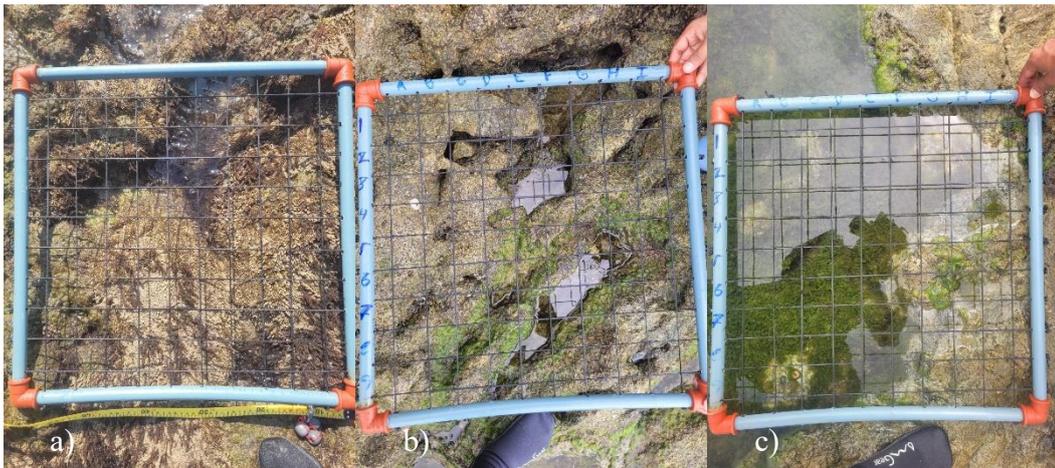


Figura 7 Cuadrantes del estudio de campo referente a infralitoral, mesolitoral y supralitoral respectivamente. Obsérvese de izquierda a derecha.

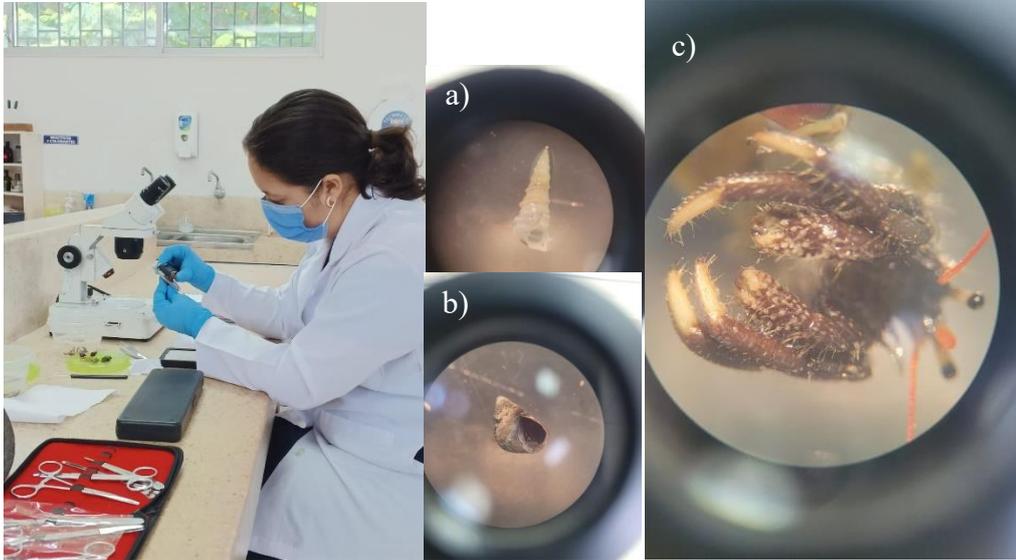


Figura 8 Fase de laboratorio observando a 2x en estereoscopio a) *Rissoina* b) *Echinolittorina* c) *Clibanarius*