



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

**“Patrones de asociación entre opistobranquios y
macroalgas en la zona intermareal en la Base Naval de
Salinas. Provincia de Santa Elena”.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de: BIÓLOGO

AUTOR:

Joan Sebastian Suárez Sánchez

TUTOR:

Blga. Erika A. Salavarría Palma Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

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

**“Patrones de asociación entre opistobranquios y macroalgas en
la zona intermareal en la Base Naval de
Salinas. Provincia de Santa Elena.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

Joan Sebastian Suárez Sánchez

TUTOR:

Blga. Erika A. Salavarría Palma Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

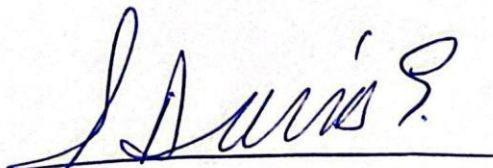
2025

UPSE

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“PATRONES DE ASOCIACIÓN ENTRE OPISTOBRANQUIOS Y MACROALGAS EN LA ZONA INTERMAREAL EN LA BASE NAVAL DE SALINAS. PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, elaborado por **JOAN SEBASTIAN SUÁREZ SÁNCHEZ** estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Blga Erika A. Salavarría Palma Ph. D

DOCENTE TUTOR

C.I. 0912260387

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “Patrones de asociación entre opisthobranchios y macroalgas en la zona intermareal en la Base Naval de Salinas. Provincia de Santa Elena”, elaborado por Joan Sebastian Suárez Sánchez, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blga. Tanya González Banchón, M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0911332765

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación previo a obtención del título de biólogo está en primer lugar dedicado a Dios, ya que gracias a él he podido avanzar, también a mi madre Roxana Sánchez, que sin su apoyo no lo habría logrado y ayudarme a convertirme en una gran persona con sus consejos del día a día para corregir mis errores, además de prepararme para enfrentar los obstáculos de la vida; a mis hermanos y primos por sus palabras y su compañía.

A mi padre, Pablo Suárez, dedico estas páginas. Su guía silenciosa, sus consejos oportunos y su confianza en mi capacidad para superar los desafíos fueron esenciales para llevar a buen término esta investigación.

AGRADECIMIENTO.

En primer lugar, agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a sus autoridades, docentes de la Facultad de Ciencias de Mar por liderar el proceso de formación académica previa la obtención de biólogo.

A mi tutora, la PhD. Erika Salavarría Palma por la predisposición, orientación y guía en el trabajo investigación, además, por sus enseñanzas a lo largo del presente trabajo de integración curricular.

Agradezco al señor comandante de la Base: Capitán de Navío Estado Mayor Servicios Señor CPNV-EMS. Julio César Barreto Saraguro; Y al actual jefe de Seguridad Capitán de Corbeta Infante de Marina Señor CPCB-IM. Pedro Decker; por ayudarme a ingresar al área de estudio además de brindarnos seguridad en el camino.

A la MS.c Roberta Cescini por la validación de las diferentes especies de babosas encontradas en el área de estudio.

Al igual que a mis amigos y conocidos por colaborarme en mis monitoreos para la toma de datos de organismo encontrados.


TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Joan Sebastian Suárez Sánchez** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 9 de julio de 2025



Ing. Jimmy Villón Moreno M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



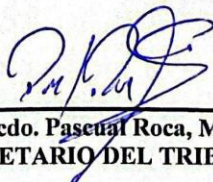
Blga. Tanya González Banchón, M.Sc.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blga. Erika Salavarría Palma, Ph. D
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín Mgt.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lcdo. Pascual Roca, Mgt
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **JOAN SEBASTIAN SUÁREZ SÁNCHEZ**, estudiante de la Carrera de Biología, declaro que el Trabajo de Integración Curricular, cuyo título es: **“Patrones de asociación entre opistobranquios y macroalgas en la zona intermareal en la Base Naval de Salinas. Provincia de Santa Elena”**, corresponde exclusiva responsabilidad del autor por las ideas, datos, investigaciones y resultados que se presentan y pertenece al patrimonio intelectual de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente,



Suárez Sánchez Joan Sebastian
C.I. 0928165166

Índice General

1.	RESUMEN.....	I
2.	INTRODUCCIÓN	1
3.	JUSTIFICACIÓN	3
4.	OBJETIVO GENERAL	5
5.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
6.	HIPÓTESIS.....	6
7.	MARCO TEÓRICO.....	7
7.1	Características generales de los Opistobranquios	7
7.2	Morfología de los Opistobranquios	9
7.3	Ciclo de vida.....	10
7.4	Formas de desarrollo de larvas de Opistobranquios	11
7.5	Categorización de los Opistobranquios	12
7.5.1	Sacoglossa	13
7.5.2	Anaspidea.	14
7.6	Aspectos generales de las Macroalgas.....	14
7.7	Categorización de las Macroalgas	15
7.7.1.	Chlorophyta	15
7.7.2	Rhodophyta	16
7.7.3.	Phaeophyta	17
7.8	Rol de las Macroalgas como productores primarios	19
7.9	Zona intermareal.....	20
7.10	Parámetros abióticos.....	22
7.11	Asociaciones entre Opistobranquios y Macroalgas.....	22
8	METODOLOGÍA	24
8.1	Área de estudio	24
8.2	Diseño de estudio.....	25
8.3	Fase de campo:.....	26
8.4.	Cobertura Macroalgal mediante cuadrantes.....	26
8.5	Índice de Rugosidad.....	27

8.6.	Monitoreos <i>in situ</i>	28
8.7	Identificación de Opistobranquios y Macroalgas	29
8.8.	Registro de parámetros abióticos físico-químicos	30
8.9.	Análisis de Índices Ecológicos	30
8.10	Análisis estadístico	32
8.11	Análisis de Frecuencia de tallas.....	33
8.12	Análisis de Componentes Principales.....	33
9	RESULTADOS.....	34
9.1	Identificación y caracterización de Opistobranquios.....	34
9.1.1	Orden Aplysiida.....	35
9.1.2	Orden Sacoglossa	37
9.2	Identificación y caracterización de macroalgas.....	38
9.2.1	Phyllum Chlorophyta	38
9.2.2	Phyllum Rhodophyta.....	40
9.2.3	Phyllum Phaeophyta.....	42
9.3	Registro de Opistobranquios y Cobertura de Macroalgas en las zonas intermareales.....	43
9.4	Índice de Rugosidad.....	45
9.5	Índices de Diversidad	45
9.5.1	Shannon (H)	45
9.5.2	Dominancia.....	46
9.5.3	Equidad de Pielou J'	47
9.6	Análisis estadístico.	48
9.6.1	Frecuencia de tallas de Opistobranquios	48
9.6.2	Densidad poblacional de las babosas de mar en cada zona intermareal.....	50
9.6.3	Normalidad de Shapiro Wilk y Prueba de Homocedasticidad.	51
9.7	Análisis de Componente Principales PCA	51
9.7.1	<i>Dolabrifera dolabrifera</i> en relación a la cobertura macroalgal.....	52
9.7.2	<i>Elysia diomedea</i> en relación a la cobertura macroalgal.	53
9.7.3	<i>Stylocheilus striatus</i> en relación a la cobertura macroalgal.....	54

9.7.4	PCA de las especies de babosas de mar con la cobertura macroalgal. 55	
9.7.5	<i>Dolabrifera dolabrifera</i> en relación a parámetros abióticos.	56
9.7.6	<i>Elysia diomedea</i> en relación a parámetros abióticos.	57
9.7.7	<i>Stylocheilus striatus</i> en relación a parámetros abióticos.	58
9.7.8	PCA de las especies de babosas de mar con los parámetros abióticos. 59	
10.	DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
10.1	Discusiones.....	60
10.2	Conclusiones.....	63
10.3	Recomendaciones	65
11.	BIBLIOGRAFÍA	66
12.	ANEXO.....	75

Índice de Tablas.

Tabla 1.	Registro de monitoreos realizados en la playa “La Viejita”.	29
Tabla 2.	Clasificación taxonómica de Opistobranquios presentes en la zona de estudio.	34
Tabla 3.	Ubicación y descripción taxonómica de <i>Dolabrifera dolabrifera</i>	35
Tabla 4.	Ubicación y descripción taxonómica de <i>Stylocheilus striatus</i>	36
Tabla 5.	Ubicación y descripción taxonómica de <i>Elysia diomedea</i>	37
Tabla 6.	Clasificación taxonómica de Macroalgas presentes en la zona de estudio.	38
Tabla 7.	Ubicación y descripción taxonómica del Género <i>Ulva</i>	39
Tabla 8.	Ubicación y descripción taxonómica del Género <i>Cladophora</i>	40
Tabla 9.	Ubicación y descripción taxonómica del Género <i>Ceramium</i>	41
Tabla 10.	Ubicación y descripción taxonómica del Género <i>Jania</i>	42
Tabla 11.	Ubicación y descripción taxonómica del Género <i>Padina</i>	43

Índice de Figuras.

Figura 1.	Aspectos característicos de Opistobranquios.....	8
Figura 2.	Morfología del Opistobranquio	10
Figura 3.	El suelo y el sistema litoral	21
Figura 4.	Zona de estudio Playa "La Viejita".	24
Figura 5.	Representación de un muestreo aleatorio simple.....	25
Figura 6.	Cobertura de organismos.	26

Figura 7. Índice de Rugosidad	27
Figura 8. <i>Dolabrifera dolabrifera</i>	35
Figura 9. <i>Stylocheilus striatus</i>	36
Figura 10. <i>Elysia diomedea</i>	37
Figura 11. <i>Ulva</i>	39
Figura 12. <i>Cladophora</i>	40
Figura 13. <i>Ceramium</i>	41
Figura 14. <i>Jania</i>	42
Figura 15. <i>Padina</i>	43
Figura 16. Composición porcentual de babosas de mar en cada zona intermareal de la playa "La viejita".....	44
Figura 17. Composición porcentual de Macroalgas en cada zona intermareal de la playa "La viejita".....	44
Figura 18. Índice de Shannon en cada zona intermareal.....	46
Figura 19. Índice de Dominancia Opistobranquios cada zona intermareal.	47
Figura 20. Índice de Equidad de Pielou en cada zona intermareal.	48
Figura 21. Biometría de babosas de mar en la zona de estudio.	49
Figura 22. Densidad poblacional de Opistobranquios	50
Figura 23. PCA de <i>Dolabrifera dolabrifera</i> y Cobertura Macroalgal	52
Figura 24. PCA de <i>Elysia diomedea</i> y Cobertura Macroalgal.	53
Figura 25. PCA de <i>Stylocheilus striatus</i> y Cobertura Macroalgal.	54
Figura 26. Babosas de mar y Cobertura Macroalgal.....	55
Figura 27. PCA de <i>Dolabrifera dolabrifera</i> y parámetros abióticos.	56
Figura 28. PCA de <i>Elysia diomedea</i> y parámetros abióticos.	57
Figura 29. PCA de <i>Stylocheilus striatus</i> y parámetros abióticos.	58
Figura 30. PCA de babosas de mar y parámetros abióticos.....	59

Índice de Anexos.

Anexo 1. Carta de certificación de babosas de mar.	75
Anexo 2. Ficha de cobertura macroalgal y abundancia de opistobranquios.	76
Anexo 3. Abundancia de opistobranquios por zona intermareal	80
Anexo 4. Datos de la densidad poblacional de Opistobranquios en	80
Anexo 5. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.....	80
Anexo 6. Parámetros abióticos registrados durante los monitoreos.	81
Anexo 7. Zona de estudio playa "La Viejita".	81
Anexo 8. Empleo de la cobertura de macroalgas.	82
Anexo 9. Limitación del área de estudio.....	82
Anexo 10. Registro de salinidad en la zona de estudio.....	82
Anexo 11. Registro de oxígeno en el área de estudio.	82
Anexo 12. Registro de Temperatura y pH.	82
Anexo 13. Permiso Otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.....	82

GLOSARIO

Anaspidea: Orden de babosas marinas de gran tamaño, predominantemente herbívoras, que poseen extensiones laterales llamadas parapodios que utilizan para nadar, y que suelen tener una coloración llamativa.

Bioindicadores: Son aquellos organismos donde se presencia o ausentan la salud ambiental dependiendo del cambio climático.

Ceratas: Estructura con función respiratoria, suelen ser alargadas y globosas. Los Nudibranquios pertenecientes al grupo de los eolidaceos tienen la capacidad de ingerir cápsulas urticantes sin que exploten.

Comensalismo: Significa la relación entre diversas especies donde se benefician sin afectar la otra especie.

Estípites: Son partes alargadas de las macroalgas que recuerdan a los tallos de las plantas, aunque su función y composición son diferentes.

Eucariotas: Organismos compuestos por células que contienen un núcleo bien definido, rodeado por una membrana.

Ficobiliproteínas: Pigmentos utilizados en la fotosíntesis, comunes en las algas rojas, entre los que destacan la ficoeritrina y la ficocianina por sus colores intensos.

Kleptoplastia:

Es aquella retención de cloroplastos de algas ingeridas que son comunes en géneros como Elysia.

Mutualismo: Acción donde se ven beneficiadas ambas especies.

Parapodios: Apéndice que se encuentra en cada segmento de anillo del tronco de un animal. Normalmente los parapodios tienen dos partes diferenciadas que son: el notopodio y neuropodio.

Prosobranquios: Pertenecen a una subclase de moluscos gasteropodos sin embargo se diferencian por tener una cavidad paleal delante de la masa visceral.

Rinóforos: Órgano olfativo de los opistobranquios y usualmente se utilizan para detectar partículas disueltas en el agua que provengan de otras especies o individuos.

Sacoglossa: Un grupo de babosas marinas que se alimentan de algas succionándolas, y que tienen la capacidad de retener cloroplastos funcionales dentro de su cuerpo, en un proceso conocido como kleptoplastia.

Saco radular: Es una cavidad donde se acumulan los dientes desgastados de la rádula, una estructura utilizada para alimentarse.

Sifónicas: Tipo de algas que presentan una estructura continua en forma de tubo, sin compartimentos celulares internos, lo que le da un aspecto similar a una trompa.

Talos: Se refiere a la estructura corporal de las algas, que puede incluir láminas, estructuras similares a tallos llamadas estípites, y órganos de sujeción que les permiten anclarse al sustrato.

Vestigial: Es la parte en la que se describe una estructura, rasgo u órgano que ha disminuido su funcionalidad original por medio de la evolución.

Zoosporas heterocontas: Son esporas móviles de ciertas algas pardas, que poseen dos tipos distintos de flagelos, lo que les permite desplazarse.

ABREVIATURAS

ANOVA: Análisis de la varianza con un factor.

CA: Cobertura algal.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global.

INOCAR: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador.

IR: Índice de rugosidad.

LC: Longitud contorneada.

LL: Longitud linear.

Log: Logaritmo.

Ni: Número de intersecciones en los que se encuentren macroalgas.

Pi: Abundancia proporcional de los grupos o especies.

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

Tc: Total de cuadrícula.

WoRMS: World Register of Marine Species (Registro Mundial de Especies Marinas).

1. RESUMEN

Existen alrededor de 6000 especies de Opistobranquios en todo el mundo, evidenciando su importancia ecológica para la biodiversidad marina, incluyendo su importancia biomédica para este sector. Por lo cual el objetivo del presente estudio fue identificar los patrones de asociación entre Opistobranquios y macroalgas, mediante monitoreos *in situ* y registro de parámetros abióticos, estableciendo las preferencias macroalgales de estos organismos, en la playa “La Viejita”, que se encuentra en la Base Naval de Salinas, ubicada en la provincia de Santa Elena. Se aplicó la metodología de muestreo MBON Pole to Pole para determinar el porcentaje de cobertura macroalgal en cada punto de muestreo, se calculó los índices comunitarios y se registró los parámetros abióticos para correlacionarlos con la biodiversidad reportada, mediante análisis estadísticos, como el Análisis de Componentes Principales (PCA). Se identificó 3 especies; *Dolabrifera dolabrifera*, *Stylocheilus striatus* y *Elysia diomedea*; siendo la más abundante *D. dolabrifera*, además, en la zona rocosa infralitoral, se evidenció una estructura morfológica compleja, que propició la abundancia y afinidad de los Opistobranquios a sustratos macroalgales registrados en esa zona. Los resultados de los índices comunitarios calculados presentaron valores de diversidad en la zona supralitoral con un valor H' de 0.92 bits/ind, lo que sugirió una mayor riqueza de especies; mayor Dominancia presentó la zona infralitoral 0.32 bits/ind; la mayor Equidad (J') se reportó en la zona supralitoral con 0.83 bits/ind lo que denotó que los Opistobranquios se encontraron distribuidos de manera relativamente uniforme. Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de Levene, obteniendo, datos no paramétricos. Se realizó el Análisis de Componentes Principales que evidenció patrones de asociación y preferencias macroalgales entre *Dolabrifera dolabrifera* y macroalgas de los Phylum Chlorophyta, *Elysia diomedea* con el Phylum Rhodophytas por último, *Stylocheilus striatus* con el Phylum Phaeophyta

Palabras claves: Patrones de asociación, Opistobranquio, Parámetros abióticos, Preferencias Macroalgales.

1. ABSTRACT

There're about 6000 species of Opisthobranchs worldwide, evidencing their ecological importance for marine biodiversity, including their biomedical importance for this sector. Therefore, the objective of this study was to identify the patterns of association between Opisthobranchs and macroalgae, through in situ monitoring and recording of abiotic parameters, establishing the macroalgal preferences of these organisms, in the beach "La Viejita", located in the Salinas Naval Base, located in the province of Santa Elena. The MBON Pole to Pole sampling methodology was applied to determine the percentage of macroalgal coverage at each sampling point, community indices were calculated and abiotic parameters were recorded to correlate them with the reported biodiversity, by means of statistical analysis, such as Principal Component Analysis (PCA). Three species were identified; *Dolabrifera dolabrifera*, *Stylocheilus striatus* and *Elysia diomedea*; being the most abundant *D. dolabrifera*, in addition, in the rocky infralittoral zone, a complex morphological structure was evidenced, which favored the abundance and affinity of Opisthobranchs to macroalgal substrates registered in that zone. The results of the calculated community indices showed diversity values in the supralittoral zone with an H' value of 0.92 bits/ind, which suggested a greater richness of species; greater dominance was found in the infralittoral zone with 0.32 bits/ind; the greatest equity (J') was reported in the supralittoral zone with 0.83 bits/ind, which indicated that the Opisthobranchs were relatively evenly distributed. The Shapiro Wilk normality test and Levene's test were performed, obtaining non-parametric data. Principal Component Analysis was performed, which showed patterns of association and macroalgal preferences between *Dolabrifera dolabrifera* and macroalgae of the Phylum Chlorophyta, *Elysia diomedea* with the Phylum Rhodophytas and finally, *Stylocheilus striatus* with the Phylum Phaeophyta.

Key words: Association patterns, Opisthobranch, Abiotic parameters, Macroalgal preferences.

2. INTRODUCCIÓN

Los Opistobranquios forman parte de uno de los grupos más diversos que se encuentran distribuidos globalmente, habitando ambientes acuáticos. Generalmente, estas especies son epifaunales y se desarrollan en diversos medios: arena, rocas, corales, esponjas, hidrozoarios, vegetación acuática (Fernández-Pizarro, 2021). Zamora-Silva y Ortigosa (2012) señalaron que, se han descrito alrededor de 6 000 especies de Opistobranquios en todo el mundo, lo que subraya su importancia en la biodiversidad marina. Los Opistobranquios comúnmente conocidas como babosas de mar, pertenecientes a la infraclase Opisthobranchia dentro del grupo de los Gasterópodos (phylum Mollusca), mismos que constituyen un grupo notable, debido a la gran diversidad de formas corporales que estos presentan, desde especies con concha similares a los caenogastropodos, hasta especies que no poseen esta característica distintiva (Ardilla et al., 2007). Según Zamora & Naranjo (2008), por la falta de esta estructura aparece otras estructuras externas como las ceratas, los tentáculos sensoriales y los rinóforos que cumplen funciones sensoriales, defensivas o respiratorias.

Las macroalgas representan uno de los grupos más diversos de organismos fotosintéticos, comprendiendo principalmente las divisiones *Chlorophyta* (algas verdes), *Rhodophyta* (algas rojas) y *Ochrophyta* (algas pardas) (González, 2017). Una de las relaciones más evidentes entre las macroalgas y los Opistobranquios es

la homocromía nutricional que presentan muchas babosas marinas significando que, exhiben el mismo color e incluso una forma similar al sustrato del que se nutren, lo que refleja su alto nivel de adaptación y funciona como una estrategia de camuflaje para protegerse de los depredadores (López, 2017).

En la zona intermareal, se encuentra un entorno desafiante donde la vida marina ha evolucionado de manera extraordinaria. A pesar de la influencia de los parámetros abióticos como la variación de temperatura, salinidad, alteración del pH radiación, este ecosistema alberga una gran variedad de organismos que han desarrollado adaptaciones únicas para sobrevivir y prosperar en este hábitat cambiante (Martínez et al., 2022). Sin embargo, las macroalgas se fijan a una variedad de sustratos mediante diferentes estructuras de adhesión y se encuentran principalmente en sustratos rocosos o firmes para resistir el impacto de las olas (González et al., 2017)

En el presente trabajo de titulación se identificó las asociaciones específicas de babosas de mar y cómo los parámetros abióticos influyen en estos organismos; por lo cual, este trabajo tuvo como finalidad identificar los patrones de asociación entre Opistobranquios y macroalgas, mediante monitoreos *in situ* y registro de parámetros abióticos, para considerar las preferencias macroalgales específicas de los Opistobranquio en el sitio de estudio.

3. JUSTIFICACIÓN

Los Opisthobranchios exhiben una amplia gama de adaptaciones morfológicas y ecológicas, pueden adaptarse a diversos hábitats marinos, desde las zonas intermareales hasta las profundidades extremas, como las fuentes hidrotermales a 4 000 metros (Valdés, 2001).

La relevancia de las macroalgas radica en la protección que ofrecen a los animales y que se alimentan por filtración, e incluso a otros organismos que únicamente se alimentan de ellas (Graham, 1991). De acuerdo Hansen (2013), en estos microhábitats, se ha visualizado que ciertos moluscos, especialmente los herbívoros, influyen en la estructura de las poblaciones de macroalgas. Asimismo, se sabe que las algas, según su textura y forma de crecimiento (lo que se conoce como arquitectura), pueden restringir el movimiento de los moluscos o, por el contrario, facilitar su fijación (Hansen, 2013; Chemello, 2002).

Según Granados et al., (2008), la relación que existe entre las macroalgas y los moluscos es fundamental, ya que esta situación puede tener un efecto sobre su desplazamiento siendo sitios de adhesión o refugio, lo cual depende de la textura

de la macroalga. Además, de su forma de crecimiento, estas características modulan la composición, abundancia y distribución de estos organismos.

Los Opistobranquios, al tener hábitos alimenticios herbívoros y carnívoros, tienden a tener influencia en la estructura y dinámica de las comunidades bentónicas, ya que, actúan como reguladores de las poblaciones de algas y diversos invertebrados (Fernández, 2021). Las asociaciones existentes entre Opistobranquios y macroalgas, además de ser relevantes desde una perspectiva ecológica, tienen implicaciones importantes para la conservación del medio marino. Estos moluscos, debido a la sensibilidad que presentan frente a diversos cambios ambientales y su estrecha relación con las macroalgas, pueden tener la capacidad de actuar como bioindicadores de la salud de los ecosistemas costeros.

Por otra parte, existe un creciente interés en la habilidad de ciertos Opistobranquios del género *Elysia* para almacenar cloroplastos; lo que incluye la exploración de productos naturales para el aislamiento y la producción de principios activos químicos con aplicaciones como antibióticos y agentes quimioterapéuticos (Bastida & García, 2022). Con este trabajo de titulación se pretendió contribuir a una mejor comprensión de las dinámicas en las variaciones espacio temporales de comunidades de organismos marinos, específicamente de las babosas de mar que habitan en los ecosistemas costeros en la provincia de Santa Elena

4. OBJETIVO GENERAL

Identificar los patrones de asociación entre opistobranquios y macroalgas, mediante monitoreos *in situ* y registro de parámetros abióticos, estableciendo las preferencias macroalgales.

5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterizar Moluscos Opistobranquios, asociados a macroalgas a través de guías taxonómicas describiendo sus asociaciones.
- Determinar los parámetros abióticos relacionados a los patrones de asociación de Opistobranquios.
- Establecer la preferencia de sustratos macroalgales por parte de los Opistobranquios, a través de análisis estadísticos.

6. HIPÓTESIS

Ha: Los patrones de asociación entre Opistobranquios y Macroalgas están influenciados por las preferencias Macroalgales específicas.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Características generales de los Opistobranquios

Algunas especies de Opistobranquios han evolucionado al punto de no presentar una concha externa, manteniendo una interna o vestigial. Los Opistobranquios (Heterobranchia) son un grupo representativo de esta adaptación y presenta aspectos únicos. Este grupo también, denominados babosas de mar o vaquitas de mar, pertenecientes Moluscos Gasterópodos, se distingue por tener las branquias detrás del corazón, lo que los separa de otros organismos Gasterópodos como los Prosobranquios. Estos organismos son casi exclusivamente marinos y presentan una gran diversidad de formas y adaptaciones (Camacho & Del Río, 2008).

De acuerdo con Zamora & Naranjo (2008), estas especies exhiben una notable variedad de adaptaciones morfológicas y ecológicas, muchas especies de Opistobranquios han perdido o reducido su concha, lo que le permite mayor flexibilidad y movilidad en su entorno marino. Estos moluscos desarrollan estructuras como ceratas, parapodios y rinóforos que tienen funciones sensoriales, defensivas o respiratorias (Sisto et al., 2016).

Además, algunas especies pueden adquirir coloraciones y patrones que les permiten camuflarse o disuadir a los depredadores, como lo aclara Fernández-Pizarro (2021),

también menciona que la mayoría de estas especies son hermafroditas, lo que facilita la reproducción en entornos donde la disponibilidad de parejas puede ser limitada (Figura 1).

Las Babosas de Mar son consideradas como curiosos animales sensibles a los cambios en el medio, por ello, la alteración en sus áreas de distribución, su presencia o ausencia, también pueden servir de indicadores del Cambio Climático (Gutiérrez et al., 2008).

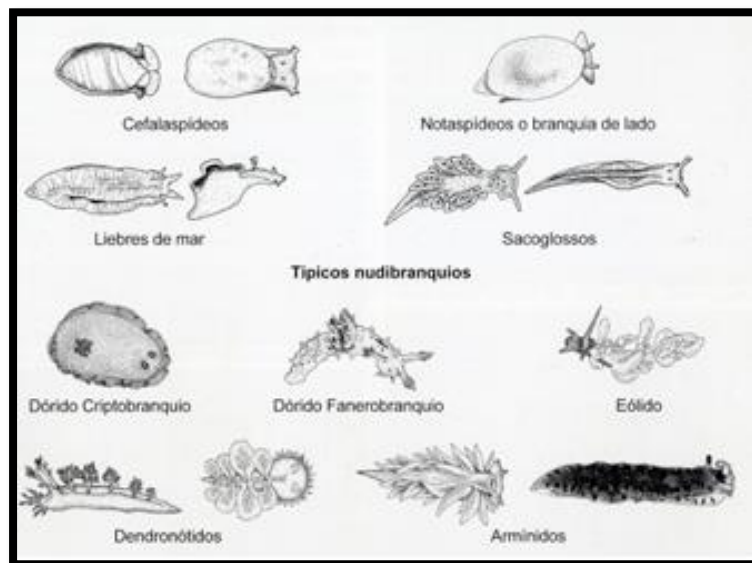


Figura 1. Aspectos característicos de Opisthobranchios

Fuente: Herrero (2015).

7.2 Morfología de los Opisthobranchios

Las adaptaciones anatómicas relacionadas con la evolución y hábitat de las babosas de mar, son características distintivas de la morfología, una de las más notables es la detorsión, un proceso que revierte parcialmente la torsión típica de los Gasterópodos, resultando en una simetría bilateral externa que no siempre corresponde con la organización interna del cuerpo (Vital-Arriaga, 2013).

El sistema respiratorio de estos organismos marinos, que incluye branquias o una corona branquial, se ubica generalmente en la parte dorsal posterior del manto. Estas estructuras, altamente irrigadas, permiten el intercambio gaseoso esencial para la respiración (Castillo-Rodríguez, 2014).

El sistema sensorial incluye rinóforos, órganos olfativos prominentes que ayudan a detectar estímulos químicos y ojos simples capaces de percibir luz y sombras, poseen parapodios, extensiones laterales del pie que en ciertos grupos permiten la locomoción natatoria (Nordsieck, 2022). Estas adaptaciones morfológicas reflejan su diversidad ecológica y funcional, haciendo de los opisthobranchios un grupo vital de los ecosistemas marinos (Figura 2).

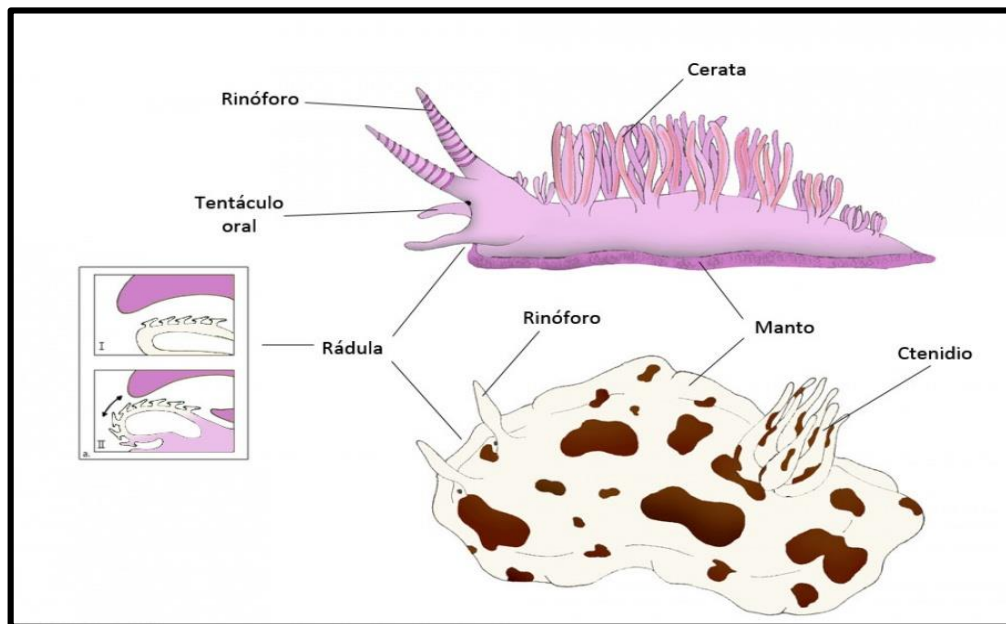


Figura 2. Morfología del Opisthobranchio

Fuente: Regas, et al., (2025)

7.3 Ciclo de vida

Los Opisthobranchios presentan un ciclo de vida diverso, caracterizado por etapas larvales y adaptaciones reproductivas, la mayoría son hermafroditas simultáneos que realizan fecundación cruzada, depositando masas gelatinosas de huevos en espiral con hasta 10 000 embriones (Menéndez, 2006).

Una característica significativa de los Opisthobranchios es su diversidad de estrategias reproductivas y de desarrollo para embriones y larvas. Estas se han estudiado ampliamente e incluyen diversos modos de desarrollo, tanto el

planctotrófico, el cual se basa en la alimentación en el plancton, lecitotrófico (sin alimentación, dependiente del vitelo) y directo (evitando la etapa larvaria de vida libre) (Herrero, 2015; Thompson, 1967).

El género *Elysia*, se destaca por su notable plasticidad de manera reproductiva, dentro del mismo, varias especies presentan poecilogonía, refiriéndose a un fenómeno en el que incluso una especie puede mostrar su flexibilidad en el desarrollo larvario (Taylor & McCain, 2010).

7.4 Formas de desarrollo de larvas de Opisthobranchios

En la gran gama de invertebrados marinos, presentan diversas estrategias de desarrollo larval:

- **El desarrollo planctotrófico:** De acuerdo con Hermosillo (2006), estos organismos se alimentan de plancton menor durante su fase larval, las masas de huevos son depositadas en la columna de agua, donde las larvas velíferas con concha nadan libremente durante un mes. Posteriormente, buscan un sustrato para la metamorfosis, dando origen a la forma bentónica adulta.

- **El desarrollo lecitotrófico:** En este desarrollo, las larvas consumen plancton, no obstante, utilizan una yema como reserva alimenticia (Reyes, 2014).
- **Desarrollo directo:** la etapa juvenil emerge completamente formada del huevo, sin pasar por una fase larval libre en el plancton (Hermosillo 2006).

La sobrevivencia de los organismos prematuros se debe a factores químicos que son indispensables para adherirse en los diferentes sustratos adecuados, siendo el lugar donde completan la metamorfosis; esta etapa refleja adaptaciones ecológicas, que equilibran su dispersión y eficiencia reproductiva, consolidando a los Opistobranquios como organismos importantes en el ecosistema marino.

7.5 Categorización de los Opistobranquios

La cuestión de si los Opistobranquios constituyen un grupo monofilético ha sido objeto de extensa discusión a lo largo del tiempo, presentando perspectivas divergentes. No obstante, la clasificación de los gasterópodos experimentó una modificación significativa a raíz de una revisión filogenética realizada por Bouchet et al., (2017) este estudio reemplazó el sistema de órdenes tradicional por clados, redefiniendo a Opisthobranchia como un grupo informal dentro del clado Heterobranchia.

Dentro del marco del presente estudio, los Opisthobranchios son considerados como una agrupación no formal tomando en cuenta a lo mencionado en el Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS), que los sitúa como una infraclase dentro de la subclase Heterobranchia, incluyendo los siguientes órdenes o clados: Acteonoidea, Runcinacea, Anaspidea, Sacoglossa, Notaspidea, Nudibranchia, Acochilidiacea, Tyrodinoidea, Cephalaspidea y Pteropoda (Costello et al., 2013).

Se presentan con mayor detalle a continuación los siguientes órdenes registrados en la zona de estudio:

7.5.1 Sacoglossa

Este grupo se define por poseer una estructura con forma de saco en su aparato bucal, cuya función primordial es la de retener los dientes radulares que ya han sido utilizados. Los Sacoglossos son organismos herbívoros que se nutren de algas marinas (Vital-Arriaga, 2013; Behrens, 1991).

Estos organismos poseen una rádula con disposición en forma de cadena, donde los dientes se renuevan constantemente. Los dientes utilizados y desgastados se almacenan en un saco o asca, y el diente más anterior es empleado para romper las paredes celulares y extraer los cloroplastos de las algas, que constituyen su alimento (Hermosillo, 2006).

7.5.2 Anaspidea.

Los Anaspidea (Aplysiomorpha), son un grupo de Opisthobranchios estudiado de manera caracterizada debido a su considerable tamaño y abundancia en lechos de macroalgas de aguas someras, lo cual facilita su recolección. En cuanto a su coloración, puede variar entre tonalidades verde-amarillentas y diversos matices de castaño o grisáceo-castaño con patrones específicos facilitando su identificación (Andrimida, 2021).

Una característica distintiva de esta especie son los anillos oscuros que se superponen al color base y que se hacen más notorios en ejemplares preservados. Estos anillos delimitan manchas verdes o azuladas y su número varía entre individuos; los adultos suelen presentar alrededor de diez anillos a cada lado del cuerpo, mientras que los juveniles exhiben una mayor cantidad, entre veinte y treinta, aunque de menor tamaño (Ortea & Martínez, 1990).

7.6 Aspectos generales de las Macroalgas

Las macroalgas también conocidas como algas marinas, son organismos multicelulares, la morfología característica es muy similar a las plantas terrestres, estas pueden ser: láminas o talos, estípites y un punto de anclaje o soporte, pero carecen de raíces, hojas verdaderas y órganos reproductores revestidos (Medina-Cabrera, 2024).

Adarshan *et al* (2023) mencionaron que, a través de la fotosíntesis, las macroalgas desempeñan un papel importante como productores primarios en los ecosistemas marinos contribuyendo al equilibrio ecológico, siendo responsables de producir el 80% del oxígeno atmosférico. Por esta razón, sirven como bioindicadores de calidad del agua, además participan en procesos de bioacumulación y biorremediación.

7.7 Categorización de las Macroalgas

Las macroalgas se dividen en tres grandes grupos de acuerdo a sus pigmentos fotosintéticos: Chlorophyta; las algas verdes, Rhodophyta; englobando a las algas rojas y Phaeophyta; también denominadas algas pardas, estas frecuentan zonas costeras poco profundas; sin embargo, algunas especies habitan en ambientes sedimentarios o en mayores profundidades (Mendoza, 1999).

7.7.1. Chlorophyta

Las algas Chlorophytas no son un grupo monofilético, es decir, pertenecen a las plantas verdes, un antiguo linaje de eucariotas que comprende dos clados principales: El clado Streptophyta, incluye principalmente algas verdes de agua dulce y las plantas terrestres; mientras que el otro clado Chlorophyta, incluye algas

verdes marinas, de agua dulce y terrestres con una amplia diversidad morfológica, que va desde organismos unicelulares planctónicos hasta algas coloniales, sifónicas multicelulares (Leliaert et al., 2011).

Las Chlorophyta principales incluyen tres clases principales, Chlorophyceae, Ulvophyceae y Trebouxiophyceae mismas que presentan gran diversidad en especies, morfología y en ámbitos ecológicos. Chlorophyceae incluye algas verdes de agua dulce y terrestres que muestran diversas organizaciones celulares y una ultraestructura variable del aparato flagelar; las Ulvophyceae incluyen principalmente especies macroscópicas, sifónicas de hábitats costeros o multicelulares, pero también muchas especies microscópicas unicelulares o multicelulares de ambientes marinos, de agua dulce y terrestres; por último tenemos, las Trebouxiophyceae, que abarcan algas verdes unicelulares, coloniales y multicelulares móviles y no móviles de hábitats de agua dulce, terrestres y, a veces, marinos, con varias especies participando en simbiosis con una diversidad de eucariotas (Lewis & McCourt, 2004; Leliaert et al., 2012; Cocquyt et al., 2010; & Fang et al., 2017).

7.7.2 Rhodophyta

Las algas Rhodophytas han tenido una sobrevivencia en zonas costeras, siendo estas tropicales y subtropicales, por debajo del límite de las mareas; sin embargo, se ha

registrado especies que han soportado y colonizado el agua dulce. Este extenso grupo de eucariotas, que abarca más de cinco mil especies, se encuentra principalmente en hábitats marinos (90%), donde muchas son calcáreas y representan un componente fundamental de los arrecifes de coral (Bárbara et al., 2017).

Este grupo se caracteriza por poseer una amplia gama morfológica y ciclos de vida, presentando formas tanto unicelulares como multicelulares (Martínez, 2018). Pese a la pérdida o ausencia de flagelos y la falta de evolución de tejidos verdaderos, han perdurado hasta conseguir una considerable diversidad. Su coloración distintiva proviene de pigmentos como las ficobiliproteínas (clorofila A y D, la ficoeritrina roja que suele ser predominante, y la ficocianina azul), al igual que, los carotenos, la zeaxantina y luteína (Vega et al., 2021).

7.7.3. Phaeophyta

Las algas pardas (Phaeophyceae, Heterokonta/Ochrophyta) son organismos multicelulares cuyo tamaño varía desde filamentos ramificados microscópicos de menos de un milímetro de diámetro hasta grandes talos carnosos macroscópicos que pueden alcanzar longitudes superiores a los 50 m. Son elementos esenciales de los ecosistemas costeros, formando a menudo densos mantos algales comparables a los bosques de los ecosistemas terrestres (Archibald et al., 2017).

Las algas pardas comprenden aproximadamente 2 000 especies en alrededor de 300 géneros; de los cuales los géneros como *Cystoseira*, *Dictyota*, *Ectocarpus*, *Sargassum* y *Sphacelaria* incluyen un gran número de especies, que presentan una considerable dificultad taxonómica y requieren una revisión crítica. La morfología varía considerablemente entre las algas pardas, por ejemplo, algunas de las especies más pequeñas forman cojines filamentosos discretos o crecen como costras en estrecho contacto con el sustrato y otras crecen en forma de penachos. Los ejemplares más grandes incluyen una variedad de talos simples y ramificados que se diferencian en lámina foliosa, estípites con forma de tallo y soporte basal. Algunos talos son extremadamente mucilaginosos (Peters et al., 2010; Ni-Ni-Win et al., 2010; Tronholm et al., 2010; & Silberfeld et al., 2014).

Se reproducen comúnmente mediante zoosporas heterocontas asexuales, o cigotos formados por la fusión de gametos femeninos, móviles o inmóviles, con gametos masculinos heterocontas.

7.8 Rol de las Macroalgas como productores primarios

Las macroalgas son organismos multicelulares cumplen una función como productores primarios en los ecosistemas marinos, a través de la fotosíntesis, estas algas contribuyen al equilibrio ecológico al convertir el dióxido de carbono en oxígeno y materia orgánica, lo que las convierte en la base de las cadenas tróficas costeras. Por lo tanto, proporcionan hábitat y refugio para una gran diversidad de especies marinas, incluyendo peces, crustáceos y moluscos participando en el reciclaje de nutrientes y en la conversión del carbono, lo que ayuda a mantener la salud de los ecosistemas marinos (CONABIO, 2022).

Habitan generalmente en zonas costeras poco profundas, aunque, existen especies que llegan a prosperar y sobrevivir a aguas profundas hasta 300 metros o incluso en ambientes sedimentarios. La diversidad de macroalgas incluye grupos como las algas rojas (Rhodophyta), algas verdes (Chlorophyta) y algas pardas (Phaeophyceae), cada macroalga posee una características morfológicas y ecológicas distintas (García, & Peteiro, 2015).

Tienen un impacto ambiental y económico, debido a que se utilizan en la producción de carrageninas, alginatos y otros productos industriales; sin embargo,

su extracción no sostenible y el cambio climático representan amenazas importantes para su supervivencia y función ecológica.

7.9 Zona intermareal

Araujo-Leyva (2024), junto a otros autores señalaron que la zona intermareal comprende un ecosistema dinámico y diverso, esta zona se encuentra entre la marea baja y alta en las costas rocosas, este entorno es caracterizado por cambios extremos en las condiciones físicas y biológicas, lo que requiere adaptaciones específicas de los organismos que lo habitan.

En los ecosistemas intermareales rocosos, se distinguen las tres divisiones (supralitoral, mesolitoral e infralitoral), diferenciadas por su exposición al agua y la atmósfera. La zona supralitoral representa un área de transición permanente entre los ecosistemas terrestres y marinos, que se caracterizan por su constante exposición al aire, la amplitud de esta zona es influenciada por la acción del oleaje, y su humedad proviene del rocío o la evaporación generada por las olas (Vergara-Moreira, 2024).

El mesolitoral, se alterna entre la inmersión marina en mareas altas y la exposición aérea en mareas bajas. Por otro lado, el nivel infralitoral generalmente se encuentra sumergido, aunque puede emerger por lapsos muy cortos en circunstancias poco frecuentes (Batten, 2023). (Figura 3).

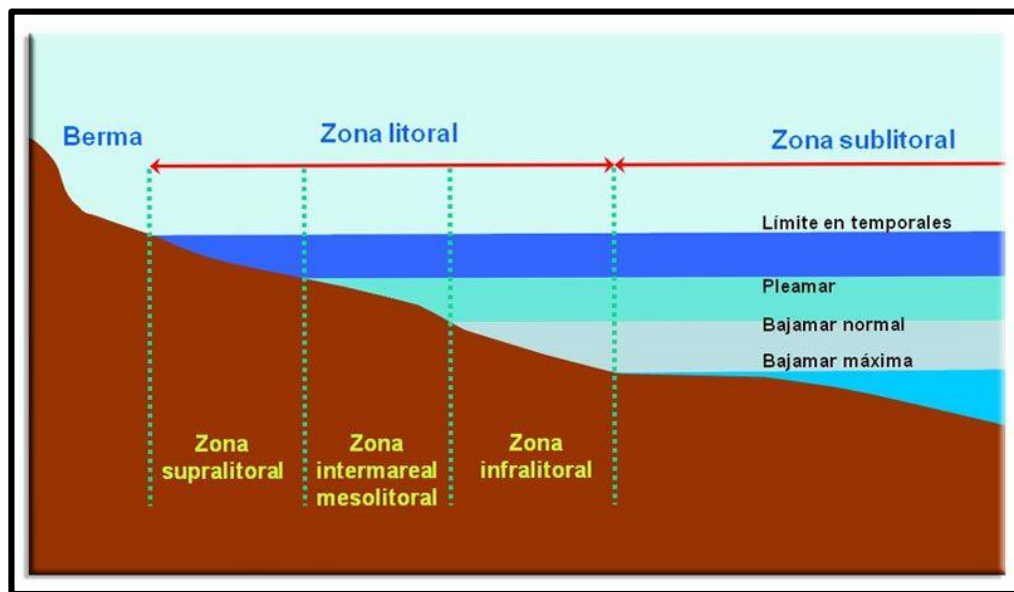


Figura 3. El suelo y el sistema litoral (Núñez, 2017.)

Las macroalgas son fundamentales en la zona intermareal, especialmente en los sustratos rocosos porque proporcionan hábitat y alimento a una variedad de especies, ayudan a estabilizar los sustratos reduciendo la erosión y creando microhábitats para otros organismos; por consiguiente, contribuyen al ciclo de nutrientes (Araujo et al., 2024).

7.10 Parámetros abióticos

La temperatura puede fluctuar significativamente debido a la exposición al sol durante las mareas bajas y el agua fría durante las mareas altas, a su vez la salinidad varía ya que el agua de mar se evapora durante las mareas bajas aumentando la concentración de sales, mientras que en marea baja el agua fresca puede diluir la salinidad (Sessa et al., 2013).

El pH influye debido a la fotosíntesis de las algas y a la descomposición de material orgánico, en donde interviene la disponibilidad de nutrientes para los organismos (Papasprou, & González, 2021).

7.11 Asociaciones entre Opistobranquios y Macroalgas

Las asociaciones entre Opistobranquios, conocidos como "babosas de mar", se encuentran comúnmente en zonas intermareales rocosas, donde las macroalgas son un componente clave del ecosistema, siendo de interés creciente debido a la diversidad de especies presentes en las costas ecuatorianas.

Las macroalgas proporcionan el sustrato y fuente de alimento para muchos Opistobranquios que son herbívoros, como: *Elysia diomedea*, especie que consume cloroplastos de algas verdes, permitiéndole realizar fotosíntesis temporalmente, estas asociaciones son claves para el equilibrio ecológico de las zonas intermareales, contribuyendo a la biodiversidad y al reciclaje de nutrientes (Anchundia, 2023).

Incluso proporcionan un hábitat complejo que alberga a una gran variedad de Opistobranquios, mientras que las algas forman praderas o cinturones que ofrecen protección, sustrato para el desove y el refugio de estos moluscos (López, 2009).

Aunque no es común, algunos opistobranquios pueden establecer relaciones mutualistas con las macroalgas, donde ambos organismos se benefician, aunque la mayoría de las relaciones son más bien de depredación o comensalismo (Berru, 2017).

8 METODOLOGÍA

8.1 Área de estudio

La playa 'La Viejita', se encuentra ubicada en la Base Naval de Salinas en el cantón con el mismo nombre, ubicada en la provincia de Santa Elena, esta zona se encuentra ubicada en las coordenadas ($2^{\circ}11'07''S$ $80^{\circ}59'17''W$), se halla limitada al norte del Océano Pacífico, hacia el sur con la zona costera de la ciudad, al este se encuentra limitado por la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena y al oeste la ciudad de Salinas.

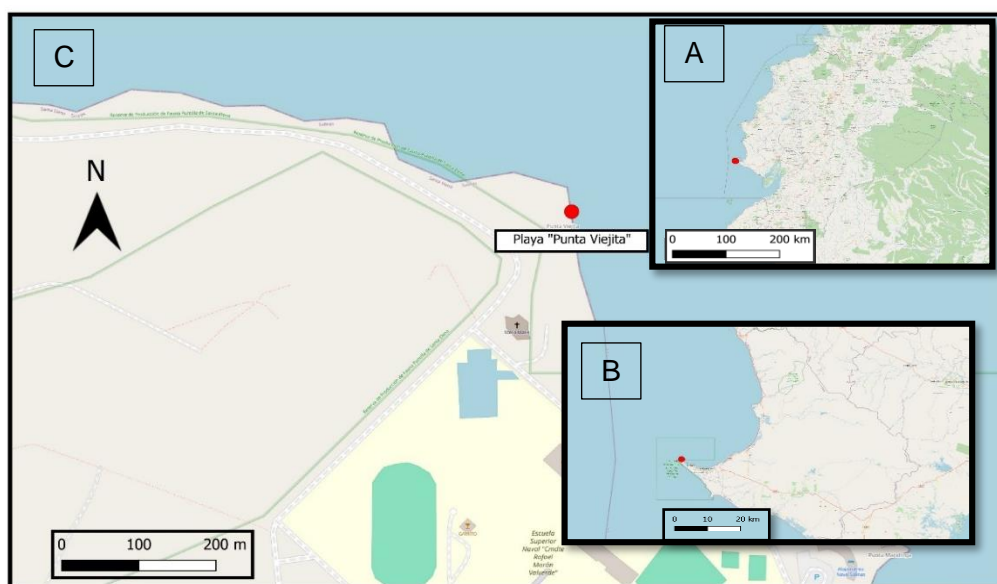


Figura 4. Zona de estudio Playa "La Viejita". (A) La imagen superior derecha muestra el mapa de Ecuador, (B) la imagen inferior derecha lo sitúa dentro de la provincia de Santa Elena. (C) El mapa principal detalla la ubicación específica en Playa "Punta Vieja".

8.2 Diseño de estudio

El diseño de estudio fue tanto comparativo como observacional donde se empleó el Monitoreo de la Biodiversidad Marina en Costas Rocosas, propuesta por MBON Pole to Pole, dicho protocolo facilitó la observación de Opisthobranchios y macroalgas en cada zona intermareal de la playa “La Viejita” mediante el uso de cuadrantes y fotocuadrantes. Durante el muestreo para cada zona del intermareal, siendo estas supralitoral, mesolitoral e infralitoral, se empleó un diseño de transectos lineales de banda, cada transecto tuvo una longitud de 100 metros en paralelo a la línea de la costa, la amplitud del muestreo por cada transecto fue de 20 metros. De esta manera, cada una de las tres zonas de estudio cubrió un área de 100 m por 20 m igual a 2000 m². Al sumar las tres zonas se obtuvo un área total muestreada de 6000 m². Adicionalmente en cada transecto se seleccionó aleatoriamente 10 puntos de muestreo para la observación de cobertura macroalgal y de babosas de mar. Los monitoreos se efectuaron durante los meses de marzo y abril del año 2025.

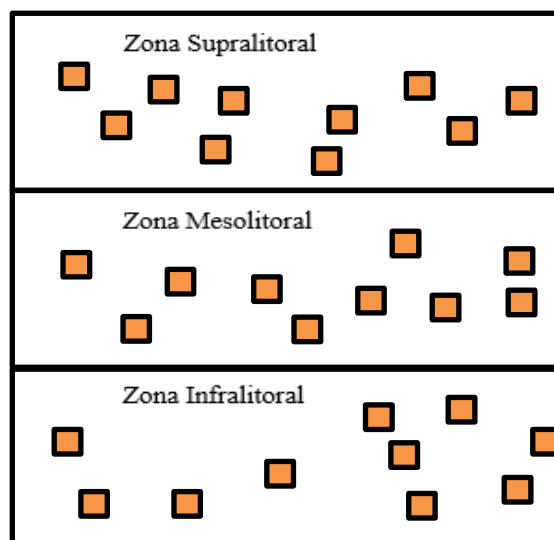


Figura 5. Representación de un muestreo aleatorio simple.

8.3 Fase de campo:

Se seleccionó aleatoriamente los puntos de muestreo, empleando cuadrantes de 50 x 50 cm con 100 puntos de intersección al interior del cuadrante y se empleó fotocuadrantes. En cada cuadrante, se identificó y cuantificó tanto opistobranquios y cobertura de macroalgas presentes. Adicionalmente, se calculó el Índice de Rugosidad (IR).

8.4. Cobertura Macroalgal mediante cuadrantes

Para estimar la cobertura de macroalgas, se empleó el método de intersección puntual. Se utilizó un cuadrante de 50 x 50cm dividido en 100 puntos de intersección. En cada intersección se registró la cobertura algal, este método garantiza una alta precisión y repetibilidad en la estimación de la cobertura, permitiendo realizar comparaciones entre diferentes estaciones de muestreo y momentos temporales (Figura 6).

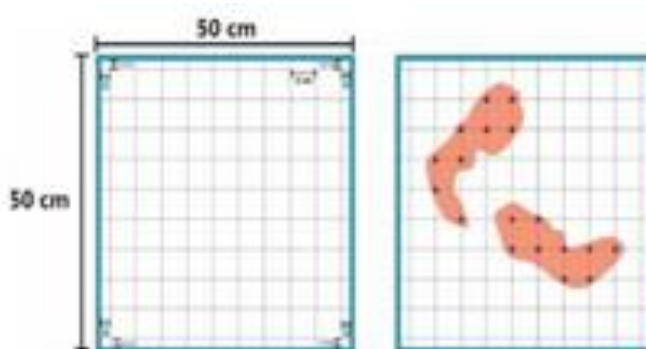


Figura 6. Cobertura de organismos (SARCE, 2012).

Para determinar el porcentaje, se empleó la siguiente fórmula:

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

Donde:

CA: Cobertura algal.

Ni: Número de intersecciones en los que se encuentren macroalgas

Tc: Total de cuadrícula.

8.5 Índice de Rugosidad

Se midió el Índice de Rugosidad en cada zona intermareal utilizando una cadena metálica de 10 metros de longitud, donde cada eslabón de la cadena tuvo un 1 cm de diámetro. Para cubrir los 100 metros lineales del transecto, la cadena se colocó sucesivamente siguiendo el contorno del sustrato rocoso, este procedimiento se realizó en cada zona intermareal, permitiendo obtener una medida detallada del IR del área de estudio.

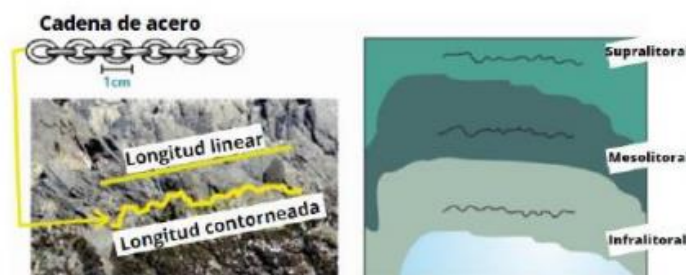


Figura 7. Índice de Rugosidad (MBON P2P, 2019)

Para determinar el Índice de Rugosidad, se empleó la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{LL}{LC}$$

Donde:

IR: Índice de Rugosidad.

LL: Longitud Lineal.

LC: Longitud Contorneada.

8.6. Monitoreos *in situ*

Se realizaron 9 monitoreos, con una duración de 3 horas cada uno. Se tomó en cuenta la tabla de marea del INOCAR. Facilitando la planificación de las respectivas salidas de campo, tomando a consideración los mayores coeficientes de marea baja, lo que permitió observar a los organismos en su hábitat natural.

Tabla 1. Registro de monitoreos realizados en la playa "La Viejita".

Monitoreos	Nivel de Marea (metros)	Hora inicio/fin	Fecha
1	0.47 B	08h30am/11h30am	11 de marzo
2	0.42 B	11h30am/14h30pm	16 de marzo
3	0.77 B	13h20pm/15h30pm	20 de marzo
4	0.17 B	09h40am/11h30am	29 de marzo
5	0.66 B	06h00am/08h30am	7 de abril
6	0.50 B	08h29am/ 10h00am	10 de abril
7	0.77 B	12h57 pm/15h40pm	18 de abril
8	0.67 B	06h00am/09h00am	23 de abril
9	0.35 B	08:24am/11h30am	26 de abril

8.7 Identificación de Opistobranquios y Macroalgas

Los Opistobranquios carecen en su mayoría de estructuras conquiológicas, lo cual impiden la identificación de ejemplares muertos o preservados, por lo que, se optó a realizar observaciones morfológicas y fotografías *in situ* para su identificación, para ello, se emplearon Guías de campo de babosas marinas pertenecientes al Pacífico Este Tropical (García, Gosliner, y Valdés, 2005), también reportes de las investigaciones realizadas en el INOCAR (Cruz, M; Hill, D; Cortez, P., 2007).

Para la identificación de macroalgas, se analizaron las muestras *in situ* empleando Guía para el reconocimiento en campo de las macroalgas del Callao (Carbajal., 2019).

8.8. Registro de parámetros abióticos físico-químicos

En esta etapa, se midieron *in situ* variables físico químicas como Temperatura, Salinidad, pH, Oxígeno disuelto, al comienzo de cada monitoreo, mediante el empleo de un multiparámetro marca Apera. Estos datos nos permitieron evaluar la influencia de estos factores abióticos en la distribución y abundancia de los Opistobranquios, así como en sus patrones de asociación con las macroalgas.

8.9. Análisis de Índices Ecológicos

Para el análisis de los índices ecológicos se incluyó tanto Opistobranquios herbívoros y no herbívoros en las tres zonas supralitoral, mesolitoral e infralitoral. Se aplicó los índices ecológicos mediante el programa PAST 4.0 (Hammer et al., 2001). Tales como: Shannon-Wiener (H), permitiendo analizar la diversidad en cada zona, siendo, rangos inferiores a dos cuyos revelan una diversidad baja, y rangos superiores a tres indican diversidad alta (Montero & Brito, 2019).

La ecuación para realizar este índice es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Siendo:

H': Refleja el índice de diversidad de los organismos.

Pi: Abundancia proporcional de los grupos o especies.

Log: Logaritmo que se empleará.

Índice de dominancia o Simpson (1-D), se da a conocer cuando la especie tiene un mayor grado de importancia sin evaluar la interacción con otras especies, cuando el valor más cercano a 1 indica una mayor dominancia de dicha especie y el valor cercano a 0 indica que la especie no predomina en la zona de estudio (Martínez-Trinidad et al., 2021).

La ecuación para realizar este índice es la siguiente:

$$1 - D = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Siendo:

D = Índice de *Simpson*.

S = Número de especies presentes.

p_i = Proporción de individuos en la i -ésima especie.

Equidad de Pielou (J'), es la división entre la diversidad de Shannon con la diversidad máxima de todas las especies. Si existe un valor cercano a 1 significa una alta equitatividad, las especies son igualmente abundantes, mientras que valores cercanos a 0 es señal de la baja equitatividad entre las especies en dichas zonas.

La ecuación para realizar este índice es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Siendo:

$$H'_{max} = \ln (S).$$

H' = es el índice de Shannon-Wiener.

S = es el número total de especies presentes.

8.10 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó pruebas como la de Normalidad de Shapiro Wilk, la cual determina si el conjunto de datos es normal o no lo es, hace referencia a una distribución de probabilidad en variables continuas, el resultado nos ayudó a aceptar o rechazar la hipótesis nula. Adicionalmente, se realizó un análisis de Homocedasticidad, la cual es un análisis complementario a la Normalidad y nos indica la varianza de error de una determinada variable y si se mantiene uniforme para diferentes valores.

8.11 Análisis de Frecuencia de tallas.

Se midió la longitud de los especímenes utilizando un calibrador Vernier, que permitió obtener medidas precisas. Los especímenes se colocaron cuidadosamente en la superficie de medición del calibrador Vernier. Adicionalmente, se ajustó lentamente la parte móvil del calibrador generando contacto suavemente las partes del espécimen sin aplicar fuerza excesiva para evitar deformaciones (Fernández-Vilert et al., 2021).

8.12 Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales (PCA) tiene como objetivo simplificar los datos voluminosos mediante la transformación de variables originales, potencialmente correlacionadas, esto se logra transformando variables potencialmente correlacionadas en un conjunto más pequeño de variables, llamadas componentes principales (Kurita, 2021).

9 RESULTADOS

9.1 Identificación y caracterización de Opisthobranchios.

Durante los nueve monitoreos llevados a cabo, se identificó tres especies de Opisthobranchios, mismas que se clasificaron dentro de los órdenes Anaspidacea y Sacoglossa, tal como se especifica para cada ejemplar en la Tabla 2.

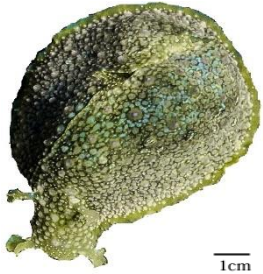
Tabla 2. Clasificación taxonómica de Opisthobranchios presentes en la zona de estudio.

Phylum Mollusca		
Clase Gastropoda		
Subclase Heterobranchia		
Orden	Familia	Género y Especie
Aplysiida	Aplysiidae	<i>Dolabrifera dolabrifera</i> (Rang, 1828).
		<i>Stylocheilus striatus</i> (Quoy & Gaimard 1832).
Sacoglossa	Plakobranchidae	<i>Elysia diomedea</i> (Bergh, 1984).

9.1.1 Orden Aplysiida

Dolabrifera dolabrifera (Rang, 1828)

Tabla 3. Ubicación y descripción taxonómica de *Dolabrifera dolabrifera*


 <p>Figura 8. <i>Dolabrifera dolabrifera</i></p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Gastropoda
	Subclase:	Heterobranchia
	Orden:	Aplysiida
	Familia:	Aplysiidae
	Género:	Dolabrifera
	Especie:	<i>Dolabrifera dolabrifera</i>
	Ubicación	Salinas, Santa Elena
	Sitio:	Playa “La Viejita”, Base Naval de Salinas.
	Nombre común:	Vaquita marina

Caracterización

El cuerpo de la especie *Dolabrifera dolabrifera*, con una longitud de 50 mm, es estrecho en su extremo frontal y notablemente más ancho y redondeado en la parte posterior. Su distintivo color verde es resultado de su alimentación a base de algas, complementado con la presencia de manchas amarillas. Se caracteriza por parapodios desiguales, donde uno de ellos es más grande y cubre al otro. La abertura del poro genital común se sitúa externamente, un poco anterior a la cavidad paleal.

***Stylocheilus striatus* (Quoy & Gaimard 1832).**

Tabla 4. Ubicación y descripción taxonómica de *Stylocheilus striatus*.

 <p>Figura 9. <i>Stylocheilus striatus</i></p>	Phyllum:	Mollusca
	Clase:	Gastropoda
	Subclase:	Heterobranchia
	Orden:	Aplysiida
	Familia:	Aplysiidae
	Género:	Stylocheilus
	Especie:	<i>Stylocheilus striatus</i>
	Ubicación	Salinas, Santa Elena
	Sitio:	Playa “La Viejita”, Base Naval de Salinas
	Nombre común:	Liebre marina rayada


Caracterización

La especie *Stylocheilus striatus*, comúnmente llamada liebre de mar rayada, puede llegar a alcanzar una longitud entre 20 a 26 mm. Su hábitat se caracteriza por un tamaño pequeño y forma alargada, con una parte central del cuerpo más abultada. Un rasgo morfológicamente distintivo de esta especie son las líneas longitudinales blancas y negras que se observa a simple vista.

9.1.2 Orden Sacoglossa

Elysia diomedea (Bergh, 1984).

Tabla 5. Ubicación y descripción taxonómica de *Elysia diomedea*.

 <p>Figura 10. <i>Elysia diomedea</i>.</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Gastropoda
	Subclase:	Heterobranchia
	Orden:	Sacoglossa
	Familia:	Plakobranchidae
	Género:	Stylocheilus
	Especie:	<i>Stylocheilus striatus</i>
	Ubicación:	Salinas, Santa Elena
	Sitio:	Playa "La Viejita", Base Naval de Salinas
	Nombre común:	Danzarina mexicana

Caracterización

La especie *Elysia diomedea* presenta una cabeza bien desarrollada y rinóforos alargados, con una porción anterior del pie corta. Su cuerpo exhibe parapodios a lo largo, dándole una apariencia similar a una lechuga. Su coloración verde, a menudo con rinóforos adornados con líneas negras y amarillas (asociado a cloroplastos simbióticos), puede alcanzar los 100 mm de longitud. Es conocida comúnmente como "Bailarina mexicana" o "babosa marina lechuga".

9.2 Identificación y caracterización de macroalgas

La identificación de las macroalgas se realizó a nivel de género, se identificaron 5 géneros de los cuales dos pertenecieron al filo Chlorophyta, dos géneros más al filo Rhodophyta y, por último un género que corresponde al filo Phaeophyta.

Tabla 6. Clasificación taxonómica de Macroalgas presentes en la zona de estudio.


Phyllum	Clase	Orden	Familia	Género
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva
		Cladophorales	Cladophoraceae	Cladophora
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Ceramiaceae	Ceramium
		Corallinales	Corallinaceae	Jania
Phaeophyta	Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Padina

9.2.1 Phyllum Chlorophyta

Ulva (Fischer, 1995).

En la zona apical generalmente el talo posee un color verde que se oscurece a medida que se acerca a la zona basal, con un margen tanto liso como dentado. Los ejes de los ejemplares tratados de esta especie tienen una longitud que varía desde variable desde los 3 cm hasta los 10 cm con una base discoide en la zona basal. Para esta especie, se han observado dos tipos de talo: uno que presenta únicamente una estructura tubular y cilíndrica, y otro que presenta una parte tubular en la base y se va ensanchando apicalmente a modo de lámina.


Tabla 7. Ubicación y descripción taxonómica del Género *Ulva*

 <p><i>Figura 11. Ulva</i></p>	Phyllum:	Chlorophyta
	Clase:	Ulvophyceae
	Orden:	Ulvales
	Familia:	Ulvaceae
	Género:	<i>Ulva</i>
	Ubicación	Salinas, Santa Elena
	Sitio:	Playa "La Viejita", Base Naval de Salinas

Cladophora (Fischer, 1995).

Este tipo de macroalga, de un color verde oscuro característico, es una de las más frecuentes y formando grandes masas flotantes y enredadas en su entorno natural. Sus hebras son uniseriadas (secuencias de una única fila de células) y carecen de ramas, formadas por células de forma cilíndrica.

Tabla 8. Ubicación y descripción taxonómica del Género *Cladophora*.


 <p>Figura 12. <i>Cladophora</i>.</p>	Phyllum:	Chlorophyta
	Clase:	Ulvophyceae
	Orden:	Cladophorales
	Familia:	Cladophoraceae
	Género:	Cladophora
	Ubicación	Salinas, Santa Elena
	Sitio:	Playa “La Viejita”, Base Naval de Salinas

9.2.2 Phylum Rhodophyta

Ceramium (Fischer, 1995).

Una particularidad de los filamentos dicotómicos corticados radica en su disposición en segmentos. En cada uno, hallamos células axiales que constituyen un eje central, que está revestido por diminutas células con función de asimilación, que provienen directamente de los entrenudos.


Tabla 9. Ubicación y descripción taxonómica del Género *Ceramium*.

 <p><i>Figura 13. Ceramium</i></p>	Phyllum:	Rhodophyta
	Clase:	Florideophyceae
	Orden:	Ceramiales
	Familia:	Ceramiaceae
	Género:	<i>Ceramium</i>
	Ubicación	Salinas, Santa Elena
	Sitio:	Playa "La Viejita", Base Naval de Salinas

Jania (Fischer, 1995).

Es un alga coralina articulada que se caracteriza por tener talos erectos con ramas dispuestas dicotómicamente compuestas por segmentos alternados de secciones cilíndricas calcificadas de color rojo o rosa (intergenículo) y secciones blancas no calcificadas (genículo).

Tabla 10. Ubicación y descripción taxonómica del Género *Jania*


 <p><i>Figura 14. Jania</i></p>	Phyllum:	Rhodophyta
	Clase:	Florideophyceae
	Orden:	Corallinales
	Familia:	Corallinaceae
	Género:	<i>Jania</i>
	Ubicación	Salinas, Santa Elena
	Sitio:	Playa la "Viejita", Base Naval de Salinas

9.2.3 Phylum Phaeophyta

Padina (Fischer, 1995).

Generalmente, el talo posee una coloración blanquecina, parda e incluso amarillento, llega a adaptar una forma de abanico formado a veces por varias láminas superpuestas. Compuesto por ejes polistíticos de crecimiento sincronizado, el talo está calcificado por carbonato de calcio, lo que le da su característica de estructura rígida y su tono blanquecino. La superficie de la lámina está marcada por delicados filamentos oscuros que crean patrones horizontales y concéntricos, mientras que sus células, que van desde alargadas hasta ovaladas, se alinean en múltiples filas.

Tabla 11. Ubicación y descripción taxonómica del Género *Padina*

 <p>Figura 15. <i>Padina</i></p>	Phyllum:	Phaeophyta
	Clase:	Phaeophyceae
	Orden:	Dictyotales
	Familia:	Dictyotaceae
	Género:	<i>Padina</i>
	Ubicación	Salinas, Santa Elena
	Sitio:	Playa “La Viejita”, Base Naval de Salinas

9.3 Registro de Opistobranquios y Cobertura de Macroalgas en las zonas intermareales.

Se observaron 452 babosas de mar. *D. dolabrifera* con 350 individuos registrados, *Elysia diomedea* 37 organismos y *Stylocheilus striatus* 65 apariciones, adicionalmente se identificó la cobertura algal asociada. Se observó una clara relación entre la especie *D. dolabrifera* y la disponibilidad de la cobertura macroalgal (Chlorophyta) en las diferentes zonas intermareales de la playa “La viejita”, aunque especialmente en las zonas infralitoral y mesolitoral. La especie *Elysia diomedea* y *Stylocheilus striatus* muestran porcentajes considerablemente menores, indicando una menor abundancia o una distribución más específica dentro de las zonas intermareales. Se observó una relación positiva entre la disponibilidad de macroalgas rojas o pardas y la aparición de las especies *Elysia diomedea* y *Stylocheilus striatus* en las zonas supralitoral y mesolitoral, indicando la baja

asociación con las algas verdes.

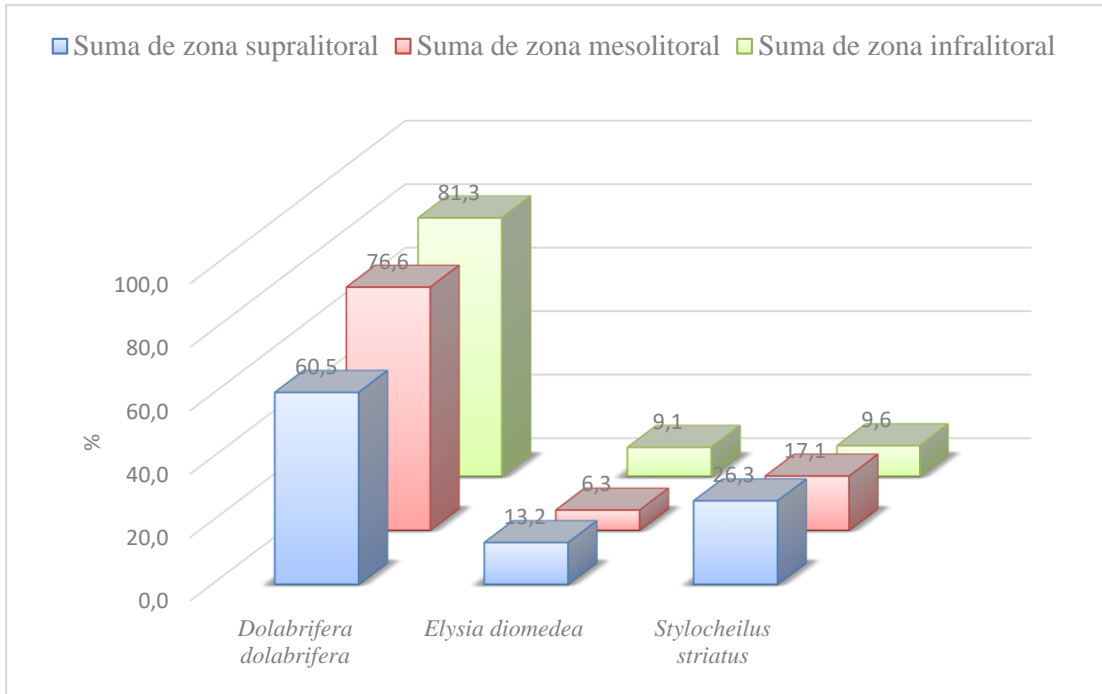


Figura 16. Composición porcentual de babosas de mar en cada zona intermareal de la playa "La viejita".

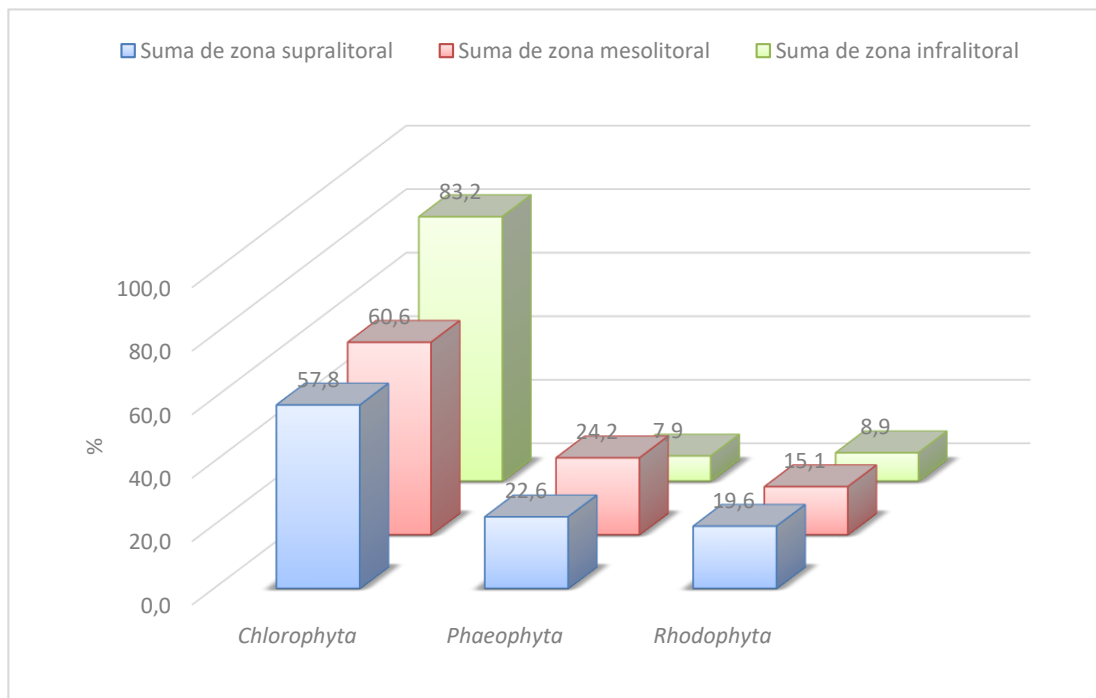


Figura 17. Composición porcentual de Macroalgas en cada zona intermareal de la playa "La viejita".

9.4 Índice de Rugosidad

El índice de Rugosidad en la zona supralitoral tuvo un valor de 0.2 dando como resultado un ambiente morfológicamente homogéneo y con baja complejidad estructural, un hábitat más estresante para muchos organismos. La zona mesolitoral cuyo valor fue de 0.5 denotó una estructura medianamente compleja. La zona infralitoral tuvo un valor de 0.7 como resultado, fue una zona más compleja morfológicamente, siendo un lugar propicio para los opistobranquios.

9.5 Índices de Diversidad

Se realizó los diferentes índices ecológicos en el total de cada especie de Opistobranquio para cada zona intermareal registrada en cada monitoreo. Anexo 2.

9.5.1 Shannon (H)

Los valores del Índice de Shannon (H') realizados para las tres zonas intermareales dieron como resultado diferencias significativas. Siendo, la zona supralitoral con un valor H' de 0.9221 bits/ind, lo que sugirió una comunidad con una mayor riqueza de especies o una distribución más equitativa de sus individuos en contraste a la zona mesolitoral siendo H' 0.681 bits/ind e infralitoral H' 0.6105 bits/ind que presentaron una disminución progresiva, dando como resultado una baja diversidad de especies, indicando que en estas zonas la especie *Dolabrifera dolabrifera*

abunda. En general, estos valores, por debajo de 1, sugiere que, las comunidades en las tres zonas intermareales tienen una diversidad relativamente baja. Figura. 17.

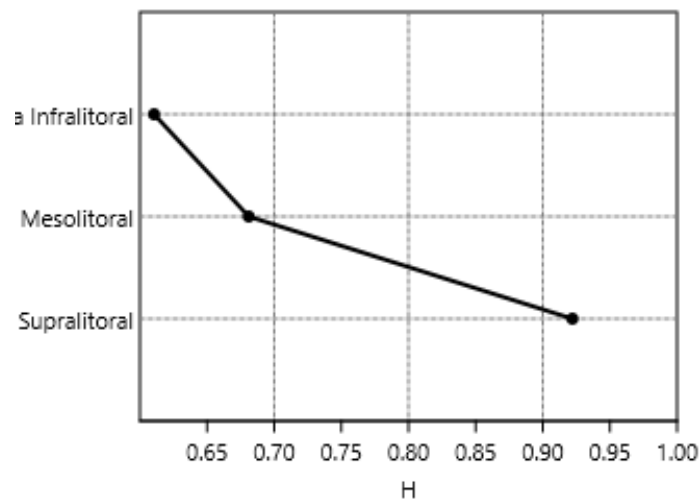


Figura 18. Índice de Shannon en cada zona intermareal.

9.5.2 Dominancia

La zona supralitoral 0.54 bits/ind, presentó menor dominancia de las tres zonas, o, dicho de otra manera, la mayor diversidad según el Índice de dominancia, esto significó que las abundancias de las especies presentes en el supralitoral están más equitativamente distribuidas entre ellas, o hay más especies que contribuyen de manera significativa. La zona mesolitoral 0.38 bits/ind, tuvo una dominancia intermedia, o una diversidad menor que en la zona supralitoral, pero mayor que en el infralitoral que reportó 0.32 bits/ind presentando mayor dominancia de las tres zonas, o la menor diversidad según el Índice de dominancia.

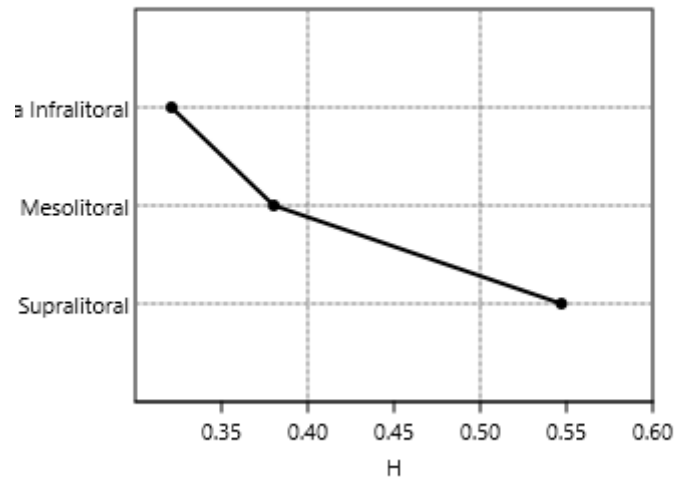


Figura 19. Índice de Dominancia Opistobranquios cada zona intermareal.

9.5.3 Equidad de Pielou J'

El Índice de Equidad de Pielou en la zona supralitoral mostró mayor uniformidad 0.83 bits/ind lo que denota que los Opistobranquios se encontraron distribuidos de manera relativamente uniforme en cuanto a la abundancia de organismos registrados. La zona mesolitoral se caracterizó por presentar una equidad intermedia con valores de 0.61bits/ind indicando que la abundancia de Opistobranquios fue menos uniforme, en contraste, con la zona infralitoral 0.55 bits/ind esta zona presentó la menor uniformidad, debido a la abundancia de una especie como *Dolabrifera dolabrifera* que fue más alta, a diferencia de las otras especies dando como resultado una distribución menos equitativa.

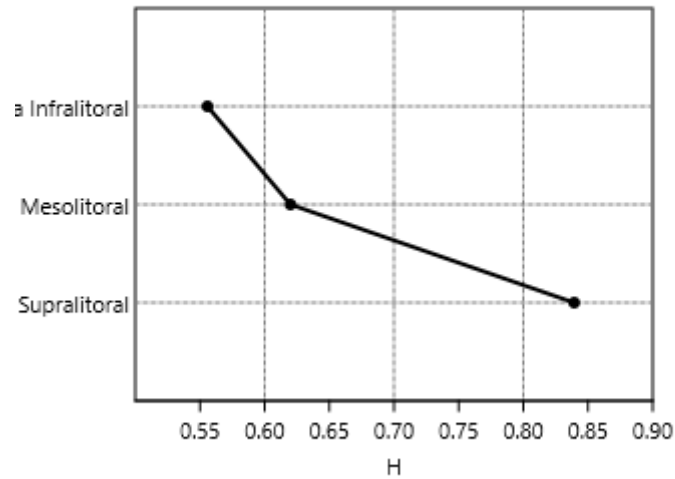


Figura 20. Índice de Equidad de Pielou en cada zona intermareal.

9.6 Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico, se agruparon los datos de abundancia para cada especie de Opistobranquio durante los 9 monitoreos y la cobertura macroalgal por división taxonómica registrada mediante la aplicación del protocolo MBON Pole to Pole.

9.6.1 Frecuencia de tallas de Opistobranquios

La gráfica de frecuencia de tallas mostró la distribución de tamaños pertenecientes a los diferentes Opistobranquios o babosas de mar.

Se observó que la mayoría de los individuos se hallaron entre las tallas intermedias-grandes, en rangos entre 15 y 27 mm llegando a un máximo de 24-27 mm. La presencia de individuos en tallas inferiores a 15 mm indica reclutamiento o reproducción reciente, mientras que la disminución en las tallas más grandes oscilando a 27 mm en adelante sugiere que hay menos individuos maduros, posiblemente por mortalidad o menor representatividad de esos tamaños en la población.

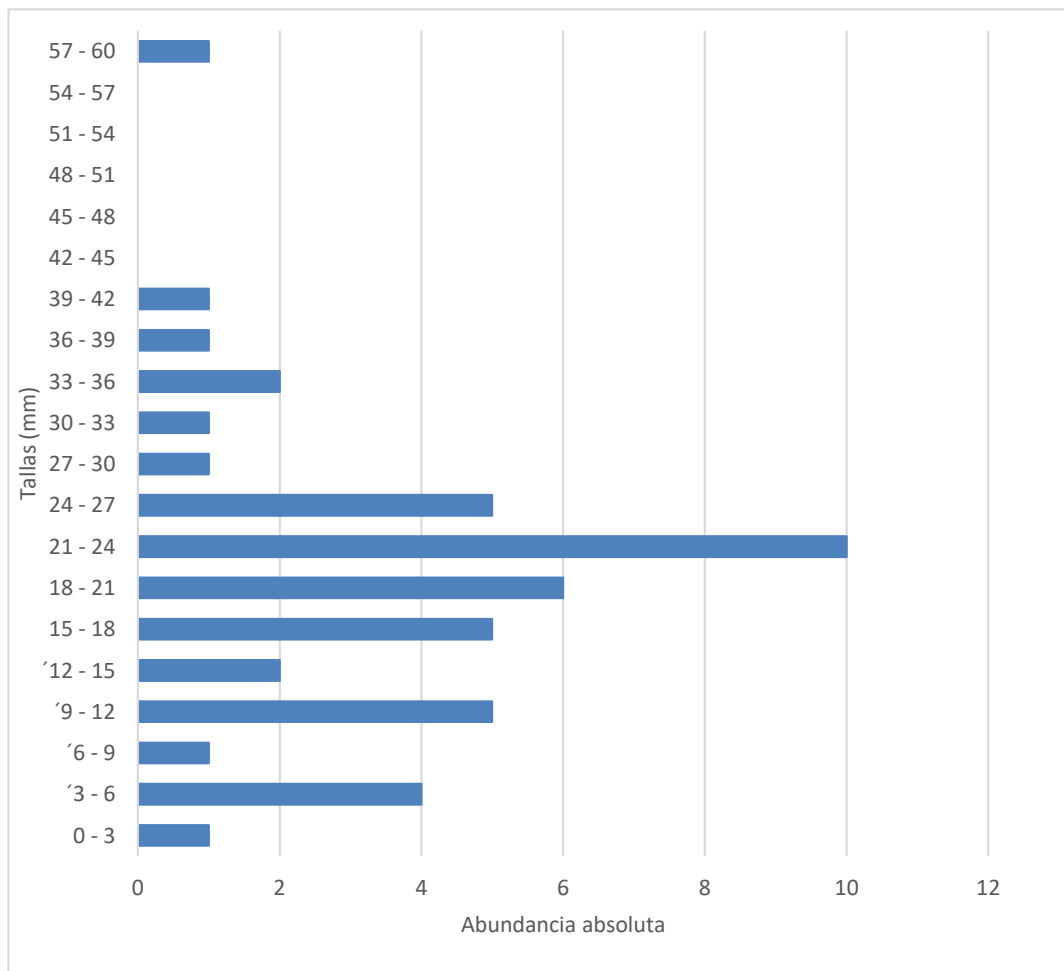


Figura 21. Biometría de babosas de mar en la zona de estudio.

9.6.2 Densidad poblacional de las babosas de mar en cada zona intermareal

La especie *Dolabrifera dolabrifera* mostró una mayor densidad poblacional y, en consecuencia, el mayor número estimado de individuos en todas las zonas siendo más abundante en la zona infralitoral, *Elysia diomedea* denotó la menor densidad de población y la menor cantidad de organismos en todas las zonas intermareales al igual que *Dolabrifera dolabrifera*, su densidad aumenta conforme se aleja de la zona costera por último, *Stylocheilus striatus* evidenció una densidad de población intermedia contraste a las dos especies identificadas en el estudio.

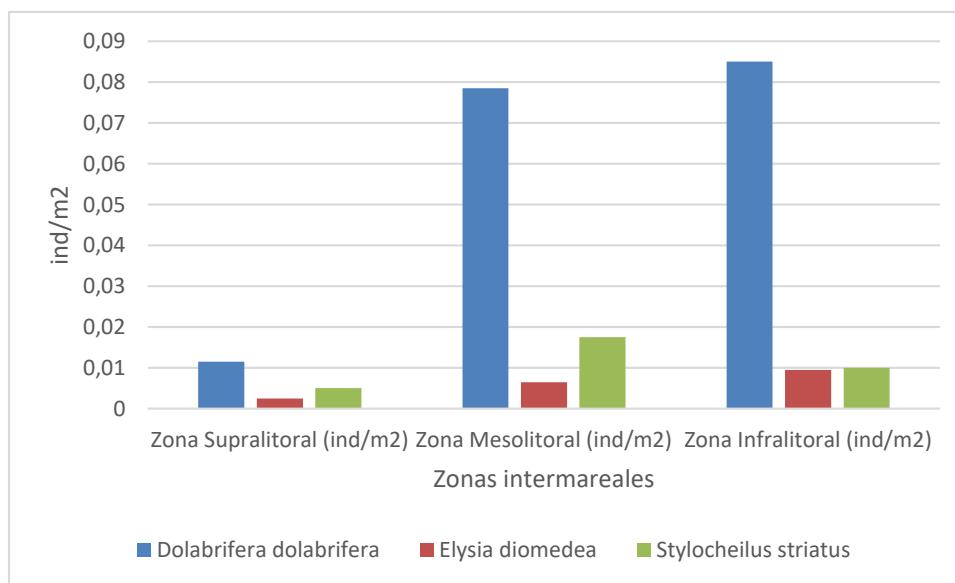


Figura 22. Densidad Poblacional de Opisthobranchios

9.6.3 Normalidad de Shapiro Wilk y Prueba de Homocedasticidad.

La prueba de Normalidad de Shapiro Wilk se empleó para los diferentes datos registrados obteniendo que tanto la cobertura algal como las diferentes especies de Opisthobranchios representando un valor inferior al rango establecido que fue 0.05. Adicionalmente, se aplicó la prueba de homocedasticidad de Levene que reportó un valor de $p = 1.692E-67$ expresando un valor menor al nivel de significancia establecido 0.05 es decir, estos resultados sugieren que los datos analizados no cumplieron con los supuestos fundamentales requeridos por las pruebas paramétricas como el ANOVA optando así por la prueba estadística multivariada de Análisis de Componentes Principales PCA.

9.7 Análisis de Componente Principales PCA

Se realizó el Análisis de Componentes Principales PCA en los Opisthobranchios en relación con las diferentes divisiones de macroalgas halladas, al igual que con los parámetros abióticos registrados en la zona de estudio

9.7.1 *Dolabrifera dolabrifera* en relación a la cobertura macroalgal.

Los vectores de *Dolabrifera dolabrifera* y Chlorophyta son casi paralelos y apuntan hacia el lado positivo del Componente 1, lo que indica una fuerte correlación positiva. Esto sugiere que cuando la cobertura de Chlorophyta es alta, también lo es la abundancia de *D. dolabrifera*, evidenciando su asociación con las macroalgas verdes (Chlorophyta). En contraste la relación entre *D. dolabrifera* y macroalgas rojas (Rhodophyta) es negativa. Mientras el vector de *D. dolabrifera* se dirige al Componente 1 positivo, el de Rhodophyta apunta en la dirección opuesta, hacia el Componente 1 negativo; esto sugiere que cuando una variable aumenta, la otra tiende a disminuir. Finalmente, la relación entre *D. dolabrifera* y Phaeophyta es muy baja o casi nula, ya que sus vectores son aproximadamente perpendiculares, lo que sugiere independencia entre estas variables.

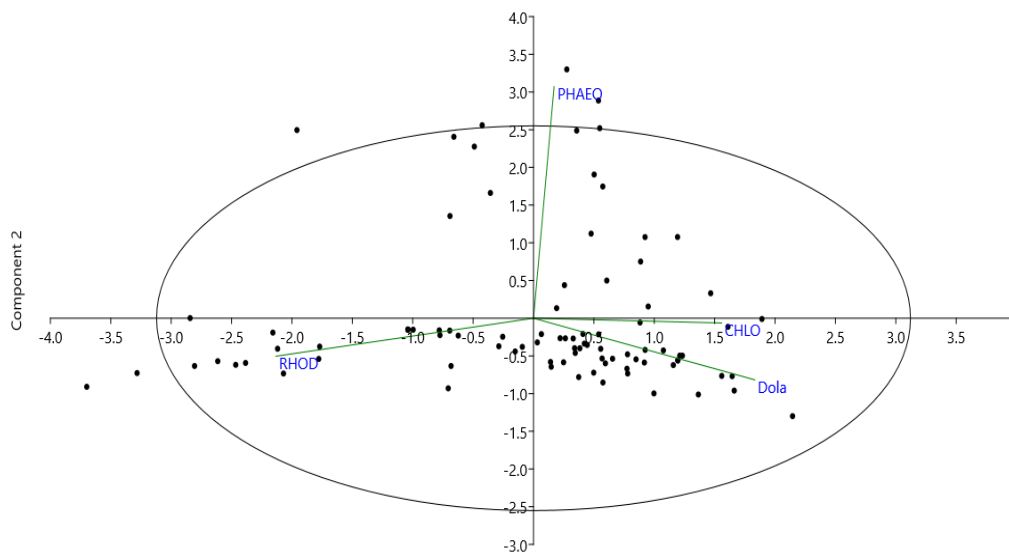


Figura 23. PCA de *Dolabrifera dolabrifera* y Cobertura Macroalgal

9.7.2 *Elysia diomedea* en relación a la cobertura macroalgal.

Se observó que *Elysia diomedea* y Chlorophyta presentan una correlación negativa, ya que sus vectores apuntan en direcciones opuestas a lo largo del Componente 1, lo que indica que valores elevados de una se asocian con valores bajos de la otra. En contraste, *E. diomedea* muestra una correlación positiva con Rhodophyta, ya que ambos vectores comparten una dirección general hacia el lado positivo del Componente 1, sugiriendo que ambas variables tienden a aumentar o disminuir conjuntamente. Finalmente, la relación entre *E. diomedea* y Phaeophyta es muy baja o nula, dado que sus vectores son aproximadamente perpendiculares, lo que implica independencia entre estas variables.

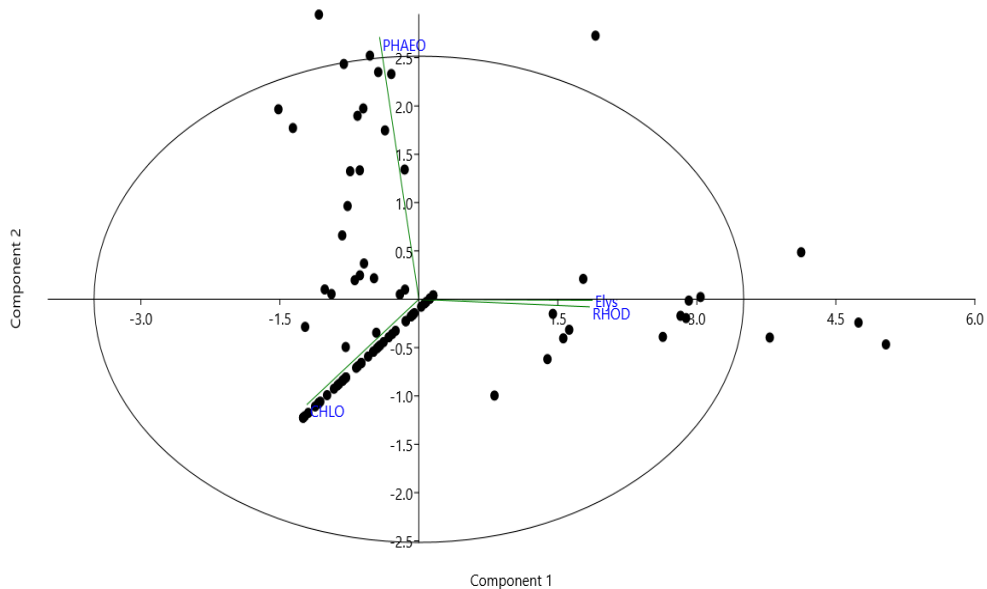


Figura 24. PCA de *Elysia diomedea* y Cobertura Macroalgal.

9.7.3 *Stylocheilus striatus* en relación a la cobertura macroalgal.

Los vectores de *Stylocheilus striatus* y Chlorophyta presentan componentes positivos en el Componente 1, pero su diferencia en el Componente 2 genera un ángulo obtuso entre ellos, lo que indica una correlación negativa. Esto sugiere que valores altos de *Stylocheilus striatus* se asocian con valores bajos de Chlorophyta. Así mismo, *S. striatus* y Rhodophyta muestran una correlación negativa, ya que sus vectores apuntan en direcciones opuestas a lo largo del Componente 1. Por el contrario, *S. striatus* y Phaeophyta exhiben una fuerte correlación positiva. Sus vectores están muy alineados y apuntan tanto hacia el lado positivo del Componente 1 como del Componente 2, lo que indica que cuando los valores de *S. striatus* son altos, también lo son los del grupo macroalgal Phaeophyta, sugiriendo una afinidad o asociación entre ellos.

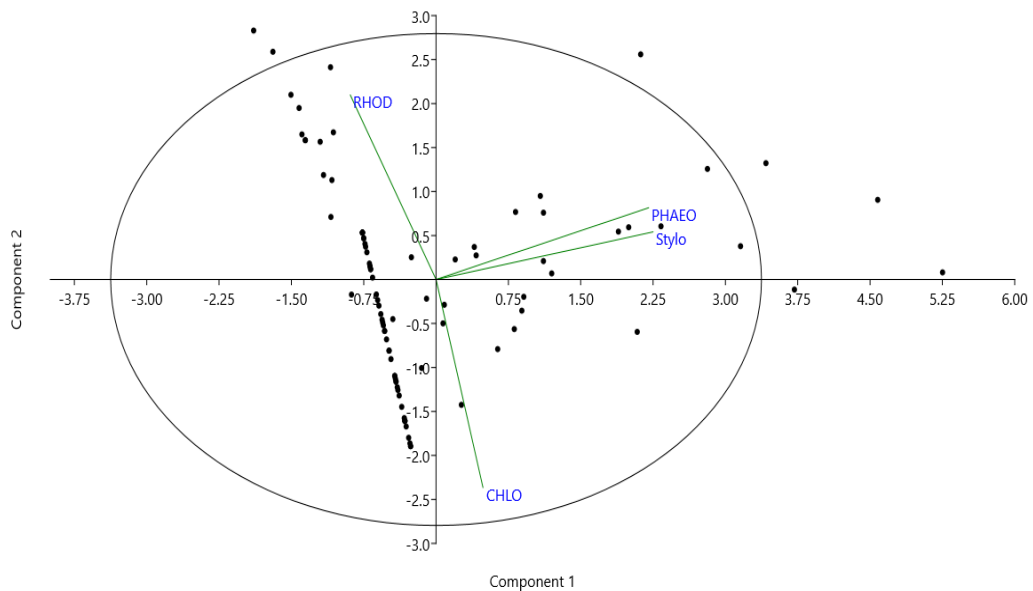


Figura 25. PCA de *Stylocheilus striatus* y Cobertura Macroalgal.

9.7.4 PCA de las especies de babosas de mar con la cobertura macroalgal.

Al agrupar las diferentes especies de babosas de mar con los diferentes filos de macroalgas se observó los diferentes patrones de asociación como una fuerte correlación positiva entre *Elysia diomedea* con macroalgas Rhodophytas debido a la dirección de sus vectores que apuntan en la misma dirección indicando que sus valores tienden a aumentar o disminuir entre sí. Por consiguiente, la especie *Stylocheilus striatus* y el filo se determinó una correlación positiva donde se visualizó vectores muy unidos entre si evidenciado el patrón de asociación, la especie *Dolabrifera dolabrifera* con las macroalgas Chlorophytas denotaron una correlación moderadamente positiva encontrándose en la misma dirección, pero más separadas en contraste a las 2 especies de Opisthobranchios que se evidenció en el trabajo de investigación.

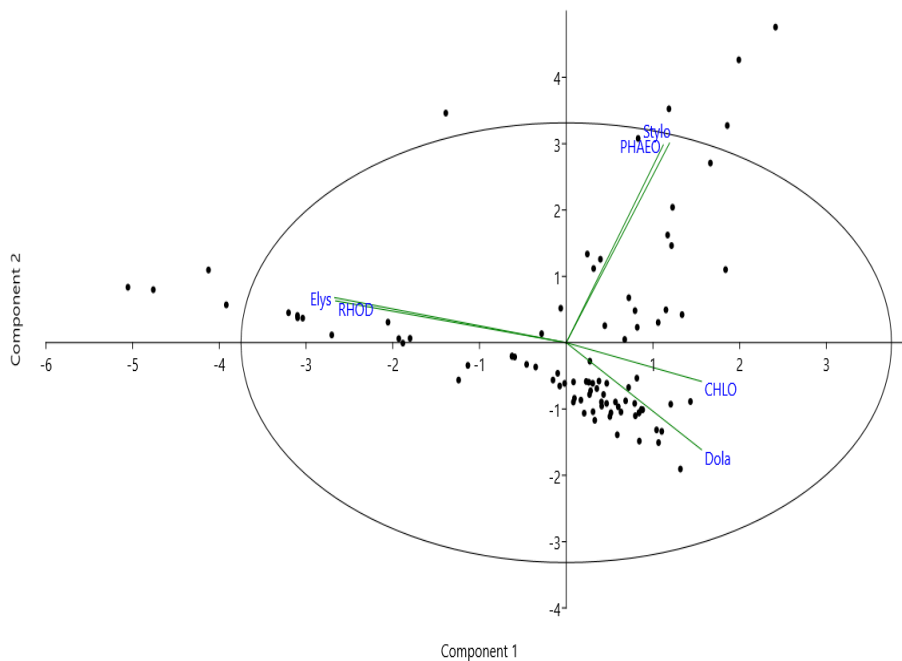


Figura 26. Babosas de mar y cobertura macroalgal

9.7.5 *Dolabrifera dolabrifera* en relación a parámetros abióticos.

Se observó una fuerte correlación positiva entre *Dolabrifera dolabrifera* y la salinidad, con sus vectores muy alineados en el Componente 1, lo que indica que mayores valores de *D. dolabrifera* se asocian con una mayor salinidad. De manera similar, *D. dolabrifera* muestra una correlación positiva moderada a fuerte con el pH, lo que sugiere que ambas variables tienden a aumentar o disminuir conjuntamente. En contraste, existe una fuerte correlación negativa entre *D. dolabrifera* y la temperatura, evidenciada por vectores opuestos en el Componente 1. Finalmente, *D. dolabrifera* presenta una correlación negativa con el oxígeno disuelto, ya que sus vectores forman un ángulo obtuso, lo que indica que cuando aumenta la abundancia de *D. dolabrifera*, los niveles de oxígeno disuelto tienden a disminuir.

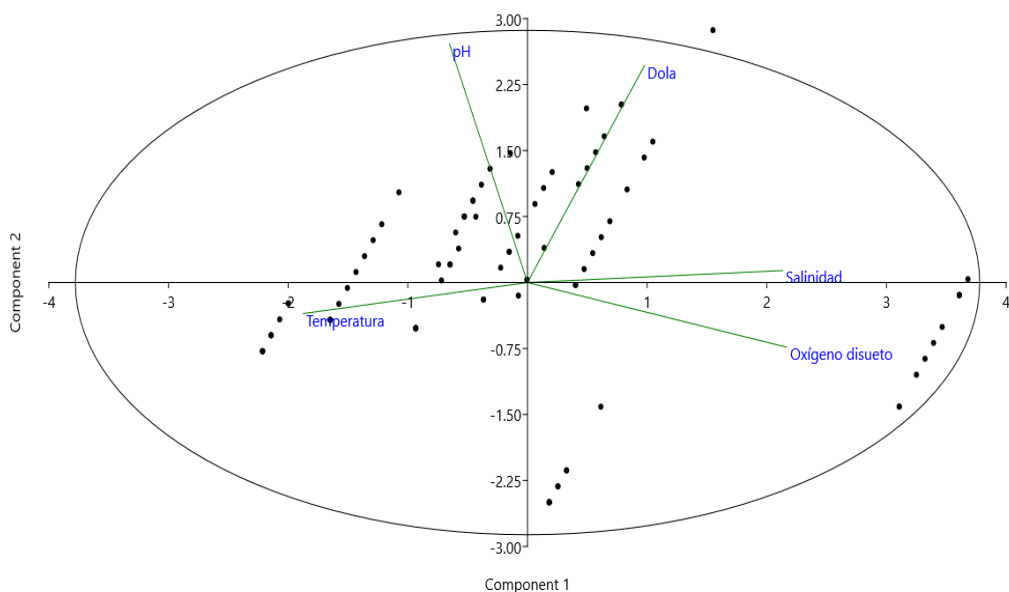


Figura 27. PCA de *Dolabrifera dolabrifera* y parámetros abióticos.

9.7.6 *Elysia diomedea* en relación a parámetros abióticos.

Se destacó una correlación positiva moderada a fuerte entre *Elysia diomedea* y el pH. Ambos vectores, ya que ambos vectores se proyectan de manera significativa hacia el lado positivo del Componente 2, lo que sugiere que las condiciones de mayor pH favorecen la presencia o abundancia de *E. diomedea*. En contraste, se observó una correlación muy baja o casi nula entre *E. diomedea* y la temperatura, dado que los vectores de estas dos variables son aproximadamente perpendiculares, lo que implica que la variabilidad de *E. diomedea* no está linealmente influenciada por los cambios de temperatura dentro de este conjunto de datos. De manera similar, tanto el oxígeno disuelto como la salinidad también muestran una correlación muy baja o nula con *E. diomedea*. Sus vectores son casi perpendiculares al de *E. diomedea*, lo que indicó que estas variables ambientales no explican una porción significativa de la variabilidad de la babosa de mar.

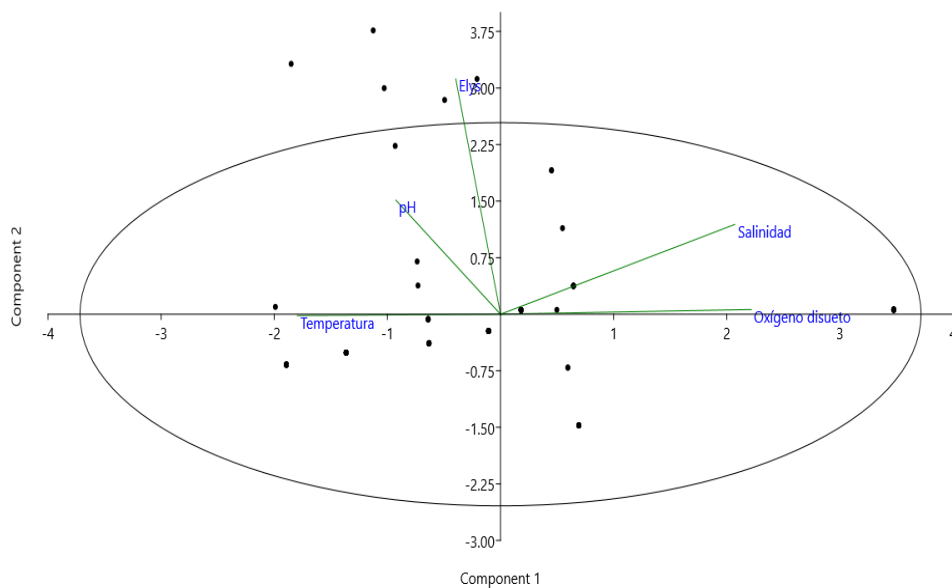


Figura 28. PCA de *Elysia diomedea* y parámetros abióticos.

9.7.7 *Stylocheilus striatus* en relación a parámetros abióticos.

Se observó una correlación negativa entre *Stylocheilus striatus* y el pH, ya que sus vectores forman un ángulo obtuso; esto indicó un aumento en la abundancia de *S. striatus* tiende a asociarse con una disminución del pH. Esta relación es aún más pronunciada en el caso de la temperatura, donde los vectores de *S. striatus* y temperatura apuntan en direcciones casi opuestas a través de los componentes, lo que sugiere que la alta abundancia de *S. striatus* se encuentra en ambientes de baja temperatura. Además, *S. striatus* presenta una correlación negativa con el oxígeno disuelto. Aunque ambos vectores tienen alguna proyección en el Componente 1, sus direcciones son divergentes y forman un ángulo obtuso, lo que implica que cuando la abundancia de *Stylocheilus striatus* es alta, el oxígeno disuelto tiende a ser bajo. Finalmente, la relación entre *Stylocheilus striatus* y la salinidad tiende a ser muy baja o casi nula, ya que la perpendicularidad entre sus vectores en el biplot indica que la variabilidad de *Stylocheilus striatus* no está linealmente influenciada por los cambios en la salinidad.

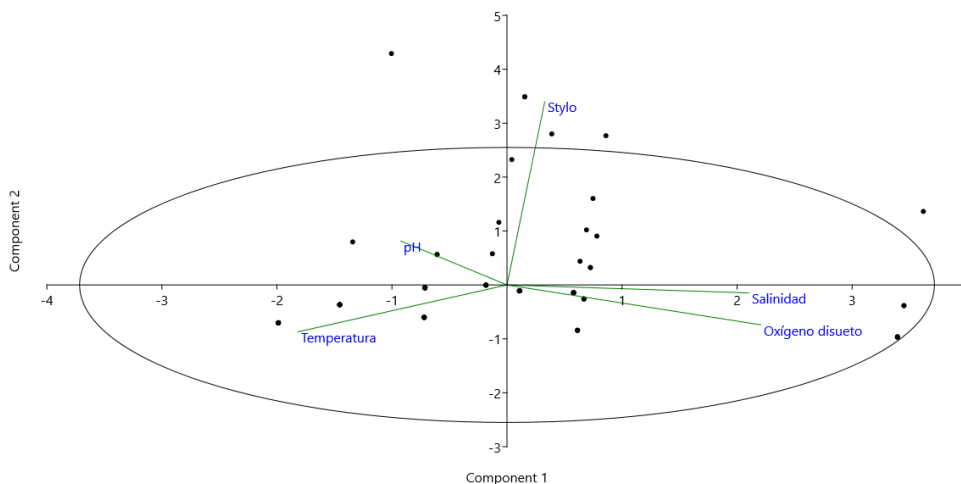


Figura 29. PCA de *Stylocheilus striatus* y parámetros abióticos.

9.7.8 PCA de las especies de babosas de mar con los parámetros abióticos.

La especie *Elysia diomedea* mostró una correlación negativa con los parámetros como la Salinidad y Oxígeno disuelto, la especie *Stylocheilus striatus* se ubicó en el centro indicando una menor asociación directa con los extremos de los parámetros abióticos principales, o una respuesta más compleja. Por otro lado, *Dolabrifera dolabrifera* se asoció a parámetros abióticos como pH, Salinidad y Oxígeno disuelto. Estos patrones revelaron cómo las especies se distribuyen en función de las condiciones ambientales.

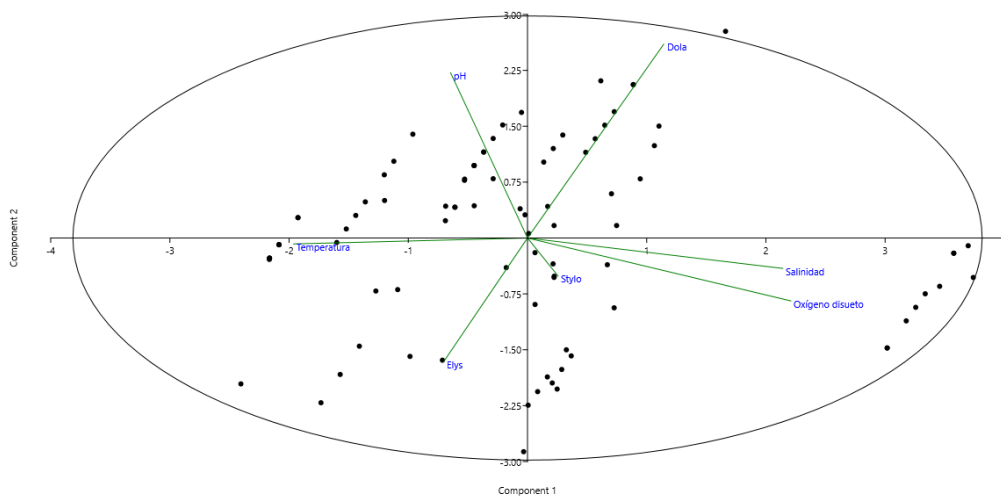


Figura 30. PCA de babosas de mar y parámetros abióticos

10. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Discusiones

Se efectuó este estudio con el fin de identificar los patrones de asociación que existe entre los Opisthobranchios y macroalgas en la zona intermareal de la playa “La Viejita” que se encuentra adentro de la Base Naval de Salinas, cuyo acceso es limitado para las personas en general, a diferencia de otras zonas de estudio en la provincia de Santa Elena.

Se registró un total de 452 babosas de mar y se identificó especies pertenecientes a los órdenes: (1) Anaspidea con *Dolabrifera dolabrifera*; *Stylocheilus striatus*. (2) Sacoglossa con *Elysia diomedea*. Siendo la especie *Dolabrifera dolabrifera* más frecuente durante los monitoreos. Santos (2025) realizó un estudio de las relaciones ecológicas de los Opisthobranchios durante la temporada seca en los meses de agosto a septiembre, en donde identificó 4 especies, tales como: *D. dolabrifera*, *E. diomedea*, *S. striatus* y *N. aenigmaticus*, registrando un total 485 organismos, adicionalmente, *D. dolabrifera* fue la especie que más abundó en todas las zonas intermareales; es decir, existió más frecuencia de esta especie en la zona de estudio. Apoyando este argumento, Batten (2023), realizó un estudio en la playa “La Viejita” de la Base Naval de Salinas enfocándose en la caracterización de macroalgas y macroinvertebrados, reportando la presencia de *D. dolabrifera*, *E. diomedea* y *S. striatus*, destacando que la especie *D. Dolabrifera* tuvo mayor abundancia.

Para la relación entre las babosas de mar y la preferencia macroalgal que generalmente tiende a servir como sitio de refugio, de alimentación o en casos particulares limitados en la zona supralitoral; esto último, se debió al tipo de morfología que poseen las playas, el estudio realizado por Flores (2017), demostró la nula aparición de Opisthobranchios en la provincia de Esmeraldas debido a un sustrato rocoso alto, en contraste a la playa “La Viejita” en la provincia de Santa Elena, que consta de zonas complejas morfológicamente como la zona infralitoral, coincidiendo con los estudios reportados por Batten, 2023 y Santos, 2025 esta complejidad morfológica fue caracterizada al calcular el índice de rugosidad.

Ecuador se destaca por poseer una extensa biodiversidad de especies, tanto terrestres como marinas, gracias a su posición geográfica en la línea ecuatorial. La variabilidad de los parámetros abióticos es fundamental para la proliferación de la vida marina, al igual que el sustrato algal (Anchundia, 2023). Sin embargo, mediante la prueba de normalidad indicó que los datos no siguen una distribución normal y el análisis de homocedasticidad cuyo valor fue de $1.692E-67$ siendo menor al nivel de significancia 0.05 por lo cual, se rechazó la hipótesis nula aceptando la hipótesis alternativa, indicando que los patrones de asociación si están influenciados por las preferenciales macroalgales específicas.

La especie *Dolabrifera dolabrifera* se encontró abundante en las diferentes zonas intermareales en relación a la macroalga chlorophyta que indica su amplia relación. Torres (2020) menciona que, La especie *D. dolabrifera* tiene una preferencia por las algas verdes ya que influyen variación en cada zona intermareal. La especie *E. diomedea* se comprobó que tuvo una fuerte afinidad con el grupo de macroalgas Rhodophytas en la zona intermareal, en contraste al trabajo realizado Chávez (2012), empleó 4 diferentes macroalgas para definir la preferencia alimenticia, constató que la especie *E. diomedea* prefirió tanto macroalgas verdes y pardas como; *Codium sp*; *Padina sp*; *Ulva sp*. Sin embargo, puede estar asociado a diferentes grupos de macroalgas hasta recuperar su pigmentación y probablemente su actividad fotosintética.

10.2 Conclusiones

Durante los meses de monitoreo se lograron registrar 3 especies de Opistobranquios, *Dolabrifera dolabrifera* y *Stylocheilus striatus* pertenecientes al orden Anaspidea y *Elysia diomedea* del orden Sacoglossa; mientras que para las macroalgas se registraron 5 géneros, *Ulva* y *Cladophora* del Phylum Chlorophyta, *Ceramium* y *Jania* del Phylum Rhodophyta y *Padina* del Phylum Phaeophyta; la baja diversidad de especies está fuertemente relacionada con las épocas del año, ya que existieron cambios bruscos en el medio, como fuertes lluvias y posteriormente alta irradiación, lo cual alteró los factores abióticos como salinidad, temperatura, pH.

Los Opistobranquios que se registraron en el área de estudio presentaron mayor adaptación a la zona infralitoral, ya que esta zona presentó una morfología más compleja a diferencia de las zonas mesolitoral y supralitoral, ayudando así a que estos organismos se mimeticen con el medio y puedan camuflarse en caso de la presencia de los depredadores. Además de que existía también mayor presencia de macroalgas, lo que significó que esta zona tenía mayor disponibilidad de alimentos. La zona mesolitoral presentó menor abundancia de Opistobranquios, debido a que se evidenció una menor cobertura de macroalgas como sustrato alimenticio.

La especie *Dolabrifera dolabrifera* tiene una mayor afinidad por las algas verdes ya que los resultados demuestran que no existe diferencia significativa en la presencia de esta especie en zonas con estos tipos de macroalgas, mientras que la especie *Elysia diomedea* tiene mayor asociación con macroalgas rojas, debido a que, la cobertura Phaeophyta presentó una relación débil; por último, la especie *Stylocheilus striatus* demuestra una alta afinidad por las macroalgas pardas; mientras que tiene poca preferencia por las algas verdes.

10.3 Recomendaciones

Realizar estudios moleculares para la identificación taxonómica de las especies reportadas en la playa “La Viejita” en la Base Naval de Salinas de la provincia de Santa Elena.

Implementar monitoreos a largo plazo de las especies de babosas de mar y los parámetros abióticos clave para entender las dinámicas temporales y estacionales.

Evaluar el impacto de actividades antropogénicas locales poco frecuentes, en la playa “La Viejita” en la Base Naval de Salinas.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Adarshan, S., Sree, V. S. S., Muthuramalingam, P., Nambiar, K. S., Sevanan, M., Satish, L., Venkidasamy, B., Jeelani, P. G., & Shin, H. (2023). Understanding Macroalgae: A Comprehensive Exploration of Nutraceutical, Pharmaceutical, and Omics Dimensions. *Plants* (Basel, Switzerland), 13(1), 113. <https://doi.org/10.3390/plants13010113>
- Anchundia Torres, D. (2023). Abundancia de Opistobranquios Relacionados al Sustrato y Parámetros Ambientales en las zonas rocosas intermareal de Ballenita y San Lorenzo de la provincia de Santa Elena- Ecuador [Universidad Estatal Península De Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10139/1/UPSE-TBI-2023-0038.pdf>
- Andrimida, A. (2021). Inventarisasi berilustrasi siput laut (Gastropoda: heterobranchia) di Selat Sempu, Indonesia. *Biotropika Journal Of Tropical Biology*, 9(3), 190-202. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2021.009.03.03>
- Araujo-Leyva, O., Lorda-Solórzano, J., Moriel-Sáenz, M., Ruiz-Mejía, S., González-Rojas, A., & Durazo Sandoval, L. (2024). La vida en la zona intermareal, adaptaciones en un ecosistema cambiante. *Dialnet*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9486557>
- Archibald, J. M., Simpson, A. G., & Slamovits, C. H. (2017). Handbook of the Protists. En *Springer eBooks* (PP. 269-271). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28149-0>
- Ardilla, N. E., Báez, D. P., & Valdés, Á. (2007). Babosas y liebres de Mar (Mollusca: Gastropoda: opisthobranchia) de Colombia. *Biota Colombiana*, 8(2).
- Bárbara, I., Peña, V., Tapia, P. D., & Cremades, J. (2017). Filo Rhodophyta. Inventario de la biodiversidad marina de Galicia, 119.

- Bastida, Rolando & García, María. (2022). Invertebrados marinos y costeros del Pacífico sur de México.
- 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 (tesis de grado). Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Behrens, D. (1991). Pacific Coast Nudibranch: A guide to the opisthobranchs from Alaska to Baja California. *Sea Challengers*. 107 p.
- Berru, P. (2017). Primer Registro De *Oxynoe Panamensis* (Pilsbry & Olsson, 1943) (Mollusca: Opisthobranchia) En La Región Áncash, Perú. (2016-2017). Repositorio IMARPE. Recuperado de:
[https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3487/1/BoI%2035\(2\)-14.pdf](https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3487/1/BoI%2035(2)-14.pdf)
- Bouchet, P., Rocroi, J.-P., Hausdorf, B., Kaim, A., Kano, Y., Nützel, A., Parkhaev, P., Schroedl, M., & Strong, E. (2017). Revised Classification, Nomenclator and Typification of Gastropod and Monoplacophoran Families. *Malacologia*, 61(1-2), 1–526. <https://doi.org/10.4002/040.061.0201>
- Camacho, H & Del Río, C. (2008). Gastropoda. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/255970136_Gastropoda
- Carbajal, P., Gamarra, A., Arakaki, N., Gil-Kodaka, P., & Ramírez, M. E. (2019). Guía para el reconocimiento en campo de las macroalgas del Callao. *Callao, Perú. Instituto del Mar del Perú*, 58.
- Castillo-Rodríguez, Z. G. (2014). Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 419-430.
- CONABIO. (2022). Bosques de macroalgas. *Biodiversidad Mexicana*. Recuperado de:
<https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueMacroalgas>
- Costello, M. J., Bouchet, P., Boxshall, G., Fauchald, K., Gordon, D., Hoeksema, B. W., Poore, G. C., van Soest, R. W., Stöhr, S., Walter, T. C., Vanhoorne, B., Decock, W., & Appeltans, W. (2013). Global coordination and standardisation in marine biodiversity through the World Register of Marine

- Species (WoRMS) and related databases. PloS one, 8(1), e51629.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051629>
- Fang, L., Leliaert, F., Zhang, Z., Penny, D., & Zhong, B. (2017). Evolution of the Chlorophyta: Insights from chloroplast phylogenomic analyses. *Journal Of Systematics And Evolution*, 55(4), 322-332.
<https://doi.org/10.1111/jse.12248>
- Fernández, M. (2021). Diversidad De Opisthobranchios (Mollusca: Gastropoda) Del Mar Caribe Colombiano: Lista Actualizada Y Perspectiva De Futuras Investigaciones [Universidad De Córdoba]. En la web:
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/6bfe231a-7e8c-40ac-8d62-b49b9400c65a/content>
- Fernández-Pizarro, M. F. (2021). Diversidad de opisthobranchios (Mollusca: Gastropoda) del mar caribe colombiano: lista actualizada y perspectiva de futuras investigaciones.
- Fernández-Vilert, R., Giribet, G., Salvador, X., & Moles, J. (2021). Evaluación de la sistemática de Tylocladidae en el mar Mediterráneo y el océano Atlántico oriental: resucitando a Tylocladus rafinesquii Philippi, 1836 (Heterobranchia: Umbraculida). *Revista de estudios de moluscos*, 87 (1).
- García, Y., Gosliner, T., & Valdés, A. (2005). Guía de Campo de las Babosas Marinas del Pacífico Este Tropical. San Francisco: California Academy of Sciences.
- García-López, Deisy Y., Mateo-Cid, Luz Elena, & Mendoza-González, A. Catalina. (2017). Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Veracruz, México. *Gayana. Botánica*, 74(1), 41-56. Epub 05 de junio de 2017.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432017005000104>
- García-Tasende, M., & Peteiro, C. (2015). Explotación de las macroalgas marinas: Galicia como caso de estudio hacia una gestión sostenible de los recursos. Instituto Español de Oceanografía (IEO), Centro Oceanográfico de Santander. Recuperado de:

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM/PD_F_AM_Ambienta_2015_111_116_132.pdf

- González, L., Kruk, C., Scarabino, F., Laporta, M., MaríaZabalet, M., González, L. G., & Vélez, G. (2017). Comunidades de macroalgas en puntas rocosas de la Costa de Rocha, Uruguay. *Revista Del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*, 14. <https://doi.org/10.26461/14.07>
- Graham, E. (1991). Algas artificiales como hábitat para la epifauna móvil: factores que afectan la colonización en un banco de sargazo japonés. *Hydrobiología*, 111-118. <https://doi.org/10.1007/bf00006812>
- Granados, D., Ruíz, P., & Barrera, H. (2008). ECOLOGÍA DE LA HERBIVORIA. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 14(1), 51-64. <https://www.redalyc.org/pdf/629/62914109.pdf>
- Gutiérrez, M. C., Jordana, J. C. C., & RATO, J. O. (2008). Babosas marinas (Sacoglossos y Opistobranquios) de la bahía de Santander. *Locustella: Anuario de la Naturaleza de Cantabria*, (5), 44-57.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electr.* 4: 1-9.
- Hansen, S. (2013). Micromoluscos asociados con macroalgas del intermareal rocoso de Michoacán, Oaxaca y Guerrero, México. [Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000708649/3/0708649.pdf>.
- Hermosillo, A. (2006). Ecología de los Opistobranquios de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. Tesis de Doctorado, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, México, 151 pp.
- Herrero, A. (2015). Biología y ecología de tres especies de nudibranquios de la familia Polyceridae (Doctoral dissertation).
- Jörger, KM, Stöger, I., Kano, Y. et al. Sobre el origen de Acochlidia y otros enigmáticos gasterópodos eutineuros, con implicaciones para la sistemática

- de Heterobranchia. *BMC Evol Biol* 10, 323 (2010).
<https://doi.org/10.1186/1471-2148-10-323>
- Kurita, T. (2021). Análisis de componentes principales (PCA). En *Visión artificial: una guía de referencia* (pp. 1013-1016). Cham: Springer International Publishing.
- Leliaert, F., Smith, D. R., Moreau, H., Herron, M. D., Verbruggen, H., Delwiche, C. F., & De Clerck, O. (2012). Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. *Critical Reviews In Plant Sciences*, 31(1), 1-46.
<https://doi.org/10.1080/07352689.2011.615705>
- Leliaert, F., Verbruggen, H., & Zechman, F. W. (2011). Into the deep: New discoveries at the base of the green plant phylogeny. *BioEssays*, 33(9), 683-692. <https://doi.org/10.1002/bies.201100035>
- Lewis, L. A., & McCourt, R. M. (2004). Green algae and the origin of land plants. *American Journal Of Botany*, 91(10), 1535-1556.
<https://doi.org/10.3732/ajb.91.10.1535>
- López Flores, G. L. (2017). Composición y estructura de opistobranquios (Gastropoda: heterobranchia) en la zona intermareal de las playas rocosas del área Natural protegida Complejo Los Cóbano y Punta Amapala, El Salvador [Trabajo de graduación, Universidad De El Salvador]. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/8880/1/19201053.pdf>
- Lopez-Sanchez, C. (2009). Macrofauna vagil asociada a *Sargassum* spp., su abundancia y diversidad de marzo-julio de 2007, en el área de Santa Marta, Caribe Colombiano. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Recuperado de:
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1227/T864.pdf?sequence=3>
- Mamani, Joyce, Chávez, Jorge, Apumayta, Eder, & Gil-Kodaka, Patricia. (2020). Antioxidant activity and total phenolic content in *Caulerpa filiformis* (Chlorophyta) from Sechura Bay and Paracas Bay, Peru. *Revista Peruana de Biología*, 27(1), 61-66. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i1.17596>

- Martínez, I. (2018). Presencia de las algas en la alimentación actual y sus efectos beneficiosos en la salud. <https://hdl.handle.net/11000/8534>
- Martínez, P., Rivera, F., Peñaherrera, J., Jácome, I., Chipe, V., Bolaños, S., Castro, I., & León, E. (2022). Monitoreo De Biodiversidad Del Intermareal Rocoso Reservas marinas: El Pelado, Bajo Copé y Cantagallo – Machalilla. Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica <https://patrimonio.ambiente.gob.ec/iptmae/resource?r=monitoreo-remape-pnm-bc&v=1.0>
- Martínez-Trinidad, T., Hernández-López, P., López-López, S., & Mohedano-Caballero, L. (2021). Diversidad, estructura y servicios ecosistémicos del arbolado en cuatro parques de Texcoco mediante i-Tree Eco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(67). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i67.880>
- Medina-Cabrera, E. (2024). ¿Qué son las macroalgas? *Cognita conecta*. Recuperado de: <https://cognitaconecta.com/que-son-las-macroalgas/>
- Mendoza, M-L. (1999). Las macroalgas marinas bentónicas de la Argentina. Centro Austral de Investigaciones Científicas, Conicet, Ushuaia. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/33720422.pdf>
- Menéndez-Valderrey, J. (2006). "Opistobranquios. Reproducción". *Asturnatura*. Recuperado de: <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/opistobranquios-nudibranquios/reproduccion>
- Montero, Andrea & Brito, Miriam. (2019). Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos móviles en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Ecuador. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982. 17. [10.33936/la_tecnica.v0i21.1549](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i21.1549).
- Ni-Ni-Win, N., Hanyuda, T., Arai, S., Uchimura, M., Prathep, A., Draisma, S. G. A., Soe-Htun, N., & Kawai, H. (2010). Four new species of *Padina* (Dictyotales, Phaeophyceae) from the western Pacific Ocean, and reinstatement of *Padina japonica*. *Phycologia*, 49(2), 136-153. <https://doi.org/10.2216/09-54.1>

- Nordsieck, R. (2022). Opisthobranchs (Opisthobranchia). The living world of Molluscs. Recuperado de: <https://www.molluscs.at/gastropoda/index.html?/gastropoda/sea/opisthobranchia.html>
- Nuñez-Abad, A, (2017). El suelo y el sistema litoral. Go conqr. Recuperado de: <https://www.goconqr.com/mapamental/8524440/interfases-el-suelo-y-el-sistema-litoral>
- Ortea, J & Martínez E. (1990). Moluscos Opistobranquios del archipiélago de Cabo Verde: Aplysiomorpha (Anaspidea). Publicações Ocasionais da Sociedade Portuguesa de Malacologiaa. 15. 17-42.
- Papaspyrou, S & González-Ortiz, V. (2021). El fango es vida, manual del professor. Universidad de Cádiz. Recuperado de: <http://microbentos.uca.es/es/divulgacion/el-fango-es-vida/>
- Peters, A. F., Van Wijk, S. J., Cho, G. Y., Scornet, D., Hanyuda, T., Kawai, H., Schroeder, D. C., Cock, J. M., & Boo, S. M. (2010). Reinstatement of *Ectocarpus crouaniorum* Thuret in Le Jolis as a third common species of *Ectocarpus* (Ectocarpales, Phaeophyceae) in Western Europe, and its phenology at Roscoff, Brittany. *Phycological Research*, 58(3), 157-170. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1835.2010.00574.x>
- Posligua Suarez, E. (2023). Distribución Nictemeral Del Zooplancton En La Zona Costera Isla De La Plata, Puerto López – Ecuador. Bachelor's Thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Regàs, J., Llamas, A., Mas, J., Figuerola, L., Colomer, J., & Arcas, A. (2025). Guía de especies de Opistobranquios. CIB. Recuperado de: https://www.cibsub.cat/bioespecie_es-opistobranqui-55361
- Reyes, F. (2014). Evaluación de la abundancia y distribución espaciotemporal de Opistobranquios con relación al tipo de sustrato en la zona rocosa intermareal de Ayangue y La Entrada Provincia de Santa Elena. Repositorio UPSE. Recuperado de: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2116>

- Salazar, S. (2020). Opistobranquios asociados al sustrato intermareal rocoso en La Libertad, Ballenita y Salinas – Provincia De Santa Elena. Obtenido de Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Santos, G. (2025). *Relación ecológica de opistobranquios en la zona rocosa intermareal de la Base Naval de Salinas* (Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad).
- 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>
- Sessa, G., Estanislao, V., & Martínez-Godoy, M. (2013). El ambiente intermareal y sus especies. Área de Educación Ambiental - Fundación Patagonia Natural. Recuperado de: <https://www.sib.gob.ar/portal/wp-content/uploads/2020/02/cuadernillo-el-ambiente-intermareal-y-sus-especies.pdf>
- Silberfeld, T., Bittner, L., Fernández-García, C., Cruaud, C., Rousseau, F., de Reviers, B., et al. (2014). Species diversity, phylogeny and large scale biogeographic patterns of the genus *Padina* (Phaeophyceae, Dictyotales). *Journal of Phycology*, 49, 130–142.
- Sisto, M. de, Crescini, R., Villalba, W., Ríos, B., Gómez, V., & Mata, Y. (2016). Sacoglossos (Opisthobranchia: Sacoglossa) del estado Nueva Esparta y Los Frailes, Venezuela. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.026>
- Taylor, P., & McCain, E. R. (2010). Poecilogony as a tool for understanding speciation: Early development of *Streblospio benedicti* and *Streblospio gynobranchiata* (Polychaeta: Spionidae). *Invertebrate Reproduction & Development*, 54(1), 37–41.
- Tronholm, A., Steen, F., Tyberghein, L., Leliaert, F., Verbruggen, H., Siguan, M. A. R., & De Clerck, O. (2010). Species delimitation, taxonomy, and biogeography of Dictyota in Europe (Dictyotales, Phaeophyceae)1. *Journal Of Phycology*, 46(6), 1301-1321. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2010.00908.x>

- Valdés, Á. (2001). Nudibranquios criptobranquios dóridos de aguas profundas (Mollusca, Opisthobranchia) del Pacífico occidental tropical, con descripciones de dos nuevos géneros y dieciocho nuevas especies. En *Malacología* (pp. 237-311). <http://biodiversitylibrary.org/page/13143086>
- Vega, G. B., Ceballos, J. I., Urriola, R., & López, O. G. (2021). Atlas de las Macroalgas del Caribe Panameño: Su Auto Fluorescencia y Usos. Smithsonian Tropical Research Institute. Gracilarias. org.
- Vergara-Moreira, M. A. (2024). Influencia de condiciones fisicoquímicas sobre macroinvertebrados marinos de la zona intermareal rocosa de la playa La Viejita, Salinas-Ecuador (tesis de grado). Universidad Estatal Península de Santa Elena
- Vital-Arriaga, X. (2013). Diversidad y distribución de los Opistobranquios bentónicos (Mollusca: Gastropoda) de Montepío Veracruz. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000695201/3/0695201.pdf>
- Wägele, H., & Johnsen, G. (2001). Observations on the histology and photosynthetic performance of “solar-powered” opisthobranchs (Mollusca, Gastropoda, Opisthobranchia) containing symbiotic chloroplasts or zooxanthellae. *Org. Divers. Evol.*,1.
- Zamora-Silva, A., & Naranjo-García, E. (2008). Los opistobranquios de la Colección Nacional de Moluscos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(2). <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v79n2/v79n2a5.pdf>
- Zamora-Silva, A., & Ortigosa, D. (2012). Nuevos registros de opistobranquios en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(2), 359–369. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532012000200006&lng=es&tlng=es

12. ANEXO

Anexo 1. Carta de certificación de babosas de mar.



Chonchi, 03 de julio de 2025

CARTA DE CERTIFICACIÓN

De:
MSc. Roberta Crescini
Bióloga marina
Magíster en Ciencias Marinas mención Biología Pesquera

Para:
Joan Suárez Sánchez
Estudiante de titulación
Universidad Estatal Península de Santa Elena

Acorde a las fotografías revisadas el 01 de julio de 2025, otorgadas por el estudiante Joan Suárez Sánchez con cédula de identidad 0928165166, las mismas que corresponden a los muestreos realizados para la investigación titulada "Patrones de asociación entre opistobranquios y macroalgas en la zona intermareal en la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena", confirmo que, las muestras fueron identificadas a nivel de nombre científico de Moluscos Gasterópodos Heterobranquios, correspondiendo a las especies *Dolabrifera dolabrifera*, *Elysia diomedea*, y *Stylocheilus striatus*. Me permito certificar que las muestras de babosas de mar son las indicadas, según corresponde a mis conocimientos profesionales.

Atentamente

MSc. Roberta Crescini
RUT 24.375.649-9

Anexo 2. Ficha de cobertura macroalgal y abundancia de opistobranquios.

Mues	franja	Cuad	Dola	Elys	Stylo	CHLO	RHOD	PHAEO
1	1	1	3	0	0	52	0	0
1	1	2	0	0	0	67	0	0
1	1	3	1	0	0	29	0	0
1	1	4	2	1	0	59	24	0
1	1	5	0	0	0	0	0	0
1	1	6	1	0	0	53	0	0
1	1	7	1	0	0	5	0	0
1	1	8	0	0	0	2	0	0
1	1	9	0	0	0	0	0	0
1	1	10	3	0	0	22	0	0
2	3	1	5	0	2	14	0	4
2	3	2	4	0	0	12	0	0
2	3	3	0	1	0	0	22	3
2	3	4	0	3	0	0	21	0
2	3	5	7	0	2	17	0	4
2	3	6	0	5	0	0	0	0
2	3	7	11	0	0	45	0	0
2	3	8	3	0	0	69	0	0
2	3	9	4	0	0	55	0	0
2	3	10	0	4	0	22	61	0

Continua

3	3	1	6	0	0	16	0	0
3	3	2	4	0	2	28	0	39
3	3	3	3	0	0	42	0	0
3	3	4	5	0	0	38	0	0
3	3	5	8	0	0	26	0	0
3	3	6	0	0	8	65	0	41
3	3	7	0	5	0	11	39	0
3	3	8	2	0	0	53	0	0
3	3	9	1	0	0	56	0	0
3	3	10	0	0	0	73	0	0
4	2	1	3	0	1	52	0	12
4	2	2	2	0	6	37	0	48
4	2	3	0	4	0	3	37	8
4	2	4	7	0	0	39	0	11
4	2	5	0	0	4	11	0	34
4	2	6	8	0	0	29	0	9
4	2	7	4	0	6	37	0	21
4	2	8	12	0	0	33	0	12
4	2	9	3	0	2	36	0	11
4	2	10	6	0	0	11	0	0
5	2	1	9	0	0	0	0	0
5	2	2	7	0	0	4	0	0
5	2	3	10	0	0	2	0	0
5	2	4	8	0	0	13	0	0

Continua

5	2	5	12	0	0	7	0	0
5	2	6	1	0	5	14	0	37
5	2	7	12	0	0	24	0	0
5	2	8	3	0	0	13	0	0
5	2	9	0	4	0	21	35	0
5	2	10	1	0	0	12	0	0
6	3	1	5	0	0	51	0	0
6	3	2	6	1	0	36	27	0
6	3	3	8	0	0	62	0	0
6	3	4	4	0	0	76	0	0
6	3	5	5	0	0	42	0	0
6	3	6	2	0	0	35	0	0
6	3	7	7	0	0	33	0	0
6	3	8	6	0	0	58	0	0
6	3	9	5	0	0	67	0	0
6	3	10	6	0	0	32	0	0
7	2	1	3	0	3	44	0	0
7	2	2	2	2	0	21	35	0
7	2	3	4	0	0	75	0	0
7	2	4	1	0	5	59	0	37
7	2	5	0	1	0	8	47	0
7	2	6	0	2	0	8	34	0
7	2	7	9	0	0	68	0	11
7	2	8	8	0	1	28	0	24

Continua

7	2	9	16	0	0	31	0	0
7	2	10	6	0	2	33	5	34
8	1	1	6	0	2	25	0	31
8	1	2	2	0	0	16	5	35
8	1	3	0	2	3	7	24	39
8	1	4	1	0	1	18	0	22
8	1	5	0	1	0	9	18	0
8	1	6	2	0	1	12	0	26
8	1	7	0	0	1	12	0	0
8	1	8	0	0	2	16	0	0
8	1	9	0	0	0	22	37	0
8	1	10	1	1	0	18	25	0
9	3	1	1	0	0	51	0	0
9	3	2	8	0	0	66	0	0
9	3	3	8	0	4	62	3	15
9	3	4	3	0	0	76	0	0
9	3	5	6	0	1	42	0	18
9	3	6	4	0	0	35	0	0
9	3	7	9	0	1	33	0	25
9	3	8	1	0	0	58	4	6
9	3	9	5	0	0	67	0	0
9	3	9	8	0	0	32	0	2

Anexo 3. Abundancia de opistobranquios por zona intermareal

	Zona Supralitoral	Zona Mesolitoral	Zona Infralitoral
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	23	157	170
<i>Elysia diomedea</i>	5	13	19
<i>Stylocheilus striatus</i>	10	35	20

Anexo 4. Datos de la densidad poblacional de Opistobranquios en cada zona intermareal.

Especie	Zona	Individuos	Area (m ²)	Densidad (ind/m ²)
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	Supralitoral	23	2000	0.0115
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	Mesolitoral	157	2000	0.0785
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	Infralitoral	170	2000	0.085
<i>Elysia diomedea</i>	Supralitoral	5	2000	0.0025
<i>Elysia diomedea</i>	Mesolitoral	13	2000	0.0065
<i>Elysia diomedea</i>	Infralitoral	19	2000	0.0095
<i>Stylocheilus striatus</i>	Supralitoral	10	2000	0.005
<i>Stylocheilus striatus</i>	Mesolitoral	35	2000	0.0175
<i>Stylocheilus striatus</i>	Infralitoral	20	2000	0.01

Anexo 5. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

	Dola	Elys	Stylo	CHLO	RHOD	PHAEO
N	90	90	90	90	89	90
Shapiro-Wilk W	0,9	0,426	0,5312	0,9433	0,5035	0,6098
p(normal)	4,031E-06	4,527E-17	1,767E-15	0,0006618	7,827E-16	4,152E-14

Anexo 6. Parámetros abióticos registrados durante los monitoreos.

N° Monitoreos	Oxígeno disuelto	Temperatura	pH	Salinidad
1	8.2	29,6	8.19	32
2	8.5	29,2	8.22	34
3	8.3	28.9	8.23	32
4	8.4	27.9	8.24	33
5	8.5	28.10	8.25	34
6	8.6	28.11	8.26	32
7	8.7	28.12	8.27	35
8	8.8	28.13	7.91	33
9	11.99	27.8	8.11	36

Anexo 7. Zona de estudio playa "La Viejita".



Anexo 8. Empleo de la cobertura de macroalgas.



Anexo 9. Limitación del área de estudio



Anexo 10. Registro de salinidad en la zona de estudio.



Anexo 11. Registro de oxígeno en el área de estudio.



Anexo 12. Registro de Temperatura y pH.





AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 68

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

2.- CÓDIGO

MAATE-ARSFC-2025-0088

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2025-03-10	2026-03-10

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal
Plantas

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

N° de C.I/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	N° REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0012280387	SALAVARRIA PALMA ERIKA ALEXANDRA	Ecuatoriana	6041127275		Gastropoda

6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

Nombre del Proyecto: Patrones de asociación entre opistobranquios y macroalgas en la zona intermareal en la Base Naval de Salinas Provincia de Santa Elena