



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA ASOCIACIÓN ENTRE LOS

ENSAMBLAJES DE MACROINVERTEBRADOS Y

MACROALGAS EN EL INTERMAREAL ROCOSO DE SAN

LORENZO, SALINAS.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

DANIELA ABIGAIL MAITA JARAMILLO

DOCENTE TUTOR

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ PH. D.

PERÍODO

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA ASOCIACIÓN ENTRE
LOS ENSAMBLAJES DE MACROINVERTEBRADOS Y
MACROALGAS EN EL INTERMAREAL ROCOSO DE SAN
LORENZO, SALINAS.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

DANIELA ABIGAIL MAITA JARAMILLO

Docente Proponente:

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ PH. D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **DANIELA ABIGAIL MAITA JARAMILLO**, como requisito parcial para la obtención del grado de **Bióloga** de la Carrera de Biología, Facultad Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 09/12/2025



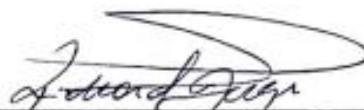
Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Blga. Ana Balseca Vaca, M. Sc.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blga. María H. Cornejo Rodríguez, Ph. D.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



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



Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgt.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **"ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA ASOCIACIÓN ENTRE LOS ENSAMBLAJES DE MACROINVERTEBRADOS Y MACROALGAS EN EL INTERMAREAL ROCOSO DE SAN LORENZO, SALINAS"** elaborado por Daniela Abigail Maita Jaramillo, 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 Bióloga, 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. María Herminia Cornejo Ph.D.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0945260881.....

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular "**ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA ASOCIACIÓN ENTRE LOS ENSAMBLAJES DE MACROINVERTEBRADOS Y MACROALGAS EN EL INTERMAREAL ROCOSO DE SAN LORENZO, SALINAS**" elaborado por Daniela Abigail Maita Jaramillo, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, declaro que he revisado el documento presentado, constatando que se han incorporado las correcciones y mejoras sugeridas, por lo que el trabajo cumple con las observaciones emitidas y se encuentra apto para la entrega de la versión final conforme a los criterios académicos establecidos.

Atentamente



Blga. Ana Balseca Vaca, M. Sc..

DOCENTE DE ÁREA
C.I. 1717053308

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada:

A Dios por ser mi guía en toda mi formación, brindándome fortaleza y amor en cada paso que di en el transcurso de esta bella etapa académica.

A mi madre Claudia Jaramillo, quién siempre me impulso a luchar por mis sueños y metas. Quién me brindo siempre enseñanzas, valores, y amor en las primeras etapas de mi vida las cuales me ayudaron a formarme como ser humano.

A mi novio Arsenio Espinoza, quién me ha apoyado e impulsado a ser mejor cada día, gracias a su amor incondicional. Quién siempre me dice si a todo lo que me proponga y muestra siempre alegría en lo que realizamos como el gran equipo que somos.

A mi hijo, Mael Rogelio, quién llevo a desordenar y ordenar mi vida al mismo tiempo, pero con amor, sonrisas y llantos. quién todos los días me ilumina y me hace esforzarme para ser mejor mamá, hija y mujer. Te amo infinitamente mi pececito.

Daniela Abigail M. Jaramillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por haberme enseñando a perseverar en mis metas, por darme aliento en esos días difíciles, por enseñarme el gran valor de trabajar con humildad y entusiasmo, al no dejarme vencer por las inmensidades de la vida. Por siempre hacerme ver y saber que hay más mundo atrás de esas montañas. Por ser mi ejemplo de mujer guerrera.

Agradezco a mi tutora, PhD. María Herminia Cornejo, por su orientación experta, su apoyo constante y sus valiosas sugerencias a lo largo de este estudio. Al MSc. Richard Duque y MSc. Jimmy Villón por su invaluable ayuda en las gestiones administrativas esencial para el desarrollo fluido de este proyecto, además su experiencia ha enriquecido enormemente mi aprendizaje.

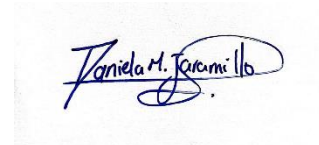
A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por brindarme una educación de calidad, formarme hoy como una profesional con principios.

A mi familia, mi novio Arsenio Espinoza y mi hijo Mael Rogelio, por acompañarme a realizar mis muestreos, y su apoyo que fue fundamental en la culminación de mi tesis.

A mis amigos y compañeros, su influencia y amistad han sido esenciales para el éxito de mi proyecto. Estaré agradecida por la huella que han dejado en mi vida académica y personal.

DECLARACION EXPRESA

Yo, Daniela M. Jaramillo, declaro solemnemente que todas las ideas, análisis y resultados presentados en este trabajo de integración curricular son de mi autoría exclusiva, y que poseo los derechos intelectuales sobre el mismo. Reconozco y acepto que estos derechos pertenecen a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, de acuerdo con lo estipulado por la ley de propiedad intelectual, su reglamento y las normas institucionales vigentes.

A handwritten signature in blue ink that reads "Daniela M. Jaramillo". The signature is written in a cursive style with a large, stylized initial 'D'.

Daniela Abigail Maita Jaramillo

Ci. 1104385305

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	15
2. INTRODUCCIÓN	17
3. JUSTIFICACIÓN.....	19
4. OBJETIVOS	21
4.1 Objetivo general:.....	21
4.2 Objetivos específicos:	21
5. HIPÓTESIS.....	21
6. MARCO TEÓRICO.....	22
6.1 Ecosistemas intermareales.....	22
6.2 Macroalgas marinas.....	23
6.2.1 <i>Chlorophyta</i> (Algas verdes)	24
6.2.2 <i>Phaeophyceae</i> (Algas pardas)	25
6.2.3 <i>Rhodophyta</i> (Algas rojas).....	25
6.3 Taxonomía	26
6.3.1 Chlorophytas	26
6.3.2 Phaeophytas	26
6.3.3 Rhodophytas.....	27
6.4 Macroinvertebrados bentónicos.....	27
6.4.1 Clase Anthozoa	29
6.4.2 Clase Malacostraca.....	30
6.4.3 Clase Gasterópoda.....	31
6.4.4 Clase Bivalva	32
6.4.5 Clase Polychaeta	33
6.4.6 Clase Ophiuroidea	34
6.4.7 Clase Asteroidea.....	34
6.4.8 Clase Echinoidea	35
6.5 Interacción Macroinvertebrados- Macroalgas	36

6.6 Relación de la investigación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	37
7. METODOLOGÍA	39
7.1 Área de Estudio	39
7.2 Estaciones de muestreo	41
7.3 Muestras de macroinvertebrados y macroalgas	42
7.3.1 Trabajo en el campo	42
7.3.2 Registro de Especies	43
7.3.3 Registro de parámetros	44
7.3.4 Trabajo en laboratorio	44
7.4 Análisis Estadístico	45
7.4.1 Índices de diversidad	45
7.4.2 Índice de Shannon-Wiener (H'):	45
7.4.3 Índice de Simpson (D):.....	45
7.4.5 Ordenación y análisis multivariado	46
8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	48
8.1 Organismos registrados	48
8.2 Registro de macroinvertebrados y cobertura de macroalgas	61
8.2.1 Cobertura infralitoral	61
8.2.2 Cobertura mesolitoral	63
8.2.3 Cobertura Supralitoral	65
8.3 Análisis de la cobertura por medio de índices ecológicos de diversidad, riqueza y equitatividad.....	69
8.3.1 Riqueza específica (S)	69
8.3.2 Índice de Shannon-Wiener (H')	69
8.3.3 Índice de Simpson ($1 - D$).....	69
8.3.4 Equitatividad de Pielou (J').....	69
8.4 Análisis de la información.....	73
8.4.1 Análisis de correspondencia (DCA)	78
8.4.2 Correlación de Spearman	81

9. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
DISCUSIÓN	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFIA	90
ANEXOS	101
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	101

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción del área de estudio	39
Tabla 2 Coordenadas de los transectos	40
Tabla 3 Libros y claves taxonómicas que ayudarán a la identificación de los organismos presentes.	42
Tabla 4 Libros y guías de identificación de macroalgas.....	43
Tabla 5 Especies registradas de macroinvertebrados.	49
Tabla 6 Especies registradas de macroalgas.	57
Tabla 7 Registro de macroinvertebrados en la zona infralitoral	61
Tabla 8 Cobertura macroalgal en la zona infralitoral	63
Tabla 9 Registro de macroinvertebrados en la zona mesolitoral... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 10 Cobertura macroalgal mesolitoral ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 11 Registro de macroinvertebrados en la zona supralitoral. ¡Error! Marcador no definido.	

Tabla 12 Cobertura macroalgas en la zona supralitoral.....	68
-------------------------------------------------------------------	----

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de la ubicación del área de estudio, delimitación del sitio de muestreo.	39
Figura 2 Transectos de muestreo, San Lorenzo.....	41
Figura 3 Cobertura total de Macroinvertebrados según el estrato.....	70
Figura 4 Cobertura total de Macroinvertebrados según el estrato.....	71
Figura 5 Índices ecológicos de macroinvertebrados.	73
Figura 6 Índices ecológicos de Macroalgas.....	75
Figura 7 Dendograma de macroinvertebrados utilizando Bray Curtis.	77
Figura 8 Dendograma de Macroalgas utilizando análisis de agrupamiento (Bray Curtis).	78
Figura 9 Plano de ordenación de análisis de correspondencia de los macroinvertebrados	80
Figura 10 Plano de ordenación de análisis de correspondencia de macroalgas.	81
Figura 11 Matriz de correlación de macroinvertebrados y composición de macroalgas.	82
Figura 12 Muestreo zona mesolitoral mediante cuadrante de 1m ²	102
Figura 13 Toma de pH y temperatura mediante el (pHep®5) de Hanna.	102
Figura 14 Toma de salinidad mediante el refractómetro.....	103
Figura 15 Recolección de muestras usando el equipo de disección.....	103

1. RESUMEN

Se investiga la asociación entre los macroinvertebrados y la composición de macroalgas en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Salinas. Esta área alberga comunidades biológicas que cumplen funciones esenciales, donde los invertebrados bentónicos forman parte de las cadenas tróficas; ellos son recicladores de nutrientes e indican la salud del ecosistema al ser bioindicadores sensibles; por otro lado, las macroalgas son productoras primarias de oxígeno, sirven de alimento y ofrecen refugio. Sin embargo, factores climáticos y antrópicos han llevado que estos grandes grupos se vean vulnerables ante dichas presiones. Es por esto, que el objetivo fue determinar la influencia de los ensamblajes de macroinvertebrados y macroalgas en el intermareal rocoso de San Lorenzo, mediante análisis multivariados estableciendo el nivel de asociación entre ambas comunidades. Para llevar a cabo este estudio se aplicó un diseño sistemático mediante cuadrantes, el método de NaGISA, de $1m^2$ distribuidos a lo largo de los $200m^2$ de área de estudio, los cuales se dividieron en 5 transectos de 30 m y 10 m de distancia entre estos, registrando cobertura y abundancia de especies. Se identificó veinticuatro géneros de macroinvertebrados y ocho géneros de macroalgas. Se calcularon índices ecológicos de Riqueza específica (S), Shannon-Wiener (H'), Simpson (1-D) y Equitatividad de Pielou (J') con ayuda del software PAST 5.0 y se realizaron análisis multivariados para determinar similitudes entre zonas. Los resultados mostraron una mayor riqueza y equitatividad en la zona infralitoral, mientras que la dominancia fue más alta en el supralitoral. Las macroalgas del género *Cladophora* sp. y los invertebrados de la clase Gasterópoda, *Echinometra vanbruti*, *Notochthamalus* sp. y *Echinolittorina* sp. fueron los más representativos. Se evidenció una asociación

directa entre la complejidad estructural de las macroalgas y la diversidad de los macroinvertebrados. Destacando la zona infralitoral como el sitio de mayor riqueza de macroinvertebrados, mientras que la zona supralitoral mantiene una cobertura algal dominante que contribuye al equilibrio del ecosistema costero.

Palabras clave: biodiversidad, intermareal rocoso, macroalgas, macroinvertebrados, índices ecológicos.

ABSTRACT

The association between macroinvertebrates and the composition of macroalgae in the rocky intertidal zone of San Lorenzo, Salinas, was investigated. This area hosts biological communities that play essential ecological roles, where benthic invertebrates form part of trophic chains, acting as nutrient recyclers and serving as sensitive bioindicators of ecosystem health. In contrast, macroalgae function as primary oxygen producers, providing food sources and refuge for other organisms. However, climatic and anthropogenic factors have increased the vulnerability of these major groups to environmental stressors. Therefore, the objective of this study was to determine the influence of macroinvertebrate and macroalgal assemblages in the rocky intertidal zone of San Lorenzo through multivariate analyses to establish the level of association between both communities. A systematic design was applied using the NaGISA quadrat method with 1 m² quadrats distributed across a 200 m² study area, divided into five 30 m transects separated by 10 m. Species coverage and abundance were recorded, identifying twenty-four genera of macroinvertebrates and eight genera of macroalgae. Ecological indices of species richness (S), Shannon-Wiener diversity (H'), Simpson diversity (1-D), and Pielou's evenness (J') were calculated using PAST 5.0 software, and multivariate analyses were conducted to determine similarities among zones. Results indicated greater richness and evenness in the infralittoral zone, while dominance was highest in the supralittoral zone. Macroalgae of the genus *Cladophora* and invertebrates from the class *Gastropoda*, *Echinometra vanbruti*, *Notochthamalus* sp., and *Echinolittorina* sp. were the most representative taxa. A direct association was observed between the structural

complexity of macroalgae and the diversity of macroinvertebrates, highlighting the infralittoral zone as the area with the greatest macroinvertebrate richness, while the supralittoral zone maintained dominant algal coverage contributing to the ecological balance of the coastal ecosystem.

Keywords: biodiversity, rocky intertidal zone, macroalgae, macroinvertebrates, ecological indices.

2. INTRODUCCIÓN

La zona intermareal rocosa se conforma por un ecosistema con mayor dinamismo y biodiverso, donde habitan numerosas especies de flora y fauna, muchas de ellas endémicas. Estos organismos viven bajo condiciones ambientales extremas, cercanas a sus límites de tolerancia, y cumplen funciones clave al formar parte de complejas redes tróficas. Además, representan una fuente de alimento para aves, peces y mamíferos, y algunas especies poseen un valor económico considerable (NPS, 2023).

En este contexto, los macroinvertebrados acuáticos, son componentes esenciales del bento marino. Su papel ecológico incluye funciones como depredadores, presas y bioindicadores ambientales. Diversos estudios han destacado su riqueza, abundancia y sensibilidad ante cambios ambientales, lo que los convierte en indicadores clave para la evaluación del estado ecológico de zonas costeras (Rosenberg & Resh, 1993; Cabrera, 2008; Quimi et al., 2023).

Por otra parte, las macroalgas bentónicas también son fundamentales para estos ecosistemas. Estas se distribuyen desde la zona intermareal hasta profundidades de más 100 metros, dependiendo de la penetración de la luz solar. Se adhieren a distintos sustratos para resistir el arrastre de las corrientes y contribuyen significativamente a la producción primaria costera, proporcionando además hábitat y alimento para diversos organismos (Cuvi & Cornejo, 2020).

En la región costera de Ecuador, las zonas intermareales rocosas ofrecen múltiples bienes y servicios a las comunidades costeras, desde la recolección de recursos como pulpos, ostras y peces, hasta actividades recreativas (Branch et al., 2008). Sin embargo, además de las presiones humanas, los eventos climáticos han intensificado el deterioro de estos ambientes (Martínez Panizo et al., 2022). El intermareal rocoso de San Lorenzo, es un ejemplo de esta realidad. Su creciente uso turístico ha generado impactos negativos sobre la biodiversidad y funcionalidad ecológica. Por tanto, resulta necesario investigar la relación entre los macroinvertebrados y las macroalgas en este ecosistema, con el fin de aportar al conocimiento ecológico y promover estrategias para su conservación y manejo sostenible.

3. JUSTIFICACIÓN

El ecosistema intermareal rocoso representa un entorno dinámico y ecológicamente complejo, donde convergen múltiples factores físicos, químicos y biológicos que influyen en la distribución y abundancia de las especies. En este ambiente, tanto las macroalgas como los macroinvertebrados bentónicos juegan un papel fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad, el reciclaje de nutrientes y la estabilidad ecológica del sistema costero.

La interacción entre macroinvertebrados y macroalgas es esencial para entender las relaciones ecológicas que ocurren en estos ambientes, ya que las macroalgas no solo funcionan como productores primarios, sino también como refugio, alimento y soporte para muchas especies de invertebrados. Por su parte, los macroinvertebrados pueden influir en la estructura y dinámica de las comunidades algales a través del pastoreo, la competencia y la bioturbación.

En Ecuador, a pesar de la gran riqueza marina, los estudios enfocados en la estructura comunitaria y las asociaciones ecológicas en zonas intermareales rocosas aún son escasos, particularmente en la provincia de Santa Elena. En este contexto, el intermareal rocoso de San Lorenzo (Salinas) representa un área clave que requiere ser caracterizada ecológicamente de manera exhaustiva, lo que genera una importante brecha de conocimiento científico local.

La presente investigación aporta información valiosa sobre la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados y macroalgas, así como identificar patrones

de asociación entre ambos grupos mediante análisis multivariados. Esta información es importante no solo para ampliar el conocimiento sobre la ecología de los ecosistemas intermareales, sino también para establecer líneas base que sirvan de referencia en programas de monitoreo, conservación y manejo ambiental costero.

Además, los resultados de este estudio podrán ser útiles para instituciones educativas, autoridades ambientales y tomadores de decisiones. Esta investigación se plasmará tanto en artículo científico como guías informativas, permitiendo fundamentar acciones orientadas a la protección y uso sostenible de los recursos marinos en el litoral ecuatoriano.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Determinar la influencia de los ensamblajes de macroinvertebrados y macroalgas en el intermareal rocoso de San Lorenzo, mediante análisis multivariados estableciendo el nivel de asociación entre ambas comunidades.

4.2 Objetivos específicos:

- ✓ Cuantificar la abundancia relativa de las diferentes especies de macroinvertebrados presentes en las zonas de estudio.
- ✓ Establecer la variación espacial en la composición de las comunidades de macroalgas a lo largo del gradiente intermareal y entre diferentes sitios.
- ✓ Relacionar los patrones de distribución de los macroinvertebrados asociados a las especies de macroalgas mediante técnicas de análisis multivariado.

5. HIPÓTESIS

- Hipótesis **Alternativa (H₁)**: La estructura de los ensamblajes de macroinvertebrados en el intermareal rocoso de San Lorenzo está asociada significativamente con la composición de las comunidades de macroalgas en el intermareal rocoso de San Lorenzo.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Ecosistemas intermareales

Los ecosistemas intermareales incumben a la zona costera situada entre el punto más alto alcanzado por la marea y el nivel mínimo registrado durante la marea baja. Dentro de este sector, las condiciones ambientales cambian de manera notable, ya que los organismos deben alternar constantemente entre periodos de exposición al aire y periodos sumergidos en el agua (Chapman & Underwood, 2018). Este cambio continuo produce un gradiente físico y biológico que determina como se distribuyen las especies y como se organizan las comunidades que habitan en este entorno.

En el intermareal se suelen discernir tres sectores principales: supralitoral, mesolitoral e infralitoral. La zona supralitoral permanece expuesto al aire durante la mayor parte del tiempo, por lo que está habitado por especies capaces de resistir periodos prolongados de desecación. En la franja del mesolitoral, la alternancia entre inmersión y exposición es más equilibrada, convirtiéndose en una zona de transición donde se presentan altos niveles de competencia biológica. Por último, la zona infralitoral permanece sumergido casi constantemente, permitiendo la presencia de una mayor variedad y abundancia de organismos marinos. (Little & Kitching, 2019).

Los factores abióticos que determinan la dinámica ecológica en estos ecosistemas incluyen la temperatura, salinidad, tipo de sustrato, oleaje y radiación solar (Underwood,

Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance, 2017). Estas variables, sumadas a las interacciones biológicas como la depredación, competencia y mutualismos, generan un mosaico complejo de hábitats y comunidades.

Los ecosistemas intermareales desempeñan funciones ecológicas esenciales como: áreas de forrajeo y refugio para distintas especies, contribuyen a la productividad primaria de la zona costera y son espacios clave para el asentamiento y desarrollo de numerosos organismos marinos (Barnes & Hughes, 2019). A nivel social y económico, estos ecosistemas también representan zonas de extracción de recursos, en especial mariscos y crustáceos, además de ser utilizados como espacios recreativos por las comunidades cercanas (Gómez, Herrera, & Zambrano, 2021).

6.2 Macroalgas marinas

Las macroalgas corresponden a organismos fotosintéticos multicelulares que generalmente colonizan superficies rocosas en el litoral marino. Manifiestan una notable diversidad en formas, colores y funciones, tradicionalmente se agrupan en tres grandes grupos: *Chlorophyta* (algas verdes), *Rhodophyta* (algas rojas) y *Phaeophyceae* (algas pardas) (Lobban & Harrison, 2020). Estas divisiones se basan en diferencias en tipos de pigmentos, formas de almacenamiento energético y rasgos estructurales particulares.

Desde el punto de vista ecológico, las macroalgas son elementos primordiales para el funcionamiento de los ecosistemas costeros. Al ser productores primarios, contribuyen a la fijación de carbono y a la liberación de oxígeno en el medio marino (Sentfies & Fujii,

2021). De igual modo, conforman un componente fundamental del hábitat ya que ofrecen refugio, áreas de producción y superficies de fijación para diversos organismos, entre ellos macroinvertebrados bentónicos y peces en estadios tempranos (Melo, Torres, & Rivera, 2019).

En los intermareales rocosos, la distribución de macroalgas está estrechamente relacionada con factores abióticos como la intensidad de la luz, el hidrodinamismo, la desecación y la disponibilidad de nutrientes (Rodríguez, Pérez, & Sánchez, 2020). Asimismo, la presión del pastoreo por herbívoros marinos, como algunos moluscos y erizos, influye en la composición y biomasa de estas comunidades (Underwood, 2017).

En América Latina, se han reportado más de 1,500 especies de macroalgas, muchas de las cuales son utilizadas con fines alimenticios, industriales y farmacológicos (Sentíes & Fujii, 2021). En el caso de Ecuador, la mayoría de los estudios se han centrado en la taxonomía y distribución de algas rojas y pardas en la costa y Galápagos, pero existe aún una escasez de trabajos que relacionen directamente a las macroalgas con otros componentes del ecosistema, como los macroinvertebrados bentónicos (Bula Meyer, 2018).

6.2.1 *Chlorophyta* (Algas verdes)

Las macroalgas verdes pertenecen al filo *Chlorophyta* y se distinguen por contener clorofila a y b, junto con pigmentos accesorios como los carotenoides. Su tonalidad verde predominante se debe a la elevada concentración de clorofila presente en los cloroplastos.

Por lo general, almacenan almidón como compuesto de reserva y sus paredes celulares están compuestas principalmente por celulosa (Graham, Graham, & Wilcox, 2016).

Este grupo se distribuye con frecuencia en sectores altos y medios del intermareal, zonas donde la luz solar es más intensa y las condiciones de salinidad pueden presentar modificaciones. Ecológicamente, cumplen un rol importante como productores primarios y además actúan como fuente de alimento y refugio para diversos invertebrados marinos

6.2.2 *Phaeophyceae* (Algas pardas)

Las algas pardas forman parte del filo *Ochrophyta*, dentro de la clase *Phaeophyceae*, y se reconocen principalmente por el pigmento fucoxantina, el cual opaca la clorofila y les otorga tonos pardos o amarillentos característicos (Steneck & Dethier, 1994). Muestran clorofila a y c, suelen almacenar laminaria y manitol como sustancias de reserva energética.

Su desarrollo se asocia principalmente a aguas templadas y frías; sin embargo, algunas especies tropicales también prosperan en costas rocosas del intermareal. En muchos casos forman extensas estructuras semejantes a bosques submarinos, que funcionan como hábitat, refugio y fuente de alimento para una gran diversidad de organismos. En Ecuador, es posible encontrar géneros como *Dictyota*, *Padina* y *Sargassum*.

6.2.3 *Rhodophyta* (Algas rojas)

Las algas rojas pertenecen al filo *Rhodophyta* y se caracterizan por la presencia de pigmentos ficoeritrina y ficocianina, los cuales enmascaran la clorofila a, dándoles su

color rojizo característico (Guiry & Guiry, 2024). Poseen clorofila a y d, y almacenan almidón de florídeas.

Estas macroalgas predominan en las zonas inferiores del intermareal y submareal, donde la luz es menos intensa, ya que sus pigmentos permiten aprovechar eficientemente la luz azul y verde que penetra en el agua. En la costa ecuatoriana son comunes géneros como *Gelidium*, *Gracilaria* y *Hypnea*.

6.3 Taxonomía

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

6.3.1 Chlorophytas

Clase: Ulvophyceae

Orden: Ulvales

Familia: Ulvaceae

Género: *Ulva* (Linnaeus, 1753)

Orden: Cladophorales

Familia: Cladophoraceae

Género: *Cladophora* (Linnaeus, 1763)

6.3.2 Phaeophytas

Clase: Isogeneratae

Orden: Dictyotales

Familia: Dictyotaceae

Género: *Padina* (Thivy, 1960)

Clase: Phaeophyceae

Orden: Ectocarpales

Familia: Scytosiphonaceae

Género: *Colpomenia* (Derbès &
Solier, 1851)

6.3.3 Rhodophytas

Clase: Florideophyceae

Orden: Ceramiales

Familia: Rhodomelaceae

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

Orden: Ceremiales

Familia: Ceramiaceae

Género: *Ceramium* (Roth, 1757)

6.4 Macroinvertebrados bentónicos

Los macroinvertebrados bentónicos corresponden a invertebrados de tamaño suficientemente grande para ser observados sin el uso de lupa o microscopio. Estos organismos viven sobre el fondo marino a se fijan en diferentes tipos de sustratos dentro de ambientes acuáticos. En el intermareal rocoso, este grupo está representado

sustancialmente por moluscos, crustáceos, anélidos, equinodermos y cnidarios, cuya distribución depende de factores ambientales y de la disponibilidad de alimento y hábitats (Brusca, Moore, & Shuster, 2016).

La presencia y abundancia de macroinvertebrados está influenciada por factores abióticos como el tipo de sustrato, el hidro dinamismo, la temperatura y la salinidad, así como por interacciones bióticas como la competencia, depredación y la disponibilidad de macroalgas como refugio o alimento (Barnes & Hughes, 2019). Estas interacciones determinan patrones de zonación similares a los observados en macroalgas, generando comunidades características en la zona alta, media y baja del intermareal (Underwood, 2017).

Desde el punto de vista ecológico, los macroinvertebrados desempeñan funciones importantes dentro de los ecosistemas marino-costeros. Los organismos filtradores, como los bivalvos, intervienen en el reciclaje de nutrientes y en la purificación del agua. Los herbívoros, entre ellos algunos gasterópodos y erizos, controlan el crecimiento de macroalgas. Por su parte, los detritívoros contribuyen a la degradación de materia orgánica, mientras que los depredadores pueden modificar la composición y abundancia de otras especies dentro la comunidad (Gómez, Herrera, & Zambrano, 2021). Esta variedad de estrategias alimentarias convierte a los macroinvertebrados en componentes indispensables para mantener la estabilidad y el funcionamiento ecológico de los ambientes costeros.

A su vez, los macroinvertebrados bentónicos son ampliamente reconocidos como bioindicadores confiables de alteraciones ambientales, debido a que responden de forma sensible a procesos como la contaminación, la eutrofización o modificación del hábitat (Fernández & Andrade, 2020). Por ello, el análisis de sus comunidades no solo permite describir patrones ecológicos, sino también identificar el estado de conservación de los ecosistemas intermareales.

En el litoral ecuatoriano, diferentes trabajos han documentado una elevada diversidad de moluscos y crustáceos asociados a zonas rocosas; sin embargo, todavía son limitados los estudios que evalúan de manera conjunta su relación con las macroalgas (Loor & Palacios, 2019). Esta ausencia de investigaciones integradas resalta la necesidad de profundizar en la ecología y estructura de estos ensamblajes.

6.4.1 Clase Anthozoa

Los Cnidarios constituyen un grupo diverso de invertebrados acuáticos con una función ecológica esencial en los ecosistemas marinos. El género *Zoanthus*, agrupa pólipos coloniales bentónicos caracterizados por su coenenchima común y su asociación simbiótica con zooxantelas, lo que les permite prosperar en ambientes tropicales someros. Estas especies forman colonias incrustantes o “alfombradas” que cubren rocas, corales muertos y conchas en zonas intermareales y submareales, participando activamente en la estructuración del bento marino (Belford & Phillip, 2021; Fernández Martín et al., 2024).

Investigaciones recientes indican que este género presenta una notable plasticidad ecológica y morfológica, lo que le permite ajustarse a condiciones ambientales cambiantes, incluyendo alteraciones térmicas y la presencia de contaminantes como los micro plásticos. Albertoni et al. (2024) reportaron que *Zoanthus sp.* Activa mecanismos bioquímicos defensivos cuando es expuesto de forma prolongada a polímeros de PVC, lo cual evidencia su sensibilidad frente a contaminantes marinos. Asimismo, Fujiwara et al. (2021) registraron modificaciones en la composición de simbiontes endozoicos durante episodios de blanqueamiento.

En ecosistemas tropicales del Pacífico Oriental, *Zoanthus* aporta significativamente a la cobertura bentónica y a la diversidad en zonas intermareales. En la costa de Ecuador, se han reportado porcentajes de cobertura que alcanza el 16% en las Puntas de Ayangue y entre el 4 y 15% en el sector El Faro de Ballenita, lo que evidencia su dominio en superficies rocosas sometidas al oleaje y a la acción de las mareas (Pluas Rojas, 2022). Además, análisis químicos realizados en especies del género en Ecuador indican una amplia variedad de metabolitos secundarios, lo que sugiere potencial ecológico y bioactivo (Guillen, 2019). En conjunto, *Zoanthus* puede considerarse un componente esencial para la estabilidad y productividad de los ecosistemas intermareales tropicales.

6.4.2 Clase Malacostraca

La clase Malacostraca, perteneciente al subfilo Crustácea dentro del filo *Arthropoda*, agrupa un conjunto de numerosos invertebrados acuáticos con una marcada diversidad estructural. Su morfología corporal está conformada por catorce segmentos distribuidos en tres regiones principales: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza presenta antenas, ojos

compuestos y pieza bucales especializadas; el tórax generalmente protegido por un caparazón contiene patas maxilares y apéndices locomotores; mientras que el abdomen, que suele contar con seis o siete segmentos, culmina en una estructura terminal donde pueden encontrarse apéndices modificados (Rogers, Thorp, & Covich, 2020).

Los malacostráceos habitan desde ambientes marinos hasta sistemas dulceacuícolas y cumplen funciones ecológicas eminentes. La mayoría son carnívoros o detritívoros, consumiendo presas vivas o materia orgánica en descomposición. Entre los representantes más comunes se encuentran los cangrejos, las langostas y los cangrejos ermitaños, que constituyen elementos fundamentales dentro de las redes alimentarias marinas (Rogers, Thorp, & Covich, 2020).

6.4.3 Clase Gasterópoda

Los gasterópodos conforman el grupo con mayor diversidad dentro del filo *Mollusca*, con cerca de 35000 especies actuales descritas y aproximadamente 15000 registradas en el registro fósil. Esta alta diversidad se atribuye a su radiación adaptativa, que les ha permitido establecerse en una gran diversidad de ambientes, incluyendo ecosistemas marinos continentales y terrestres (Lozano-Guzmán et al., 2020).

Dentro de este grupo existen formas morfológicamente simples, como las lapas, y otras altamente evolucionadas, como caracoles y babosas, capaces de respirar aire. Su tamaño varía desde especies microscópicas hasta grandes caracolas tropicales que alcanzan varios decímetros de longitud, aunque la mayoría mide entre 1 y 8 cm. En el medio marino se

distribuyen desde la zona intermareal hasta profundidades abisales, e incluso existen especies pelágicas. Algunos también habitan en aguas salobres o dulces, y en ambientes terrestres, donde su distribución depende de factores como la humedad, acidez y contenido mineral del suelo. La amplia capacidad de adaptación de los gasterópodos a distintos nichos ecológicos evidencia su éxito evolutivo y su versatilidad ambiental (Lozano-Guzmán et al., 2020).

6.4 .4 Clase Bivalva

La clase Bivalva pertenece al filo *Mollusca* e incluye organismos como almejas, mejillones, ostras y vieiras. Su rasgo distintivo es la presencia de una concha formada por dos valvas que se unen en la región dorsal mediante músculos aductores, los cuales permiten cerrar y abrir la concha. En gran parte de las especies ambas valvas tienen tamaños semejantes; pero, en bivalvos de vida sésil, como las ostras, la valva inferior permanece adherida al sustrato y la valva superior suele ser más grande (Brigitte, 2021).

Las conchas de los bivalvos presentan una gran variabilidad en forma, color y ornamentación, reflejo de su adaptación ecológica. El pie de estos moluscos está especializado para excavar en sedimentos, excepto en las especies sedentarias, donde es de tamaño reducido. Además, poseen una cabeza poco desarrollada y carecen de rádula, mientras que las branquias desempeñan una doble función: respiratoria y alimenticia, ya que retienen partículas suspendidas en el agua (Brigitte, 2021).

6.4.5 Clase Polychaeta

Los poliquetos (*Polychaeta*), cuyo nombre proviene del griego “muchas cerdas”, constituyen una clase dentro del filo *Annelida* y representan el grupo más numeroso de este filo, con cerca de 10 000 especies descritas. Se consideran los anélidos más primitivos, al conservar rasgos similares al modelo ancestral del grupo. Son principalmente acuáticos y de hábito marino, ocupando una gran diversidad de hábitats bentónicos (Baez Espinoza, 2015).

Una característica distintiva de los poliquetos es la presencia de parápodos pares en cada segmento del cuerpo, conformados por una rama dorsal y una ventral, ambas provistas de numerosas quetas o cerdas, que cumplen funciones locomotoras y sensoriales (Sepúlveda et al., 2003). En términos tróficos, la mayoría son carnívoros, aunque algunas especies se alimentan de sedimentos o filtran partículas suspendidas, adaptándose a diferentes estrategias alimenticias según el hábitat (Witman & Smith, 2003, como se citó en Carlton & Ruiz, 2019).

Durante mucho tiempo, los poliquetos fueron considerados el grupo ancestral más cercano a los artrópodos, debido a semejanzas morfológicas como la segmentación y la organización del sistema nervioso. No obstante, los estudios filogenéticos basados en datos moleculares han cambiado esta interpretación. La evidencia actual indica que los anélidos comparten un parentesco evolutivo más estrecho con los moluscos que con los artrópodos. Estos resultados ponen de manifiesto al carácter cambiante del conocimiento científico, que ajusta las relaciones evolutivas a medida que surgen nuevas fuentes de información (Macias & Véliz, 2023).

6.4.6 Clase Ophiuroidea

Los invertebrados marinos caracterizados por presentar brazos delgados y flexibles que se extienden desde un disco central corresponden a las ofiuras, integrantes de la clase Ophiuroidea dentro del filo *Echinodermata*. Estos organismos se distinguen de las estrellas de mar (Asteroidea) por carecer de surcos ambulacrales visibles y poseer vértebras esqueléticas articuladas en sus apéndices, las cuales les otorgan una movilidad más marcada (Moreno, 2020; Varela & Sánchez, 2019; Sánchez Bonilla, 2022).

Las ofiuras habitan en ambientes marinos que abarcan desde la zona intermareal hasta profundidades cercanas a los 400 m, mostrando gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones del sustrato y luminosidad (Sánchez Bonilla, 2022). Su mayor diversidad y abundancia se ha registrado principalmente en el océano Atlántico, en la franja tropical comprendida entre el golfo de México y los mares europeos, donde cumplen un papel importante en la estructura trófica bentónica (Blanco, 2017; Sánchez Bonilla, 2022).

6.4.7 Clase Asteroidea

Los asteroideos o estrellas de mar pertenecen a la clase Asteroidea del filo *Echinodermata*, y presentan una notable variación en su tamaño, que puede ir desde menos de 2 cm hasta más de 1 m de diámetro, aunque la mayoría de las especies miden entre 12 y 24 cm. Su morfología se caracteriza por un disco central del que emergen brazos de longitud variable según la especie (Armas & Herrera, 2023).

Estas especies colonizan una amplia variedad de sustratos marinos, tanto rocosos como blandos, distribuyéndose desde la zona intermareal hasta profundidades que superan los 5 000 m, lo que demuestra su gran capacidad adaptativa (Buyami, 2019). En la parte ventral de cada brazo se encuentra el surco ambulacral, que alberga los pies ambulacrales, estructuras responsables del desplazamiento y la captación de estímulos ambientales. Dichos surcos están delimitados por espinas móviles, y en el extremo de cada brazo se localiza un pie tubo sensorial, capaz de percibir vibraciones y señales químicas; en algunas especies contiene un pigmento rojo que actúa como ojo primitivo (Vásquez, 2023).

El cuerpo de los asteroideos está formado por una cubierta calcárea compuesta por osículos, entre los cuales se proyectan pápulas que facilitan el intercambio gaseoso. Su extraordinaria capacidad de regeneración de brazos y su función en el equilibrio ecológico de los ecosistemas marinos los convierten en un grupo de alto interés biológico y ecológico (Vásquez, 2023).

6.4.8 Clase Echinoidea

Los organismos pertenecientes al grupo de los equinodermos que presentan un cuerpo esférico y sin brazos corresponden a los equinóideos, comúnmente conocidos como erizos de mar. Estos se caracterizan por una forma redondeada y aplanada, con los osículos fusionados que conforman una concha rígida y ornamentada con espinas móviles. Dichas espinas, generalmente de tonalidad púrpura oscura, son robustas y presentan estriaciones longitudinales que contribuyen tanto a su movilidad como a la protección del organismo (Silva et al., 2001; Sánchez Bonilla, 2022).

El esqueleto de los equinoideos presenta generalmente una forma redondeada u oval, con la superficie superior abombada y la inferior ligeramente hundida. Sobre la testa se pueden distinguir entre seis y ocho pares de poros en cada arco, alineados en columnas verticales compuestas por cuatro a seis pares, formando así estrechas zonas poríferas. Los tubérculos ambulacrales principales se encuentran muy próximos unos de otros, característica diagnóstica del grupo. Las medidas de la testa oscilan entre 6 y 33 mm de longitud y 3 a 19 mm de altura, lo que refleja una considerable variación morfológica entre especies (Vallejo, 2007; Sánchez Bonilla, 2022).

6.5 Interacción Macroinvertebrados- Macroalgas

Las interacciones ecológicas entre macroinvertebrados y macroalgas representan un componente fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas intermareales. Las macroalgas actúan como verdaderos “arquitectos” de hábitat, al proporcionar alimento, y superficies de asentamiento para una amplia diversidad de invertebrados marinos (Melo, Torres, & Rivera, 2019). Al incrementar la complejidad estructural del sustrato, generan microhábitats adicionales que favorecen la riqueza y la diversidad de especies asociadas (Buschmann, Varela, & Hernández González, 2020).

A su vez, los macroinvertebrados influyen de distintas maneras sobre las comunidades algales. Los herbívoros, como ciertos erizos y gasterópodos, controlan la biomasa algal mediante el consumo directo, evitando que una sola especie domine y promoviendo la coexistencia de varias algas (Pacheco, Rivadeneira, & Hernández, 2020). Los filtradores y detritívoros también juegan un papel importante, ya que intervienen en el reciclaje de

nutrientes, favoreciendo el crecimiento algal al mantener disponibles compuestos esenciales (Underwood, 2017).

Estas relaciones pueden ser tanto positivas como negativas. En algunos casos, un exceso de herbívoros puede reducir de forma drástica la cobertura de macroalgas y modificar la estructura del ecosistema (Bula Meyer, 2018). Sin embargo, cuando el ecosistema se encuentra en equilibrio, la interacción entre ambos grupos promueve la estabilidad y resiliencia de las comunidades intermareales.

En ambientes tropicales y templados se ha registrado que la composición y abundancia de macroinvertebrados está estrechamente relacionada con la presencia de determinadas especies de macroalgas, lo cual evidencia una fuerte interdependencia ecológica entre ambos componentes (Gómez, Herrera, & Zambrano, 2021). Estas asociaciones pueden cambiar con el tiempo y el espacio, influenciadas por variables ambientales como la energía del oleaje, la amplitud de marea y la estacionalidad climática (Rodríguez, Pérez, & Sánchez, 2020).

6.6 Relación de la investigación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Esta investigación se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, en especial con el ODS 14: Vida marina, cuyo propósito es asegurar la conservación y el uso responsable de los océanos y sus recursos (Naciones Unidas, 2015). El análisis multivariado de la asociación entre macroinvertebrados y la composición de macroalgas en el intermareal rocoso de San

Lorenzo contribuye directamente al cumplimiento de la meta 14.2, enfocada en la gestión sostenible y la protección de ecosistemas marinos costeros para prevenir daños ambientales significativos, y a la meta 14.A, que promueve el fortalecimiento del estudio y el desarrollo científico en temas marinos.

De igual manera, la investigación se vincula con el ODS 13: Acción por el clima, ya que los ecosistemas intermareales reaccionan con alta sensibilidad a cambios ambientales y climáticos, funcionando como indicadores del estado ecológico (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021). Contar con información sobre la biodiversidad y los patrones de distribución de organismos bentónicos permite evaluar los efectos potenciales del cambio climático sobre los ecosistemas costeros del litoral ecuatoriano.

Además, el estudio también guarda relación con el ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres, debido a que comparte el objetivo de conservar la biodiversidad y promover un manejo sostenible de los recursos naturales. En este caso, la investigación aborda ambientes que actúan como zonas de transición entre sistemas terrestres y marinos (ONU Medio Ambiente, 2019). El presente estudio genera conocimiento científico relevante sobre la biodiversidad marina de la costa ecuatoriana y brinda información valiosa para la gestión ambiental y la conservación de ecosistemas costeros, articulándose con los principios de sostenibilidad de Agenda 2030.

7. METODOLOGÍA

7.1 Área de Estudio

La presente investigación se desarrollará en el intermareal rocoso de San Lorenzo ubicado en el Cantón de Salinas, Provincia de Santa Elena, cuyas coordenadas son $2^{\circ}12'14.4''$ S; $80^{\circ}57'46.3''$ W y los $2^{\circ}12'13.5''$ S; $80^{\circ}57'44.3''$ W (figura 1).

Figura 1 Mapa de la ubicación del área de estudio, delimitación del sitio de muestreo.



Fuente: QGis, 2025. Modificado por el autor.

Tabla 1 Descripción del área de estudio

Descripción	Resultado
Ubicación	$2^{\circ}12'14.4''$ S; $80^{\circ}57'46.3''$ W y los $2^{\circ}12'13.5''$ S; $80^{\circ}57'44.3''$

Sitio	Zona intermareal San Lorenzo, Salinas.
Área Urbana	Se encuentra en la parroquia urbana San Lorenzo, cantón Salinas, provincia de Santa Elena, en la costa suroccidental del Ecuador. Está situado al suroeste de la ciudad de Salinas, entre la playa de Chipipe y Punta Carnero, frente al océano Pacífico.
Entierro de arena	Si cuenta con franja de arena entre las rocas.
Sustrato	Rocoso con conchilla

La zona intermareal rocosa de San Lorenzo, Salinas, presenta una descripción geográfica y ambiental amplia. Este sitio se localiza en las coordenadas 2°12'14.4" S; 80°57'46.3" W y los 2°12'13.5" S; 80°57'44.3, y pertenece a la parroquia urbana San Lorenzo, dentro del cantón Salinas, provincia de Santa Elena, en la región costera del suroeste del Ecuador. El área se encuentra hacia el extremo suroccidental de la ciudad de Salinas, entre la playa de Chipipe y Punta Carnero, frente el Océano Pacífico.

Tabla 2 *Coordenadas de los transectos*

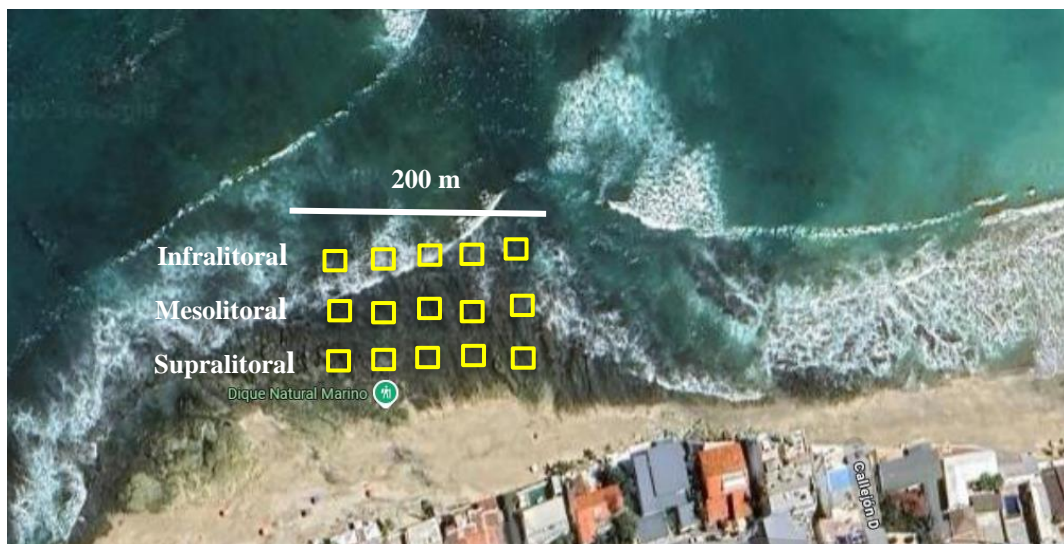
Límites de los transectos		
Supralitoral	Inicio	-2.203645, -80.962908
	Fin	2°20'41.1422 – 80.962749
Mesolitoral	Inicio	-2.203377, -80.961771
	Fin	2.203811 – 80.961666
Infralitoral	Inicio	-2.203412, -80.961030
	Fin	-2.204132, -80.961991

7.2 Estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo fueron 5 a lo largo de los 200m² de área de estudio, los cuadrantes se ubicaron aleatoriamente dentro de cada una de las tres zonas intermareales biológicas (zonas alta, media y baja) (Tabla 1). La zona cuenta con una franja de arena entre las rocas.

Los muestreos se realizaron desde agosto a octubre del 2025, ejecutándose 3 muestreos por mes, y 5 puntos por cada transecto, 30 m de distancia cada transecto y 10 m de distancia entre cada transecto, las cuáles serán agrupadas para el respectivo análisis posterior de los datos (Figura 2).

Figura 2 Transectos de muestreo, San Lorenzo.



Fuente: Google Earth, 2025. Modificado por el autor

7.3 Muestras de macroinvertebrados y macroalgas

7.3.1 Trabajo en el campo

La investigación se conceptualizó dentro del método cualitativo la cual se realizó la identificación de los macroinvertebrados y macroalgas encontradas en el intermareal rocoso de San Lorenzo hasta el nivel taxonómico más bajo posible, con el apoyo de claves dicotómicas y guías de identificación de diferentes autores (Tabla 2 y Tabla 3). También estará enmarcado al método cuantitativo, puesto que luego de la identificación se procedió al conteo de los organismos que se encuentren, tomando en cuenta el área total de la zona de colecta. Se tomaron parámetros ambientales como: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

Tabla 3 Libros y claves taxonómicas que ayudarán a la identificación de los organismos presentes.

Autor	Año	Título	Componente
Vásquez y Sánchez	2015	Clave ilustrada y comentada para la identificación de moluscos gasterópodos fluviales de Cuba	Moluscos
Ministerio del Ambiente Ecuador	2017	Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos	Macroinvertebrados
Alejandro Palma	2013	Guía de identificación de invertebrados acuáticos	Invertebrados
Albert Pérez, Natalia Salazar	2016	Guía de macroinvertebrados de la provincia de Orellana	Macroinvertebrados

Tabla 4 Libros y guías de identificación de macroalgas.

Autor	Año	Título	Componente
Luis Tapia Méndez	2002	Macrofauna y algas marinas	Macroalgas
Gabriela M. Vélez, Fabricio Scarabino y Ariel de León	2023	Guía visual de macroalgas de la costa Atlántica de Uruguay	Macroalgas
Patricia Carvajal, Alex Gamarra, Natalia Arakaki, Patricia Gil-Kadoka y María Eliana Ramírez	2019	Guía para el reconocimiento en campo de las macroalgas del Callao	Macroalgas
Jocelyn Jofre, Heléne Dubrasquet, María Eliana Ramírez, Nelso P. Navarro y Erasmo C. Macaya	2018	Guía de macroalgas subantárticas	Macroalgas

Para realizar la investigación en el ámbito de diversidad se aplicó un sistema de muestreo con la metodología NaGisa (Geografía Natural en áreas costeras), por transectos en calas rocosas del intermareal. El marcaje de los transectos se realizó en puntos georreferenciados, con el uso de un GPS digital resistente al agua, la de limitación de la zona de estudio se utilizó el metro hasta llegar a los ^{200m}2, cada transecto fue marcada con resina de poliéster tinturada de rojo, y también una cuerda de 100 metros marcada cada 30 metros y 10 metros entre cada uno de estos.

7.3.2 Registro de Especies

La cobertura de macroalgas se determinó mediante el método de cuadrantes de 1 m², aplicando el sistema de punto-intercepto con 100 puntos por cuadrante. En cada punto se

registró el primer contacto visual (especie de macroalga, invertebrado o tipo de sustrato), calculando la cobertura porcentual como $(n^{\circ} \text{ de aciertos}/100) \times 100$. Paralelamente, dentro del mismo cuadrante se contabilizaron todos los macroinvertebrados presentes para estimar densidad ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$), riqueza específica (S) y diversidad, utilizando los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson ($1 - D$) y equitatividad de Pielou (J') calculados en el software PAST 5 (Hammer et al., 2001; Bula-Meyer et al., 2016; Tuya et al., 2021).

7.3.3 Registro de parámetros

Se registró los datos de temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto en el área de estudio. Se obtuvo las medidas de temperatura, oxígeno disuelto, pH mediante un medidor multiparamétrico y de salinidad por medio de un refractómetro, instrumentos que fueron proporcionados por la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). La tabla de mareas se la descargó de la base de datos de la página de Tideschart e INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología).

7.3.4 Trabajo en laboratorio

En el laboratorio, las muestras que no se identificó *in situ*, se colectaron en frascos de plásticos o vidrio con la utilización del equipo de disección para mejor manejo de los organismos. En bandejas blancas, se colocaron los organismos, las cuáles facilitaron la observación, aislamiento y cuantificación. La materia orgánica fue revisada en forma detallada a fin de separar los organismos integrados en estas. Posteriormente se identificó, a través del estereoscopio y claves específicas, hasta el taxón más bajo posible.

Para la conservación del material, las muestras se guardarán en recipientes de vidrio con alcohol al 70% y glicerina para su preservación (Quijada, 1903).

7.4 Análisis Estadístico

El análisis multivariado permite estudiar simultáneamente la estructura de comunidades biológicas y su relación con factores ambientales. En ecología, se utilizan con frecuencia índices de diversidad y métodos de ordenación o agrupamiento que facilitan la interpretación de patrones comunitarios (Legendre & Legendre, 2012).

7.4.1 Índices de diversidad

La diversidad de especies combina dos componentes: riqueza específica (S) y abundancia relativa. Entre los índices más usados se encuentran:

7.4.2 Índice de Shannon-Wiener (H')

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln(p_i)$$

donde P_i es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos. Este índice mide la incertidumbre de encontrar un individuo de una especie al azar (Magurran, 2013).

7.4.3 Índice de Simpson (D)

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

El valor de D aumenta conforme se incrementa la dominancia de unas pocas especies sobre otras (Clarke & Gorley, 2015).

7.4.5 Ordenación y análisis multivariado

Además de índices, los análisis multivariados como el Análisis de Componentes Principales (PCA), el Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) y el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) son útiles para representar las relaciones entre especies y variables ambientales.

Por ejemplo, el PCA busca reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos mediante la transformación de variables originales en componentes principales (PCs):

$$Z = XW$$

donde X es la matriz de datos originales (especies o variables ambientales), W es la matriz de pesos (autovectores) y Z la matriz de componentes principales (Legendre & Legendre, 2012).

El CCA, en cambio, relaciona directamente la abundancia de especies con gradientes ambientales maximizando la correlación canónica:

$$Y = XA + EB$$

donde Y es la matriz de especies, X la matriz de variables ambientales, A el conjunto de coeficientes, E el error y B los pesos canónicos (Ter Braak & Smilauer, 2018).

Se utilizó el Análisis de Correspondencia Destendenciado (DCA) por ser un método adecuado para datos ecológicos con respuestas unimodales y gradientes amplios. Este análisis corrige la curvatura típica del CA y permite visualizar con mayor claridad las

diferencias en la composición de especies entre las zonas del intermareal, facilitando la interpretación de los patrones ecológicos asociados a la cobertura algal y la disponibilidad de microhábitats.



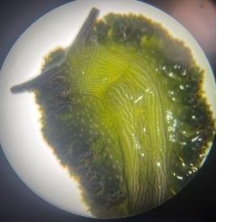
8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

8.1 Organismos registrados

Se identificó la población de macroinvertebrados y macroalgas asociadas en la zona intermareal rocosa de San Lorenzo, Salinas, mediante la aplicación de la metodología de transectos y cuadrantes para documentar de manera preliminar la biodiversidad intermareal de la zona. El estudio se llevó a cabo durante un periodo de tres meses, con un total de 9 muestreos en el área de estudio.

Se identificó los organismos taxonómicamente hasta el nivel de género, se documentó un total de ocho especies de macroalgas, de los cuales 2 pertenecen al filo *Rhodophyta*, 4 a las *Chlorophyta* y 2 a las *Phaeofitas*, y 24 especies de macroinvertebrados, de estos 13 pertenecen al filo *Mollusca*, 3 *Arthropoda*, 5 *Echinodermata*, 2 *Annelida* y 1 *Cnidaria*. En la Tabla 3 y 4, se presentan las especies registradas con una referencia fotográfica para una mejor abstracción.

Tabla 5 Especies registradas de macroinvertebrados.

<i>Filo</i>	<i>Clase</i>	<i>Familia</i>	<i>Género</i>	<i>Especie</i>	<i>Fotografías</i>	<i>Descripción</i>
		Macroinvertebrados				
Mollusca	Gasterópoda	Aplysiidae	<i>Dolabrifera</i>	<i>dolabrifera</i>		El cuerpo es más angosto en la parte anterior y ancho en la posterior, con color verde debido a su dieta de algas. Presenta parapodios desiguales, uno mayor que se superpone al otro, y un poro genital común que se abre ligeramente por delante de la cavidad paleal (Anchundia, 2023).
		Aplysiidae	<i>Dolabrifera</i>	<i>nicaraguana</i>		De cuerpo blando, aplanado y coloración variable, con concha interna reducida y papilas dorsales corta (Valdes , Breslau, & Padula, 2018)
		Plakobranchidae	<i>Elysia</i>	<i>diomedea</i>		Se distingue por su color verde debido a cloroplastos simbiotes, parapodios en forma de hojas de lechuga y rinóforos largos con

líneas negras y amarillas (Camacho Garcia, Gosliner, & Valdes, 2014)

Fissurellidae

Fissurella

asparella



Se caracteriza por su concha cónica con perforación apical, ornamentada con costillas radiales finas y de color grisáceo con bandas rojizas (Keen, 1971).



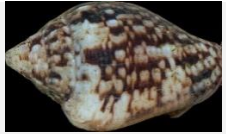
Siphonariidae

Siphonaria

maura



Se caracteriza por su concha cónica con ápice ligeramente desplazado hacia el centro, superficie externa café oscura y estrías radiales blancas bien definidas (Coan & Valentich, 2012).

Littorinidae	<i>Echinolittorina</i>	Sp.		Presentan conchas de 2 a 50 mm de largo, sólidas y de forma turbinada, con textura variable entre lisa y rugosa. Poseen un opérculo córneo con pocas vueltas y un núcleo excéntrico. Su coloración es diversa, frecuentemente con bandas o líneas axiales o espirales de distintos tonos (Keen, 1971).
Pisaniidae	<i>Solenosteria</i>	Sp.		Es un caracol marino de concha alargada en espiral, generalmente con costillas o crestas, que habita estuarios y arrecifes de coral (Mair, Ruiz, & Daza, 2002).
Columbellidae	<i>Columbella</i>	Sp.		Posee una concha, por lo general, de tamaño reducido, con superficie lisa o con finas estrías. Suele observarse en grupos durante la marea baja, mientras se alimenta de pequeños organismos (Ahumada, Flores, & Flores, 2015).

Tegulidae

Tegula

Sp.



Tiene por su concha globosa con base casi aplanada y brillante, interespacios amplios y lisos, con bandas axiales rojas sobre un fondo blanco-cremoso y área umbilical con tinte verdoso (Keen, 1971).

Turbibinae

Turbo

Sp.



Presenta una concha ovado-cónica, sólida e imperforada, con coloración olivácea o parda teselada de blanco, cinco verticilos nodosos y abertura grande e iridiscente (Tryon, 1888).




Turritellidae





Turritella

Sp.



Larga, delgada y con forma de espiral muy aguzada y alargada, como una barrena.

		Murcidae	<i>Vasula</i>	<i>melones</i>		Caracol marino con concha globosa y lisa, de coloración blanca y amarilla irregular. El labio externo es amarillo, la columela presenta un tono púrpura y el canal anterior muestra una ligera muesca.
	Bivalvia	Mytilidae	<i>Brachidontes</i>	<i>adamsianus</i>		Presenta valvas alargadas, de pequeño tamaño, generalmente oscuras (negras o marrones), típicas de zonas intermareales adheridas a las rocas (Coan & Valentich, 2012)
Arthropoda	Malacostraca	Diogenidae	<i>Calcinus</i>	<i>obscurus</i>		Se caracteriza por un escudo alargado y estrecho con mechones de pelos marginales, rostro triangular, pedúnculos oculares largos, quelípedos simétricos y coloración general negra (Lemaitre & McLaughlin, 2009).

	Grapsidae	<i>Grapsus</i>	<i>grapsus</i>		Presenta un caparazón casi redondo de color marrón oscuro, con dos quelas pequeñas, articulaciones de patas de tono oxidado y márgenes anterior y posterior casi rectos (Holtuis, 1959).	
	Cirripedia	Chthamalidae	<i>Notochthamalus</i> Sp.		Este género de caracoles marinos se caracteriza por su concha espiralada de pequeño tamaño, con variados patrones de color y ornamentación (Carolina & Hermosilla, 2001).	
Echinodermata	Echinoidea	Echinometridae	<i>Echinometra</i>	<i>vanbrunti</i>		Presenta un caparazón redondeado, espinas largas y cortas distribuidas uniformemente, y un cuerpo dividido en hemisferio oral y aboral (Piryaei, Bagheri, & Jorfi, 2018)
	Asteroidea	Ophideasteridae	<i>Phataria</i>	<i>unifasciali</i>		Se describe con brazos triangulares que se afinan hacia la punta; el dorso presenta tres hileras de osículos planos; los lados muestran una sola franja ancha de poros; y su longitud es poco más de tres veces el

					ancho (Cao, Herrero, Tavares, & Alvarado, 2017)
Asteroidea	Heliasteridae	<i>Heliaster</i>	<i>helianthus</i>		Tiene un disco grande con 30 o más brazos, aplanados; presenta surcos ambulacrales con espinas, tres filas de placas en cada brazo y un madreporito pequeño. Su color es oscuro en la superficie abactinal y amarillento en la actinal (Lopez, Pardo, & Castilla, 2003; Alvarado, 2011).
Ophiuroidea	Ophiocomidae	<i>Ophiocomina</i>	<i>aethiops</i>		Esta especie presenta un disco central plano, de tonalidades negras y grises, con forma irregular y un patrón distintivo de manchas blancas visibles. De él parten cinco brazos alargados de color negro con franjas blanquecinas y cubiertos por pequeñas espinas del mismo tono (Aldaz, 2024)
Holothuroidea	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	Sp.		Pepino de mar grande, de color rojo oscuro, que vive bajo rocas. Presenta espinos en el contorno corporal, papilas dorsales cónicas

Annelida

Polychaeta

Amphinomidae

Hermodice

Sp.



y un anillo calcáreo robusto con placas terminales reducidas o ausentes (Bonilla, 2022).

El cuerpo alcanza unos 15 cm de longitud, es alargado, blando y aplanado dorsoventralmente, dividido en segmentos, cada segmento posee un par de parapodios utilizados para locomoción, de los cuales surgen numerosas cerdas endurecidas o quetas espinosas que permiten adherirse al sustrato (Fauchald & Rouse, 1997)..

Amphinomidae

Eurythoe

Sp.



Presentan un cuerpo alargado y segmentado, con numerosos parapodios provistos de quetas. Muchas especies muestran colores vivos como rojo o anaranjado (Fauchald & Jumars, 1979).

Cnidaria

Anthozoa

Zoanthidae

Zoanthus

Sp.



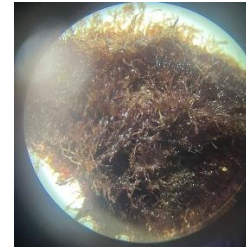
Agrupación de corales blandos coloniales con un disco basal común y tentáculos cortos y redondeados. Presentan colores brillantes como amarillo, naranja, marrón o verde y habitan aguas cálidas y arrecifes poco profundos del Pacífico e Índico (Vélez, 2018).

Tabla 6 Especies registradas de macroalgas.

Filo	Clase	Familia	Genero	Especie	Fotografías	Descripción
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodomelaceae	<i>Acanthophora</i>		A photograph of a red alga, Acanthophora, showing its characteristic branched, spiny thalli. The alga is reddish-brown and has a complex, branching structure with many sharp spines.	Presenta talos ramificados con proyecciones espinosas, de tonalidad rojiza o verde oscura, cuyas ramas muestran espinas agudas en la superficie (CONABIO, 2017).

Ceramiaceae

Ceramium



Alga filamentosa de textura áspera, de color rojo oscuro a casi negro, de aproximadamente 5 cm de altura formando mechones, con ramificación dicotómica y ápices recurvados en forma de pinza; los talos están completamente corticados con células pequeñas y angulares que forman bandas nodales cerca del ápice (Arakaki, 2018)

Phaeophyta

Phaeophyceae

Scytosiphonaceae

Colpomenia sinuosa



Alga semiesférica, hueca, de consistencia gelatinosa y textura suave. Color amarillo- verdoso (Velez Rubio, Scarabino, & Leon Mackey, 2023).




Dictyotaceae

Padina

Sp.

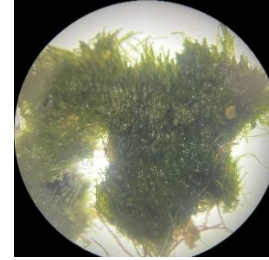


Alga parda con base cónica invertida y fronde en abanico plegado, de color verde terroso; muestra bandas blancas concéntricas en la lámina debidas a calcificación (Iluz, y otros, 2017).

Chlorophyta	Ulvophyceae	Codiaceae	<i>Codium</i>	Sp.		Tono verde oscuro, con ramas cilíndricas que se ramifican dicotómicamente y se adhieren al sustrato mediante un rizoide (Cherif, Ktai, Bour, Boudabous, & Grignon-Dubois, 2016)
		Ulvaceae	<i>Ulva</i>	<i>lactuca</i>		Alga de múltiples frondes laminares de forma irregular. De color verde claro a oscuro (Velez Rubio, Scarabino, & Leon Mackey, 2023).
			<i>Ulva</i>	<i>intestinalis</i>		Alga verde brillante con frondas tubulares e irregulares que surgen de una base discoide. Generalmente simples, pueden alcanzar entre 10 y 30 cm de largo y de 6 a 18 mm de diámetro, con puntas redondeadas (Guiry & Guiry, 2024).

Cladophoraceae

Cladophora glomerata



Presenta filamentos macroscópicos muy ramificados y puede agruparse formando masas sueltas o “bolas de Cladophora” en ambientes eutróficos, siendo también conocida como “alga manta” y caracterizada por una gran variabilidad morfológica que dificulta su identificación (Higgins, Hecky, & Guildford, 2008).

8.2 Registro de macroinvertebrados y cobertura de macroalgas

Con los monitoreos realizados en cada zona intermareal (infralitoral, mesolitoral y supralitoral), se recopiló los géneros de macroinvertebrados y la cobertura de algas total por zona estudiada.

8.2.1 Cobertura infralitoral

En las siguientes tablas se muestran los organismos presentes en la zona infralitoral. La tabla 7 se expone los géneros de macroinvertebrados en la franja infralitoral del área de muestreo.

Tabla 7 Registro de macroinvertebrados en la zona infralitoral

Registro de macroinvertebrados en la zona Infralitoral				
<i>Filo</i>	<i>Clase</i>	<i>Género</i>	<i>Individuos</i>	<i>Abundancia relativa</i>
Mollusca	Gasterópoda	<i>Dolabrifera</i>	2	0,02
		<i>dolabrifera</i>		
		<i>Dolabrifera</i>	0	-
		<i>nicaraguana</i>		
		<i>Elysia diomedea</i>	0	-
		<i>Fissurella</i>	5	0,04
		<i>asparella</i>		
		<i>Siphonaria maura</i>	2	0,02
		<i>Echinolittorina</i> sp.	89	0,68
		<i>Solenosteria</i> sp.	15	0,11

		<i>Columbella sp.</i>	9	0,07
		<i>Tegula sp.</i>	12	0,09
		<i>Turbo sp.</i>	4	0,03
		<i>Turritella sp.</i>	24	0,18
		<i>Vasula melones</i>	21	0,16
	Bivalvia	<i>Brachidontes adamsiasus</i>	417	3,17
Arthropoda	Malacostraca	<i>Calcinus obscurus</i>	73	0,55
		<i>Grapsus grapsus</i>	0	-
	Cirripedia	<i>Notochthamalus sp.</i>	16	0,12
Echinoderma	Echinoidea	<i>Echinometra vanbrunti</i>	11431	86,80
	Asteroidea	<i>Phataria unifasciali</i>	311	2,36
		<i>Heliaster helianthus</i>	5	0,04
	Ophiuroidea	<i>Ophiocomina aethiops</i>	2	0,02
	Holothuroide	<i>Holothuria sp.</i>	261	1,98
Annelida	Polychaeta	<i>Hermodice carunculata</i>	58	0,44
		<i>Eurythoe sp.</i>	0	-
Cnidaria	Anthozoa	<i>Zoanthus sp.</i>	412	3,13

En la tabla 8 se presentan la cobertura de macroalgas que se presentaron en la zona infralitoral.

Tabla 8 Cobertura macroalgal en la zona infralitoral

Cobertura macroalgas en la zona infralitoral				
<i>Filo</i>	<i>Clase</i>	<i>Género</i>	<i>Individuos</i>	<i>Cobertura</i>
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Acanthophora</i> sp.	1014	25,58%
		<i>Ceramium</i> sp.	742	18,72%
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	483	12,18%
		<i>Padina</i> sp.	75	1,89%
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Codium</i> sp.	346	8,73%
		<i>Ulva lactuca</i>	31	0,78%
		<i>Ulva intestinalis</i>	24	0,61%
	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i> <i>glomerata</i>	1249	31,51%

En las Tablas 7 y 8, se evidencia el registro de especies en la zona infralitoral del área monitoreado, de los cuales se observó la mayor presencia del género *Echinometra vanbruti* con un 86,80% (n=11431). Mientras que, para las macroalgas se obtuvo mayor cobertura del género *Cladophora* sp. con un 31,51% (n=1249), seguido *Acanthophora* sp. con un 25,58% n= (1014) y *Ceramium* sp. con el 18,72% n= (742).

8.2.2 Cobertura mesolitoral

En las siguientes tablas se muestran organismos presentes en la zona mesolitoral. La cobertura macroalgal se expone en la tabla 7.

Cobertura macroinvertebrados en la zona Mesolitoral

<i>Filo</i>	<i>Clase</i>	<i>Género</i>	<i>Individuos</i>	<i>Abundancia relativa</i>	
Mollusca	Gasteropoda	<i>Dolabrifera dolafrifera</i>	32	0,12	
		<i>Dolabrifera nicaraguana</i>	15	0,06	
		<i>Elysia diomedea</i>	21	0,08	
		<i>Fissurella</i>	14	0,05	
		<i>Siphonaria</i>	0	-	
		<i>Echinolittorina</i>	931	3,54	
		<i>Cerithium</i>	53	0,20	
		<i>Columbella</i>	27	0,10	
		<i>Tegula</i>	41	0,16	
		<i>Turbo</i>	13	0,05	
		<i>Terebra</i>	16	0,06	
		<i>Vasula melones</i>	18	0,07	
		Bivalvia	<i>Brachidontes adamsiasus</i>	75	0,29
			<i>Clibanarius</i>	10	0,04
Arthropoda	Malacostraca	<i>Grapsus grapsus</i>	12	0,05	
		<i>Notochthamalus</i>	12065	45,91	
Echinoderma	Echinoidea	<i>Echinometra vanbrunti</i>	11387	43,33	
	Asteroidea	<i>Phataria unifasciali</i>	218	0,83	
		<i>Heliaster helianthus</i>	7	0,03	
	Ophiuroidea	<i>Ophiocomina nigra</i>	518	1,97	
	Holothuroide	<i>Holothuria inorata</i>	14	0,05	
Annelida	Polychaeta	<i>Hermodice carunculata</i>	25	0,10	
		<i>Eurythoe</i>	18	0,07	

Cnidaria	Anthozoa	Zoanthus	752	2,86
-----------------	-----------------	-----------------	------------	-------------

En la tabla 10 se exhiben la cobertura de macroalgas en la zona mesolitoral

Cobertura macroalgas en la Zona Mesolitoral				
<i>Filo</i>	<i>Clase</i>	<i>Genero</i>	<i>Individuos</i>	<i>Cobertura</i>
Rodofitas	Florideophyceae	<i>Acanthophora</i>	225	5,91
		<i>Ceramium</i>	48	1,26
Feofitas	Phaeophyceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	748	19,64
		<i>Padina</i>	14	0,37
Clorofitas	Ulvophyceae	<i>Codium</i>	1236	32,46
		<i>Ulva lactuca</i>	58	1,52
		<i>Ulva intestinalis</i>	114	2,99
	Cladophoraceae	<i>Cladophora glomerata</i>	1365	35,85

A diferencia de la zona infralitoral, en este estrato se denoto una mayor abundancia *Notochthamalus* sp. con el 45,91% (n= 12065), sigue estando presente *Echinometra vanbruti* con el 43,33% (n= 11387). Además, en las macroalgas, el género *Cladophora* sp. tiene el 35,85% (n= 1365) siendo el mayor porcentaje presente en la zona mesolitoral.

8.2.3 Cobertura Supralitoral

En las siguientes tablas se registran los macroinvertebrados presentes en la zona supralitoral, se muestra en la tabla 11.

Cobertura macroinvertebrados en la zona Supralitoral

<i>Filo</i>	<i>Clase</i>	<i>Género</i>	<i>Individuos</i>	<i>Abundancia relativa</i>
Mollusca	Gasteropoda	<i>Dolabrifera</i>	3	
		<i>dolabrifera</i>		0,28
		<i>Dolabrifera</i>	2	
		<i>nicaraguana</i>		0,18
		<i>Elysia diomedea</i>	2	
				0,18
		<i>Fissurella</i>	0	
				-
		<i>Siphonaria</i>	11	
				1,01
		<i>Echinolittorina</i>	583	
				53,58
<i>Cerithium</i>	22			
		2,02		
<i>Columbella</i>	12			
		1,10		
<i>Tegula</i>	8			
		0,74		
<i>Turbo</i>	5			
		0,46		
<i>Terebra</i>	0			
		-		

		<i>Vasula melones</i>	4	0,37
	Bivalvia	<i>Brachidontes</i>	0	-
		<i>adamsiasus</i>		-
Arthropoda	Malacostraca	<i>Clibanarius</i>	18	1,65
		<i>Grapsus grapsus</i>	37	3,40
	Cirripedia	<i>Notochthamalus</i>	345	31,71
Echinoderma	Echinoidea	<i>Echinometra</i>	23	2,11
		<i>vanbrunti</i>		2,11
	Asteroidea	<i>Phataria</i>	0	-
		<i>unifasciali</i>		-
		<i>Heliaster</i>	0	-
		<i>helianthus</i>		-
	Ophiuroidea	<i>Ophiocomina</i>	8	0,74
		<i>nigra</i>		0,74
	Holothuroide	<i>Holothuria inorata</i>	0	-
				-
Annelida	Polychaeta	<i>Hermodice</i>	2	0,18
		<i>carunculata</i>		0,18
		<i>Eurythoe</i>	0	-
				-

Cnidaria	Anthozoa	Zoanthus	3	
				0,28

En la tabla 12 se presenta la cobertura macroalgal de la zona supralitoral

Tabla 9 Cobertura macroalgas en la zona supralitoral.

Cobertura macroalgas en la zona Supralitoral				
Filo	Clase	Género	Individuos	Cobertura
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Acanthophora</i> sp.	37	3,53
		<i>Ceramium</i> sp.	63	6,01
Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Colpomenia sinuosa</i>	12	1,15
		<i>Padina</i> sp.	0	-
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Codium</i> sp.	3	0,29
		<i>Ulva lactuca</i>	7	0,67
		<i>Ulva intestinalis</i>	10	0,95
		<i>Cladophora glomerata</i>	916	87,40

En la Tabla 11, se observa que en la zona supralitoral, se incrementó el género *Echinolittorina* sp. con el 53,58% (n= 583), seguido el género *Notochthamalus* sp. con el 31, 71% (n= 345). Y en la cobertura de las macroalgas se mantiene *Cladophora* sp. con el mayor porcentaje de la zona, 87, 40% (n= 916).

8.3 Análisis de la cobertura por medio de índices ecológicos de diversidad, riqueza y equitatividad.

Para evaluar la estructura de las comunidades, se calculó índices ecológicos de diversidad, riqueza y equitatividad utilizando el software PAST 5 (*Paleontological Statistics*) (Hammer, Harper, & Ryan, 2001). Los índices que se aplicarán serán:

8.3.1 Riqueza específica (S): hace referencia al número total de especies identificadas en cada zona o unidad de muestreo.

8.3.2 Índice de Shannon-Wiener (H’): permite evaluar la diversidad considerando simultáneamente el número de especies y la proporción relativa de individuos en cada una.

8.3.3 Índice de Simpson (1 – D): estima la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a especies distintas, lo cual proporciona una medida inversa de dominancia dentro de la comunidad.

8.3.4 Equitatividad de Pielou (J’): indica que tan homogéneamente se distribuyen los individuos entre las especies registradas.

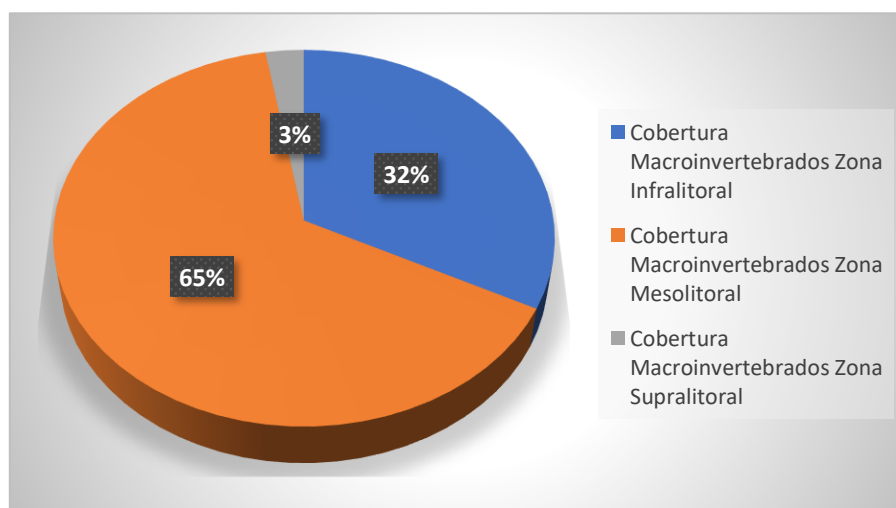
La aplicación de estos indicadores facilitó la comparación de la diversidad biológica y la organización de las comunidades de macroalgas y macroinvertebrados entre diferentes sectores del intermareal, permitiendo identificar cambios en composición, abundancia y dominancia.

En la Figura 3, se muestra la distribución porcentual de la abundancia de macroinvertebrados a lo largo del intermareal. Se aprecia que el mesolitoral concentra la mayor proporción (65%) seguido por el infralitoral con un 32%, mientras que el supralitoral presenta la menor abundancia (3%).

Este patrón sugiere que el mesolitoral representa el ambiente más favorable para el asentamiento de macroinvertebrados, posiblemente debido al balance entre inmersión y exposición, que permite coexistencia tanto de especies estrictamente marinas como de aquellas con tolerancia a la desecación. En la zona infralitoral, aunque la inmersión es permanente, la abundancia resulta intermedia, lo que podría explicarse por la competencia con macroalgas por espacio disponible y por el equilibrio ambiental, que disminuye la pluralidad de hábitats.

En contraste, la zona supralitoral mostró una muy baja representación, lo que se explica por las condiciones extremas de exposición al aire, radiación solar y desecación, que restringen la presencia de organismos adaptados a este tipo de ambiente.

Figura 3 Cobertura total de Macroinvertebrados según el estrato.

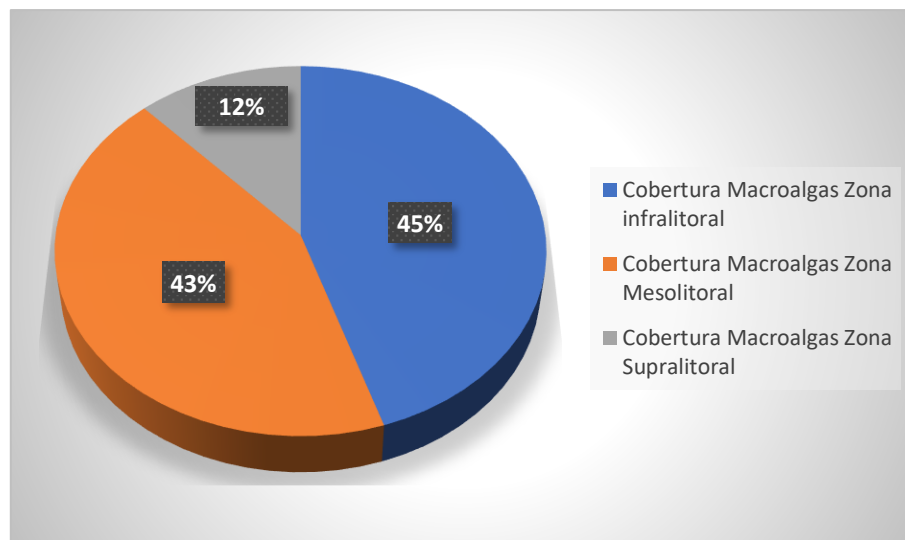


En la figura 4, se observa el porcentaje de cobertura de macroalgas registrado en las tres zonas del intermareal San Lorenzo. Los datos indican que la mayor cobertura se concentra en la infralitoral con el 45%, seguido muy de cerca por el mesolitoral (43%), mientras que la zona supralitoral reporta valores significativamente menores, con solo 12%. Este patrón revela un incremento progresivo de la presencia algal en las zonas inferiores del intermareal, donde la

disponibilidad de humedad y los periodos de inmersión son más estables, condiciones que favorecen el desarrollo y mantenimiento de las macroalgas. La semejanza entre los porcentajes del infralitoral y mesolitoral podría reflejar una continuidad ecológica entre ambas áreas, posiblemente asociada con la disponibilidad de nutrientes y la exposición regular del oleaje.

Por otro lado, la baja cobertura asociada en el supralitoral puede estar relacionada con factores como la prolongada exposición al aire, la desecación y la incidencia directa de la radiación solar, condiciones que restringen el establecimiento y crecimiento de macroalgas en esta franja.

Figura 4 Cobertura total de Macroinvertebrados según el estrato.



En la Figura 5, se observan los valores de los índices ecológicos de riqueza, diversidad y equitatividad calculados para las comunidades de macroinvertebrados en las tres zonas del intermareal (D-supralitoral, C-mesolitoral y B-infralitoral).

Los índices ecológicos calculados para las comunidades de macroinvertebrados muestran diferencias marcadas entre las zonas intermareales. La riqueza específica (Taxa S) fue mayor en la zona mesolitoral, con 23 especies registradas, seguida por el infralitoral con 20 especies, mientras que la menor riqueza se observó en la zona supralitoral (17 especies). Esto evidencia que las condiciones ambientales del mesolitoral como la exposición moderada al aire,

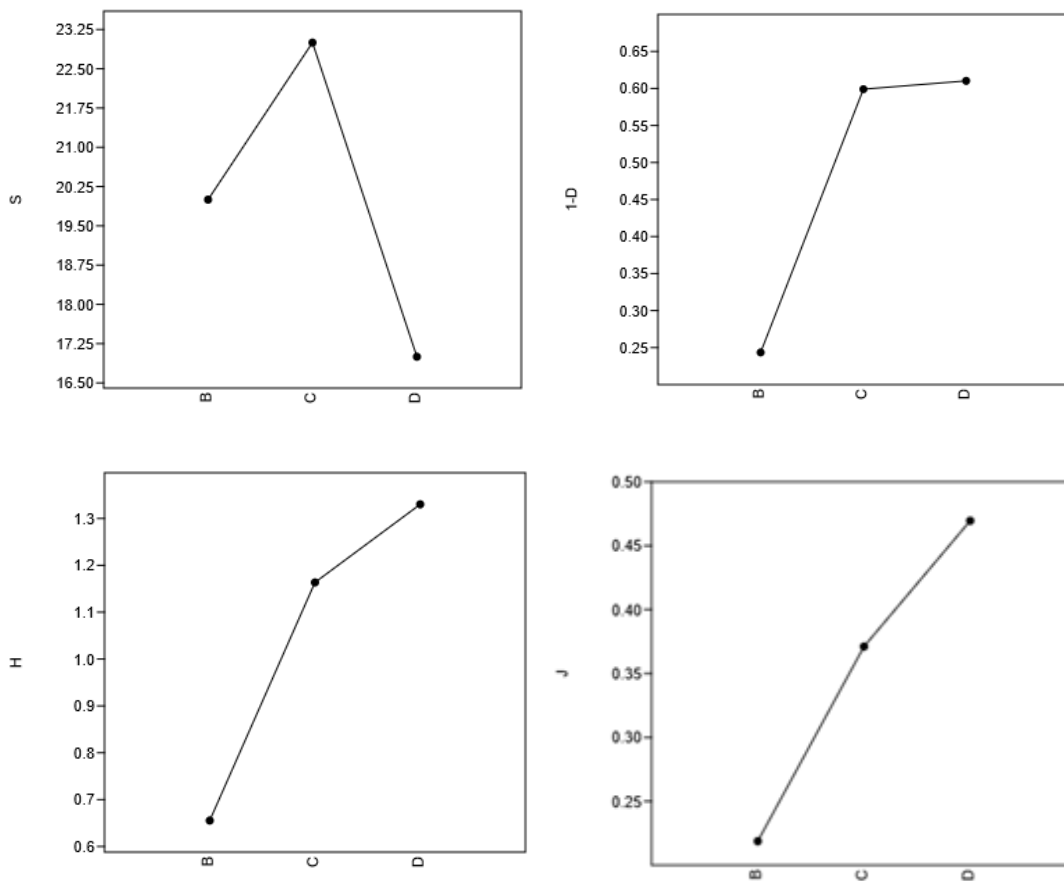
disponibilidad de alimento y cobertura de macroalgas favorecen la coexistencia de un mayor número de especies.

La abundancia total siguió un patrón similar: el mesolitoral mostro el mayor número de individuos ($n= 26\ 282$), seguido la zona infralitoral ($n= 13\ 168$), mientras que la supralitoral registro una abundancia mucho menor ($n= 1\ 088$). A diferencia de las condiciones ambientales de la zona supralitoral donde limitan el establecimiento de macroinvertebrados, debido a la desecación, radiación solar y fluctuaciones térmicas.

Los índices de diversidad también respaldan este patrón. Shannon-Wiener alcanzo sus mayores en el sector infralitoral (1.33bits) y el mesolitoral (1.163biys), mientras que en el supralitoral la diversidad fue considerablemente menor (0.655bits). El índice de Simpson (1-D) mostro la misma tendencia, con valores más altos en la infralitoral (0.610bits) y mesolitoral (0.599bits), reflejando una comunidad diversa y con baja dominancia en las zonas marinas más estables.

La equitatividad (J) confirma estas diferencias. En la zona supralitoral, la uniformidad entre especies fue muy baja (0.2185), lo que indica que una o dos especies predominan ampliamente. En el mesolitoral (0.3709) e infralitoral (0.4669) la distribución fue más homogénea, lo que coincide con mayor diversidad observada. Estos resultados en conjunto evidencian un gradiente ecológico donde la diversidad, riqueza y equitatividad aumentan desde el supralitoral hacia el infralitoral. Las zonas permanentemente sumergidas y con mayor heterogeneidad del sustrato permiten el desarrollo de comunidades bentónicas más complejas, mientras que en la franja superior se mantiene mayormente restringida a pocas especies resistentes al estrés ambiental.

Figura 5 Índices ecológicos de macroinvertebrados.



Leyenda

B= Zona Infralitoral

C= Zona Mesolitoral

D= Zona Supralitoral

8.4 Análisis de la información

En la Figura 6, se presentan los valores de los índices ecológicos de diversidad, riqueza y equitatividad calculados para las macroalgas en las tres zonas del intermareal (supralitoral, mesolitoral e infralitoral).

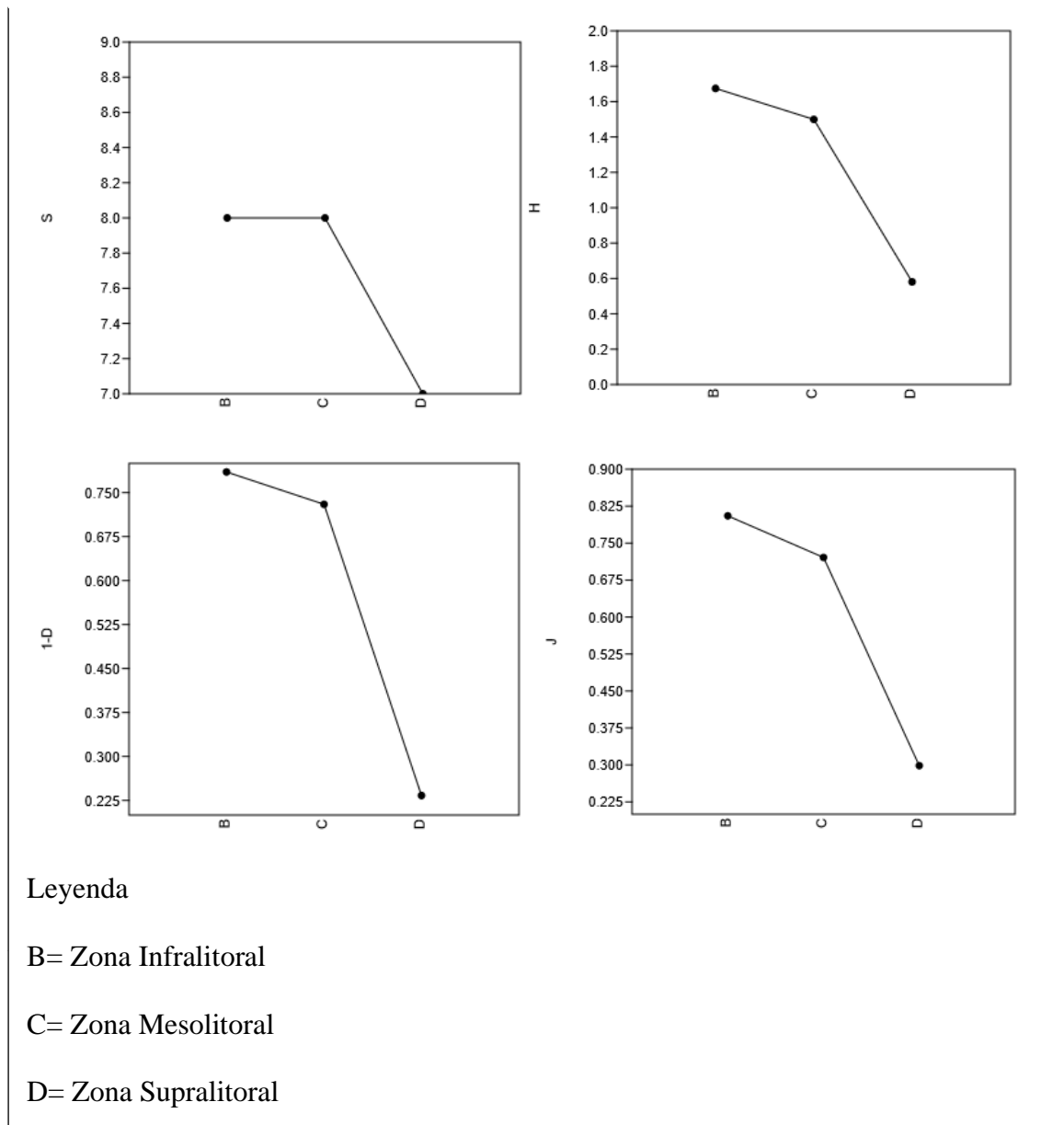
Los valores obtenidos para los índices ecológicos muestran diferencias claras en la estructura de las comunidades de macroalgas a lo largo del intermareal. Aunque el número total de individuos fue similar entre zonas, la riqueza y la organización interna de las especies diferenciaron considerablemente. La mayor cantidad de taxones se registró en el mesolitoral e infralitoral, mientras que el supralitoral presentó una especie menos, lo cual evidencia que las condiciones ambientales más húmedas y estables favorecen el establecimiento de un mayor porcentaje de macroalgas.

Los índices de diversidad reflejan esta tendencia con mayor precisión. Tanto Shannon como Simpson mostraron valores altos en el infralitoral ($H' = 1.67$ bits; $1-D = 0.78$ bits) lo que indica una comunidad macroalgal más diversa y con baja dominancia, y una distribución equilibrada entre especies. La zona mesolitoral presentó valores intermedios, característicos de un ambiente de transición donde las algas pueden desarrollarse tanto en periodos de inmersión continua y a la exposición parcial. Por último, la zona supralitoral mostró valores bajos de diversidad ($H' = 0.58$ bits; $1-D = 0.23$ bits) y la dominancia más elevada (0.76 bits), lo que demuestra que únicamente unas pocas especies logran tolerar las condiciones extremas de esta zona como la desecación y la exposición directa del sol.

La equitatividad reforzó este patrón. En la zona infralitoral, la distribución fue la más uniforme ($J' = 0.78$), seguida por el mesolitoral ($J' = 0.704$), mientras que el supralitoral presentó una evidente desigualdad entre especies ($J' = 0.283$), confirmando que una sola taxa domina casi toda la comunidad.

Los resultados exhiben un gradiente ecológico vertical donde la diversidad, la riqueza y la uniformidad aumentan desde la zona supralitoral hacia el infralitoral. Las áreas permanentemente sumergidas y con mayor cobertura de macroalgas ofrecen un ambiente más estable heterogéneo, permitiendo el establecimiento de comunidades más complejas.

Figura 6 Índices ecológicos de Macroalgas.



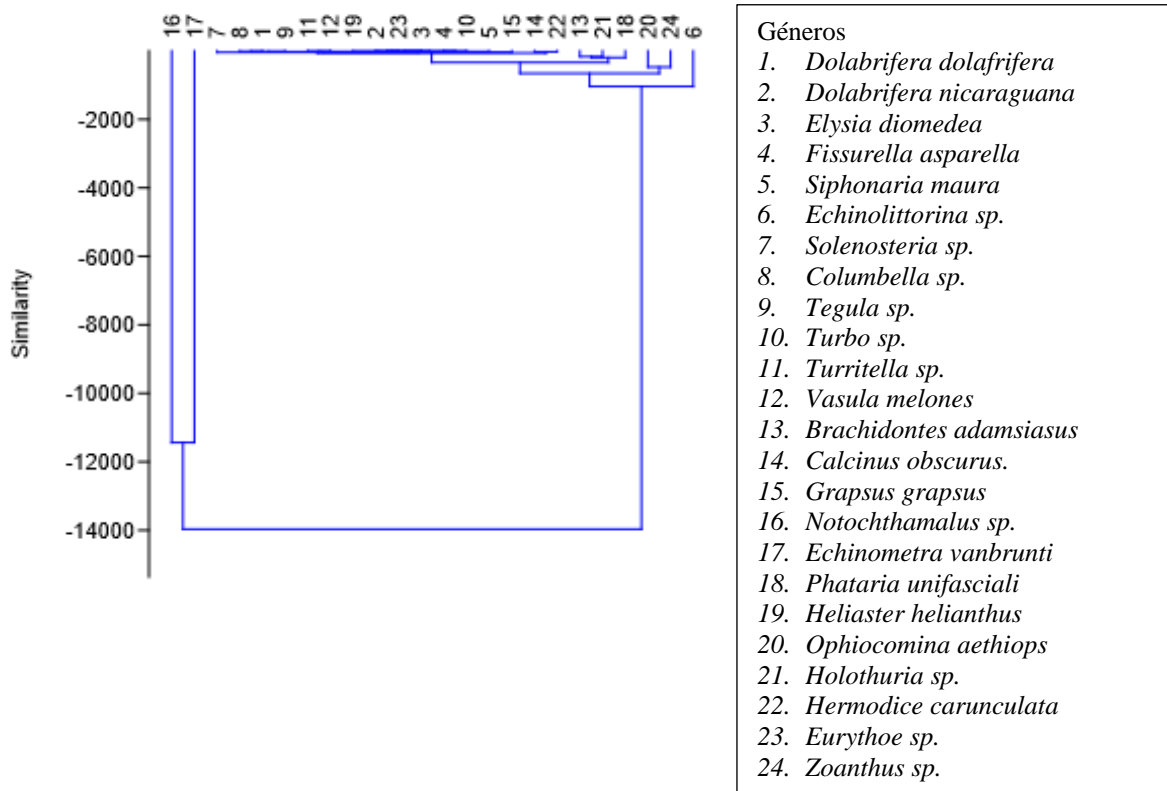
En la Figura 7, se presenta el dendrograma de agrupamiento obtenido a partir de la composición y abundancia de los macroinvertebrados registrados en los diferentes muestreos del intermareal. El análisis de similitud se desarrolló utilizando el coeficiente de Bray Curtis y el método UPGMA con la finalidad de identificar patrones de semejanza entre los géneros y reconocer posibles asociaciones dentro de las comunidades de macroinvertebrados.

El dendrograma obtenido muestra la conformación de tres agrupaciones principales. El primer conjunto está formado por los géneros *Brachidontes adamsiasus*, *Holothuria sp*, *Phataria*

unifasciali, *Ophiocomina aethiops* y *Zoanthus sp.*, los cuales presentan una alta similitud en su composición faunística. La cercanía entre estas unidades sugiere que se trata de géneros vinculados a ambientes más estables, probablemente correspondientes al infralitoral, donde la humedad permanente y la presencia de macroalgas favorecen la disponibilidad de alimento y refugio.

El segundo grupo está integrado por los géneros *Fisurella asparella*, *Siphonaria maura*, *Turbo sp.*, *Calcinus obscurus*, *Grapsus grapsus* y *Hermodice carunculata*, cuya composición es intermedia. Este patrón es característico del meso litoral, zona donde la alternancia entre inmersión y exposición genera variaciones en la abundancia y distribución de los organismos. Es posible que este patrón incluya tantas especies tolerantes a períodos de estrés térmico. Por último, los géneros *Notochthamalus sp.* y *Echinometra vanbrunti* conforman un tercer grupo claramente separados del resto, lo cual indica una baja similitud con las otras unidades analizadas. Esta distancia puede deberse a diferencias marcadas en la composición, a requerimientos ecológicos particulares o a la presencia de especies con distribuciones limitantes.

Figura 7 Dendrograma de macroinvertebrados utilizando Bray Curtis.



En la Figura 8, se presenta el dendrograma de agrupamiento obtenido a partir de la composición y cobertura de macroalgas registradas en los diferentes muestreos del intermareal.

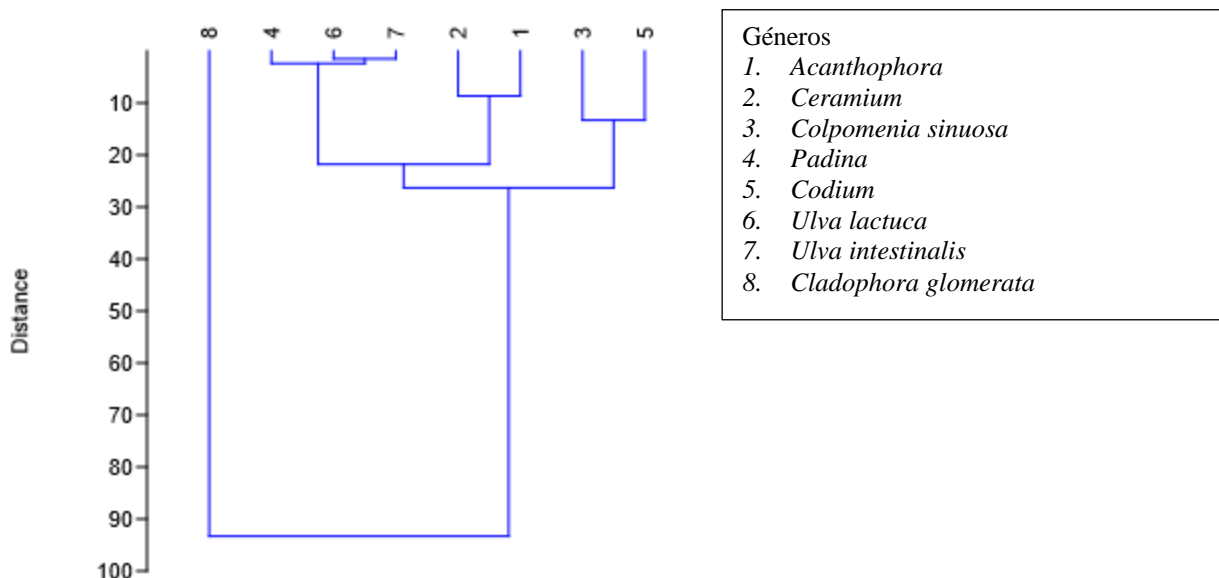
El dendrograma obtenido evidencia la existencia de tres agrupaciones principales. El primer grupo está integrado por los géneros *Padina sp.*, *Ulva lactuca* y *Ulva intestinalis*, los cuales muestran una elevada similitud en su composición algal. Esta cercanía sugiere la presencia de especies representativas de *Chlorophyta* y *Phaeophyta*, típicas de áreas con una mayor humedad y condiciones ambientales relativamente estables dentro del mesolitoral.

El segundo grupo está conformado por los géneros *Acanthophora* y *Ceramium*, que comparten especies dominantes propias de zonas intermedias entre el mesolitoral y el infralitoral. En esta franja, la alternancia entre inmersión y exposición influye directamente en la distribución y abundancia de los taxos presentes. Los géneros *Colpomenia sinuosa* y *Codium sp.*, constituyen un tercer grupo diferenciado de los anteriores, caracterizado por presentar menor cobertura y

diversidad de macroalgas. Esto es coherente con ambientes sometidos a mayor exhibición, desecación y radiación solar, condiciones que limitan la instauración de las comunidades algales.

El género *Cladophora glomerata* aparece aislado del resto, indicando una composición algal singular o condiciones ambientales diferentes durante ese periodo, lo cual podría deberse a factores como cambios en la temperatura, salinidad o perturbaciones locales.

Figura 8 Dendograma de Macroalgas utilizando análisis de agrupamiento (Bray Curtis).



8.4.1 Análisis de correspondencia (DCA)

Se aplicaron análisis de correspondencia (DCA) para visualizar patrones de agrupamiento y separación entre los ensamblajes biológicos tanto de macroinvertebrados y macroalgas (Alcaraz, 2013).

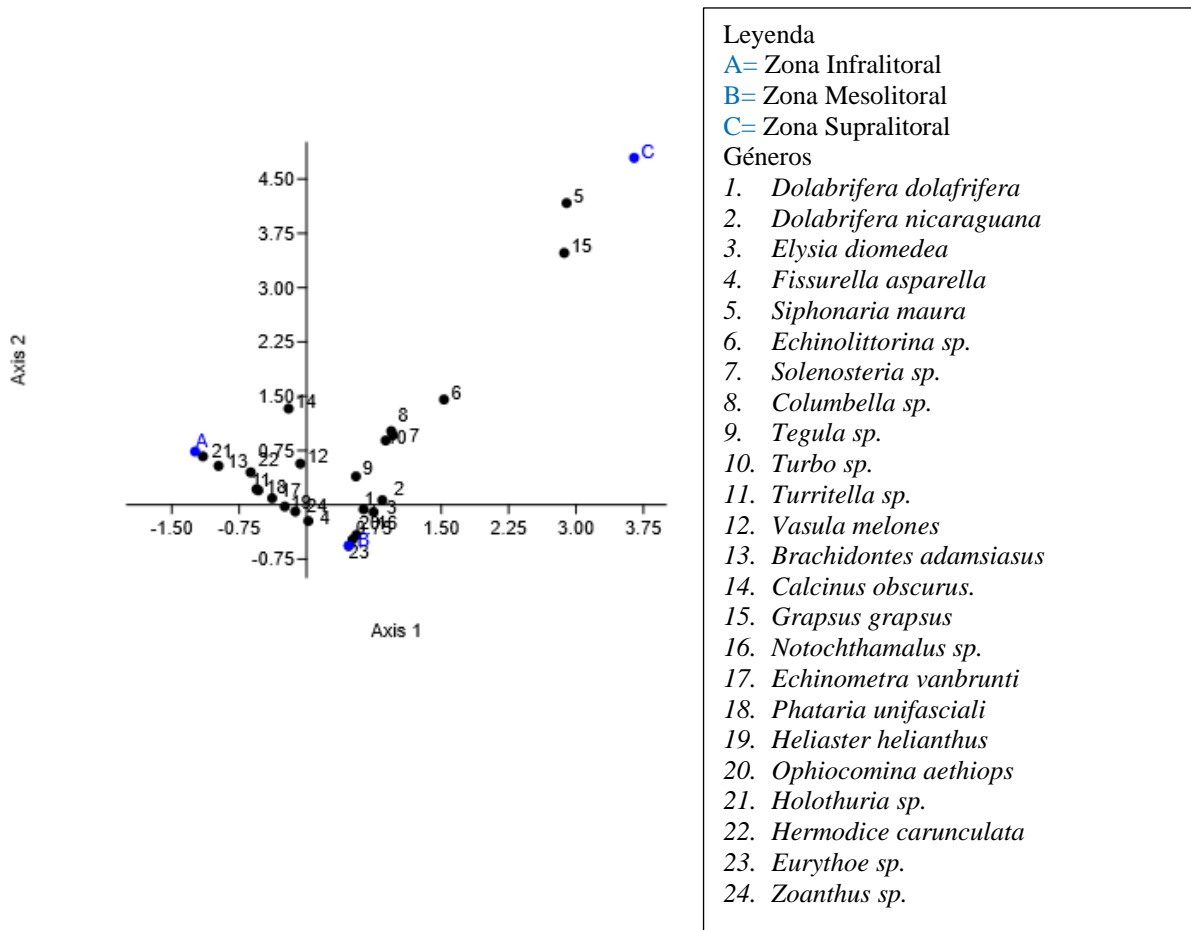
En la Figura 9, se muestra el análisis de correspondencia realizado a partir de la abundancia de macroinvertebrados registrada en las tres zonas del intermareal (infralitoral, mesolitoral y

supralitoral). Este método permitió reconocer patrones de asociación entre las muestras y representar visualmente como se organizan las comunidades a lo largo del gradiente costero.

La ordenación evidencia una clara separación entre las zonas estudiadas. Las muestras del infralitoral (B) se agrupan en el sector izquierdo del eje 1, lo que refleja una alta similitud en su composición y una mayor complejidad comunitaria. En esta franja, la inmersión permanente, el elevado grado de humedad y la presencia de macroalgas proporcionan un ambiente estable, favoreciendo la presencia de organismos filtrado es, herbívoros y detritívoros.

Las muestras del mesolitoral (C) aparecen ubicadas en la parte central inferior del gráfico, funcionando como un punto intermedio dentro del gradiente. Esta distribución coincide con las características de la zona, donde la alternancia permite la convivencia de especies provenientes de la zona infralitoral como la del supralitoral. Las muestras situadas hacia el extremo derecho del eje 1 corresponden al supralitoral (D). esta área presenta una comunidad más restringida, con menor diversidad y abundancia, lo que está asociado a condiciones ambientales más severas.

Figura 9 Plano de ordenación de análisis de correspondencia de los macroinvertebrados



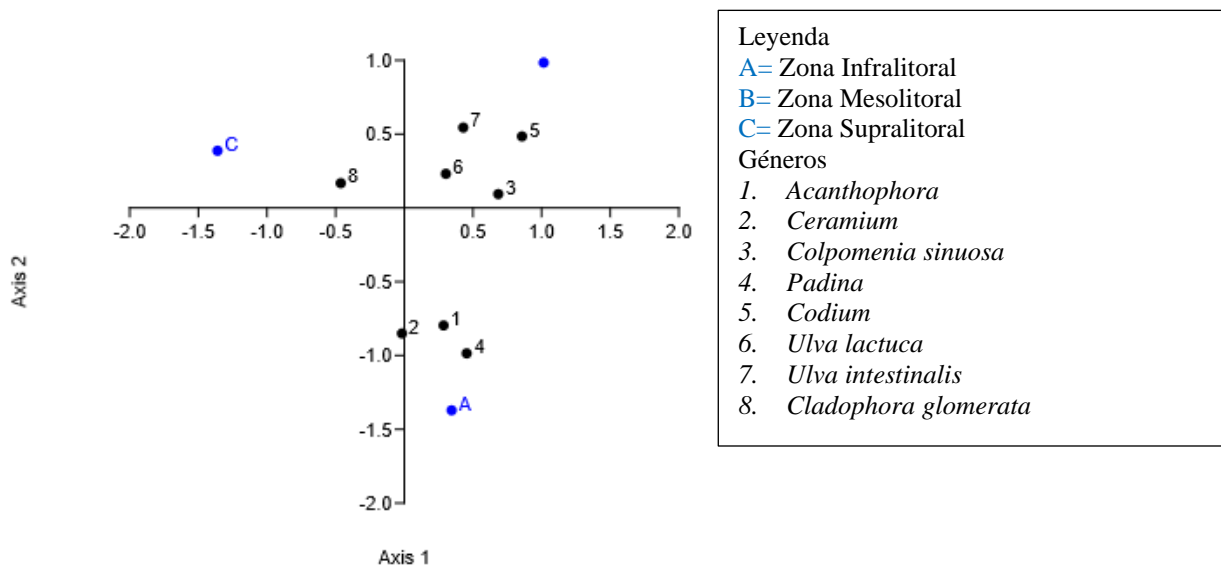
En la Figura 10, se presenta el análisis de correspondencia aplicando a los valores de composición y cobertura de macroalgas registrados en las tres zonas del intermareal. Esta representación permitió identificar los patrones de similitud entre los muestreos y mostrar como las comunidades algales se organizan siguiendo el gradiente vertical característico del litoral rocoso.

La ordenación refleja una separación marcada entre las zonas, la infralitoral (B) se localizan hacia la parte inferior derecha del diagrama, lo que evidencia una alta similitud en su composición florística. En esta franja se registraron las coberturas más elevadas y una mayor diversidad, donde predominan especies pertenecientes a *Phaeophyta* y *Chlorophyta*, adaptadas a mayor disponibilidad de alimento y condiciones de inmersión continua.

En la franja del mesolitoral (D) aparecen en el extremo opuesto, ubicadas en el cuadrante superior izquierdo. Esta posición indica una composición algal diferente, dominada por especies tolerantes a altas temperaturas, como algas rojas. Estas condiciones ambientales explican la baja cobertura y riqueza observadas en esta zona.

El mesolitoral (C), estas se distribuyen cerca del centro del gráfico, lo que representa su naturaleza transicional; en este intervalo convergen especies provenientes tanto de la zona inferior como la del superior, reflejando la alternancia entre inmersión y exposición.

Figura 10 Plano de ordenación de análisis de correspondencia de macroalgas.

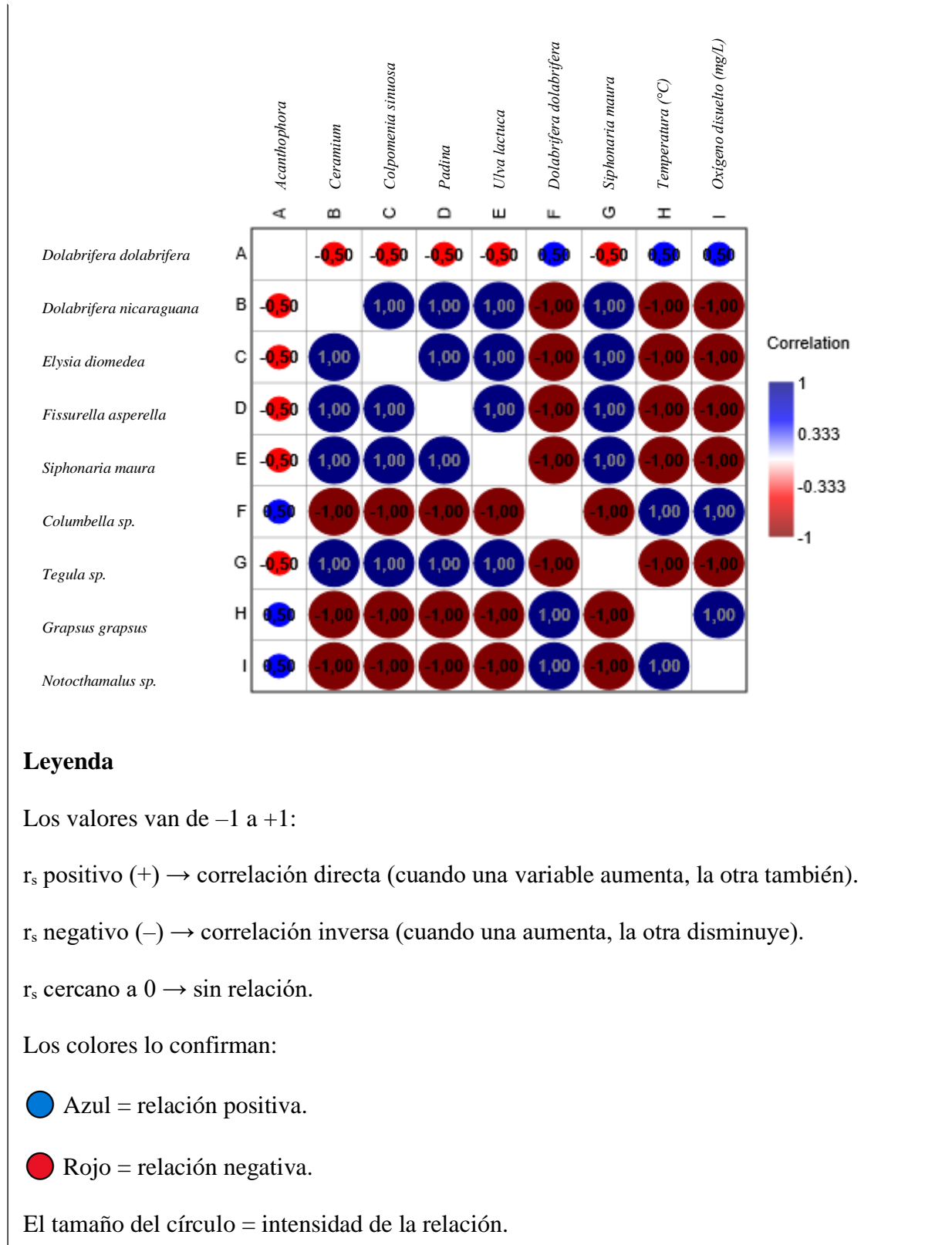


8.4.2 Correlación de Spearman

La correlación de Spearman, también llamada coeficiente de correlación por rangos de Spearman, es una técnica estadística no paramétrica que se utiliza para medir la asociación entre dos variables. Esta herramienta evalúa qué tan bien una relación monótona puede representar la conexión entre dichas variables. Dicha correlación nos ayudó a asociar los macroinvertebrados y macroalgas con el fin de obtener las interacciones de estos en las tres zonas del intermareal de San Lorenzo, Salinas.

El análisis de correlación de Spearman (r_s) evidenció asociaciones claras entre los índices ecológicos de los macroinvertebrados y las variables ambientales (Figura 11).

Figura 11 Matriz de correlación de macroinvertebrados y composición de macroalgas.



Con el fin de explorar las relaciones variadas entre los componentes biológicos del intermareal rocoso, se realizó un análisis de correlación de Spearman entre géneros representativos de macroalgas y macroinvertebrados. La selección de estos géneros se basó en su mayor frecuencia de ocurrencia y abundancia relativa en el área de estudio, así como en su relevancia ecológica dentro de los ensamblajes bentónicos, lo que permitió reducir la complejidad del conjunto de datos y evitar la sobre interpretación de relaciones poco consistentes. La correlación de Spearman fue elegida debido a que los datos de abundancia no cumplieron los supuestos de normalidad y presentaron numerosos valores cero, características comunes en estudios de comunidades marinas. Este análisis permitió identificar asociaciones positivas y negativas entre los géneros analizados, proporcionando una aproximación exploratoria a las posibles interacciones ecológicas entre macroalgas y macroinvertebrados, cuyos patrones fueron posteriormente interpretados en conjunto con los resultados del NMDS basado en la distancia de Bray–Curtis.

Las correlaciones positivas ($r_s = 0.5$ a 1.0) se detectaron principalmente entre la diversidad (H'), la equitatividad (J') y la cobertura macroalgas. Esto significa que los sitios con mayor presencia vegetal y mayor oferta de refugio tienden a sostener comunidades de macroinvertebrados más diversas y con una distribución equitativa entre especies.

Del mismo modo, la riqueza específica (S) presentó una correlación positiva con el oxígeno disuelto, lo que indica que ambientes mejor oxigenados favorecen la coexistencia de un mayor número de taxones. Por otra parte, las correlaciones negativas ($r_s = -0.5$ a -1.0) se asociaron con la temperatura, mostrando que el incremento térmico y la exposición prolongada típicas de la zona supralitoral del intermareal rocoso provocan disminución de la diversidad y mayor desigualdad en la distribución de los individuos.

9. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el intermareal rocoso de San Lorenzo (Salinas, Ecuador) evidencian la estrecha relación entre la estructura de las comunidades de macroinvertebrados y la cobertura y composición de las macroalgas, además de las variaciones fisicoquímicas presentes entre los niveles del intermareal. Se registraron 8 especies de macroalgas y 24 especies de macroinvertebrados, con mayor riqueza y abundancia en las zonas infralitoral y mesolitoral, mientras que la zona supralitoral mostró una marcada disminución en la diversidad.

Estos patrones concuerdan con lo reportado en otros estudios realizados en ecosistemas rocosos de la provincia de Santa Elena, donde las zonas bajas y medias del intermareal presentan una mayor diversidad biológica debido a la mayor disponibilidad de humedad, cobertura algal y tiempo de inmersión, condiciones que favorecen la estabilidad ambiental y la oferta de microhábitats (León Montero & Brito, 2019). Por el contrario, la zona supralitoral, al encontrarse expuesta a una desecación prolongada, mayores temperaturas y radiación solar directa, alberga comunidades empobrecidas, dominadas por especies resistentes o de vida corta (SARCE, 2016).

Según Batten S (2023), el género *Nochthamalus* sp. al tener presencia predominante ejerce una influencia significativa en la composición de la comunidad intermareal, ya que sus depredadores habituales están ausentes o tienen poblaciones reducidas, esto avala que en la zona mesolitoral y supralitoral en el intermareal rocoso de San Lorenzo existe un alto índice de dicho género.

La asociación positiva encontrada entre la composición de macroalgas y los índices de Shannon Wiener, Simpson y Pielou demuestra que la presencia de macroalgas desempeña un papel

fundamental en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados. Estos organismos vegetales aportan alimento, espacios de refugio frente a la desecación y una mayor complejidad física del hábitat, lo que facilita la coexistencia de numerosas especies (Mendoza, Palma, & Quijije, 2023). De forma similar, Macaya y Zuccarello (2010) sostienen que las macroalgas modifican las condiciones micro ambientales al retener humedad y crear sustratos heterogéneos, factores que incrementan la diversidad bentónica.

La riqueza y diversidad obtenidas en el presente estudio respaldan la importancia ecológica del intermareal rocoso de San Lorenzo como un ambiente altamente productivo y complejo. Esto concuerda con lo reportado por Cárdenas-Calle et al. (2020), quienes documentaron 479 especies de macroinvertebrados y 133 de macroalgas en la costa ecuatoriana, señalando a la provincia de Santa Elena como uno de los centros con mayor biodiversidad marina en el país.

La disminución de los índices de diversidad y equitatividad en la zona supralitoral puede atribuirse a factores de estrés ambiental, como la fluctuación térmica, la desecación y la menor cobertura algal. Este comportamiento ha sido descrito también por estudios realizados en la costa pacífica sudamericana (Ibáñez-Erquiaga et al., 2018; Ferrer 2018), que señalan que los gradientes de exposición y humedad determinan la distribución vertical de los ensamblajes bentónicos.

Los resultados derivados del agrupamiento y de los análisis de correspondencia (CA Y CCA) refuerzan esta interpretación. Las muestras con mayor similitud en su composición biológica se localizaron principalmente en las zonas del infralitoral y mesolitoral, sitios donde se registraron las coberturas algales más altas y las mejores condiciones fisicoquímicas, caracterizadas por mayor concentración de oxígeno disuelto y menor variabilidad térmica. Este patrón coincide con lo señalado Quimi-Pozo et al. (2023), quienes señalaron una mayor complejidad bentónica en áreas protegidas y con mayor sombreado en Capaes y Punta Blanca.

En términos ecológicos, los resultados sugieren que la interacción entre macroalgas y macroinvertebrados en San Lorenzo responde a una relación mutualista estructural, donde las macroalgas ofrecen hábitat y los invertebrados contribuyen al reciclaje de nutrientes y al mantenimiento del equilibrio trófico del ecosistema. La pérdida de cobertura algal ya sea por causas naturales o antrópicas (pisoteo, contaminación, cambio climático), podría impactar negativamente la composición y diversidad de los macroinvertebrados, tal como advierte la red SARCE (2016) para los ecosistemas intermareales del Pacífico sudamericano.

CONCLUSIONES

Se logró realizar una identificación taxonómica exhaustiva de las especies registradas en la zona intermareal rocosa de San Lorenzo, Salinas. Durante el estudio, en total se identificaron ocho especies de macroalgas, concentradas principalmente en el infralitoral (45%) y el mesolitoral (43%), con una presencia mucho más reducida en la zona supralitoral (12%). Los índices ecológicos reflejaron un patrón equivalente al observado en macroalgas: las zonas inferiores presentaron mayor diversidad y equitatividad, dominadas por especies *Cladophora glomerata* y *Acanthophora*, adaptadas a inmersión continua, mayor disponibilidad de nutrientes y menor estrés ambiental. En la zona Mesolitoral, se continua la dominancia por la especie *Cladophora glomerata* y seguido el género *Codium* sp. Sin embargo, La zona supralitoral se observó una baja cobertura y elevada dominancia, donde solo prosperaron algas resistentes del filo *Clorofita* siendo nuevamente *Cladophora glomerata*, confirmando que la inmersión, humedad y radiación solar son variables determinables en la distribución de las macroalgas.

La estructura comunitaria de macroinvertebrados varió significativamente entre zonas del intermareal rocoso, en la zona infralitoral presento una alta abundancia, pero baja diversidad y equitatividad dominada por la especie *Echinometra vanbruti*, adaptada a condiciones estables y con alta disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, en la zona mesolitoral mostro mayor riqueza y abundancia, *Notochthamalus* sp. y *Echinometra vanbruti*, especies que representaron a esta zona presentando máxima complejidad ecológica y heterogeneidad del sustrato, producto de la inmersión y exposición constante. Por último, la zona del supralitoral, reflejo comunidades menos dominadas y con mayor equilibrio en la distribución, estos géneros son *Echinolittorina* sp. y *Notochthamalus* sp.

Los análisis de agrupamiento de Bray Curtis y de correspondencia canónica (DCA) señalaron una separación clara entre zonas. Las muestras del infralitoral y mesolitoral compartieron

mayor similitud biológica, mientras que la supralitoral se mantuvo aislada del resto, lo que confirmó la existencia de un gradiente ecológico vertical bien definido. En términos generales, la investigación demuestra que en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Salinas existe una asociación ecológica estrecha entre macroinvertebrados y macroalgas. Estas últimas funcionan como elementos estructurales del ecosistema, proporcionan refugio, alimento y complejidad espacial las cuales favorece la diversidad y estabilidad de las comunidades bentónicas.

El coeficiente de Spearman reveló correlaciones positivas significativas entre la cobertura algal y los índices de diversidad y equitatividad de macroinvertebrados (H y J), demostrando que los ambientes con mayor vegetación bentónica favorecen comunidades más diversas y equilibradas. De igual manera, la riqueza específica se relacionó positivamente con el oxígeno disuelto, lo que sugiere que una mayor disponibilidad de oxígeno facilita la coexistencia de múltiples especies. Por otro lado, la temperatura exhibió correlaciones negativas, evidenciando que los incrementos térmicos y la exposición al aire reducen la diversidad y uniformidad de los organismos bentónicos. Las zonas con mayor cobertura algal, humedad y estabilidad ambiental mantienen comunidades más diversas, equitativas y funcionalmente equilibradas, mientras que las zonas expuestas muestran una fuerte dominancia y reducción de especies. Estos resultados refuerzan la importancia de conservar los ecosistemas intermareales rocosos como indicadores ecológicos sensibles a los cambios ambientales y al impacto antrópico costero.

RECOMENDACIONES

Desarrollar programas de monitoreo continuos, que contemplen variaciones estacionales y anuales, con el fin de evaluar los cambios temporales en la estructura de las comunidades biológicas y detectar posibles respuestas frente a fluctuaciones climáticas o impactos antrópicos.

Promover la protección y manejo de zonas rocosas con alta cobertura algal, debido a su rol como refugios de la biodiversidad bentónica, áreas de reclutamiento y espacios de alta productividad ecológica.

Fomentar estudios complementarios dirigidos a la diversidad funcional y trófica, que permitan comprender y analizar el papel ecológico de cada grupo dentro de la comunidad y su contribución al equilibrio del ecosistema intermareal.

BIBLIOGRAFIA

- Ahumada, O., Flores, P., & Flores, R. (2015). Composición de la Familia Columbellidae (Mollusca: Gastropoda) en Acapulco, México. *ReIbCi*. Obtenido de <https://www.reibci.org/publicados/2015/nov/1300107.pdf>
- Albertoni, L. F. (2024). Time-dependent biochemical responses of the zoanthid *Zoanthus* sp. *Ecotoxicología & Ambiente Contam.* *19*(1), 17.
- Alcaraz, F. J. (2013). *Ordenación y clasificación*. España. Obtenido de <http://um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema12.pdf>
- Aldaz, A. (2024). *Diversidad y abundancia de las especies de la Clase Ophiuroidea en la zona intermareal rocosa de las playas de Ballenita y Salinas en la provincia de Santa Elena*. La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/139ddaea-02b2-4e4d-a349-e6f34beb804f/content>
- Alvarado, J. J. (2011). Echinoderm diversity in the Pacific coast of Central America. *Marine Biodiversity Records*, *4*(e53). doi:<https://doi.org/10.1017/S1755267211000546>
- Anchundia, D. (2023). *ABUNDANCIA DE OPISTOBRANQUIOS RELACIONADOS ALSUSTRATO Y PARÁMETROS AMBIENTALES EN LAS ZONASROCOSAS INTERMAREAL DE BALENITA Y SAN LORENZO DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA- ECUADOR*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10139/1/UPSE-TBI-2023-0038.pdf>
- Aprenda estadísticas fácilmente. (19 de mayo de 2023). Obtenido de <https://es.statisticseasily.com/correlaci%C3%B3n-de-lancero/>
- Arakaki, N. (2018). *Macroalgas de la Costa Central del Perú. Guía de campo*. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Obtenido de

https://es.scribd.com/document/555809424/PRACTICA-2-CLAVES-TAXONOMICAS-DICOTOMICAS?utm_source=

- Armas, P., & Herrera, M. (2023). Diversidad morfológica y adaptaciones funcionales de los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea). *Revista de Ciencias Marinas y Oceanografía Tropical*, 59(2), 134-145.
- Baez Espinoza, P. (2015). *Anélidos marinos del Pacífico sur oriental: diversidad y morfología funcional*. Universidad de Concepción, Chile.
- Barnes, R. S., & Hughes, R. N. (2019). *An introduction to marine ecology* (4th ed.). Wiley-Blackwell.
- Batten, S. (2023). *Caracterización macroalgas y macroinvertebrados asociados de la zona intermareal rocosa en la playa La Viejita de la Base Naval de Salinas, Provincia de Santa Elena*. La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/75dc103d-6814-4915-a292-c0acae0574be/content>
- Belford, S., & Phillip, D. (2021). Shallow-Water Species Diversity of Common Intertidal Zoantharians. *Marine Biodiversity Records*, 2(3), 27.
doi:<https://doi.org/10.3390/md11030127>
- Blanco, M. (2017). Distribución y diversidad de ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) en el Atlántico tropical. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 46(1), 51-64.
- Bonilla, A. E. (2022). *COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA COMUNITARIA DELPHYLUM ECHINODERMATA EN LA ZONA ROCOSA INTERMAREAL DE LAPLAYA DE SAN LORENZO –SALINAS, JULIO A OCTUBRE 2021*. Salinas. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b42dab14-b230-45cf-83bc-6c3926ade047/content>

- Briggitte, C. (2021). Diversidad morfológica y adaptaciones funcionales de los moluscos bivalvos marinos. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 56(3), 215-223.
doi:<https://doi.org/10.4067/S0718-1957202100030215>
- Brusca, R. C., Moore, W., & Shuster, S. M. (2016). *Invertebrates* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Bula Meyer, G. (2018). Biodiversidad de macroalgas marinas en la costa del Pacífico suroriental. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(2), }223-236.
doi:<https://doi.org/10.4067/S0718-19572018000200223>
- Buschmann, A. H., Varela, D., & Hernández González, M. C. (2020). Habitat complexity and biodiversity in seaweed-dominated ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 653, 45-57. doi:<https://doi.org/10.3354/meps13423>
- Buyami, L. (2019). Distribución batimétrica y hábitats de las estrellas de mar en ecosistemas bentónicos profundos. *oletn de Investigaciones Marinas y Costeras*, 48(1), 75-88.
- Camacho Garcia, Y., Gosliner, T. M., & Valdes, A. (2014). Sacoglossan sea slugs (Mollusca: Heterobranchia) from the Tropical Eastern Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), 43-66. doi:<https://doi.org/10.15517/rbt.v62i1.6805>
- Cao, R. M., Herrero, P. E., Tavares, Y., & Alvarado, J. J. (2017). *Phataria unifascialis* (Valvatida: Ophidiasteridae) from the Eastern Pacific — Redescription and skeletal morphology. *Revista de Biología Tropical*, 65, S258-S271.
doi:<https://doi.org/10.15517/rbt.v65i1-1.31760>
- Cárdenas Calle, M., Mora, E., Torres, G., Correa, J., Bigatti, G., Signorelli, J., & Coronel , J. (2020). Marine invertebrate and seaweed biodiversity of continental coastal Ecuador. *Biodiversity Data Journal*. doi: <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53818>

- Castillo, B., Cortez, K., Wong, A., & Villalpando, P. (2007). Análisis de correlación canónica (ACC) e investigación científica. (UANL, Ed.) *Innovaciones de negocios*, 4(2), 405-422. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/12486/1/A9%20%281%29.pdf>
- Chapman, M. G., & Underwood, A. J. (2018). Intertidal ecology: patterns and processes. *Annual Review of Marine Science*, 10, 39-64. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-marine-121916-063458>
- Cherif, W., Ktai, L., Bour, E., Boudabous, A., & Grignon-Dubois, M. (2016). *Codium fragile* subsp. *fragile* (Suringar) Hariot in Tunisia: Morphological data and status of knowledge. *ALGAE*, 31(2), 129-136. doi:<https://doi.org/10.4490/algae.2016.31.4.17>
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2015). *PRIMER v7: User manual/tutorial*. Primer-e.
- Coan, E., & Valentich, S. (2012). Bivalve seashells of tropical West America: Marine bivalves from Baja California to northern Perú.
- CONABIO. (2017). *Biodiversidad Mexicana: Macroalgas marinas*. México: CONABIO.
- Cuvi, N., & Cornejo, X. (2020). Una revisión actualizada de las macroalgas marinas del Ecuador continental. *Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil*, 14(2), 201-209. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/4+cuvi.pdf>
- Fauchald, K., & Jumars, P. A. (1979). The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. *ceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 17, 193-284.
- Fauchald, K., & Rouse, G. W. (1997). Polychaete systematics: Past and present. *Zoologica Scripta*, 26(2), 71-138. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Greg-Rouse/publication/227660794_Polychaete_systematics_Past_and_present/links/59e82c2fa6fdccfe7f8b2903/Polychaete-systematics-Past-and-present.pdf?utm_source=&__cf_chl_tk=Ds3lc0fvU0VP.qGygshW0Sy1rSGCOKkeLK
- O

- Fernández Martín, S., Moreno Borges, S., Rodríguez, A., & López, C. (2024). Habitat characteristics shaping zoantharians' distribution at intertidal habitats of the Canary Islands. *Regional Studies in Marine Science*, 78.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103755>
- Fernández, A., & Andrade, C. (2020). acroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad ambiental en ecosistemas costeros. *Revista Latinoamericana de Biología Marina*, 48(1), 33-45. doi:<https://doi.org/10.4067/S0717-71782020000100033>
- Fujiwara, Y. (2021). Zoantharian endosymbiont community dynamics during a bleaching event. *Frontiers in Microbiology*. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.674026>
- Gómez, P., Herrera, J., & Zambrano, M. (2021). Macroinvertebrate assemblages in tropical rocky intertidal zones. *Journal of Marine Biology*, 45(2), 55-67.
doi:<https://doi.org/10.1007/s00338-021-02056-7>
- Graham, L. E., Graham, J. M., & Wilcox, L. W. (2016). *Algae*. LJLM Press.
- Guillen, P. (2019). *Chemical diversity of Zoantharians from the Coast of Ecuador*. Tesis doctoral, ESPOL.
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2024). *AlgaeBase: World-wide electronic publication*. (G. National University of Ireland, Ed.) Obtenido de <https://www.algaebase.org>
- Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. (2001). *PAST: PALEONTOLOGICAL STATISTICS SOFTWARE PACKAGE FOR EDUCATION AND DATA ANALYSIS*. Galway, Ireland: Palaeontologia Electronica. Obtenido de https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Higgins, S. N., Hecky, R., & Guildford, S. (2008). An ecological review of Cladophora glomerata (Chlorophyta) in the Laurentian Great Lakes. *Journal of Phycology*, 44(4), 839-854. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2008.00538>
- Holtuis, L. (1959). *he Crustacea Decapoda of Suriname (Dutch Guiana)*. Leiden: Brill.

- Ibañez Erquiaga, B., Pacheco, A., Rivadeneira, M., & Tejada, C. (2018). Zonificación biogeográfica de las comunidades intermareales rocosas a lo largo de la costa de Perú (3,5–13,5° S Pacífico Sudeste). *Journal PlosOne*.
doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208244>
- Iluz, D., Simona, F., Ramot, M., Reggi, M., Caroselli, E., Prada, F., . . . Falini, G. (2017). Calcifying response and recovery potential of the brown alga *Padina* sp. *ACS Earth and Space Chemistry*, 407-413. Obtenido de
https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsearthspacechem.7b00051?utm_source=
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. *Contribution of working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC*.
- Keen, A. (1971). Sea shells of tropical West America: Marine mollusks from Baja California to Perú. *Stanford University Press*, 2nd ed.
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). *Numerical ecology* (3rd ed.). Elsevier.
- Lemaitre, R., & McLaughlin, P. (2009). Recent advances and conflicts in hermit crab phylogeny (Crustacea: Anomura: Paguroidea). *Invertebrate Systematics*, 23(6), 543-572. doi:<https://doi.org/10.1071/IS09035>
- León Montero, A. E., & Brito, M. S. (2019). Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos móviles en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Ecuador. *La Técnica*, 21. doi:https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i21.1549
- Little, C., & Kitching, J. A. (2019). *The biology of rocky shores* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Lobban, C. S., & Harrison, P. J. (2020). *Seaweed ecology and physiology* (2nd ed.). Cambridge University Press.

- Loor, D., & Palacios, C. (2019). Diversidad de macroinvertebrados marinos en intermareales rocosos de la costa ecuatoriana. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura*, 7(2), 45-56. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.3354120>
- Lopez, D. A., Pardo, L. M., & Castilla, J. C. (2003). Biology and ecology of the multirayed sunstar *Heliaster helianthus* in Chile: a keystone predator. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76(1), 73-110. doi:<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000100006>
- Lozano Guzman, E., Garcia Barrera, F., & Cruz Rodriguez, L. (2020). Diversidad, adaptación y distribución de los gasterópodos (Mollusca: Gastropoda). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91(2). doi:<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2>
- Macaya, E., & Zuccarello, G. (2010). Habitat complexity and biodiversity in macroalgal assemblages. *Journal of Phycology*, 46(6).
- Macias, L., & Véliz, D. (2023). Phylogenetic perspectives on annelid evolution: Integrating molecular and morphological evidence. *Frontiers in Zoology*, 20(1), 45-59. doi:<https://doi.org/10.1186/s12983-023-00478-1>
- Magurran, A. E. (2013). *Measuring biological diversity*. Wiley-Blackwell.
- Mair, J., Ruiz, J., & Daza, J. (2002). Population structure and reproduction of *Cerithium* spp. (Gastropoda: Cerithiidae) in tropical habitats. *Journal of Molluscan Studies*, 68(3), 235-242. doi:<https://doi.org/10.1093/mollus/68.3.235>
- Marine Multi Agency Rocky Intertidal Network. (19 de Septiembre de 2023). Recuperado el 12 de Abril de 2025, de <https://marine.ucsc.edu/methods/biodiversity-methods.html>
- Martínez Panizo, P., Rivera, F., Peñaherrera, J., Rivera, F., Jácome, I., Chipe, V., . . . León, E. (2022). MONITOREO DE BIODIVERSIDAD DEL INTERMAREAL ROCOSO Reservas Marinas: El Pelado, Bajo Copé y Cantagallo– Machalilla. v1.0. *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica - Ecuador*. Obtenido de

<http://patrimonio.ambiente.gob.ec/iptmae/resource?r=monitoreo-remape-pnm-bc&v=1.0>

Melo, R., Torres, J., & Rivera, P. (2019). Role of macroalgae in intertidal ecosystems: habitat complexity and community dynamics. *Marine Ecology Progress Series*, 612, 45-57. doi:<https://doi.org/10.3354/meps12890>

Mendoza, N., Palma, A., & Quijije, L. (2023). Caracterización del zoobentos asociado a la macroalga *Colpomenia sinuosa* en el litoral rocoso de Barbasquillo, Manabí, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 5(2). doi:<https://doi.org/10.54140/raop.v5i2.71>

Moreno, P. (2020). Morfología y taxonomía básica de los equinodermos del Caribe colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 55(3), 225-233.

Naciones Unidas. (2015). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

NPS. (13 de Septiembre de 2023). *nps.gov*. Obtenido de <https://www.nps.gov/im/netn/rocky-intertidal-community.htm>

ONU Medio Ambiente. (2019). Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO-6: Planeta saludable, gente saludable. *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)*.

Pacheco, A. S., Rivadeneira, M. M., & Hernández, C. E. (2020). Herbivory and algal community structure in rocky intertidal systems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 532(151439). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2020.151439>

Piryaei, F., Bagheri, K., & Jorfi, E. (2018). Description on anatomy and histology of *Echinometra mathaei*. *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 4(2), 7-18. Obtenido de <https://ijaah.ir/article-1-163-en.pdf>

- Pluas Rojas, M. (2022). *Abundancia y diversidad de Zoanthus en la plataforma intermareal rocosa de Las Puntas-Ayangüe y El Faro-Ballenita, provincia de Santa Elena, Ecuador*. Tesis de Biología, Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Quijada, B. (1903). *Métodos usados en las estaciones de biología marina para la conservación de los organismos acuáticos*. Obtenido de https://publicaciones.mnhn.gob.cl/668/articles-63612_archivo_01.pdf
- Quimi, J., Andrade, E. C., González Banchón, T., Vera Borbor, E., & Rios Vera, J. (2023). Macroinvertebrados de la zona intermareal rocosa de Capaes y Punta Blanca, provincia de Santa Elena. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 5(2 - 2023), 63-85.
doi:<https://doi.org/10.54140/raop.v5i2.72>
- Rodríguez, M., Pérez, A., & Sánchez, D. (2020). Environmental drivers of macroalgal distribution in tropical rocky shores. *Journal of Phycology*, 56(3), 678-690.
doi:<https://doi.org/10.1111/jpy.12987>
- Rogers, D., Thorp, J., & Covich, A. (2020). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (5th ed.). Academic Press.
- Sanchez Bonilla, L. (2022). Diversidad y distribución batimétrica de ofiuroideos en aguas tropicales del Atlántico oriental. *Journal of Marine Biodiversity*, 12(4), 88-99.
doi:<https://doi.org/10.1007/s12526-022-01234-x>
- Sánchez Bonilla, L. (2022). Diversidad morfológica y distribución de equinodermos (Echinodermata) en ambientes tropicales del Atlántico oriental. *Journal of Marine Biodiversity*, 12(4), 88-99. doi:<https://doi.org/10.1007/s12526-022-01234-x>
- SARCE. (2016). Revisión de las comunidades bentónicas de costas rocosas intermareales de Sudamérica, incluyendo Ecuador, y cómo gradientes ambientales influyen en la composición. *ResearchGate*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/305848283_Benthic_assemblages_in_South_American_intertidal_rocky_shores_Biodiversity_services_and_threats

Sentías, A., & Fujii, M. T. (2021). Marine macroalgae of Latin America: diversity, ecology, and uses. *Phycologia*, 60(2), 101-115. doi:.

<https://doi.org/10.1080/00318884.2020.1868435>

Silva, M., Andrade, Y., & Ramírez, F. (2001). Características morfológicas y taxonómicas de los equinodermos de la región Caribe. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36(2), 145-158.

Steneck, R. S., & Dethier, M. N. (1994). A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69(3), 476-498.

Ter Braak, C. J., & Smilauer, P. (2018). *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination* (version 5.1 ed.). Microcomputer Power.

Tryon, G. (1888). *Manual of Conchology: Structural and Systematic, with Illustrations of the Species*. X.

Underwood, A. J. (2017). *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press.

Underwood, A. J. (2017). *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press.

Universidad de El Salvador Centroamérica. (2024). *Análisis de Cluster*. San Salvador.

Obtenido de http://rpubs.com/Elias_Lemus/1135672

Valdes , A., Breslau, E., & Padula, V. (2018). *Molecular and morphological systematics of Dolabrifera Gray, 1847.(Mollusca: Gastropoda: Heterobranchia: Aplysiomorpha)* (Vol. 184). Zoological Journal of the Linnean Society.

doi:<https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlx073>

- Vallejo, C. (2007). Morfología comparada de los equinoideos del litoral del Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 36(1), 77-89.
- Varela, R., & Sanchez, J. (2019). Características morfofuncionales de las ophiuras del Caribe sur. *evista Colombiana de Ciencias del Mar*, 54(2), 145-157.
- Vásquez, D. (2023). Anatomía y regeneración en Asteroidea: Implicaciones ecológicas y evolutivaS. *Journal of Marine Biology Research*, 17(3), 201-213.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmbr.2023.03.008>
- Velez Rubio, G., Scarabino, F., & Leon Mackey, A. (2023). *Guía visual de Macroalgas de la Costa Atlántica de Uruguay*. Rocha, Uruguay: Centro Universitario Regional del EsteCURE-Udelar.
- Vélez, A. (2018). Diversidad de corales blandos y zoántidos en arrecifes poco profundos del Pacífico colombiano. *Universidad del Valle*.
- Witman, J. D., & Smith, F. (2003). Polychaeta ecological roles in benthic communities. (J. Carlton, & G. M. Ruiz, Edits.) *Oxford University Press*, 77-94.

ANEXOS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ecosistemas intermareales rocosos albergan una alta diversidad biológica y cumplen un papel fundamental en la dinámica ecológica de las zonas costeras. En estos ambientes, las macroalgas y los macroinvertebrados bentónicos forman comunidades complejas que interactúan entre sí a través de relaciones ecológicas como el refugio, la alimentación y la competencia. Sin embargo, la composición y distribución de estos organismos pueden variar considerablemente a lo largo del gradiente de marea (zonas alta, media y baja) debido a factores tanto bióticos como abióticos, incluyendo la exposición al aire, la salinidad, la temperatura y las características del sustrato.

En Ecuador, particularmente en la región costera de Santa Elena, los ecosistemas intermareales han sido vulnerables, a pesar de su importancia ecológica, frente a impactos antrópicos como la contaminación, el turismo no regulado y el cambio climático. La zona intermareal rocosa de San Lorenzo, en Salinas, constituye un hábitat de especial interés debido a su heterogeneidad estructural y a la presencia de comunidades biológicas típicas de ecosistemas rocosos del Pacífico tropical.

No obstante, existe una limitada información científica sobre la relación entre la composición de macroalgas y los ensamblajes de macroinvertebrados en esta área. Esta carencia de datos dificulta la comprensión de las interacciones ecológicas clave, así como la toma de decisiones para la gestión y conservación del ecosistema.

En este contexto, se hace necesario desarrollar un estudio que permita identificar y analizar los patrones de asociación entre estos dos grupos biológicos a través de enfoques estadísticos robustos, como los análisis multivariados, que permiten explorar la estructura de las comunidades y su relación con variables ambientales y biológicas. Comprender estas asociaciones puede aportar información valiosa sobre la salud del ecosistema y las posibles consecuencias ecológicas de los disturbios actuales o futuros.

Figura 12 Muestreo zona mesolitoral mediante cuadrante de 1m².



Figura 13 Toma de pH y temperatura mediante el (pHep®5) de Hanna.



Figura 14 Toma de salinidad mediante el refractómetro.



Figura 15 Recolección de muestras usando el equipo de disección.



CARTA DE CERTIFICACIÓN

De:

Doctor en Ciencias Biológicas
Xavier Piguave Preciado
Investigador en Invertebrados
Guayaquil, Ecuador

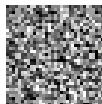
Para:

Daniela Abigail Maita Jaramillo
Estudiante de titulación
Universidad Península de Santa Elena

Acorde a las muestras y fotografías revisadas el 6 de noviembre del 2024, la estudiante Maita Jaramillo Daniela Abigail con número de cédula 1104385305 las mismas que corresponden a los muestreos realizados para la investigación denominada **“ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA ASOCIACIÓN ENTRE LOS ENSAMBLAJES DE MACROINVERTEBRADOS Y MACROALGAS EN EL INTERMAREAL ROCOSO DE SAN LORENZO, SALINAS.”**, confirmo que, las muestras fueron identificadas a nivel de género de invertebrados moluscos, artrópodos, equinodermos, anélidos y cnidarios.

Me permito certificar que las muestras de invertebrados son las indicadas, según corresponde a mis conocimientos profesionales.

Atentamente,



XAVIER VICENTE
PIGUAVE PRECIADO

Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.
Investigador en Invertebrados
Componente Moluscos y Crustáceos

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 701

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

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

2.- CÓDIGO

MAATE-ARSFC-2025-0701

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2025-08-29	2026-08-29

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal
Plantae

El Ministerio de Ambiente y Energía, 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

Nº de C.I/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1104385305	MAITA JARAMILLO DANIELA ABIGAIL	Ecuatoriana	ME-REF-05337488	ESTUDIANTE	Bivalvia;Branchiopoda;Gastropoda;Insecta

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

Nombre del Proyecto: ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA ASOCIACIÓN ENTRE LOS ENSAMBLAJES DE MACROINVERTEBRADOS Y MACROALGAS EN EL INTERMAREAL ROCOSO DE SAN LORENZO SALINAS



Maita Daniela, COMPILATO

0%
Textos sospechosos



0% Similitudes

0% similitudes entre comillas

0% entre las fuentes mencionadas

0% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Maita Daniela, COMPILATO.docx

ID del documento: 43307c399b576dcb9b9f94eb33a2ecd3fa02a10

Tamaño del documento original: 3,12 MB

Depositante: MARIA HERMINIA CORNEJO RODRIGUEZ

Fecha de depósito: 9/11/2025

Tipo de carga: Interfaz

Fecha de fin de análisis: 9/11/2025

Número de palabras: 10.937

Número de caracteres: 79.070

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/16000/10142/1/UPSE-TB-2022-0042.pdf	1%		Palabras idénticas: 1% (123 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario enlace Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
2	www.scielo.org.mx Visual assessment of the coastal fish assemblages from the ... http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802004000200010&lng=...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)