



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

**ESTADO ACTUAL DE LA COMPOSICIÓN ESPACIO  
TEMPORAL DE MACROALGAS EN LA ZONA  
INTERMAREAL ROCOSA DE LA PENÍNSULA DE SANTA  
ELENA**

**AUTOR  
BLGA. MOREIRA CORREA XIOMARA FIORELLA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico de  
**MAGÍSTER EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**TUTOR  
BLGA. ISABEL JANETH GALARZA TIPÁN, PhD**

**Santa Elena - Ecuador**

**2024**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Xiomara Fiorella Moreira Correa, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático.

**TUTOR**

---

**BLGA. ISABEL JANETH GALARZA TIPÁN, PhD**

**23 días del mes de mayo del año 2024**

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Blga. Ana Gabriela Balseca V. MSc.  
COORDINADOR DEL PROGRAMA

---

Blga. Isabel Janeth Galarza Tipán, PhD  
TUTOR

---

MSc. Jerry Landívar Zambrano  
DOCENTE ESPECIALISTA 1

---

PhD. Erika Salavarría Palma  
DOCENTE ESPECIALISTA 2

---

Ab. María Rivera González, Mgtr.  
SECRETARIA GENERAL

# **AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Xiomara Fiorella Moreira Correa

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 23 días del mes de mayo del año 2024

---

Blga. Xiomara Moreira Correa

# **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Xiomara Fiorella Moreira Correa

## **DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, Estado actual de la composición espacio temporal de macroalgas en la zona intermareal rocosa de la Península de Santa Elena, previo a la obtención del título en Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático., ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 23 días del mes de mayo del año 2024

---

Blga. Xiomara Moreira Correa

## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	II
AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN .....	1
MARCO TEÓRICO.....	4
HISTORIA DE LAS MACROALGAS EN ECUADOR .....	4
CLASIFICACIÓN DE LAS MACROALGAS.....	5
REPRODUCCIÓN DE LAS MACROALGAS .....	6
HÁBITAT Y ECOSISTEMAS .....	7
RELACIÓN DE COMPONENTES .....	8
DISTRIBUCIÓN Y LA ABUNDANCIA .....	9
MÉTODOS DE PRESERVACIÓN .....	10
HERBARIO DE ALGAS.....	11
PRESERVACIÓN DE CORTES.....	11
SÍLICA GEL .....	12
FORMOL AL 4%.....	12
METODOLOGÍA .....	13
ÁREA DE ESTUDIO .....	13
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	15
FASE DE CAMPO .....	15
RECOLECCIÓN FICOLÓGICA .....	15
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS .....	16
FASE DE LABORATORIO .....	16
IDENTIFICACIÓN DE MACROALGAS.....	16
REVISIÓN DE LITERATURA .....	16
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	17

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
IDENTIFICACIÓN DE MACROALGAS.....	18
NUEVOS REGISTROS PARA LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA.....	22
NUEVOS REGISTROS DEL PHYLUM CHLOROPHYTA PARA LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA .....	23
NUEVOS REGISTROS DEL PHYLUM OCHROPHYTA PARA LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA .....	30
NUEVOS REGISTROS DEL PHYLUM RHODOPHYTA PARA LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA .....	31
RIQUEZA DE ESPECIES POR CANTÓN .....	39
RIQUEZA HISTÓRICA .....	39
PARÁMETROS AMBIENTALES .....	40
DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
CONCLUSIONES.....	47
RECOMENDACIONES .....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreos.....	14
Tabla 2. Macroalgas registradas en la zona intermareal rocosa de los sitios muestreados durante 2023 - 2024 .....	18
Tabla 3. Chlorophytas registradas en los cantones de Santa Elena, La Libertad y Salinas	20
Tabla 4. Ochrophytas registradas en los cantones de Santa Elena, La Libertad y Salinas..	20
Tabla 5. Rhodophytas registradas en los cantones de Santa Elena, La Libertad y Salinas.	21
Tabla 6. Nuevos registros de macroalgas para la Península de Santa Elena.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona intermareal rocosa de 2 sitios de muestreo.....	8
Figura 2. Espectros de absorción de luz para pigmentos de algas marinas.....	9
Figura 3. Sitios de muestreos en la Península de Santa Elena. ....	14
Figura 4. Vista microscópica del talo de <i>Acetabularia sp.</i> .....	23
Figura 5. Ejemplar de <i>Bryopsis pennata</i> .....	24

Figura 6. <i>Bryopsis plumosa</i> en su hábitat natural .....	25
Figura 7. Vista microscópica del talo de <i>Chaetomorpha linum</i> .....	26
Figura 8. Vista microscópica del talo de <i>Rhizoclonium riparium</i> .....	27
Figura 9. Vista microscópica del talo de <i>Ulva clathrata</i> .....	28
Figura 10. A) Vista microscópica del talo de <i>Ulva intestinalis</i> . B) Corte transversal del talo de <i>U. intestinalis</i> .....	29
Figura 11. A) Vista de <i>Padina conrescens</i> en su hábitat natural. B) Vista microscópica de corte transversal al fronde de <i>P. conrescens</i> . .....	30
Figura 12. A) Vista de <i>Acanthophora spicifera</i> en su hábitat natural. B) Vista microscópica de corte transversal del talo de <i>A. spicifera</i> .....	31
Figura 13. A) Vista de <i>Ahnfeltia plicata</i> en su hábitat natural. B) Vista microscópica de corte transversal al talo de <i>A. plicata</i> . .....	32
Figura 14. Vista del talo de <i>Amphiroa beauvoisii</i> en el estereoscopio .....	33
Figura 15. Vista de <i>Ceratodictyon variable</i> en su hábitat natural .....	34
Figura 16. A) Vista de <i>Chondrus crispus</i> en su hábitat natural. B) Vista microscópica del corte transversal del fronde de <i>C. crispus</i> . .....	35
Figura 17. A) Vista de <i>Sarcopeltis skottsbergii</i> en su hábitat natural. B) Vista microscópica del corte transversal al fronde de <i>S. skottsbergii</i> .....	36
Figura 18. Vista microscópica del talo de <i>Stirkia codii</i> .....	37
Figura 19. Vista microscópica del talo de <i>Symphyocodiella spinifera</i> .....	38
Figura 20. Riqueza de especies por cantón .....	39
Figura 21. Registro histórico de las macroalgas 1945 - 2020 .....	40
Figura 22. Salinidad registrada de diciembre 2023 a febrero 2024 .....	41
Figura 23. Temperatura superficial del mar registrada de diciembre 2023 a febrero 2024	41
Figura 24. pH registrado de diciembre 2023 a febrero 2024 .....	42

**TEMA:**  
ESTADO ACTUAL DE LA COMPOSICIÓN ESPACIO TEMPORAL DE  
MACROALGAS EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE LA PENÍNSULA DE  
SANTA ELENA

**RESUMEN**

Esta investigación resume la riqueza de especies de macroalgas marinas en la zona intermareal rocosa a lo largo del perfil costero de la Península de Santa Elena, determinando la composición espacio temporal, durante los meses de diciembre de 2023 hasta febrero de 2024, en once estaciones de muestreo. La colecta de los ejemplares se realizó siguiendo la metodología de muestreo del grupo de expertos SARCE; se utilizó transectos aleatorios paralelos a la línea de la costa, las macroalgas fueron almacenadas en frascos rotulados y fijadas en formol al 4% en agua de mar. Adicional se realizó montajes de las especies colectadas *in situ*. De los muestreos realizados se han identificado un total de 68 especies, de las cuales 18 pertenecen al phylum Chlorophyta, 17 al phylum Ochrophyta y 33 al phylum Rhodophyta, siendo este último el phylum con mayor registro de especies. Los géneros con mayor riqueza de cada phylum fueron Ulva con 5 especies, Padina con 4 especies, Hypnea con 4 especies; mientras que para la Península de Santa Elena fueron en total 16 nuevos registros. Dentro de los parámetros ambientales registrados, la temperatura tuvo valores entre 26°C a 31°C; con un promedio de 29.3°C; la salinidad un promedio de 37.2 ups y pH de 7.7, estos resultados permitieron determinar la distribución de las macroalgas y establecer una base de datos actualizada en la zona intermareal rocosa de la Península de Santa Elena.

**Palabras clave:** Macroalgas, composición espacio – temporal, zona intermareal rocosa, distribución histórica.

## **TOPIC:**

### **CURRENT STATE OF THE SPATIOTEMPORAL COMPOSITION OF MACROALGAE IN THE ROCKY INTERTIDAL ZONE OF THE SANTA ELENA PENINSULA**

#### **ABSTRACT**

This research summarizes the species richness of marine macroalgae in the rocky intertidal zone along the coastal profile of the Santa Elena Peninsula, determining the spatiotemporal distribution during the months of December 2023 to February 2024, at eleven sampling stations. The specimens were collected following the sampling methodology of the SARCE expert group; random transects parallel to the coastline were used, the macroalgae were stored in labeled jars and fixed in 4% formalin in seawater. Additionally, mounts of the collected species were made in situ. From the conducted samplings, a total of 68 species have been identified, of which 18 belong to the phylum Chlorophyta, 17 to the phylum Ochrophyta, and 33 to the phylum Rhodophyta, the latter being the phylum with the highest number of species. The genera with the greatest richness in each phylum were *Ulva* with 5 species, *Padina* with 4 species, *Hypnea* with 4 species; while for the Santa Elena Peninsula, there were a total of 16 new records. Among the recorded environmental parameters, the temperature ranged from 26°C to 31°C, with an average of 29.3°C; salinity had an average of 37.2, g/l and pH was 7.7, these results allowed for determining the distribution of the macroalgae and establishing an updated database in the rocky intertidal zone of the Santa Elena Peninsula.

**Keywords:** Macroalgae, spatiotemporal composition, rocky intertidal zone, historical distribution.

**TEMA:**  
ESTADO ACTUAL DE LA COMPOSICIÓN ESPACIO TEMPORAL DE  
MACROALGAS EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE LA PENÍNSULA DE  
SANTA ELENA

**INTRODUCCIÓN**

Las macroalgas son vegetales marinos que se distribuyen ampliamente desde la zona intermareal hasta 100 metros de profundidad en la plataforma continental según la necesidad de absorción de luz. En el ecosistema marino aportan en la transferencia de energía y en los ciclos de nutrientes, al regular los niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mediante la asimilación y exportación de carbono orgánico (Fernández, 2019), siendo así productores de oxígeno atmosférico y fijadores de CO<sub>2</sub> (Pérez-Jiménez et al., 2020). Por lo que son organismos que desempeñan un papel clave a nivel ecosistémico, contribuyendo con la formación de hábitats, alimento, sustrato, refugio, protección y reproducción a una gran variedad de peces, moluscos y crustáceos (Arakaki et al., 2018; Martínez et al., 2015).

Fuera del medio marino las macroalgas también contemplan un elevado valor de interés comercial, sus extractos han sido utilizados como fertilizantes para evitar el excesivo uso de agroquímicos, en especial las pardas (Pérez-Madruga et al., 2020). También son usadas como materia prima en la elaboración de agares, alginato, como agente gelificante y espesante y una amplia utilización en la industria textil, alimentaria y medicinal (Batista González et al., 2009).

La composición, formación y continuidad de las comunidades de macroalgas en zonas intermareales rocosas está relacionada con factores físicos y químicos como mareas, corrientes, temperatura, sustrato, luz, salinidad, acidez y alcalinidad (Sánchez & Torres, 2021), que ocurren a diferentes escalas espacio temporales (González-Etchebehere et al., 2017); Clinton, 1991 en su libro de botánica marina, establece que estos factores ayudan a establecer patrones de crecimiento estacional, cambios entre poblaciones y distribución de las algas marinas (Clinton, 1991a).

Estos factores físicos han sido influenciados por el cambio climático que provoca alteraciones en las masas oceánicas teniendo como consecuencias el calentamiento de los océanos, la acidificación, que afecta la producción primaria, biomasa, producción, materia prima y a la estructura de las comunidades de los ecosistemas marinos (IPCC, 2019). Las macroalgas son muy sensibles a los cambios ambientales, varios estudios indican que el cambio climático provoca altos niveles de estrés e impacta a los ecosistemas costeros (Hurd et al., 2014; Matula et al., 2023), debiendo realizar continuos ajustes metabólicos para adaptarse a las nuevas condiciones; lo que influyen en su crecimiento, distribución y composición (Espinoza-Avalos, 2005).

En el Ecuador los estudios ficológicos comenzaron en las islas Galápagos, en el año 1835, con el descubrimiento de una variante del género de las coralinas incrustantes por W.H. Honey, más tarde en el año 1945 como parte de la expedición del capitán George Allan Hancock en el Pacífico, incluyó a la costa continental del Ecuador y William Taylor realizó la primera caracterización de la comunidad algal y reportó 35 especies de chlorophyta, 34 especies de ochrophyta y 137 especies de rhodophyta; de las cuales, para la Península de Santa Elena se registró, 11 especies de chlorophyta, 4 especies de ochrophyta y 1 especie de rhodophyta, Mientras en los últimos 25 años solo se han realizado 6 estudios de macroalgas, lo que deja en evidencia la falta de información de este importante recurso natural. Considerando que, la Península de Santa Elena por su ubicación geográfica está influenciada por factores como temperatura y salinidad, convirtiéndose en un lugar idóneo para realizar estudios de biodiversidad, ecología, genética, conservación y distribución de los ecosistemas marinos que aporten significativamente a la comprensión de la situación de macroalgas a nivel local (Ramírez et al., 2008), por lo que es necesario realizar este tipo de estudios y establecer actualizaciones al listado de macroalgas de la Península de Santa Elena, mediante la metodología establecida por el grupo de expertos del South American Research Group on Coastal Ecosystems (SARCE) el cual en el 2012 establecieron el protocolo para la evaluación de la biodiversidad en costas rocosas intermareales y submareales (SARCE, 2019).

De lo antes expuesto surgió la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo ha cambiado la distribución espacio temporal de las macroalgas en la zona intermareal rocosa de la Península de Santa Elena a lo largo del tiempo?

La hipótesis en la cual se basó esta investigación fue:

“La distribución espacio temporal de las macroalgas en la zona intermareal rocosa de la Península de Santa Elena ha cambiado a lo largo del tiempo”.

Siendo así el objetivo principal de esta investigación:

Determinar la distribución espacio temporal de macroalgas en la zona intermareal rocosa de la Península de Santa Elena, estableciendo una base de datos actualizada de macroalgas.

Objetivos específicos:

- Identificar taxonómicamente las macroalgas presentes en la zona intermareal rocosa de la Península de Santa Elena.
- Realizar un análisis comparativo de las macroalgas registradas con las identificadas actualmente en la Península de Santa Elena.
- Correlacionar estadísticamente parámetros ambientales con la presencia de las macroalgas en los sitios de muestreo.

## MARCO TEÓRICO

### HISTORIA DE LAS MACROALGAS EN ECUADOR

En Ecuador los estudios ficológicos comenzaron en las islas Galápagos, en el año 1835, con el descubrimiento de una variante del género de las coralinas incrustantes por W.H. Honey, más tarde en el año 1945 como parte de la expedición del capitán George Allan Hancock en el Pacífico que incluyó a la costa continental del Ecuador, William Taylor realizó la primera caracterización de la comunidad algal y reportó 35 especies de chlorophyta, 34 especies de ochrophyta y 137 especies de rhodophyta; en 1988 Gary Kendrick reportó 320 especies de macroalgas bentónicas para las Islas Galápagos; en 1995 Salazar reportó 1 especies de chlorophyta, 2 especies de ochrophyta y 2 especies de rhodophyta para la Provincia de Guayas; en 1994, el Instituto Nacional de Pesca, actual Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) inició el proyecto Algas marinas del Ecuador con la finalidad de investigar el recurso marino y la condición de los bancos algales existentes, para en 1996 Muller y Salazar, parte del proyecto, reportan 370 especies, además también mencionaron la importancia ecológica, económica y la utilidad de las algas; en 2002 Garske reportó 42 especies de chlorophyta, 46 especies de ochrophyta y 228 especies de rhodophyta en las islas Galápagos. En 2020, Cárdenas reportó 37 especies de chlorophyta, 13 especies de ochrophyta y 78 especies de rhodophyta, con la finalidad de generar un inventario de la biodiversidad de comunidades macrobentónicas en zonas intermareales y submareales en la costa continental del Ecuador (Cárdenas et al., 2020; Muller-Gelinek & Salazar, 1996; Sánchez & Torres, 2021).

En la revisión actualizada de macroalgas marinas del Ecuador continental de Cuvi y Cornejo, 2020, se registraron para la provincia de Esmeraldas 47 especies de macroalgas; 13 chlorophyta, 5 ochrophyta, 1 charophyta y 28 rhodophyta (Cuvi & Cornejo, 2020)

En el mismo estudio se registraron 41 especies de macroalgas en la provincia de Manabí, de las cuales, según el estudio de Sánchez y Torres en 2021, solo en Salango existían 12 especies distribuidas en: 4 chlorophyta, 1 ochrophyta y 7 rhodophyta; investigación realizada con la finalidad de determinar la composición algal en Salango y su relación con cambios de las variables fisicoquímicas.

Para la provincia de Santa Elena en 1974, Flor Valverde reportó 3 especies de chlorophyta, 2 especies de ochrophyta y 7 especies de rhodophyta; en 2012, Rubira reportó 9 especies de chlorophyta, 4 especies de ochrophyta y 8 especies de rhodophyta para las localidades de Ballenita, Salinas y La Libertad (Rubira, 2012).

## **CLASIFICACIÓN DE LAS MACROALGAS**

Las algas son organismos vegetales que desempeñan un papel importante dentro de los ecosistemas costeros, debido a que son capaces de realizar la fotosíntesis a partir de la energía lumínica y captan energía solar para transformarla en energía química en forma de materia orgánica dejándola disponible para un abanico de usos tanto como los organismos marinos como para los seres humanos (Castro & Huber, 2007).

Las algas presentan una gran variedad de formas de vida y estructuras, presentan un cuerpo denominado talo que pueden ser filamentosos, cladómicos, laminares o hísticos, frondes para las partes aplanadas como hojas, en ellas se encuentra la zona fotosintética aunque todo el talo puede hacerlo en presencia de luz debido a la clorofila, la estructura que sujeta al talo al sustrato se denominan rizoides, la mayoría de las algas necesitan de un sustrato duro al cual anclarse, algunas algas presentan un estipe como medio de soporte y de unión de donde salen los frondes (Castro & Huber, 2007).

Existen tres tipos de algas, las cuales se clasifican según sus pigmentos y proporción de clorofila; las algas verdes del phylum Chlorophyta poseen pigmentos clorofila *a* y *b* y carotenoides, los principales componentes de su pared celular son celulosa y carbonatos en algas calcáreas, presentan talos sencillos, sifonados, hemisifonados, parenquimatosos sencillos y filamentosos que se encuentran principalmente en rocas de aguas someras y pueden ser o no ramificadas, en estas la clorofila no está tapada por otro pigmento por lo que su color verde es fuerte y brillante. Las algas verdes son usadas como bioindicadores de calidad de agua, debido a que algunas especies cuando existe un aumento en la concentración de nutrientes producen floraciones algales (Acosta-Calderón et al., 2016).

Las algas pardas del phylum Ochrophyta poseen pigmentos clorofila *a* y *c* y carotenoides como la xantofilas especialmente la fucoxantina, la cual predomina, los principales componentes de su pared celular son celulosa y alginatos, este grupo representa a las especies más grandes y complejas estructuralmente, tienen talos planos y dicotómicamente ramificados como en Dictyota o con carbonato de calcio como en Padina, algunas tienen vejigas de gas que permiten a las frondes mantenerse flotando como en Sargassum (Castro & Huber, 2007)

Mientras que los pigmentos que poseen las algas rojas del phylum Rhodophyta son clorofila *a*, carotenoides, ficobilinas como ficocianina y ficoeritrina, esta última es el pigmento dominante que le proporciona la coloración roja, los principales componentes de su pared celular son celulosa, agar, carragenina y carbonatos en las algas coralinas, este grupo presenta las algas con mayor diversidad que verdes y pardas juntas, sin embargo, no presenta grandes variaciones como las pardas, las algas rojas presentan una gran variedad en la anchura, grosor, disposición de filamentos y sus cloroplastos muestran tilacoides individuales y no en bandas como en las algas verdes y pardas (Clinton, 1991c; Espinosa et al., 2021).

## **REPRODUCCIÓN DE LAS MACROALGAS**

La reproducción en las algas puede ser sexual o asexual, la reproducción sexual puede implicar alternancia de una generación haploide o gametofito y otra diploide o esporofito. Las algas verdes tienen una reproducción asexual por medio de esporas y aplanosporas; mientras que la reproducción sexual es por medio de gametos móviles como los isogametos, anisogametos, células huevo y células espermática. El ciclo de vida en las chlorophytas es muy variado; las Ulvophyceae como la ulva presentan un ciclo de vida bifásico, isomórfico; el codium y acetabularia es monofásico (Ávila, 2023; Clinton, 1991a).

En las algas pardas la reproducción asexual se da a través de la producción de zoosporas o fragmentación; mientras que en la reproducción sexual es haplodiplóntico. La generación esporofita reproduce la generación gametofita a través de zoosporas que resultan de la meiosis. Algunos ordenes se caracterizan por tener esporofitos y gametofitos isomórficos,

mientras que otros tienen esporofitos heteromórficos dominantes. En las algas pardas se encuentran todas las formas de gametos, la reproducción incluye isogamia, anisogamia y oogamia, sin embargo, las más avanzadas como *Fucus* y *Kelpos*, carecen de producción de esporas asexuales y presentan reducción de la generación gametofita; y también de reproducción sexual por oogamia (Clinton, 1991a).

En las algas rojas la reproducción asexual se da por esporas, división celular o fragmentación; mientras que la reproducción sexual es trifásica denominada diplodiplohaplonte, incluye gametofitos masculinos y femeninos haploides y dos fases diploides: tetrasporofito y otra carposporofito. Las algas rojas se clasifican en dos clases las *Bangiophyceae*, con un ciclo de vida bifásico heteromórfico y la clase *Florideophyceae*, con un ciclo de vida trifásico heteromórfico. Sin embargo, existen casos como algunas *Gigartinales* que tienen un ciclo de vida bifásico debido a la ausencia de la fase carposporofítica (Ávila, 2023).

## **HÁBITAT Y ECOSISTEMAS**

La zona intermareal rocosa sirve de protección ante la erosión costera y se caracteriza por ser el hábitat de comunidades biológicas muy diversas y complejas funcionalmente, en la mayoría sésiles, entre ellos una gran variedad de macroalgas, mismas que se adhieren a sustratos duros; esta es considerada una zona de transición debido a los constantes movimientos de mareas, condiciones y variables a las que está expuesta tanto física, químicas como biológicas; debido a que en el ciclo de la marea se cuenta con bajamar y pleamar (mareas semidiurnas) y presenta dos clasificaciones dependiendo del tipo de suelo puede ser rocoso o blando (Angulo et al., 2021).

Esta zona se clasifica según su exposición a la desecación y los movimientos de marea en: zona intermareal supralitoral, que es aquella que pasa mayormente expuesta a tiempos de desecación; zona intermareal mesolitoral, que es aquella que por el ciclo de marea pasa cubierta y descubierta dos veces al día (Figura 1a); zona intermareal infralitoral, que es aquella que la mayor parte del tiempo pasa cubierta por agua o húmeda (Figura 1b) (Franco et al., 2023).

En el ecosistema de la zona intermareal rocosa interactúan vegetales; entre las más representativas variedades de chlorophyta como codium y ulva; ochrophyta como padina y sargassum, rhodophyta como hypnea y ceramium, con animales macroinvertebrados como crustáceos, babosas, moluscos y anémonas, además de peces; cada organismo cumple un rol importante para mantener el equilibrio ecosistémico.

*Figura 1. Zona intermareal rocosa de 2 sitios de muestreo*



A. Playa de San Lorenzo



B. Playa de Punta Carnero

## **RELACIÓN DE COMPONENTES**

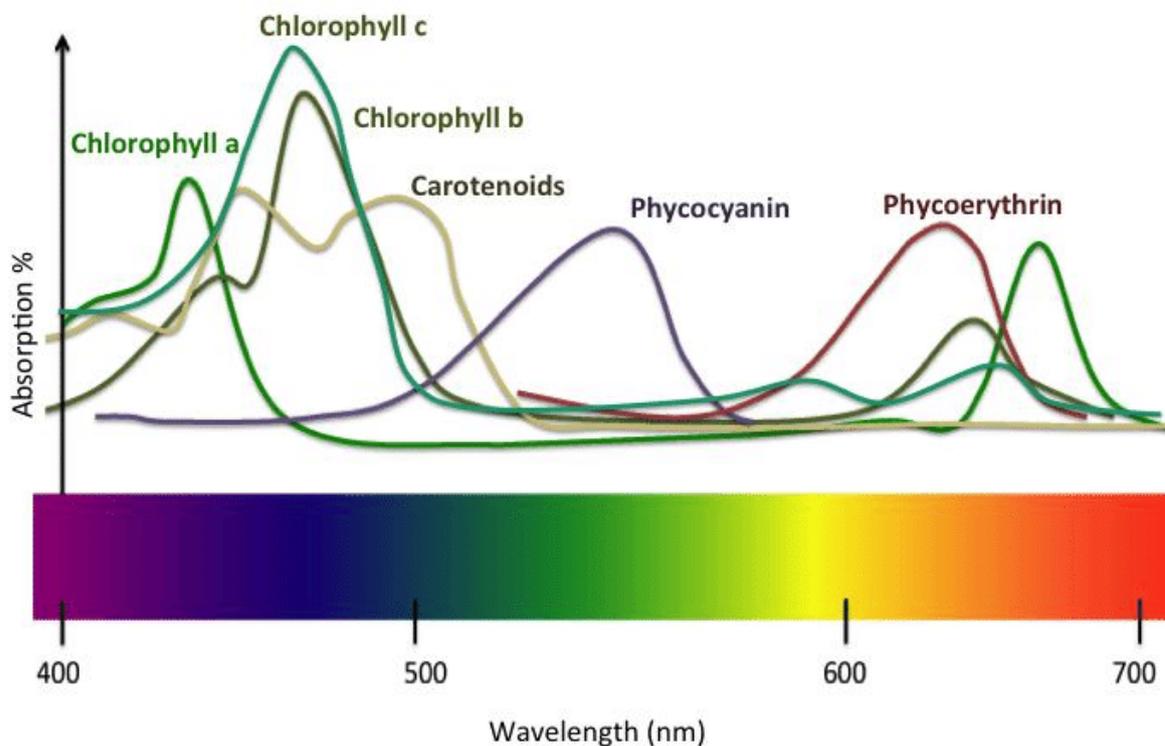
La luz solar incide en la superficie del mar que tiene como límite de longitud de onda entre 400 nm a 700 nm, ambos espectros son absorbidos al penetrar el agua, pero predominan las longitudes de ondas largas; según los estudios de Oltmanns, 1892 y Brody y Brody, 1962 la distribución y profundidad de las algas está relacionada con su capacidad de absorción como un efecto directo de la intensidad de luz. Según el estudio de Hellebust, 1970 los efectos de intensidad y calidad de luz están asociadas con respuestas funcionales y estructurales de las algas marinas; como la tolerancia, distribución, reproducción, cambios en la morfología y fisiología (Clinton, 1991c).

Por lo que, la cantidad y calidad de radiación luminosa es importante y varía con la profundidad por la absorción diferencial, en los primeros 10 metros longitudes de ondas largas son absorbidas y la radiación es mayor a 650 nm que sería rojo, a 25 metros la radiación es menor a 600 nm y a 75 metros es de color azul, que son las longitudes de ondas cortas que pueden penetrar; es decir que, las algas verdes y pardas absorben luz roja y azul

y las algas rojas absorben amarillo y verde (Romero, 2022). Sin embargo, la distribución de las algas no solo está determinada por los pigmentos, existen otros factores involucrados como la tolerancia a factores climáticos (Ávila, 2023).

Estos factores lumínicos presentan relación con componentes físicos químicos que inciden en la composición de las macroalgas como la temperatura y la salinidad, debido a que las respuestas fotosintéticas a la temperatura determinan patrones en el crecimiento estacional o indican cambios de composición; mientras que la salinidad aporta en estudios de distribución local (Clinton, 1991c).

Figura 2. Espectros de absorción de luz para pigmentos de algas marinas



Fuente: (Yarish et al., 2012)

## DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

Las algas marinas se encuentran ampliamente distribuidas en el océano a nivel mundial, desde el nivel más bajo de marea hasta grandes profundidades. Las algas verdes se distribuyen en zonas intermareales y submareales superiores, principalmente en aguas

subtropicales y tropicales, creciendo en las costas marinas adheridas a sustratos y se distinguen principalmente por sus células y cloroplastos. Existen géneros unicelulares, filamentosos, multicelulares, laminares, cenocíticas, coloniales o con estructuras más complejas (Clinton, 1991a; Rodríguez et al., 2024).

Las algas pardas gigantes son de aguas frías, por lo que, se distribuyen principalmente a lo largo del Atlántico Norte como la *Laminaria* y *Alaria* y en el Pacífico Norte; algunas se encuentran en aguas subtropicales y tropicales como *Dictyota*, *Padina* y *Sargassum*. En su mayoría son marinas; muchas se encuentran en zonas de oleaje sometidas a estrés por cambios oceanográficos y ambientales; y otras se encuentran en aguas profundas como *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia flavicans* (Lagger, 2023).

Las algas rojas se distribuyen en el intermareal y submareal de todo el mundo, siendo más abundantes en los trópicos, debido al pico de absorción de la ficoeritrina puede crecer a grandes profundidades. Presentan una variedad de algas calcificadas que ayudan en la formación de arrecifes distribuyéndose desde aguas frías del Ártico hasta los atolones tropicales del Caribe (Clinton, 1991a).

## **MÉTODOS DE PRESERVACIÓN**

Los métodos de preservación son herramientas muy relevantes para la taxonomía vegetal de la macroalgas, son esenciales para establecer colecciones biológicas que podrán ser usadas en estudios de ecología, taxonomía, evolución, biología, morfología, anatomía, sistemática, química y potenciales aplicaciones; representan una fuente de información primaria de los organismos y su hábitat, convirtiéndose en una base de datos permanente de biodiversidad de un sitio; estos métodos permiten realizar evaluaciones de salud y resiliencia de un ecosistema marino; además son de ayuda para la identificación de especies y el registro de nuevas. También son consideradas herramientas de educación y aprendizaje (Florez-Leiva et al., 2010; Moreno, 2007), por lo que, las colecciones biológicas ya sean preservaciones en seco o húmedas es material histórico de la vida de los ecosistemas marinos y terrestres.

## **HERBARIO DE ALGAS**

Se debe colocar en una bandeja poco profunda la cartulina donde posteriormente se sumergirá el alga, se la esparcirá en la cartulina de modo que su morfología pueda apreciarse, luego se la levanta con cuidado y se la saca de la bandeja; después el alga es prensada, se deberá colocar cartón prensado, papel secante y encima la cartulina con el montaje del alga fresca y esta será cubierta con papel encerado o muselina para evitar que se pegue y otra cartulina corrugada para la cubierta final, este procedimiento se realiza con todos los montajes de algas que se incluirán en el herbario al que luego se le coloca la tapa de modo que presione las muestras, luego pasa a sacarse y este proceso puede durar entre cuatro a cinco días (Florez-Leiva et al., 2010).

Cada hoja de herbario debe enumerarse antes del montaje del alga, en un cuaderno deberá constar el número con el registro del alga y los datos de colección como: fecha, localización, especificación de la zona intermareal o submareal, características físicas del lugar, nombre del alga y anotaciones pertinentes (Clinton, 1991b).

## **PRESERVACIÓN DE CORTES**

Para realizar la preservación de un corte histológico se debe colocar al espécimen de estudio en una placa porta objeto y se le realiza un corte a un fragmento del talo y del fronde, ya sea este longitudinal o transversal, según el estudio; se lo tiñe con azul de anilina al 1%, un minuto después se lava el corte con formalina al 5% en agua destilada, se quita el exceso de agua y se coloca una gotita de miel Karo al 50% que contenga formalina al 5%, se deja secar al corte toda la noche, al siguiente día se le coloca una gotita de miel Karo al 80% y se coloca el cubreobjetos protegiendo la muestra, finalmente se la rotula con el número de colección sobre el porta objetos. Esta técnica también se emplea con algas muy pequeñas como las filamentosas (Clinton, 1991b).

## **SÍLICA GEL**

Esta técnica es usada principalmente en estudios moleculares, si la muestra es pequeña puede ser el alga completa pero solo se necesita un pequeño fragmento del alga, con el talo limpio libre de impurezas, la misma que debe emplear un estereoscopio, pinzas y pinceles; una vez limpios, la muestra es depositada en fundas ziplock o en frascos pequeños de tapa plástica con la sílica gel suficiente para que el tamaño del fragmento o alga quede cubierto, con la finalidad de un mejor secado la mitad de la sílica puede ser pulverizada y dejar la mitas restante granulada (Florez-Leiva et al., 2010).

## **FORMOL AL 4%**

Se prepara formol al 4% a partir de la disolución de formol comercial al 37% en agua de mar. Los especímenes son sumergidos por completo en la solución preparada, en frascos con tapa plástica y para impedir la decoloración de las muestras los frascos, los cuales deben llevar los rótulos correspondientes de la muestra, deben ser mantenidos en la oscuridad (Flórez-Leiva et al., 2010). En la preparación de una solución de formol al 4% se utiliza la siguiente fórmula:  $V_1C_1 = V_2C_2$  siendo:  $V_1$  el volumen a inicial;  $C_1$  la concentración inicial,  $V_2$  el volumen final y  $C_2$  la concentración final.

## METODOLOGÍA

### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el perfil costero rocoso de la Provincia de Santa Elena está delimitada al norte con la Provincia de Manabí y al sur con la Provincia de Guayas y el Océano Pacífico (Olives Maldonado et al., 2020; Prefectura de Santa Elena, 2009), cuenta con una extensión aproximada de 3.762,8 km<sup>2</sup> y con 385 735 habitantes según el VII censo de población del 2022 (INEC, 2022), está conformada por los cantones de Salinas con una extensión 68,7 km<sup>2</sup>, La Libertad con una extensión de 25,3 km<sup>2</sup> y Santa Elena con una extensión de 3668,90 km<sup>2</sup> (Prefectura de Santa Elena, 2009). La provincia cuenta con una temperatura promedio de 23°C a 26°C, estas condiciones climáticas reciben la influencia de la corriente fría de Humboldt y por la corriente cálida de El Niño según datos del INOCAR (INOCAR, 2021).

A lo largo del perfil costero de la Península de Santa Elena se establecerán 11 estaciones de muestreos (gráfico 1); en 5 playas de Salinas, 1 de La Libertad, 5 de Santa Elena, donde existen zonas rocosas. La tabla 1 contiene los sitios de muestreo y sus coordenadas geográficas.

Figura 3. Sitios de muestreos en la Península de Santa Elena.

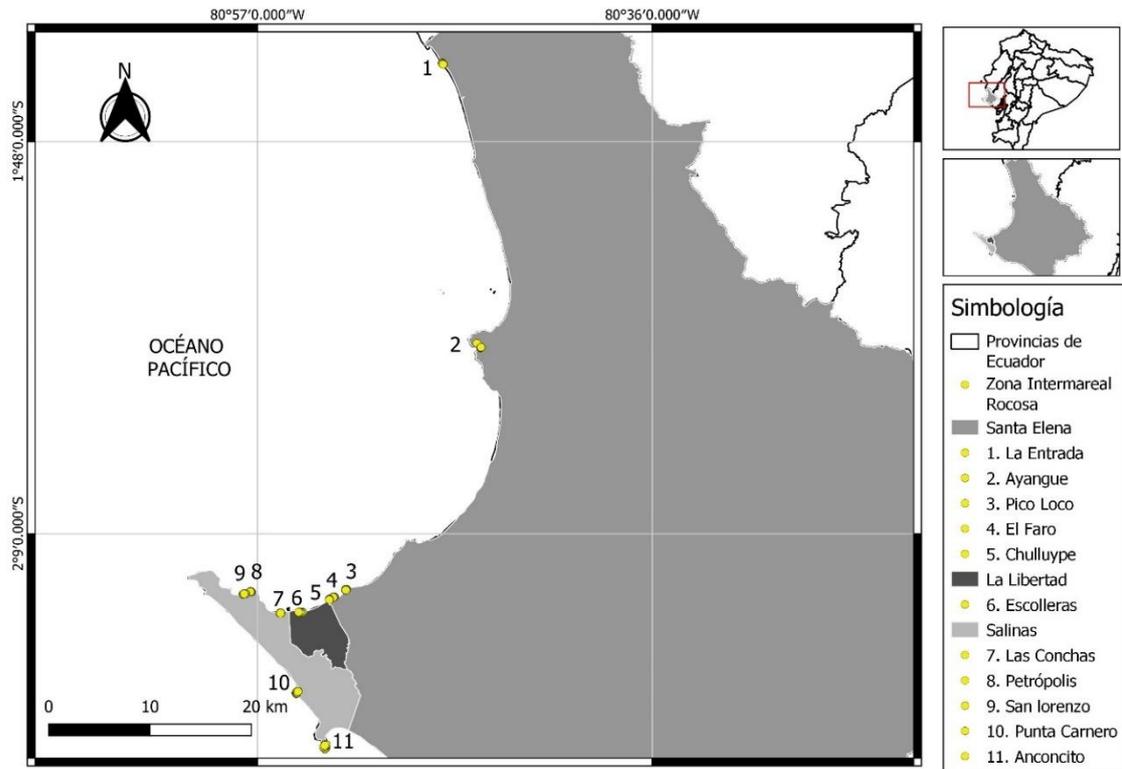


Tabla 1. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreos

Cantón	Sitio	Coordenadas geográficas UTM	
		X	Y
Salinas	Anconcito	512246.00	9741863.00
	Punta Carnero	509611.73	9746833.05
	Las Conchas	507445.09	9754653.73
	San Lorenzo	504177.98	9756414.79
	Petrópolis	504955.63	9756629.65
La Libertad	Las escolleras	509988.77	9754631.27
Santa Elena	Ballenita – Chulluype	512641.45	9755906.57
	Ballenita – El Faro	513046.37	9756137.42
	Ballenita – Pico Loco	514258.20	9756858.58
	Zona norte – La Entrada	523777.80	9808790.74
	Zona norte – Ayangue	527202.36	9781168.99

## **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es de tipo cualitativa, descriptiva, no experimental, que es aquella que se basa en la observación del objeto de estudio en su ambiente natural para después proceder a estudiarlo o analizarlo, sin manipulación de variables; usando un diseño transeccional descriptivo, que se basa en la recolección de datos y en el reporte de los datos obtenidos (Dzul, 2005; Hernández et al., 2014).

Siguiendo el diseño de investigación cualitativo, las muestras recolectadas fueron analizadas e identificadas a partir de sus características morfológicas y citológicas, utilizando el método descriptivo y estadístico, para realizar el análisis y clasificación taxonómica de los especímenes recolectados; con la ayuda de técnicas de recolección *in situ* y trabajo de laboratorio.

## **FASE DE CAMPO**

### **RECOLECCIÓN FICOLÓGICA**

Los muestreos y colección de las macroalgas se realizaron mensualmente en la época húmeda de diciembre del 2023 a febrero del 2024 durante la bajamar usando como guía la tabla de mareas proporcionada por la página del INOCAR (Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador). Las macroalgas fueron recolectadas en la zona intermareal rocosa siguiendo el protocolo de muestreo para costas rocosas en la zona intermareal del grupo de expertos del South American Research Group on Coastal Ecosystems (SARCE), utilizando transectos de 30 metros de longitud paralelos a la línea de la costa, colocando cuadrantes aleatorios (1m x 1m), muestreando 10 cuadrantes por sitio; la colección *in situ* de los ejemplares se efectuó mediante extracción manual y con espátulas (SARCE, 2019). Las muestras fueron almacenadas en frascos debidamente rotulados con la siguiente información: sitio de muestreo, fecha de colecta, coordenadas geográficas y tipo de sustrato; fijadas en formol al 4% en agua de mar, para los montajes en fresco de las especies colectadas *in situ*, se utilizó una cartulina blanca de tamaño estándar de 29 cm x 32 cm, en la que detalla la información taxonómica de cada ejemplar (Florez-Leiva et al., 2010), las muestras fueron analizadas en el laboratorio del Centro de Investigaciones

Biológicas y Prácticas Académicas-CIBPA de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

## **PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS**

Los parámetros físicos fueron tomados *in situ* durante todos los meses de estudio, con la ayuda de un multiparámetro YSI modelo 556 MPS, previamente calibrado, para medir temperatura (°C), salinidad (‰), potencial de hidrogeno (pH) (Clinton, 1991c).

## **FASE DE LABORATORIO**

### **IDENTIFICACIÓN DE MACROALGAS**

Los criterios de observación microscópicas fueron las características morfológicas tales como forma, textura, talo, frondes, bordes, ramificaciones y características citológicas realizando cortes histológicos para la apreciación de la disposición de células observadas mediante un microscopio binocular marca BOECO 2000 y un estereoscopio marca BOECO HY2X (Acosta et al., 2023).

Los criterios de identificación fueron las claves taxonómicas, literatura y guías especializadas de Muller y Salazar (1996), Schnetter y Bula (1982), Aylthon (1967) y Acleto y Zúñiga (1998).

Los criterios taxonómicos y estatus nomenclatural de cada especie fueron revisados y confirmados en la base de datos de AlgaeBase (<https://www.algaebase.org/>).

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

En este estudio se incluye una comparación de macroalgas desde 1945 hasta la actualidad registradas para la Península de Santa Elena a partir de bases de datos de ResearchGate (<https://www.researchgate.net/>), Scopus (<https://www.scopus.com/>), herbarios, colecciones

de las universidades UPSE y Guayaquil, libros e informes técnicos de macroalgas registradas en instituciones académicas.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Se realizó el análisis de la composición espacio temporal de las macroalgas mediante gráficos estadísticos de Excel y el programa de *Past (Paleontological Statistics)* versión 4.0 que es un software gratuito con funciones de manipulación de datos científicos, ecológicos y análisis univariado y multivariado; para el análisis histórico de las macroalgas, así como para el análisis de los parámetros ambientales (Hammer, 2024).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### IDENTIFICACIÓN DE MACROALGAS

A lo largo del perfil costero de la península de Santa Elena se identificaron un total de 68 especies de macroalgas, de las cuales 18 le pertenecen al phylum Chlorophyta, 17 al phylum Ochrophyta y 33 al phylum Rhodophyta (Tabla 2). Estas especies se encuentran distribuidas en 26 familias y 16 órdenes.

Los géneros con mayor riqueza fueron; *Ulva* con 5 especies: *Ulva clathrata*, *Ulva flexuosa*, *Ulva lactuca*, *Ulva intestinalis*, *Ulva sp*; *Padina* con 4 especies: *Padina pavonica*, *Padina concrescens*, *Padina durvillaei*, *Padina gymnospora* e *Hypnea* con 4 especies: *Hypnea pannosa*, *Hypnea spinella*, *Hypnea valentiae*, *Hypnea sp*; las familias mejor caracterizadas según el número de taxa fueron Ulvaceae (5), Cladophoraceae (5), Dictyotaceae (9) y Rhodomelaceae (6).

A continuación, se presenta las especies presentes en cada sitio de muestreo durante los meses de diciembre de 2023 a febrero de 2024, en donde, LE: La Entrada; AY: Ayangue; PL: Pico Loco; EF: El Faro; CH: Chullupe; ES: Escolleras; LC: Las Conchas; PE: Petrópolis; SL: San Lorenzo; PC: Punta Carnero; AN: Anconcito (Tabla 2).

Tabla 2. Macroalgas registradas en la zona intermareal rocosa de los sitios muestreados durante 2023 - 2024

ESPECIE/DISTRIBUCIÓN	LE	AY	PL	EF	CH	ES	LC	PE	SL	PC	AN
<i>Acetabularia sp.</i>	X										
<i>Bryopsis pennata</i>	X				X		X				
<i>Bryopsis plumosa</i>			X		X						
<i>Caulerpa chemnitzia</i>	X				X		X			X	X
<i>Caulerpa sertularioides</i>					X		X	X	X		
<i>Chaetomorpha antennina</i>	X	X	X	X			X	X	X	X	X
<i>Chaetomorpha linum</i>	X	X		X			X	X	X		X
<i>Cladophora perpusilla</i>			X	X	X	X	X				X
<i>Cladophora prolifera</i>		X		X	X				X		
<i>Codium brandegeei</i>	X				X					X	
<i>Codium isabellae</i>			X		X			X	X	X	X
<i>Codium tomentosum</i>			X	X				X	X	X	

ESPECIE/DISTRIBUCIÓN	LE	AY	PL	EF	CH	ES	LC	PE	SL	PC	AN
<i>Rhizoclonium riparium</i>	X				X		X	X	X		
<i>Ulva clathrata</i>	X		X	X			X				
<i>Ulva sp.</i>								X		X	X
<i>Ulva flexuosa</i>	X						X	X			
<i>Ulva intestinalis</i>	X				X		X				
<i>Ulva lactuca</i>	X			X	X	X	X		X	X	X
<i>Colpomenia sinuosa</i>	X		X	X	X			X	X		X
<i>Dictyopteris sp.</i>	X	X		X	X	X					
<i>Dictyota dichotoma</i>	X			X					X	X	
<i>Ectocarpus sp.</i>		X		X	X	X	X			X	X
<i>Hydroclathrus clathratus</i>			X								
Ochrophyta 1	X										
Ochrophyta 2	X	X									
<i>Padina concrescens</i>	X	X		X	X	X		X	X	X	
<i>Padina durvillaei</i>	X		X								
<i>Padina gymnospora</i>	X	X			X					X	
<i>Padina pavonica</i>	X		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Rosenvingea endiviifolia</i>				X							X
<i>Sargassum ecuadoreanum</i>	X		X	X	X						
<i>Sargassum sp.</i>			X	X		X					
<i>Spatoglossum sp.</i>			X	X		X					
<i>Spatoglossum ecuadoreanum</i>			X			X					
<i>Styopodium zonale</i>			X	X	X					X	
<i>Acanthophora sp</i>	X		X	X	X	X		X	X		
<i>Acanthophora spicifera</i>			X	X				X	X		
<i>Aglaothamnion pseudobyssoides</i>	X		X			X					X
<i>Ahnfeltia plicata</i>					X				X	X	X
<i>Amphiroa beauvoisii</i>										X	X
<i>Centroceras clavulatum</i>		X	X			X					
<i>Ceramium cimbricum</i>	X		X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Ceratodictyon variable</i>					X	X					X
<i>Chondracanthus acicularis</i>			X		X		X		X		X
<i>Chondracanthus sp</i>						X					
<i>Chondrus crispus</i>	X		X	X	X	X	X				
<i>Corallina officinalis</i>	X			X	X			X	X	X	X
<i>Gelidium pusillum</i>	X			X	X					X	X
<i>Gelidium sclerophyllum</i>									X		X
<i>Grateloupia sp.</i>							X				X
<i>Gymnogongrus durvillei</i>						X					
<i>Herposiphonia tenella</i>	X							X			
<i>Hypnea pannosa</i>	X							X	X	X	X
<i>Hypnea spinella</i>		X			X	X	X	X	X		X

ESPECIE/DISTRIBUCIÓN	LE	AY	PL	EF	CH	ES	LC	PE	SL	PC	AN
<i>Hypnea valentiae</i>			X	X	X			X			X
<i>Hypnea sp.</i>				X		X					
<i>Jania ungulata</i>	X		X	X						X	
<i>Laurencia sp.</i>	X					X			X		X
<i>Lithophyllum sp.</i>										X	
<i>Polysiphonia bifurcata</i>	X	X				X	X				
<i>Pterocladia capillacea</i>				X	X		X		X	X	
<i>Rhodophyta 1</i>					X				X	X	
<i>Gracilaria sp.</i>	X			X	X				X	X	
<i>Symphyocladia spinifera</i>	X						X				
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	X			X	X	X				X	
<i>Sarcopeltis skottsbergii</i>	X									X	
<i>Stirkia codii</i>						X					
<i>Scinaia sp</i>					X						

Tabla 3. Chlorophytas registradas en los cantones de Santa Elena, La Libertad y Salinas

PHYLLUM	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO
Chlorophyta	Bryopsidales	Bryopsidaceae	Bryopsis	<i>Bryopsis pennata</i>
				<i>Bryopsis plumosa</i>
				<i>Bryopsis plumosa</i>
		Caulerpaceae	Caulerpa	<i>Caulerpa chemnitzia</i>
				<i>Caulerpa sertularioides</i>
				<i>Caulerpa sertularioides</i>
		Codiaceae	Codium	<i>Codium brandegeei</i>
				<i>Codium isabelae</i>
				<i>Codium tomentosum</i>
	Cladophorales	Cladophoraceae	Chaetomorpha	<i>Chaetomorpha antennina</i>
				<i>Chaetomorpha linum</i>
				<i>Chaetomorpha linum</i>
			Cladophora	<i>Cladophora perpusilla</i>
				<i>Cladophora prolifera</i>
				<i>Cladophora prolifera</i>
Dasycladales	Polyphysaceae	Acetabularia	<i>Acetabularia sp.</i>	
			<i>Acetabularia sp.</i>	
			<i>Acetabularia sp.</i>	
Ulvales	Ulvaceae	Ulva	<i>Ulva clathrata</i>	
			<i>Ulva sp.</i>	
			<i>Ulva flexuosa</i>	
			<i>Ulva intestinalis</i>	
				<i>Ulva lactuca</i>

Tabla 4. Ochrophytas registradas en los cantones de Santa Elena, La Libertad y Salinas

PHYLLUM	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	NOMBRE CIENTÍFICO
Ochrophyta	Dictyotales	Dictyotaceae	Dictyopteris	<i>Dictyopteris sp.</i>
			Dictyota	<i>Dictyota dichotoma</i>
			Padina	<i>Padina conrescens</i>
			Padina	<i>Padina durvillaei</i>

			<i>Padina gymnospora</i>
			<i>Padina pavonica</i>
		Spatoglossum	<i>Spatoglossum ecuadoreanum</i>
			<i>Spatoglossum sp.</i>
		Styopodium	<i>Styopodium zonale</i>
Ectocarpales	Ectocarpaceae	Ectocarpus	<i>Ectocarpus sp.</i>
	Scytosiphonaceae	Colpomenia	<i>Colpomenia sinuosa</i>
		Hydroclathrus	<i>Hydroclathrus clathratus</i>
		Rosenvingea	<i>Rosenvingea endiviifolia</i>
Fucales	Sargassaceae	Sargassum	<i>Sargassum ecuadoreanum</i>
		Sargassum	<i>Sargassum sp.</i>
			<i>Ochrophyta 1</i>
			<i>Ochrophyta 2</i>

Tabla 5. Rhodophytas registradas en los cantones de Santa Elena, La Libertad y Salinas

PHYLUM	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Rhodophyta	Ahnfeltiales	Ahnfeltiaceae	Ahnfeltia	<i>Ahnfeltia plicata</i>
	Ceramiales	Callithamniaceae	Aglaothamnion	<i>Aglaothamnion pseudobyssoides</i>
		Ceramaceae	Centroceras	<i>Centroceras clavulatum</i>
			Ceramium	<i>Ceramium cimbricum</i>
			Stirkia	<i>Stirkia codii</i>
		Rhodomelaceae	Acanthophora	<i>Acanthophora sp</i>
			Acanthophora	<i>Acanthophora spicifera</i>
			Herposiphonia	<i>Herposiphonia tenella</i>
			Laurencia	<i>Laurencia sp.</i>
			Polysiphonia	<i>Polysiphonia bifurcata</i>
			Symphyocладиella	<i>Symphyocладиella spinifera</i>
	Corallinales	Corallinaceae	Corallina	<i>Corallina officinalis</i>
			Jania	<i>Jania unguata</i>
		Lithophyllaceae	Amphiroa	<i>Amphiroa beauvoisii</i>
			Lithophyllum	<i>Lithophyllum sp.</i>
	Gelidiales	Gelidiaceae	Gelidium	<i>Gelidium pusillum</i>
			Gelidium	<i>Gelidium sclerophyllum</i>
		Pterocladaceae	Pterocladia	<i>Pterocladia capillacea</i>
	Gigartinales	Cystocloniaceae	Hypnea	<i>Hypnea pannosa</i>
			Hypnea	<i>Hypnea spinella</i>
			Hypnea	<i>Hypnea valentiae</i>
			Hypnea	<i>Hypnea sp.</i>
		Gigartinaceae	Chondracanthus	<i>Chondracanthus acicularis</i>
			Chondracanthus	<i>Chondracanthus sp.</i>
			Chondrus	<i>Chondrus crispus</i>
			Sarcopeltis	<i>Sarcopeltis skottsbergii</i>
		Phylloporaceae	Gymnogongrus	<i>Gymnogongrus durvillei</i>

Gracilariales	Gracilariaceae	Gracilaria	<i>Gracilaria sp.</i>
Halymeniales	Grateloupiaceae	Grateloupia	<i>Grateloupia sp.</i>
Nemaliales	Scinaiaceae	Scinaia	<i>Scinaia sp.</i>
Rhodymeniales	Lomentariaceae	Ceratodictyon	<i>Ceratodictyon variabile</i>
	Rhodymeniaceae	Rhodymenia	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> <i>Rhodophyta 1</i>

## NUEVOS REGISTROS PARA LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA

En el presente estudio se reportan un total de 68 especies de macroalgas para la Península de Santa Elena, de las cuales 7 Chlorophyta, 1 Ochrophyta y 8 Rhodophyta se registran como nuevos géneros. Siendo algunos de estos ya registrados para Ecuador continental a excepción de *Acetabularia sp.*, *Ulva intestinalis*, *Chondrus crispus*, *Sarcopeltis skottsbergii* y *Stirkiia codii* (Tabla 6).

Tabla 6. Nuevos registros de macroalgas para la Península de Santa Elena

<b>Chlorophyta</b>	<i>Acetabularia sp.</i> <i>Bryopsis pennata</i> <i>Bryopsis plumosa</i> <i>Chaetomorpha linum</i> <i>Rhizoclonium riparium</i> <i>Ulva clathrata</i> <i>Ulva intestinalis</i>
<b>Ochrophyta</b>	<i>Padina concrescens</i>
<b>Rhodophyta</b>	<i>Acanthophora spicifera</i> <i>Ahnfeltia plicata</i> <i>Amphiroa beauvoisii</i> <i>Ceratodictyon variabile</i> <i>Chondrus crispus</i> <i>Sarcopeltis skottsbergii</i> <i>Stirkiia codii</i> <i>Symphyocodiella spinifera</i>

## NUEVOS REGISTROS DEL PHYLUM CHLOROPHYTA PARA LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA

*Acetabularia sp.*, J.V. Lamouroux 1812.

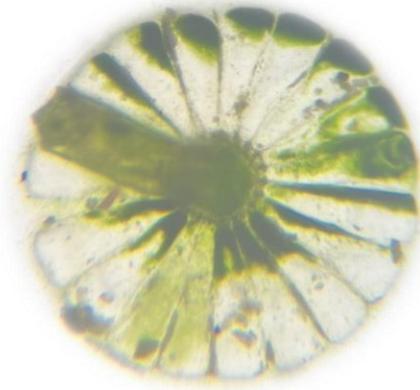


Figura 4. Vista microscópica del talo de *Acetabularia sp.*

### Clasificación taxonómica

Clase:

Ulvophyceae

Orden:

Dasycladales

Familia:

Polyphysaceae

Género:

*Acetabularia*

Descripción: Alga de color verde con talo cenocítico, erecto, constituido por un eje central del que nacen sucesivos verticilos, estos se adhieren lateralmente constituyendo una estructura en forma de copa o de paraguas invertido compuesto por numerosos radios (18 radios).

Distribución: En aguas poco profundas de mares templados y tropicales; desde Estados Unidos hasta el Mar Mediterráneo.

Lugar de colección: La Entrada, sustrato rocoso de la zona intermareal.

***Bryopsis pennata*, J.V.Lamouroux 1809**



*Figura 5. Ejemplar de Bryopsis pennata*

Clase:

Ulvophyceae

Orden:

Bryopsidales

Suborden:

Bryopsidineae

Familia:

Bryopsidaceae

Género:

Bryopsis

Descripción: Presenta pinnulas cerca de la punta, son laterales e irregulares y las pinnulas se encuentran en series interrumpidas y esparcidas. Pinnulas cortas que se adelgazan hacia el ápice.

Distribución: Ampliamente distribuida en todo el mundo en las zonas costeras.

Lugar de colección: La Conchas, grietas de la zona intermareal rocosa.

*Bryopsis plumosa*, (Hudson) C.Agardh 1823



Figura 6. *Bryopsis plumosa* en su hábitat natural

Clase:

Ulvophyceae

Orden:

Bryopsidales

Suborden:

Bryopsidineae

Familia:

Bryopsidaceae

Género:

*Bryopsis*

Descripción: Alga de color verde oscuro, el eje central se ramifica de manera opuesta en ramas laterales más cortas, con numerosas pinnulas que se van haciendo más pequeñas hacia el ápice.

Distribución: Ampliamente distribuida en todo el mundo en las zonas costeras.

Lugar de colección: Pico Loco, grietas de la zona intermareal rocosa.

***Chaetomorpha linum*, (O.F.Müller) Kützing 1845**



Figura 7. Vista microscópica del talo de *Chaetomorpha linum*

Clase:

Ulvophyceae

Orden:

Cladophorales

Familia:

Cladophoraceae

Género:

*Chaetomorpha*

Descripción: Alga filamentosa de color verde amarillento, adheridos al sustrato por una célula basal alargada, forma densas masas flotantes enredadas con otras algas.

Distribución: Ampliamente distribuida en todo el mundo en las zonas costeras.

Lugar de colección: San Lorenzo, sustrato rocoso de la zona intermareal.

***Rhizoclonium riparium*, (Roth) Harvey 1849**



*Figura 8. Vista microscópica del talo de Rhizoclonium riparium*

Clase:

Ulvophyceae

Orden:

Cladophorales

Familia:

Cladophoraceae

Género:

Rhizoclonium

Descripción: Filamentos uniseriados, simples, cilíndricos y curvados de contorno irregular, nunca rectos.

Distribución: Europa, América del Norte, América del Sur, América Central.

Lugar de colección: Las Conchas, sustrato rocoso de la zona intermareal.

***Ulva clathrata*, (Roth) C.Agardh 1811**



*Figura 9. Vista microscópica del talo de Ulva clathrata*

Clase:

Ulvophyceae

Orden:

Ulvales

Familia:

Ulvaceae

Género:

Ulva

Descripción: Talo laminar, tubular, muy ramificado, más estrecho hacia la zona basal, ramas en forma de espinas.

Distribución: Presente en casi todos los mares del mundo.

Lugar de colección: El Faro, sustrato rocoso de la zona intermareal.

*Ulva intestinalis*, Linnaeus 1753



Figura 10. A) Vista microscópica del talo de *Ulva intestinalis*. B) Corte transversal del talo de *U. intestinalis*

Clase:

Ulvophyceae

Orden:

Ulvales

Familia:

Ulvaceae

Género:

*Ulva*

Descripción: Talo tubular hueco, gregario, márgenes lisos, cilíndrico de la base al centro aplanándose hacia la base. Células en vista superficial sin un patrón, con formas rectangulares variadas y borde redondeados.

Distribución: Ampliamente distribuida en la mayoría de los mares del mundo, crece en las partes más altas de preferencia en aguas tranquilas de la zona intermareal.

Lugar de colección: Las Conchas, sustrato rocoso de la zona intermareal.

## NUEVOS REGISTROS DEL PHYLUM OCHROPHYTA PARA LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA

### *Padina concrescens*, Thivy 1945



Figura 11. A) Vista de *Padina concrescens* en su hábitat natural. B) Vista microscópica de corte transversal al fronde de *P. concrescens*.

Clase:

Phaeophyceae

Subclase:

Dictyotophycidae

Orden:

Dictyotales

Familia:

Dictyotaceae

Género:

*Padina*

Descripción: Alga gregaria, talo erecto, foliáceo extendido, adherido al sustrato por un cojinete de rizoides ventrales, forma de estipe en la región basal, presenta margen de crecimiento enrollado hacia arriba. Células con forma cuadrática, 4 células medulares, 2 células en la periferia.

Distribución: Se encuentra en las costas de América del Norte, Golfo de California, México; y América del Sur, Islas Galápagos y Ecuador continental.

Lugar de colección: El Faro, sustrato rocoso y arenoso de la zona intermareal.

## NUEVOS REGISTROS DEL PHYLUM RHODOPHYTA PARA LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA

### *Acanthophora spicifera*, (M.Vahl) Børgesen 1910

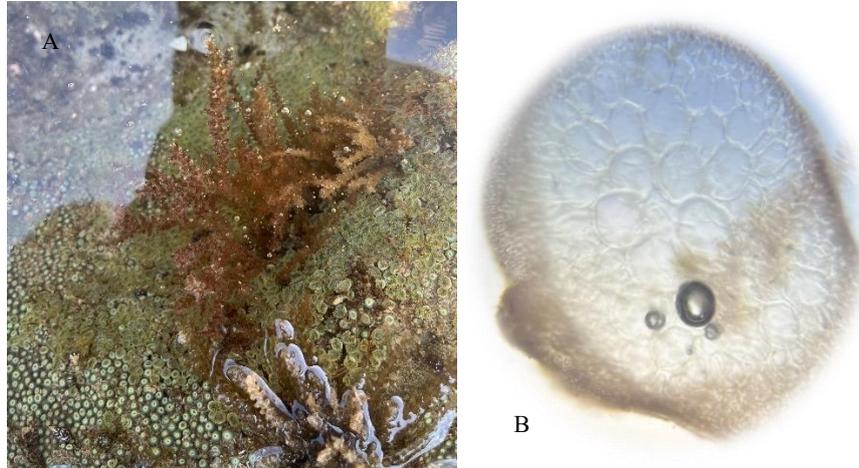


Figura 12. A) Vista de *Acanthophora spicifera* en su hábitat natural. B) Vista microscópica de corte transversal del talo de *A. spicifera*

Clase:

Florideophyceae

Subclase:

Rhodymeniophycidae

Orden:

Ceramiales

Familia:

Rhodomelaceae

Género:

*Acanthophora*

Descripción: Talo denso, erecto y corto con ramas cilíndricas macizas, cartilaginosas, las ramas que salen de las ramas principales son irregulares y con numerosas espinosas dispuestas radialmente.

Distribución: América del Norte, América Central, América del Sur, Europa

Lugar de colección: San Lorenzo, sustrato rocoso de la zona intermareal.

*Ahnfeltia plicata*, (Hudson) E.M.Fries 1836

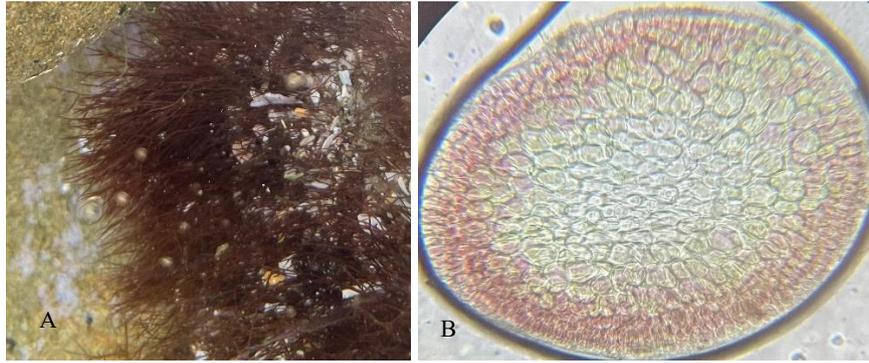


Figura 13. A) Vista de *Ahnfeltia plicata* en su hábitat natural. B) Vista microscópica de corte transversal al talo de *A. plicata*.

Clase:

Florideophyceae

Subclase:

Ahnfeltiophycidae

Orden:

Ahnfeltiales

Familia:

Ahnfeltiaceae

Género:

*Ahnfeltia*

Descripción: Talo formando cordones cilíndricos, estrechos, rígidos y ásperos, aspecto como alambre.

Distribución: Ampliamente distribuida en todo el mundo.

Lugar de colección: San Lorenzo, sustrato rocoso de la zona intermareal.

*Amphiroa beauvoisii*, J.V.Lamouroux 1816



Figura 14. Vista del talo de *Amphiroa beauvoisii* en el estereoscopio

Clase:

Florideophyceae

Subclase:

Corallinophycidae

Orden:

Corallinales

Familia:

Lithophyllaceae

Subfamilia:

Lithophylloideae

Género:

*Amphiroa*

Descripción: Talo erecto, de color rosa, con una fuerte impregnación de carbonato de calcio, fija al sustrato por un disco costroso pequeño, ramificación dicotómica principalmente, forma densos agregados, en la parte basal y media las intergenículas son cilíndricas y comprimidas.

Distribución: Ampliamente distribuida en todo el mundo

Lugar de colección: Anconcito, sustrato rocoso de la zona intermareal.

*Ceratodictyon variable*, (J.Agardh) R.E.Norris 1987



Figura 15. Vista de *Ceratodictyon variable* en su hábitat natural

Clase:

Florideophyceae

Subclase:

Rhodymeniophycidae

Orden:

Rhodymeniales

Familia:

Lomentariaceae

Género:

*Ceratodictyon*

Descripción: Talo erecto, con ligeras ramificaciones ascendentes, crecimiento en estolones, por rizoides que se fijan al sustrato.

Distribución: Ampliamente distribuida en todo el mundo

Lugar de colección: Las Escolleras, sustrato rocoso y arenoso de la zona intermareal.

*Chondrus crispus*, Stackhouse 1797



Figura 16. A) Vista de *Chondrus crispus* en su hábitat natural. B) Vista microscópica del corte transversal del fronde de *C. crispus*.

Clase:

Florideophyceae

Subclase:

Rhodymeniophycidae

Orden:

Gigartinales

Familia:

Gigartinaceae

Género:

*Chondrus*

Descripción: Alga polimórfica, cartilaginosa, erecta, fijada al sustrato por un disco, la parte basal del eje es cilíndrica, aplanándose hacia los ápices y partes superiores. Ramificación irregular, dicotómica.

Distribución: Islas de Atlántico, Europa, África, América del Norte y del Sur

Lugar de colección: Las Escolleras, sustrato rocoso y arenoso de la zona intermareal.

***Sarcopeltis skottsbergii*, (Setchell & N.L.Gardner) Hommersand, Hughey, Leister & P.W.Gabrielson 2020**



Figura 17. A) Vista de *Sarcopeltis skottsbergii* en su hábitat natural. B) Vista microscópica del corte transversal al fronde de *S. skottsbergii*

Clase:

Florideophyceae

Subclase:

Rhodymeniophycidae

Orden:

Gigartinales

Familia:

Gigartinaceae

Género:

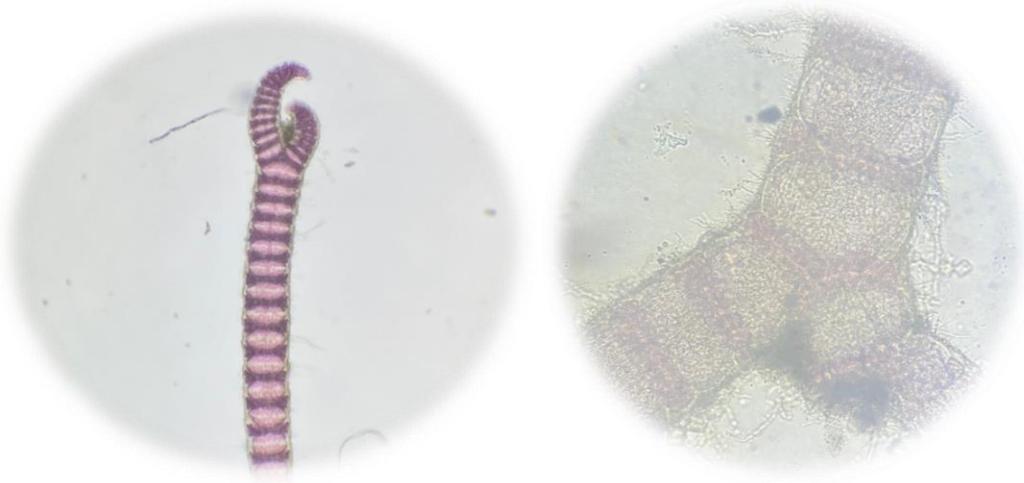
*Sarcopeltis*

Descripción: Talo laminar muy pequeño de contorno elipsoidal, la lámina es cartilaginosa, lisa, lobulada, ondulada, a veces entrecortadas, pero manteniendo el contorno elipsoidal, el fronde crece pegada al sustrato rocoso por numerosos hapterios que surgen del lado inferior de la lámina.

Distribución: Zonas templadas de Suramérica e Islas Subantárticas

Lugar de colección: Punta Carnero, sustrato rocoso de la zona intermareal.

***Stirkia codii*, (H.Richards) Barros-Barreto & Maggs 2023**



*Figura 18. Vista microscópica del talo de Stirkia codii*

Clase:

Florideophyceae

Subclase:

Rhodymeniophycidae

Orden:

Ceramiales

Familia:

Ceramiaceae

Subfamilia:

Ceramioideae

Género:

*Stirkia*

Descripción: Talo pequeño de 1cm de longitud con ejes erectos y postrados con ramificación muy variable. Se diferencia por una corticación reducida. Posee una ramificación pseudodicotómica dispersa y también ramificaciones laterales adventicias.

Distribución: Ampliamente distribuida en todo el mundo

Lugar de colección: Las Escolleras, sustrato rocoso y arenoso de la zona intermareal.

*Symphycladiella spinifera*, (Kützing) D.Bustamante, B.Y.Won, S.C.Lindstrom &  
T.O.Cho 2019

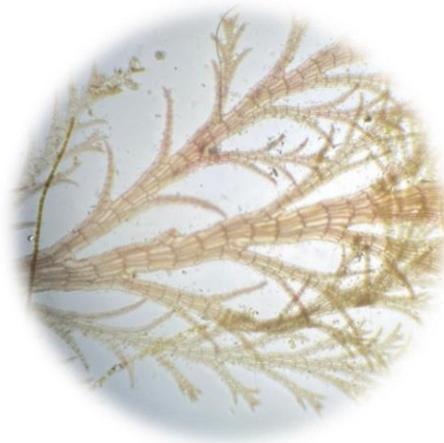


Figura 19. Vista microscópica del talo de *Symphycladiella spinifera*

Clase:

Florideophyceae

Subclase:

Rhodymeniophycidae

Orden:

Ceramiales

Familia:

Rhodomelaceae

Género:

*Symphycladiella*

Descripción: Alga filamentosa muy ramificada de forma dística, suave y flácida, con ejes principales muy ramificados por pequeñas y delgadas ramitas que adelgazan hacia las terminaciones.

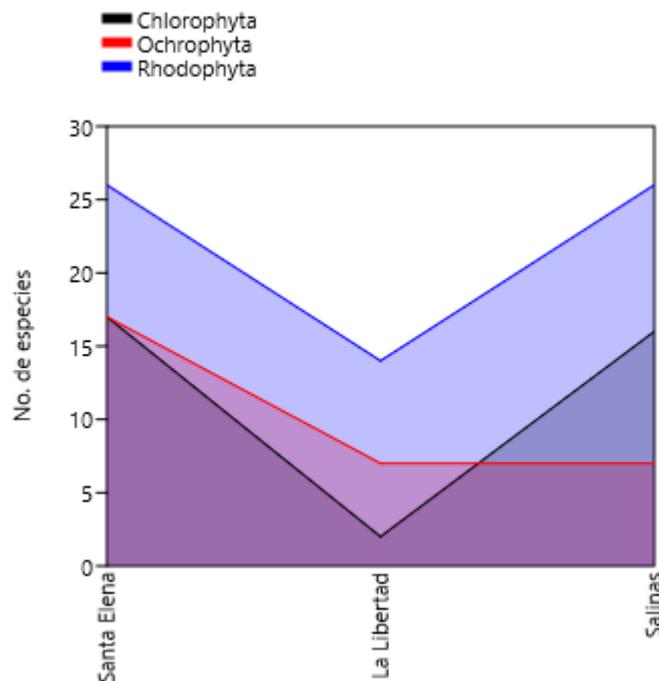
Distribución: Europa, Francia; Atlántico occidental, América del Sur, Ecuador, Perú, Medio Oriente, Cuenca del Levante, Siria.

Lugar de colección: La Entrada, sustrato rocoso y arenoso de la zona intermareal.

## RIQUEZA DE ESPECIES POR CANTÓN

En el cantón Santa Elena se evidenció la presencia de 60 especies en total, para La Libertad se registró 23 especies y para Salinas 49 especies (Figura 22). Siendo Santa Elena el cantón con mayor número de especies y mejor distribución, considerando que en el cantón Santa Elena se muestreó en 5 sitios al igual que en Salinas, mientras que en La Libertad solo fue en un sitio.

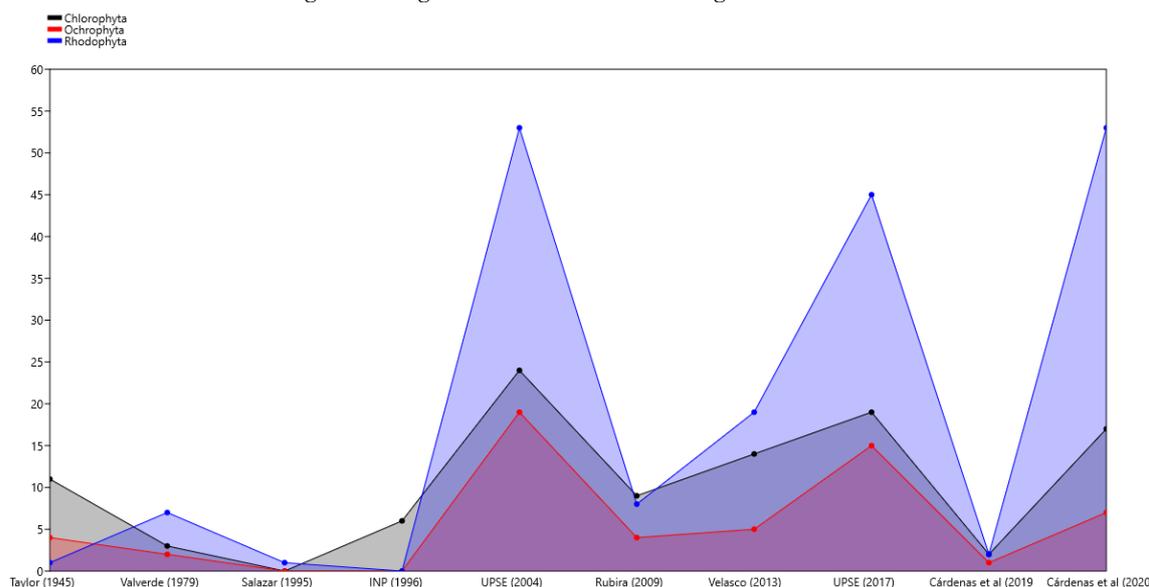
Figura 20. Riqueza de especies por cantón



## RIQUEZA HISTÓRICA

La data histórica refleja que, en el año 2004, 2017 y 2020 se registraron mayor número de especies, siendo el phylum más dominante las Rhodophytas, a lo largo del tiempo, este phylum se mantiene con una alta riqueza de especies (Figura 21). Las Rhodophytas fueron dominantes en la zona intermareal, donde predomina la marea debido a que esta zona en horas de bajamar se expone en menor proporción a la desecación, insolación y al estrés térmico, lo que responde a su alta riqueza.

Figura 21. Registro histórico de las macroalgas 1945 - 2020

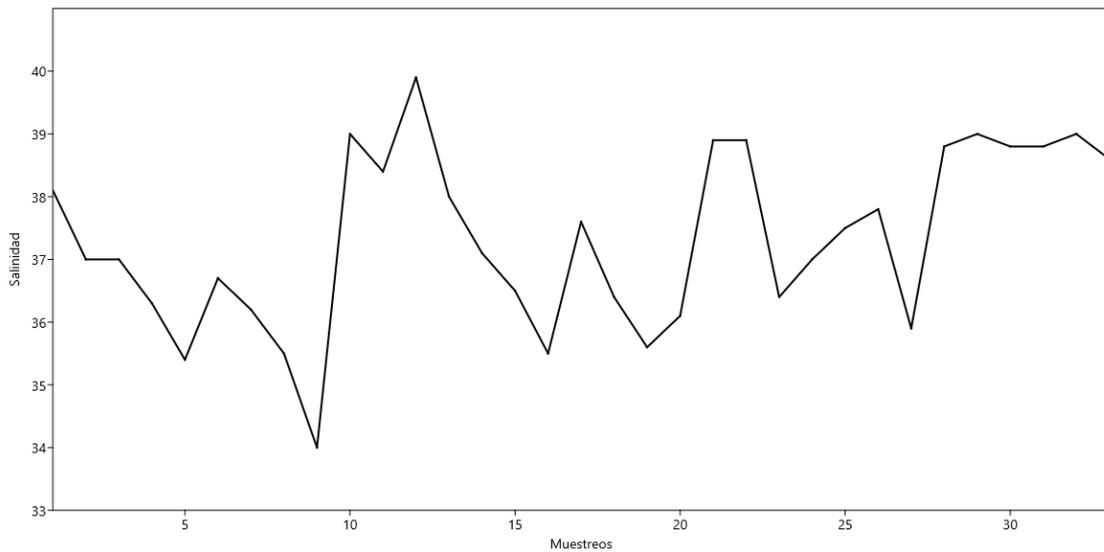


## PARÁMETROS AMBIENTALES

Para los meses de estudio *in situ* los parámetros ambientales tuvieron rangos significativos en los once sitios de muestreo a lo largo del perfil costero de la Península de Santa Elena; a pesar de no presentar valores óptimos para la tasa crecimiento de macroalgas se tuvo una riqueza alta para el phylum Rhodophyta.

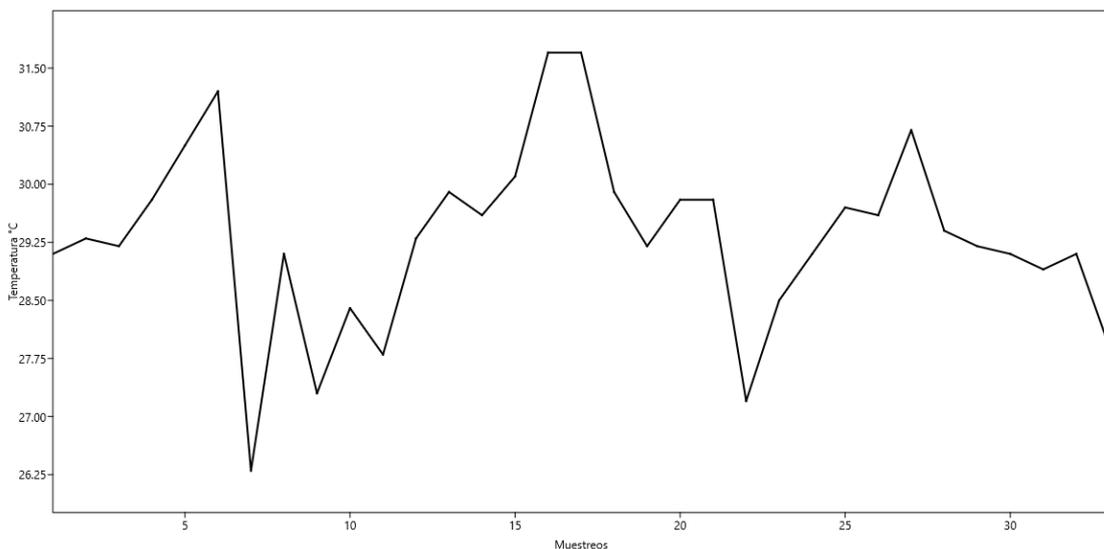
La salinidad en el mes de diciembre del 2023 tuvo valores mínimos de 34 ups para la playa de Punta Carnero y valores máximos de 39 ups para la playa de Anconcito; en el mes de enero del 2024 tuvo valores mínimos de 35,5 ups para la playa de Chulluype y valores máximos de 40 ups para la playa de La Entrada; y para el mes de febrero del 2024 tuvo valores mínimos de 35,9 ups para la playa de Chulluype y valores máximos de 39 ups para las playas de Petrópolis y Anconcito. Para los once sitios de muestreo en los tres meses de estudio se obtuvo una moda de 38 ups (Figura 22). Obteniendo como resultado un rango de variación de salinidad de 5 ups en el mes de diciembre; 4,5 ups en el mes de enero, y 3,1 ups en el mes de febrero.

Figura 22. Salinidad registrada de diciembre 2023 a febrero 2024



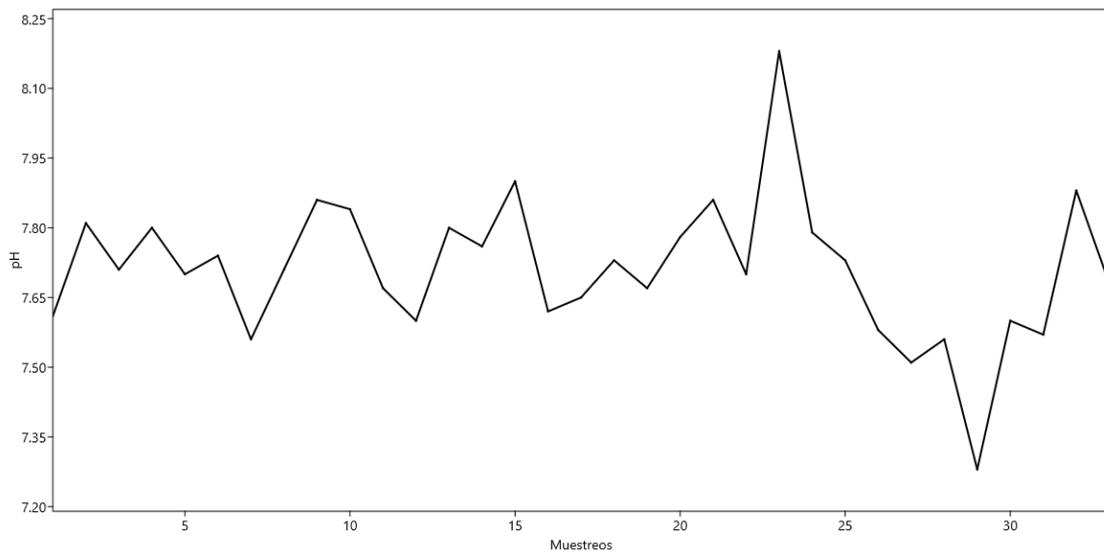
La temperatura superficial del mar presentó una variación con máximos en el mes de enero del 2024 con valores entre 29,9 °C a 31,7°C; en las playas de: Ayangué (29,9°C), El Faro (30,1°C), Chulluype (31,7°C) y Las Conchas (31,7°C) y mínimos en el mes de diciembre del 2023 con valores entre 26°C a 27,3°C; en las playas de Petrópolis y Punta Carnero respectivamente, y para el mes de febrero del año 2024 los valores máximos de temperatura fueron en la playa de Chulluype (30,7°C) y en Pico Loco (29,7°C) y valores mínimos para la playa de Las Escolleras (27,5°C). Obteniendo como resultado un rango del 4,9°C en el mes de diciembre; 4,5°C en el mes de enero y 2,8°C en el mes de febrero. Cabe resaltar que durante los meses de muestreo de diciembre 2023 a febrero 2024 la temperatura tuvo una variación de 5,4°C; considerando la mínima de 26,3°C y la máxima de 31,7°C.

Figura 23. Temperatura superficial del mar registrada de diciembre 2023 a febrero 2024



En el mes de diciembre del 2023 el pH tuvo valores mínimos de 7,56 en la playa de Petrópolis y valores máximos de 7,86 en la playa de Punta Carnero; en el mes de enero del 2024 los valores mínimos fueron de 7,6 en la playa de La Entrada y valores máximos de 7,9 para la playa de El Faro; y en el mes de febrero del 2024 los valores mínimos fueron 7,28 en la playa de Petrópolis y valores máximos de 8,18 en la playa de La Entrada. Obteniendo como resultado un rango del pH de 0,3 en el mes de diciembre y enero, mientras que en el mes de febrero el rango fue de 0,9.

*Figura 24. pH registrado de diciembre 2023 a febrero 2024*



## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la Península de Santa Elena mostraron dominancia de las algas rojas al igual que estudios realizados en Ecuador continental e insular; el número de taxas registradas en este estudio fue mayor en relación con los resultados reportados por Rubira (2012), e inferiores a los reportados por Cárdenas *et. al.* (2020), es importante destacar que este último realizó su estudio en dos zonas: la intermareal y la submareal; mientras que el presente trabajo se realizó solo en la zona intermareal.

Las costas del Pacífico del continente suramericano cuenta con una alta biodiversidad de macroalgas marinas, de norte a sur, en el estudio de Murillo y Peña (2014) realizado en Colombia reportaron 42 especies de macroalgas correspondientes a 12 Chlorophyta, 6 Ochrophyta y 24 Rhodophyta, obteniendo un porcentaje de similitud con el presente estudio del 25% para Chlorophyta, 17% para Ochrophyta y del 29% para Rhodophyta (Murillo & Peña, 2014).

En la investigación realizada por Arakaki *et. al.* (2019) en Perú, se documentó 87 macroalgas, de las cuales 10 corresponden a Chlorophyta, 10 Ochrophyta y 67 Rhodophyta, obteniendo un porcentaje de similitud con el presente estudio del 50% para Chlorophyta, 10% para Ochrophyta y del 12% para Rhodophyta (Arakaki et al., 2019).

En la guía de macroalgas de Macaya (2020), realizado en el Archipiélago de Juan Fernández y Rapa Nui – Chile, con condiciones ambientales favorables para el desarrollo de una gran variedad de especies macroalgales, se registraron un total de 90 especies, de las cuales 23 corresponden a Chlorophyta, 26 Ochrophyta y 41 Rhodophyta, obteniendo un porcentaje de similitud con el presente estudio del 26% para Chlorophyta, 8% para Ochrophyta y del 20% para Rhodophyta (Macaya, 2020).

Lo que indica que el porcentaje de mayor similitud de 26% de macroalgas reportadas en el presente estudio corresponde al país vecino Colombia.

Mientras que, en estudios realizados en la costa de Ecuador insular y continental: en la Reserva Marina de las Galápagos en su línea base de la biodiversidad en el capítulo 23 de Macroalgas Marinas descritas por Garske (2002), reportó 316 especies de macroalgas marinas en total; correspondientes a 42 Chlorophyta, 46 Ochrophyta y 228 Rhodophyta, obteniendo un porcentaje de similitud con el presente estudio del 36% para Chlorophyta, 26% para Ochrophyta y del 10% para Rhodophyta (Garske, 2002).

Cárdenas *et. al* (2020), ha realizado el estudio más extenso de la composición de macroalgas en zonas intermareales y submareales para Ecuador continental, registrando un total de 128 especies de algas marinas: 37 Chlorophyta, 13 Ochrophyta y 78 Rhodophyta, obteniendo un porcentaje de similitud con el presente estudio del 38% para Chlorophyta, 69% para Ochrophyta y del 23% para Rhodophyta. De este estudio se obtiene que, para la Península de Santa Elena, el porcentaje de similitud es del 35% para Chlorophyta, 86% para Ochrophyta y del 25% para Rhodophyta; constatando que, 3 de las especies de Ochrophyta que fueron registradas por Cárdenas *et. al* para Ecuador continental pero no para Santa Elena, en este estudio se las reporta y son: *Colpomenia sinuosa*, *Dictyota sp*, *Spatoglossum sp*. La biodiversidad más alta que registró Cárdenas *et. al* se ubicó en la zona intermareal rocosa para los grupos Rhodophyta y Chlorophyta; lo que coincide con este estudio en que las Rhodophyta fueron las más abundantes en esta zona (Cárdenas et al., 2020).

Rubira (2012), en su estudio focalizado en los sectores de Ballenita, La Libertad y Salinas reportó la presencia de 21 especies de macroalgas; 9 Chlorophyta, 4 Ochrophyta y 8 Rhodophyta, obteniendo un porcentaje de similitud con el presente estudio de 56% para Chlorophyta, 100% para Ochrophyta y del 25% para Rhodophyta (Rubira, 2012).

En trabajos focalizados, realizados por estudiantes de la Universidad Península de Santa Elena acerca de la estructura comunitaria de macroalgas en las playas de la provincia de Santa Elena, Batten (2023), en la playa de la Base Naval de Salinas, identificó 11 géneros; correspondientes a 3 Chlorophyta, 2 Ochrophyta y 6 Rhodophyta; y Andrade (2023), en la playa Punta Chile de la parroquia Chanduy identificó 6 géneros de macroalgas: 3 Chlorophyta, 1 Ochrophyta y 2 Rhodophyta, observando que estos mismos géneros se encontraron en el presente estudio a excepción del género *Galaxaura* registrada por Batten (Andrade, 2023; Batten, 2023).

Los nombres científicos con los que se han registrados cientos de especies no han prevalecido a lo largo de la historia, ya que están sujetos a cambios por nuevos análisis e investigaciones que surgen con el pasar de los años y hacen que especies sean reagrupadas, como: *Ceramium fasgiatum f. flaccidum* es en la actualidad *Ceramium cimbricum*; *Ahnfeltiopsis durvillei* y *Ahnfeltia durvillei* es en la actualidad *Gymnogongrus durvillei*; *Pterocladia capillacea* es *Pteroclatiella capillacea*; *Polysiphonia spinifera* y *Pterosiphonia spinifera* es *Symphyoclatiella spinifera*; *Ulva fasciata*, *Ulva lobata*, *Ulva lactuca f. fasciata*, *Ulva fasciata var. lobata* y *Ulva nematoidea* es en la actualidad *Ulva lactuca*; *Caulerpa peltata* es *Caulerpa chemnitzia*; *Codium cervicorne* es *Codium brandegeei*; *Codium santamariae* es *Codium isabelae*; *Ulva muscoides* y *Enteromorpha crinita* es *Ulva clathrata*; *Zonaria lobata* es *Styopodium zonale* y *Rosenvingea intricata* es *Rosenvingea endiviifolia*; información obtenida de la página de AlgaeBase.

El número de taxones observados en este estudio (Chlorophyta (18), Ochrophyta (17), Rhodophyta (33)), coinciden con la data histórica en que, Rhodophyta es el phylum mejor caracterizado con mayor número de taxones presentes en la zona intermareal, a pesar de notarse un descenso poco significativo en la riqueza de especies, existen nuevas macroalgas reportadas como: *Acetabularia sp.* distribuida ampliamente en el Caribe fue descrita por primera vez en las costas del Pacífico de México en el 2006, asociada a sustratos donde predominan *Ulva lactuca* y *Caulerpa sertularioides* (Hayden & Waaland, 2004); *Ulva intestinalis*, descrita en el 2004 para las costas de Pacífico (Hayden & Waaland, 2004), *Chondrus crispus* ha sido descrita desde 1992 para el pacífico norte occidental (Brodie & Hommersand, 1992); *Sarcopeltis skottsbergii* está distribuida en Argentina y Chile (Hughey et al., 2020) y *Stirrkia codii* reportada para las costas de Perú según la guía de macroalgas del 2019 (Arakaki et al., 2019).

Respecto a los parámetros ambientales como temperatura y salinidad, en el estudio de Rubira (2012), el límite inferior de la temperatura superficial del mar fue 21°C y el máximo de 23,6°C. La salinidad registrada varió desde 31,6 ups a 33,8 ups para los meses de octubre a noviembre. Mientras que, en la actual investigación realizada de diciembre 2023 a febrero 2024, donde se registró un aumento de temperatura con una mínima de 26,3°C y una máxima de 31,7°C; la salinidad registró un mínimo de 34 ups y un máximo de 40 ups. Estos parámetros ambientales no representaron cambios significativos en la presencia o ausencia

de macroalgas, sin embargo, el incremento de temperatura tuvo influencia en la biomasa, lo que coincide con el estudio de Rubira (2012).

Sin embargo, en el estudio de Rubira (2012) no hubo presencia significativa de El Niño como en el 2024, en donde, según el Boletín Técnico – ERFEN Nro. 02-2024, la anomalía de temperatura superficial del mar incrementó 2.0°C, por lo que, en los tres meses de muestreo se tuvo un Niño activo (ERFEN, 2024).

Cuvi y Cornejo (2020) realizaron una revisión actualizada de las macroalgas marinas, analizando para el Ecuador continental entre colecciones de la Universidad de Guayaquil, publicaciones, libros y tesis un total de 10 trabajos de investigación, mientras que en este estudio que solo incluyó la Península de Santa Elena se analizó un total de 10 trabajos entre publicaciones científicas, libros, tesis y colecciones de la Universidad Península de Santa Elena.

El presente trabajo es una contribución al área ficológica en la Península de Santa Elena realizada en 3 meses de muestreo: diciembre 2023, enero y febrero 2024; dejando una base de información en este periodo de tiempo caracterizado por la presencia de El Niño.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Se identificaron un total de 68 especies de macroalgas presentes en la zona intermareal rocosa de la Península de Santa Elena; 18 le pertenecen al phylum Chlorophyta, 17 al phylum Ochrophyta y 33 al phylum Rhodophyta, distribuidos en 26 familias y 16 órdenes. De las cuales 16 especies representan nuevos registros para la Península de Santa Elena.

Del análisis comparativo de 1945 – 2020 con el realizado de diciembre 2023 – febrero 2024, se determinó que el phylum mejor caracterizado con mayor número de taxas presentes en la zona intermareal es el phylum Rhodophyta; registrando mayor riqueza en los años: 2004 con 53 especies de Rhodophyta, 2017 con 45 especies y 2020 con 53 especies, mientras que el actual estudio 2024 se reportaron 33 especies.

Los parámetros ambientales no incidieron significativamente en la presencia de las macroalgas en los sitios de muestreo, pero si en su biomasa, debido a que en el pico más alto de temperatura de 31,7 °C del mes de enero se registraron las mismas especies que en el mes de diciembre que presentó el pico más bajo de 26°C. De igual manera se observó con los parámetros de salinidad y pH, aunque sus valores cambiaron con rangos de 3,37 y 0,3 respectivamente, no se registraron mayor diferencia en las especies reportadas.

### **RECOMENDACIONES**

Recolectar muestras por lo menos de un año para conocer la biodiversidad, que sirva de base para futuras investigaciones, con la finalidad de contar con estudios espacio temporales que permitan determinar cambios en la composición y abundancia de las macroalgas a nivel de país.

Realizar estudios ecológicos de las tasas de crecimiento asociados a los niveles óptimos de temperatura para las diversas especies de macroalgas.

Realizar la identificación molecular de las macroalgas, para certificar la identificación taxonómica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, V., Gotera, B., Barrios, J., & Jiménez, E. (2023). Floristic composition of macroalgae associated with *Rhizophora* mangle (Rhizophoraceae) in two inlets of the Venezuelan Caribbean. *Bulletin of Marine and Coastal Research*, 52(1), 159–174.
- Acosta-Calderón, J., Mateo-Cid, L., & Mendoza-González, Á. (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).
- Andrade, V. (2023). *Diversidad de macroalgas y macrofauna asociada a la zona intermareal rocosa de la playa Punta Chile - Provincia de Santa Elena*. Universidad Península de Santa Elena.
- Angulo, A., Martínez, F., Torres, E., Domínguez, O., & Cortés, J. (2021). Ichthyofauna of the rocky intertidal zone of the Guanacaste Conservation Area, North Pacific of Costa Rica; diversity and ecological and biogeographic aspects. *Revista de Biología Tropical*, 69.
- Arakaki, N., Gil-Kodaka, P., Carbajal, P., Gamarra, A., & Ramírez, M. (2019). *Macroalgas de la costa central del Perú* (La Molina).
- Arakaki, N., Gil-Kodaka, P., Carbajal, P., Gamarra, A., & Ramírez, M. E. (2018). *Macroalgas de la Costa Central del Perú* (UNALM).
- Ávila, J. (2023). *Identificación de las macroalgas*.
- Batista González, A., Charles, M., Mancini-Filho, J., & Vidal Novoa, A. (2009). Las algas marinas como fuentes de fitofármacos antioxidantes. Seaweeds as sources of antioxidant phytomedicines. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14(2).
- Batten, S. (2023). *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*. Universidad Península de Santa Elena.
- Brodie, S., & Hommersand. (1992). Developmental morphology of *Chondrus crispus* (Gigartinales, Rhodophyta). *Phycologia*, 31.

- Cárdenas, M., Mora, E., Torres, G., Pérez, J., Bigatti, G., Signorelli, J., & Coronel, J. (2020). Marine invertebrate and seaweed biodiversity of continental coastal Ecuador. *Biodiversity Data Journal*.
- Castro, P., & Huber, M. (2007). *Biología marina: Vol. Sexta edición* (McGraw-Hill).
- Clinton, D. (1991a). *Botánica marina* (Limusa).
- Clinton, D. (1991b). Ecología fisiológica: conceptos y métodos. In *Botánica marina* (pp. 405–445).
- Clinton, D. (1991c). Factores físicos. In *Botánica Marina* (pp. 329–348).
- Cuvi, N., & Cornejo, X. (2020). Una revisión actualizada de las macroalgas marinas del Ecuador continental. An updated review of marine macroalgae from continental Ecuador. *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, 14(2), 201–209.
- Dzul, M. (2005). *Aplicación básica de los métodos científicos*.
- ERFEN. (2024). Boletín Técnico – ERFEN Nro. 02-2024. *Comité Nacional Para El Estudio Regional Del Fenómeno El Niño*.
- Espinosa, A., Hernández, R., & González, M. (2021). Potencial de las macroalgas marinas como bioestimulantes en la producción agrícola de Cuba. *Scielo*, 48(3), 81–92.
- Espinoza-Avalos, J. (2005). Phenology of marine macroalgae. *Hidrobiológica*, 15(1).
- Fernández, C. (2019). Evaluación de los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas litorales. *Dialnet*.
- Florez-Leiva, L., Gavio, B., Díaz-Ruiz, M., Camacho, O., & Díaz-Pulido, G. (2010). Recolección y preservación de macroalgas marinas: una guía para estudios ficológicos. Collection and preservation of marine macroalgae: a guide for phycological studies. *Revista Intropica*, 5, 97–103.
- Franco, A., Martínez, A., Lozano, C., & Domínguez, R. (2023). Intermareal rocoso San Quitín: Una mirada en el tiempo cero. *TerraPeninsular*.
- Garske, L. (2002). Macroalgas marinas. *ResearchGate*.
- González-Etchebehere, L., Kruk, C., Scarabino, F., Laporta, M., Zabaleta, M., González, L., & Vélez-Rubio, G. (2017). Comunidades de macroalgas en puntas rocosas de la costa de Rocha, Uruguay. *INNOTECH*, 14, 17–30.
- Hammer, O. (2024). *Past 4 - the Past of the Future*. Natural History Museum.
- Hayden, H., & Waaland, R. (2004). A molecular systematic study of *Ulva* (Ulvaceae, Ulvales) from the northeast Pacific. *Phycologia*, 43.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación: Vol. Sexta edición* (McGraw Hill).

- Hughey, J., Leister, G., Gabrielson, P., & Hommersand, M. (2020). *Sarcopeltis* gen. nov. (Gigartinales, Rhodophyta), with *S. skottsbergii* comb. nov. from southern South America and *S. antarctica* sp. *Phytotaxa*, 468(1), 75–88.
- Hurd, C. L., Harrison, P. J., Bischof, K., & Lobban, C. S. (2014). *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press.
- INEC. (2022). *Estructura poblacional. Censo Ecuador*. Resultados a Nivel Nacional.
- INOCAR. (2021). Atlas Marino Costero del Ecuador - Capítulo 3. *Caracterización Geológica y Geomorfológica*, 3.
- IPCC. (2019). El océano y la criosfera en un clima cambiante. *Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre El Cambio Climático*.
- Lagger, C. (2023). Los bosques sumergidos de macroalgas podrían ser la clave para luchar contra el cambio climático. *National Geographic Society*.
- Macaya, E. (2020). Algas Marinas de Chile: Chile Continental, Juan Fernández y Rapa Nui. *ResearchGate*.
- Martínez, B., Afonso-Carrillo, J., Anadón, R., Araújo, R., Arenas, F., Arrontes, J., Bárbara, I., Borja, A., Díez, I., Duarte, L., Fernández, C., García Tasende, M., Gorostiaga, J., Juanes, J., Peteiro, C., Puente, A., Rico, J., Sangil, C., Sansón, M., ... Viejo, R. (2015). Regresión de las algas marinas en las Islas Canarias y en la costa Atlántica de la Península Ibérica por efecto del cambio climático. *ALGAS, Boletín Informativo de La Sociedad Española de Ficología*, 49, 5–12.
- Matula, C., Campana, G., Deregibus, D., & Quartino, M. (2023). Una mirada a través de las macroalgas. *Desde La Patagonia Difundiendo Saberes*, 20(36).
- Moreno, E. (2007). The herbarium as a resource for the learning of Botany. *Acta Botánica Venezuelica*, 30(2).
- Muller-Gelinek, H., & Salazar, M. (1996). *Algas marinas del Ecuador*. Comisión Asesora Ambiental - Instituto Nacional de Pesca.
- Murillo, M., & Peña, E. (2014). Algas marinas bentónicas de la Isla Gorgona, costa pacífica colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 62(1).
- Olives Maldonado, J. C., Sáenz Ozaeta, R., Ponce de León, D., Orrala Asencio, J., Andino Espinoza, S., & Vera Alcivar, J. (2020). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Diagnóstico integral del proceso de planificación territorial del cantón Santa Elena 2020-2023*.

- Pérez-Jiménez, G., Rivas-Acuña, Ma. G., León Álvarez, D., Campos Campos, B., & Quiroz-González, N. (2020). Macroalgae of the lagoon “El Carmen”, Tabasco, Mexico. *Acta Botánica Mexicana*, 127(e1606).
- Pérez-Madruga, Y., López-Padrón, I., & Reyes-Guerrero, Y. (2020). Las Algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultivos Tropicales*, 41(2).
- Prefectura de Santa Elena. (2009, October). *Provincialización*.
- Ramírez, M. E., García-Huidobro M, M. R., & Orellana A, N. (2008). Flora marina bentónica de caleta quinta y (región de Valparaíso), litoral central de Chile. *Boletín Del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 57, 9–19.
- Rodríguez, J., Gibelli, V., Bahamonde, F., Marambio, J., Calderón, M., Bustamante, D., Rozzi, R., & Mansilla, A. (2024). Primer catálogo de macroalgas marinas bentónicas del canal Beagle occidental: Relevancia del nuevo Herbario de Criptógamas Subantárticas (HCS) UMAG-CHIC, Chile. *Anales Del Instituto de La Patagonia*, 52.
- Romero, C. (2022). *Aspectos generales de la Ficología y de las algas*. Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla.
- Rubira, K. (2012). *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)*. Universidad de Guayaquil.
- Sánchez, C., & Torres, G. (2021). Variación espacio-temporal en la composición de macroalgas en la zona intermareal rocosa en Salango, provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, 15(1), 228–235.
- SARCE. (2019). Protocolo de muestreo para la evaluación de la diversidad marina en costas rocosas. Sampling protocol for assessment of marine diversity on rocky shores. *Ocean best practices*.
- Yarish, C., Redmond, S., & Kim, J. (2012). *Gracilaria Culture Handbook for New England*. *ResearchGate*.

## ANEXOS



Anexo 1. Sitio de muestreo La Entrada



Anexo 2. Separación y clasificación de material ficológico con su respectivo rótulo.



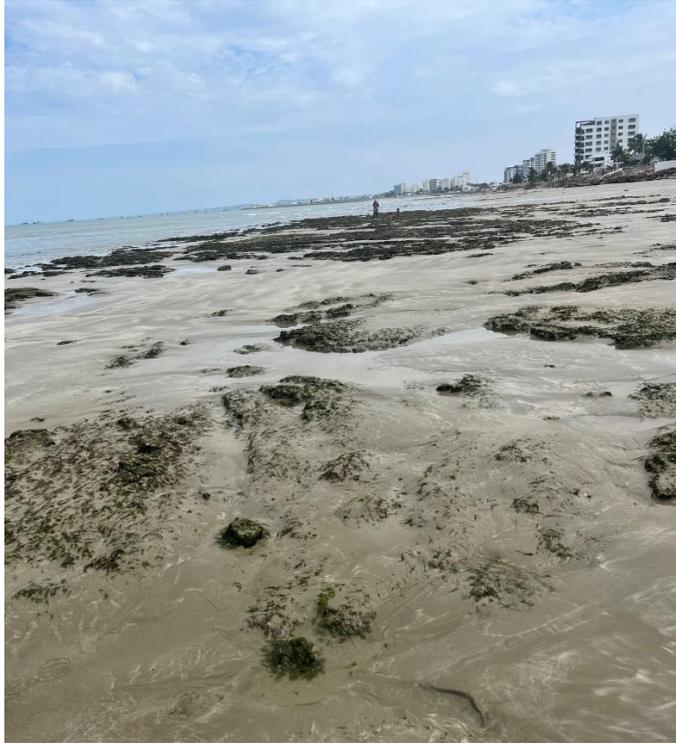
Anexo 3. Sitio de muestreo El Faro



Anexo 4. Sitio de muestreo Chullupe



Anexo 5. Sitio de muestreo Las Escolleras



Anexo 6. Sitio de muestreo Las Conchas



Anexo 7. Sitio de muestreo Petrópolis



Anexo 8. Sitio de muestreo San Lorenzo



Anexo 9. Sitio de muestreo Punta Carnero



Anexo 10. Sitio de muestreo Anconcito



Anexo 11. Registro de datos y colección ficológica

Primer muestreo: Diciembre 2023				
Fechas: Del 11 de diciembre al 18 de diciembre del 2023				
		Temperatura	Salinidad	pH
Santa Elena Zona Norte Ballenita	La entrada	29.1	38.1	7.61
	Ayangué	29.3	37	7.81
	Pico Loco	29.2	37	7.71
	El Faro	29.8	36.3	7.8
	Chuyuipe	30.5	35.4	7.7
Salinas	Las Conchas	31.2	36.7	7.74
	Petrópolis	26.3	36.2	7.56
	San Lorenzo	29.1	35.5	7.71
	Punta Carnero	27.3	34	7.86
	Anconcito	28.4	39	7.84
La Libertad	Escolleras	27.8	38.4	7.67

Anexo 12. Parámetros ambientales registrados en el primer muestreo

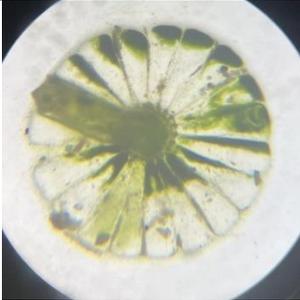
Segundo muestreo: Enero 2024				
Fechas: Del 13 de enero al 28 de enero del 2024				
		Temperatura	Salinidad	pH
Santa Elena: Zona Norte Ballenita	La entrada	29.3	39.9	7.6
	Ayangué	29.9	38	7.8
	Pico Loco	29.6	37.1	7.76
	El Faro	30.1	36.5	7.9
	Chuyuipe	31.7	35.5	7.62
Salinas	Las Conchas	31.7	37.6	7.65
	Petrópolis	29.9	36.4	7.73
	San Lorenzo	29.2	35.6	7.67
	Punta Carnero	29.8	36.1	7.78
	Anconcito	29.8	38.9	7.86
La Libertad	Escolleras	27.2	38.9	7.7

Anexo 13. Parámetros ambientales registrados en el segundo muestreo

Tercer muestreo: Febrero 2024				
Fechas: Del 12 de febrero al 28 de febrero del 2024				
		Temperatura	Salinidad	pH
Santa Elena: Zona Norte Ballenita	La entrada	28.5	36.4	8.18
	Ayangué	29.1	37	7.79
	Pico Loco	29.7	37.5	7.73
	El Faro	29.6	37.8	7.58
	Chuyuípe	30.7	35.9	7.51
Salinas	Las Conchas	29.4	38.8	7.56
	Petrópolis	29.2	39	7.28
	San Lorenzo	29.1	38.8	7.6
	Punta Carnero	28.9	38.8	7.57
	Anconcito	29.1	39	7.88
La Libertad	Escolleras	27.9	38.6	7.68

Anexo 14. Parámetros ambientales registrados en el tercer muestreo

**TABLA DE MACROALGAS IDENTIFICADAS POR LOCALIDAD**

NOMBRE CIENTÍFICO	FIGURA	LOCALIDADES										
		LE	AY	PL	EF	CH	ES	LC	PE	SL	PC	AN
<i>Acetabularia sp.</i>		X										
<i>Bryopsis pennata</i>		X				X		X				
<i>Bryopsis plumosa</i>				X		X						

*Caulerpa chemnitzia*



X X X X X

*Caulerpa sertularioides*



X X X X

*Chaetomorpha antennina*



X X X X X X X X X X

*Chaetomorpha linum*



X X X X X X X

*Cladophora perpusilla*



X X X X X X

*Cladophora prolifera*



X X X X

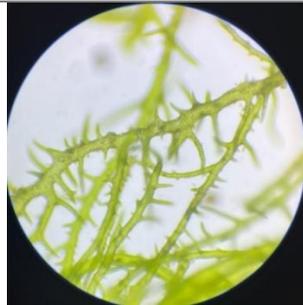
<i>Codium brandegeei</i>		X	X	X
<i>Codium isabelae</i>			X X	X X X X
<i>Codium tomentosum</i>			X X	X X X

*Rhizoclonium riparium*



X X X X X

*Ulva clathrata*



X X X X

*Ulva sp.*



X X X

*Ulva flexuosa*



X X X

<i>Ulva intestinalis</i>		X		X	X				
<i>Ulva lactuca</i>		X		X	X	X	X	X	X
<i>Colpomenia sinuosa</i>		X		X	X	X		X	X

*Dictyopteris sp.*



X X X X X

*Dictyota dichotoma*



X X X X

*Ectocarpus sp.*



X X X X X X X

*Hydroclathrus clathratus*



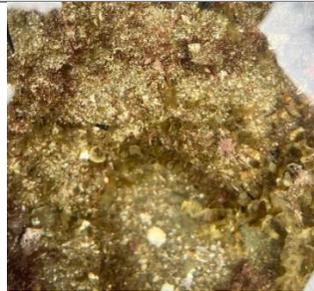
X

Ochrophyta 1



X

Ochrophyta 2



X X

---

*Padina concrets*



X X X X X X X X X

---

*Padina durvillaei*



X X

---

*Padina gymnospora*



X X X X

---

<i>Padina pavonica</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rosenvingea endiviifolia</i>				X						X
<i>Sargassum ecuadorenum</i>		X	X	X	X					

---

*Sargassum sp.*



X X X

---

*Spatoglossum sp.*



X X X

---

*Spatoglossum ecuadoreanum*



X

X

*Stypodium zonale*



X

X

X

X

*Acanthophora sp*



X

X

X

X

X

X

X

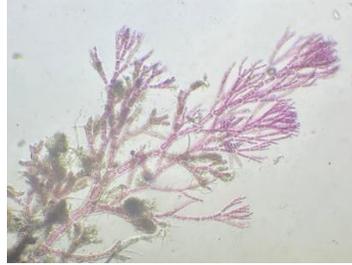
*Acanthophora spicifera*



X X

X X

*Aglaothamnion pseudobyssoides*



X

X

X

X

*Ahnfeltia plicata*



X

X

X

X

*Amphiroa beauvoisii*



X X

*Centroceras clavulatum*



X X X

*Ceramium cimbricum*



X X X X X X X X X

*Ceratodictyon variable*



X X X

*Chondracanthus acicularis*



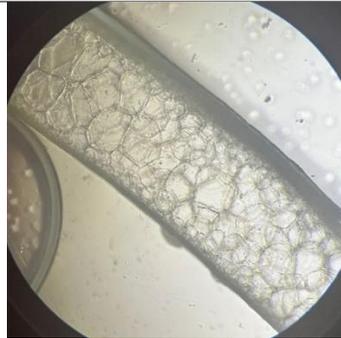
X X X X X

*Chondracanthus sp*



X

*Chondrus crispus*



X X X X X X

*Corallina officinalis*



X X X X X X X

<i>Gelidium pusillum</i>		X                    X X                    X X
<i>Gelidium sclerophyllum</i>		X X
<i>Grateloupia sp.</i>		X X

*Gymnogongrus durvillei*



X

*Herposiphonia tenella*



X

X

*Hypnea pannosa*



X

X

X

X

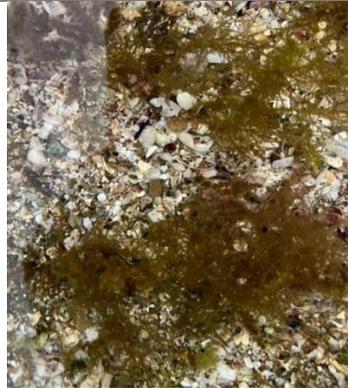
X

*Hypnea spinella*



X X X X X X X

*Hypnea valentiae*



X X X X X

*Hypnea sp.*



X X

<i>Jania unguolata</i>		X	X	X		X
<i>Laurencia sp.</i>		X			X	X X
<i>Lithophyllum sp.</i>						X

*Polysiphonia bifurcata*



X X

X X

*Pteroclatiella capillacea*



X X

X

X X

*Rhodophyta 1*



X

X X



---

*Sarcopeltis skottsbergii*

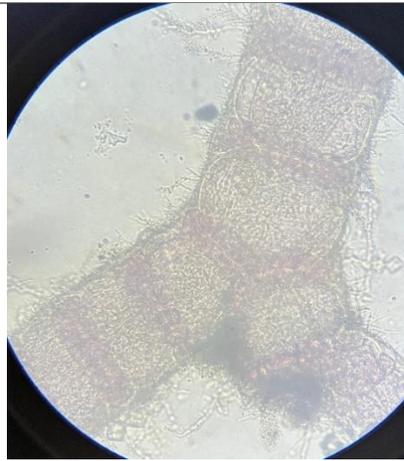


X

X

---

*Stirkia codii*



X

---

*Scinaia sp*



X

---

Anexo 15. Tabla de datos

# CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Estado actual de la composición espacio temporal de macroalgas en la zona intermareal rocosa de la Península de Santa Elena presentado por la estudiante, Xiomara Fiorella Moreira Correa fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 10%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

(ANEXO CAPTURA DEL PORCENTAJE)



Blg. Janeth Galarza Tipán, PhD

TUTOR