



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

**ASOCIACIÓN DE *Echinometra vanbrunti* (ERIZO DE MAR) Y SU FAUNA  
ACOMPAÑANTE EN RELACIÓN CON PARÁMETROS AMBIENTALES DE LA  
ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE LA PLAYA LA MORILLA, AYANGUE,  
ECUADOR.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previa a la obtención del Título de:**

**BIÓLOGO**

**AUTOR:**

**ANTHONY OSWALDO PLUA MERCHAN**

**TUTOR:**

**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, PhD**

**La Libertad – Ecuador**

**2023**

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

**ASOCIACIÓN DE *Echinometra vanbrunti* (ERIZO DE MAR) Y SU FAUNA  
ACOMPAÑANTE EN RELACIÓN CON PARÁMETROS AMBIENTALES DE LA  
ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE LA PLAYA LA MORILLA, AYANGUE,  
ECUADOR.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previa a la obtención del Título de:**

**BIÓLOGO**

**AUTOR:**

**ANTHONY OSWALDO PLUA MERCHAN**

**TUTOR:**

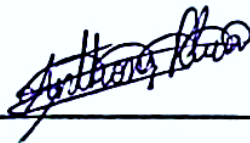
**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, PhD**

**La Libertad – Ecuador**

**2023**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por las ideas, hechos, investigaciones y resultados expuestos en este trabajo de integración curricular pertenecen exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la misma, a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA (UPSE).



---

**Anthony Oswaldo Plua Merchan**

**C.I. 0928163658**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo se lo dedico en primer lugar a Dios por darme salud, fortaleza y sabiduría para poder cumplir mi más grande logro.

A mis queridos padres Lucia Merchan Merchan y Usbaldo Plua Malavé que son pilar fundamental en mi vida, apoyándome en todo momento brindándome las herramientas necesarias para mi formación como profesional universitario.

A mi pareja Evelyn Yagual por haberme acompañado en todo momento durante la realización del trabajo, creyendo en mí y brindarme su inagotable apoyo.

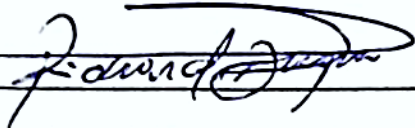
A mis amigos y compañeros de clase, los cuales apoyaban y aconsejaban durante momentos difíciles y horas de estrés.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco inmensamente a las autoridades de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por darme paso como un profesional más y abrirme las puertas de su prestigiosa institución, a los docentes de la Facultad de Ciencias del Mar por brindarnos sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de nuestra formación para llegar a ser profesionales con éxito.

A la Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez PhD., por ser mi tutora y guía académica en el transcurso de mi investigación, siempre brindando su confianza, consejo y apoyo, para el desarrollo del trabajo.

# TRIBUNAL DE GRADO



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.

**DECANO**

**Facultad de Ciencias del Mar**



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

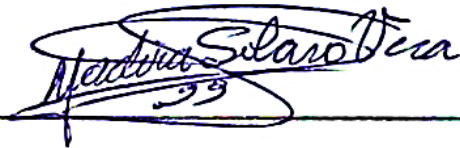
**DIRECTOR**

**Facultad de Ciencias del Mar**



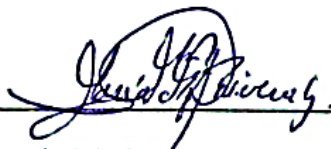
Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D,

**DOCENTE TUTOR**



Blga. Yadira Solano Vera, Mgt.

**DOCENTE DE ÁREA**



Ab. María Rivera González, Mgtr.

**SECRETARIA GENERAL**

## GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

**Abiótico:** Que es fundamental en un ecosistema e influye en los seres que viven en él.

**Aboral:** Que se encuentra en sentido opuesto a la boca.

**Abundancia relativa:** Es un componente de biodiversidad y se refiere a cuan común o rara es una especie en comparación con otras especies en una comunidad biológica o una ubicación definida.

**Ambitus:** Línea imaginaria en donde se puede delimitar la circunferencia de los erizos de mar.

**Ambulacral:** Sección donde se ubican los pies ambulacrales.

**Anova:** Es una fórmula estadística que se utiliza para comparar las varianzas entre las medias (o el promedio) de diferentes grupos. Una variedad de contextos lo utilizan para determinar si existe alguna diferencia entre las medias de los diferentes grupos.

**Aparato apical:** El complejo apical es un orgánulo situado en una punta de la célula que posee tres estructuras distintivas: un conjunto de microtúbulos dispuestos en espiral (el conoide), un cuerpo secretor (las roptrias) y una o más bandas de microtúbulos (el anillo polar).

**Ápice:** Parte más alta de la testa de especies del género Echinometra.

**Bioerosión:** La bioerosión es la remoción de sustratos minerales o líticos por la acción directa de organismos vivos.

**Biomasa:** Cantidad o masa de materia orgánica procedente de organismos vivos que se puede encontrar en un lugar y un momento determinados.

**Biótico:** Son los organismos que vivos que interactúan con otros organismos, refiriéndose a la flora y la fauna así también las interacciones con otros organismos vivos o seres vivos de un ecosistema.

**Cuadrante:** Consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación para medir la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. El tamaño del cuadrante depende inversamente a la facilidad y velocidad del muestreo y del tipo de planta y su densidad.

**Distribución:** Se define como la fracción del espacio geográfico donde una especie está presente e interactúa de manera no efímera con el ecosistema. La presencia o ausencia de éstas en el espacio geográfico está definida por factores biogeográficos, fisiológicos, así como ecológicos.

**Gónadas:** La parte comestible de los erizos son sus gónadas, estas huevas se dividen en cinco “gajos” en el interior del caparazón. Su color rojizo anaranjado en el caso de las hembras y más pálido en el caso de los machos, las hace fácilmente distinguibles.

**In situ:** Es una expresión latina que significa 'en el sitio' o 'en el lugar', y que suele utilizarse para designar un fenómeno observado en el lugar.

**Intermareal:** Es una zona donde se producen cambios bruscos constantemente, producto del movimiento de las mareas. La zona cercana a la línea de bajamar, tiene más horas de cobertura de agua que la zona cercana a la línea de pleamar.

**Minitab:** Es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Combina lo amigable del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos.



**Monitoreo:** Es el proceso continuo y sistemático mediante el cual se verifica la eficiencia y la eficacia de un proyecto.

**Muestreo:** Se realiza para obtener información sobre la flora de una zona sin tener que analizarla en su totalidad.

**Natalidad:** Se refiere a la producción de los nuevos individuos de la población en condiciones ambientales normales.

**Oleaje:** Es generado por viento, el esfuerzo de viento que viene de eventos extremos como huracanes y frentes fríos.

**Past 4:** Programa para encontrar múltiples herramientas para desarrollar bases de datos con un potencial de almacenamiento y organización muy eficaz.

**Patrón:** Son un resultado agregado de las contribuciones individuales de los atributos de las especies, tales como su área de distribución, abundancia, masa corporal e historia filogenética.

**Ramoneadores:** Es una forma de alimentación en que un herbívoro se alimenta de hojas.

**Riqueza:** Es el número total de especies que se encuentran en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinada.

**Sesgado:** Que está cortado de manera inclinada.

**Statgraphic:** STATGRAPHICS Centurion es una potente herramienta de análisis de datos que combina una amplia gama de procedimientos analíticos.

**Sustrato:** Es un medio sólido e inerte, que protege y da soporte a la planta para el desarrollo de la raíz en las hortalizas y flores, permitiendo que la “solución nutritiva” se encuentre disponible para su desarrollo.

**Talud continental:** El talud continental es una parte de la morfología submarina de fuerte declive que enlaza la plataforma continental con la llanura abisal.

**Transecto:** Los transectos lineales son el método de muestreo más utilizado para estimar la abundancia y densidad de poblaciones de primates.

## **ABREVIATURAS**

**Pvc:** Polivinilo de cloruro (transecto)

**°C:** Grados Celsius

**Ups:** Unidades prácticas de salinidad

**Ind:** Individuos

**gr:** Gramos

**h:** Hora

**IDT:** Índice de disolución de tiza

**PC:** Punto cercano a la playa

**PI:** Punto intermedio de la zona rocosa

**PO:** Punto donde rompen las olas

**Sp.:** Especie o especie de.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	3
II.	JUSTIFICACIÓN .....	6
III.	OBJETIVOS .....	8
3.1.	Objetivo General .....	8
3.2.	Objetivos Específicos .....	8
IV.	HIPÓTESIS .....	9
V.	MARCO TEORÍCO .....	10
5.1.	Familia Echinometridae.....	10
5.2.	Taxonomía de <i>Echinometra vanbrunti</i> .....	10
5.3.	Descripción de <i>Echinometra vanbrunti</i> .....	11
5.4.	Alimentación .....	13
5.5.	Reproducción.....	14
5.6.	Distribución de <i>E. vanbrunti</i> .....	14
5.7.	Interacciones mutualísticas y neutras .....	15
5.8.	Especies asociadas.....	15
5.8.1.	Erizo – Equinodermo .....	16
5.8.2.	Erizo – Cnidario .....	16
5.8.3.	Erizo – Anélido .....	16
5.8.4.	Erizo – Crustáceos.....	17
5.8.5.	Erizo – Moluscos.....	17
5.8.6.	Erizo - Peces.....	17
5.9.	Distribución de una especie.....	18
5.9.1.	Condiciones abióticas.....	18
5.9.2.	Factores bióticos.....	18
5.9.3.	Dispersión de especies .....	19
5.9.4.	Capacidad evolutiva .....	19
5.10.	Parámetro ambientales.....	19
5.10.1.	Temperatura .....	20
5.10.2.	Salinidad.....	20

5.10.3. Hidrodinamismo.....	21
5.11. Métodos de distribución empleados .....	21
5.11.1. Mapeo con GPS .....	21
5.11.2. Transectos .....	22
5.11.3. Cuadrantes.....	22
VI. MARCO METODOLÓGICO .....	23
6.1. Área de estudio.....	23
6.2. Delimitación de los sectores de estudio en la zona intermareal .....	24
6.3. Parámetros ambientales .....	26
6.3.1. Temperatura y Salinidad .....	26
6.3.2. Hidrodinamismo (movimiento del agua) .....	26
6.4. Captura de erizo y la fauna acompañante.....	27
6.4.1. Identificación de organismos asociados.....	28
6.4.1.1. 7.4.1.1 Identificación <i>In situ</i> con Guías Taxonómicas.....	28
6.5. Técnicas estadísticas.....	29
6.5.1. Riqueza.....	29
6.5.2. Abundancia .....	29
6.5.3. Diversidad .....	30
6.5.3.1. Índice de Shannon-Wiener.....	31
6.5.3.2. Índice de Simpson.....	31
6.5.4. Análisis de varianza .....	32
VII. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	33
7.1. Identificación de especies asociadas.....	33
7.1.1. Annelida .....	33
7.1.2. Mollusca.....	34
7.1.3. Echinodermata.....	36
7.1.4. Arthropoda .....	38
7.1.5. Chordata .....	41
7.2. Erizos registrados por puntos en transectos.....	44
7.3. Biodiversidad de organismos asociados a <i>E. vanbrunti</i> .....	44
7.3.1. Abundancia de organismos asociados a <i>E. vanbrunti</i> .....	45
7.3.2. Índices de abundancia absoluta (%) y frecuencia de aparición (%) .....	48
7.3.3. Índices de diversidad.....	49
7.3.4. Correlación r de Pearson ( $p>0,05$ ) .....	50
7.3.4.1. Correlación para el primer transecto.....	50
7.3.4.2. Correlación r de Pearson ( $p>0,05$ ) para el segundo transecto.....	51
7.4. Parámetros ambientales.....	52
7.4.1. Temperatura .....	52
7.4.2. Salinidad.....	53

7.4.3. Hidrodinamismo.....	54
VIII. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
8.1. DISCUSIÓN .....	56
8.1.1. Parámetros ambientales.....	56
8.1.2. Asociación de especies con <i>E. vanbrunti</i> .....	58
8.2. CONCLUSIONES.....	60
8.3. RECOMENDACIONES .....	62
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	63
X. ANEXOS.....	73
10.1. Claves de identificación .....	73
10.2. Anexo de tablas .....	79
10.3. Anexo de figuras.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Especie Echinometra vanbrunti, también llamado erizo negro o erizo regular., Agassiz (1863).....	10
<b>Figura 2.</b> a: Echinometra vanbrunti; b: tamaño de espina, Brusca (1981).....	11
<b>Figura 3.</b> Vista y partes del hemisferio aboral en individuos Echinometra vanbrunti, Menéndez (2006).....	12
<b>Figura 4.</b> Tipos de pedicelarios en E. vanbrunti (a. y c. tridentados; b. oficéfalos; d. globíferos), Laura Calva (2003). ....	13
<b>Figura 5.</b> Ubicación de la Playa La Morilla y la zona intermareal rocosa, mapa extraído y modificado de Google Earth (2023). ....	23
<b>Figura 6.</b> Diseño de delimitación mostrando transectos y cuadrantes (PC, PI, PO).....	24
<b>Figura 7.</b> Diseño de muestreo en el sitio de estudio en la playa La Morilla de Ayangue.....	25
<b>Figura 8.</b> Foto referencia de una bolsa de malla usada para la captura de organismos, Shelly (2022).....	27
<b>Figura 9.</b> Número de especies asociadas a Echinometra vanbrunti clasificadas de acuerdo a su grupo taxonómicos.....	43
<b>Figura 10.</b> Número de fauna acompañante a E. vanbrunti en los 3 puntos: punto cercano a la playa (PC), punto intermedio (PI) y puntos donde rompen las olas (PO). ....	45
<b>Figura 11.</b> Frecuencia de aparición (%) de la fauna acompañante en la plataforma intermareal rocosa de la playa "La Morilla" de Ayangue. Los colores son indicativos de al grupo perteneciente: equinodermos (verdes), anélido (naranja), Crustáceos (rojo), peces(gris) y moluscos (morado). 46	
<b>Figura 12.</b> Frecuencia de aparición (%) de las especies asociadas al erizo en el primer transecto de la zona intermareal rocosa. Los colores resaltan lo siguiente: (PC) punto cercano a la playa (azul oscuro), (PI) punto intermedio (azul claro), (PO) punto donde rompen las olas (celeste). ....	47
<b>Figura 13.</b> Frecuencia de aparición (%) de las especies asociadas al erizo en el segundo transecto de la zona intermareal rocosa. Los colores resaltan lo siguiente: (PC) punto cercano a la playa (azul oscuro), (PI) punto intermedio (azul claro), (PO) punto donde rompen las olas (celeste). ....	48

<b>Figura 14.</b> Diversidad y dominancia, obtenida a través de los índices de Shannon y Simpson calculados para cada uno de los puntos en el primer y segundo transecto (PC, PI, PO) de la zona intermareal rocosa de la playa “La Morilla”.....	49
<b>Figura 15.</b> Correlación lineal $r$ de Pearson ( $p<0,05$ ) de fauna acompañante y parámetros ambientales en el primer transecto.....	50
<b>Figura 16.</b> Correlación lineal $r$ de Pearson ( $p<0,05$ ) de fauna acompañante y parámetros ambientales en el segundo transecto.....	51
<b>Figura 17.</b> Temperatura promedio durante los 8 muestreos durante abril, mayo y junio, en el primer transecto (azul) y segundo transecto (rojo).....	52
<b>Figura 18.</b> Salinidad promedio durante los 8 muestreos durante abril, mayo y junio, en el primer transecto (rojo) y segundo transecto (naranja).....	53
<b>Figura 19.</b> Índice de disolución de tiza correspondiente a cada uno de los puntos (PC, PI y PO) en el primer transecto de la zona de estudio.....	54
<b>Figura 20.</b> Índice de disolución de tiza correspondiente a cada uno de los puntos (PC, PI y PO) en el segundo transecto de la zona de estudio.....	55
<b>Figura 21.</b> Vista aérea de la zona intermareal rocosa de la playa "La Morilla" durante bajamar en su punto más bajo.....	85
<b>Figura 22.</b> Se contaron los erizos dentro de los cuadrados, y no se tomaron en cuenta las que tocaban el margen de los cuadrados, punto intermedio del primer transecto.....	85
<b>Figura 23.</b> Peso inicial de tizas en cada punto para calcular el índice de disolución de tiza.....	85
<b>Figura 24.</b> Conteo de erizos y fauna acompañante del punto cercano a la playa del segundo transecto.....	85
<b>Figura 25.</b> Caracterización del erizo de mar para su identificación (foto tomada antes de UIC2).....	85
<b>Figura 26.</b> Especies <i>Littorina</i> sp. (círculo rojo), <i>Calcinus Tibicen</i> (círculo gris) y alevín de <i>Malacoctenus tetranemus</i> (círculo amarillo) encontradas junto a un erizo, en el punto cercano a la playa (PC) del primer transecto.....	86
<b>Figura 27.</b> Presencia de un ejemplar de <i>Pachygrapsus transversus</i> (círculo rojo) dentro de la cavidad de un erizo, en el punto intermedio (PI) del primer transecto.....	86
<b>Figura 28.</b> Presencia de un ejemplar de <i>Malacoctenus tetranemus</i> (círculo rojo) junto a dos erizos, en el punto intermedio (PI) del primer transecto.....	86



**Figura 29.** Presencia de un ejemplar de *Dolabrifera Dolabrifera* (círculo blanco) junto a un erizo, en el punto intermedio (PI) del segundo transecto..... 86

**Figura 30.** Presencia de un ejemplar de *Ophioderma brevicauda* (círculo blanco) junto a un erizo, en el punto cercano a la playa (PC) del segundo transecto..... 86

**Figura 31.** Presencia de un ejemplar de *Ophioderma brevicauda* en la cavidad de un erizo, en el punto donde rompen las olas (PO) del segundo transecto. .... 86

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.-</b> Especies identificadas y clasificadas taxonómicamente durante los muestreos en el sitio de estudio. ....	79
<b>Tabla 2.</b> Cuento estimado de erizos por transectos y puntos de la zona intermareal. ....	80
<b>Tabla 3.-</b> Número de especies asociadas al erizo en cada punto PC, PI, PO. ....	80
<b>Tabla 4.</b> Organismos asociados a <i>Echinometra vanbrunti</i> presentes (x) y ausentes (-) en el primer transecto. ....	80
<b>Tabla 5.</b> Organismos asociados a <i>Echinometra vanbrunti</i> presentes (x) y ausentes (-) en el segundo transecto. ....	81
<b>Tabla 6.</b> Abundancia de especies asociadas a los erizos <i>E. vanbrunti</i> en el primer transecto de la zona intermareal rocosa de la playa "La Morilla", de acuerdo a los índices de abundancia absoluta y frecuencia de aparición. ....	81
<b>Tabla 7.</b> Abundancia de especies asociadas a los erizos <i>E. vanbrunti</i> en el segundo transecto de la zona intermareal rocosa de la playa "La Morilla", de acuerdo a los índices de abundancia absoluta y frecuencia de aparición. ....	82
<b>Tabla 8.</b> Índices de diversidad Shannon y Simpson en cada punto y transecto. ....	83
<b>Tabla 9.</b> Temperaturas registradas durante los muestreos en el mes de abril, mayo y junio. ....	83
<b>Tabla 10.</b> Valores de salinidad promedio registrada durante los muestreos en el mes de abril, mayo y junio. ....	84
<b>Tabla 11.</b> Tabla de análisis de varianza Anova de las medias de valores del índice de disolución de tiza. ....	84

## RESUMEN

La zona intermareal rocosa de la playa “La Morilla” es el tipo de ecosistema idóneo para el desarrollo del trabajo investigativo. Los erizos pertenecientes al género *Echinometra* son conocidos particularmente por ser bioerosionadores del sustrato rocoso realizando madrigueras donde puedan habitar, además cuyos agujeros o cavidades le sirven a su fauna acompañante para protegerse de los factores ambientales, y posibles especies que puedan ser consideradas como peligrosas ante la comunidad intermareal. Por este interés, el presente trabajo evaluó la asociación entre el erizo de mar *E. vanbrunti* y su fauna acompañante además de los factores de su estructura comunitaria como riqueza, diversidad, abundancia y distribución de los organismos asociados. El periodo por el cual se desarrolló el trabajo investigativo fue en los meses de abril, mayo y junio, dando un total de 8 muestreos se tomó cada uno de los parámetros ambientales, la temperatura osciló entre 28 – 28,7 °C, la salinidad osciló entre 33,4 – 33,7 Ups e hidrodinamismo con valores de 0,7 – 1 gr/h. Se registró un total de 310 ejemplares de *E. vanbrunti*, y se capturaron 15 especies asociadas al erizo, clasificada en 5 grupos taxonómicos siendo *C. tibicen* (17,16%) del Filo crustáceo la especie más frecuente en cada uno de los puntos de estudio. En el intermareal rocoso el transecto que presentó una mayor biodiversidad fue el segundo específicamente el punto intermedio, esto de acuerdo a los índices de diversidad de Shannon- Wiener y Simpson. La abundancia relativa y frecuencia de aparición mostró que todas las especies aparecieron en más del 10% de los erizos, por lo que son consideradas como especies fortuitas y ocasionales. Se presentó una correlación significativa entre factores ambientales y fauna acompañante del erizo, indicando que dichos parámetros no afectan directamente al erizo y ni la población de su fauna acompañante.

**Palabras claves:** *E. vanbrunti*, Estructura comunitaria, distribución, fauna acompañante.

## ABSTRACT

The rocky intertidal zone of "La Morilla" beach is the ideal type of ecosystem for the development of the research work. Hedgehogs belonging to the genus *Echinometra* are particularly known for being bioerosionators of the rocky substrate, making burrows where they can inhabit, and whose holes or cavities are useful for their accompanying fauna to protect themselves from environmental factors and possible species that may be considered dangerous to the intertidal community. Because of this interest, the present work evaluated the association between the sea urchin *E. vanbrunti* and its accompanying fauna as well as the factors of its community structure such as richness, diversity, abundance and distribution of the associated organisms. The period for which the research work was developed was in the months of April, May and June, giving a total of 8 samplings, taking each of the environmental parameters, the temperature ranged between 28 - 28.7 °C, salinity ranged between 33.4 - 33.7 Ups and hydrodynamism with values of 0.7 - 1 gr/h. A total of 310 specimens of *E. vanbrunti* were recorded, and 15 species associated with the urchin were captured, classified into 5 taxonomic groups, with *C. tibicen* (17.16%) of the crustacean phylum being the most frequent species in each of the study points. In the rocky intertidal, the transect with the highest biodiversity was the second one, specifically the intermediate point, according to the Shannon-Wiener and Simpson diversity indices. The relative abundance of species and frequency of occurrence showed that all species appeared in more than 10% of the urchins, so they are considered as incidental and occasional species. There was a significant correlation between environmental factors and accompanying fauna of the hedgehog, indicating that these parameters do not directly affect the hedgehog and its accompanying fauna population.

**Key words:** *E. vanbrunti*, Community structure, distribution, accompanying fauna.

## I. INTRODUCCIÓN

La mayor parte del planeta está cubierta por el océano, donde se producen diferentes procesos hidrodinámicos de mezcla de masas de aguas, corrientes superficiales y profundas. Estos procesos garantizan la conectividad entre diversos ecosistemas marinos al mismo tiempo generando una gran variedad de especies a muy diferentes escalas (Rodríguez *et al.*, 2011). Entre estos ecosistemas marinos están los de zonas profundas y los de las áreas costeras, sean estos últimos acantilados, playas arenosas o playas rocosas.

La estructura de comunidades en las costas rocosas está determinada por la compleja interacción entre factores bióticos y abióticos, que se pueden encontrar en diversos ambientes entre los que están las zonas intermareales, cuyos ambientes son ideales para evaluar patrones generales de distribución, debido a que presentan diferentes tipos de hábitat que son fácilmente accesibles y ocupados por diferentes grupos de organismos con relaciones tróficas estrechamente interrelacionadas (León y Salvador, 2019).

Los organismos que habitan en el litoral rocoso de la zona intermareal como moluscos, equinodermos y crustáceos, están expuestos a varios factores físicos entre los que se incluyen el oleaje, las mareas, la temperatura del agua y el tipo de sustrato en el cual se encuentran; siendo la temperatura el factor considerado a nivel mundial y local el que más influye sobre la distribución de las comunidades de esta zona mientras que el oleaje y las mareas influyen principalmente a nivel local (McQuaid y Branch, 1984).

La costa ecuatoriana presenta una gran heterogeneidad de ecosistemas rocosos donde la diversidad de especies es alta, entre estos organismos los que se citan con una alta abundancia son los equinodermos, los mismos que contribuyen a la riqueza biológica del lugar. Dentro de este grupo se destaca el erizo de mar, organismo que es consumido debido al gran interés en las gónadas o glándula reproductora, a diferencia de otras muchas especies de las que se usan como alimento su musculatura o masa visceral (Bailón, 2014).

Los erizos marinos regulares, más conocidos como erizos negros, son muy apreciados para el consumo humano, aunque a la fecha actual, las capturas de erizo en Ecuador no representan amenazas por explotación humana. Agatsuma (2003), señaló “Japón es el mayor consumidor de este producto (erizos de mar), captando más del 80% de la producción mundial, agregando este mismo autor que a partir de 1984, el mercado japonés incrementó sus importaciones, lo cual ha elevado los niveles de explotación en los países productores, teniendo como consecuencia el rápido agotamiento de las poblaciones naturales de las especies”.

Se conoce que los erizos marinos específicamente la especie *Echinometra vanbrunti*, habitan en regiones templadas, asociadas a bosques de algas (reconocidas como uno de los ecosistemas más productivos y dinámicos) y en las regiones subtropicales y tropicales, a lechos de algas marinas (que ofrecen un hábitat especial para una gran diversidad de organismos marinos). Estos organismos, tienen una dieta principalmente herbívora y son considerados, los ramoneadores más eficientes en el hábitat bentónico marino al obtener su alimento raspando el sustrato utilizando su pico córneo, desprendiendo parte del material donde se asientan algas filamentosas de las que

se alimenta; la acción mecánica de este ramoneo provoca la Bío-erosión del medio, fraccionando en partículas más pequeñas este material (Reyes Marcillo, 2022).

En función de esta herbivoría mencionada, los erizos modifican el hábitat y mantienen un rol importante en las relaciones tróficas de estas comunidades marinas costeras, lo que a su vez también define su propia estructura comunitaria basada en su distribución. Su abundancia está relacionada con factores como: interacción biológica (competencia por espacio – depredación), disponibilidad de alimento y las condiciones del hábitat (Tuya *et al.*, 2004).

En las comunidades, los organismos pueden interactuar de manera indirecta, si éstos no se relacionan de manera directa con una segunda especie sino, que su efecto sobre una tercera especie afecta la natalidad y mortalidad de la segunda. También ocurre cuando los organismos tienen la capacidad de modificar el espacio físico donde se desarrollan, como es el caso de los erizos, que se mencionó anteriormente. Las interacciones directas ocurren cuando dos poblaciones de especies distintas coinciden en tiempo y espacio, ejemplo de ello son las interacciones del tipo competencia, depredación y simbiosis (Smith y Smith, 2001). Reyes Marcillo (2022) comenta que los espacios dejados por los erizos luego de ramonear las algas, se constituyen en hábitats para otros grupos biológicos que los colonizan.

## II. JUSTIFICACIÓN

La zona intermareal rocosa de la playa La Morilla (norte de Ayangue, Santa Elena), alberga diferentes poblaciones naturales de invertebrados, algunos de los cuales se ha visto afectadas por diferentes factores tanto abióticos como bióticos, por lo que se torna importante incrementar los conocimientos sobre su situación poblacional. Los erizos de mar son un elemento importante dentro de los ecosistemas marinos bentónicos, debido a que, al alimentarse de las macro-algas, pueden llegar a ser controladores de ecosistemas completos, cuando sus poblaciones alcanzan altas densidades y al mismo tiempo que para algunas especies de invertebrados su efecto resulta ser benéfico, puesto que colonizan los espacios del sustrato que limpian los erizos al alimentarse. Al respecto, en 1996, Schoppe y Werding realizaron un estudio en el cual describen y comparan el papel de *Echinometra lucunter* (Océano Atlántico) y *Echinometra vanbrunti* (Océano Pacífico) como formadores de micro hábitats en los litorales rocosos, concluyendo que el tamaño de las cavidades excavadas por los erizos estaba directamente relacionado con el tamaño del erizo que ahí habitaba.

Las variaciones en los parámetros ambientales de los ecosistemas rocosos (oleaje, desecación y depredación) hacen que organismos de diferentes tamaños, formas y hábitos busquen protección. De hecho, algunos organismos del intermareal utilizan a los erizos como refugios (protegiéndose entre sus espinas y debajo del cuerpo del mismo), siendo esta la principal razón para explicar las asociaciones que pueden encontrarse en estos ecosistemas intermareales.



Una de las razones por las cuales los organismos están asociados a *E. vanbrunti* puede ser explicado por el bajo movimiento que presenta el mismo, pues se ha reportado que se mueve unos pocos centímetros en la noche para buscar alimentos, como algas muchas veces encontradas en el interior de la cavidad o que son transportadas con el oleaje. No obstante, existe un menor interés con respecto al estudio de organismos vivos usados como refugio para otras especies; además del potencial valor de mantener una alta diversidad dentro de un ecosistema. La presente investigación pretende aumentar el conocimiento sobre el erizo de mar junto con su fauna acompañante, determinando si los parámetros ambientales afectan los patrones de distribución de especies asociadas al erizo.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1.Objetivo General**

- Evaluar la asociación de *Echinometra vanbrunti* y su fauna acompañante, mediante muestreos de estructura comunitaria en la zona intermareal, determinando si los parámetros ambientales afectan los patrones de distribución de los organismos.

#### **3.2.Objetivos Específicos**

- Identificar los organismos asociados al erizo, mediante observación directa y uso de claves de taxonómicas.
- Estimar la riqueza, distribución y abundancia de especies asociadas con el erizo de mar, mediante el conteo simple de especies registradas por cuadrante.
- Determinar si existe una influencia de temperatura, salinidad, e hidrodinamismo, sobre los patrones de distribución de los organismos asociados.

#### **IV. HIPÓTESIS**

La distribución y abundancia de los erizos están asociados a la presencia de fauna acompañante y al cambio en los parámetros ambientales.

## V. MARCO TEORÍCO

### 5.1.Familia Echinometridae

Los equinodermos constituyen uno de los grupos de mayor abundancia en los ecosistemas costeros rocosos del planeta, en las franjas latitudinales y su relevancia ecológica sobre todo los ofiuras y equinoideos en sistemas de agua somera, dado que actúan como recicladores de material orgánico (Lawrence y Jangoux, 1982). Los erizos que pertenecen a la familia Echinometridae se caracterizan por poseer un caparazón grande o pequeño redondeado, transversalmente alargados, presentan púas o espinas largas, denominadas primarias y otras cortas o secundarias, distribuidas de forma homogénea por la superficie del cuerpo (Ocaña, 2006).

### 5.2.Taxonomía de *Echinometra vanbrunti*

**Reino:** Animal

**Filo:** Echinodermata

**Clase:** Echinoidea

**Orden:** Camarodonta

**Familia:** Echinometridae

**Género:** Echinometra

**Especie:** vanbrunti

**Nombre científico:** *Echinometra vanbrunti* (Agassiz, 1863)

**Nombre común:** Erizo negro (Figura 1)

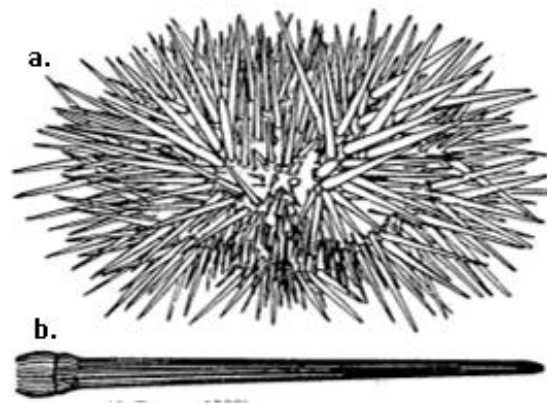


**Figura 1.** Especie *Echinometra vanbrunti*, también llamado erizo negro o erizo regular., Agassiz (1863).

### 5.3.Descripción de *Echinometra vanbrunti*

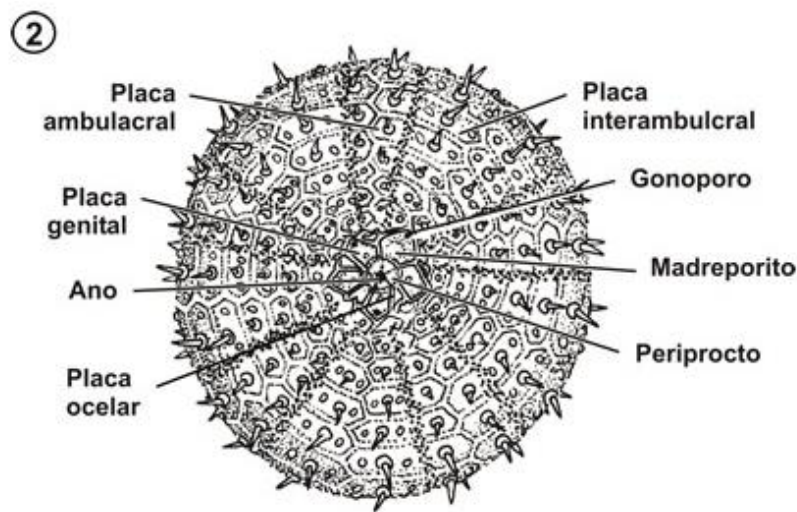
*Echinometra vanbrunti* del Phylum Echinodermata, perteneciente a la Clase Echinoidea, donde se agrupan todas las especies de erizos regulares. Es una especie bentónica, donde su principal hábitat es el intermareal rocoso y aguas someras, generalmente se aloja a una profundidad no mayor a 3 m, adhiriéndose fuertemente al sustrato excavando agujeros en corales o rocas basálticas (Reyes Bonilla, 1995).

El caparazón es grueso de dorso convexo, superficie ventral hundida y el ámbito de forma circular o ligeramente alargado, mide de 25 a 30 mm de longitud, 20 a 60 mm de anchura y de altura 10 a 25 mm, su forma es variable, debido a que algunos de ellos poseen forma de turbante, con un ámbito circular; otros son oblongos y de caparazón bajo y aplanado (Caso *et al.*, 1996). Las espinas, que son características de estos grupos se encuentran repartidas por toda la superficie del esqueleto, miden aproximadamente de 8 a 35 mm, suelen ser robustas y alargadas más que el diámetro del caparazón (FAO, 1995) (Figura 2).



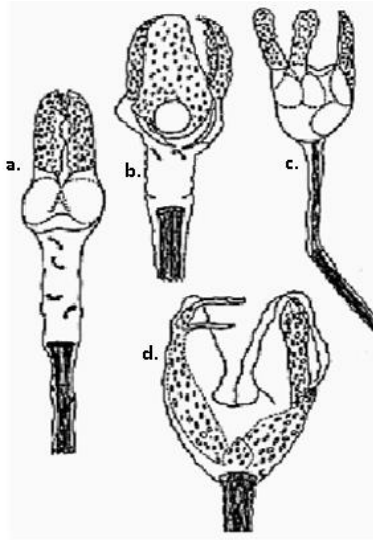
**Figura 2.** a: *Echinometra vanbrunti*; b: tamaño de espina, Brusca (1981).

En los erizos se pueden distinguir dos hemisferios: oral y aboral; en el hemisferio oral de forma aplanada se encuentra la boca que está en contacto con el sustrato la usa especialmente para la captura de alimentos; y en el hemisferio aboral de forma convexa se localiza la región anal también llamada periprocto; además posee alrededor de 5 pares de pies ambulacrales cortos y gruesos, modificados a los que se les denomina pies bucales usado para el intercambio gaseoso (Menéndez, 2006)(Figura 3).



**Figura 3.** Vista y partes del hemisferio aboral en individuos *Echinometra vanbrunti*, Menéndez (2006).

Presentan pedicelarios de cuatro clases ubicadas sobre la superficie del cuerpo: pedicelarios globíferos con valvas grandes y con un diente prominente lateral cerca del extremo distal; pedicelarios oficéfalos con valvas no adelgazadas; pedicelarios delgados y pequeños que poseen aurículas grandes con anchos bordes inter ambulacrales y pedicelarios tridentados con valvas anchas y curvadas (Caso, 1961). Hay especies que tienen pedicelarios venenosos capaces de causar graves heridas en organismos invertebrados marinos, en el caso del tacto humano no se han registrado problemas graves (Peláez Sergio, 2004) (Figura 4).



**Figura 4.** Tipos de pedicelarios en *E. vanbrunti* (a. y c. tridentados; b. oficéfalos; d. globíferos), Laura Calva (2003).

#### **5.4. Alimentación**

Generalmente los erizos son omnívoros, su dieta se basa de origen vegetal específicamente de algas marinas siendo consumida en su mayoría de un 88 a 96%, es decir son fitófagos; entre la fauna que pueden consumir alrededor del 6% se tratan de foraminíferos y espongiarios. Su hábito alimenticio es principalmente nocturno y depende de la región donde el organismo habite. Estos organismos bentónicos están dotados de un aparato masticador calcáreo llamada linterna de Aristóteles, razón por la que son capaces de roer sobre las rocas y extensiones de algas. Los erizos regulares forman bolas de alimento cubiertas por moco, el cual permanece intacto durante el paso desde la faringe hasta el ano (Tuya et al., 2007; Calva, 2002).

## **5.5.Reproducción**

Estos organismos son dioicos, no tienen dimorfismo sexual y pueden liberar hasta 20 millones de óvulos. Su caparazón tiene cinco gónadas adheridas y tienen una fecundación externa con desarrollo indirecto, lo que significa que los óvulos y los espermatozoides son expulsados al agua para fecundarse. No necesitan cuidado de los padres. Su fase reproductiva permanece constante durante todo el año, aunque mejora su rendimiento gonádico durante los meses de frío (Steneck, 2013).

## **5.6.Distribución de *E. vanbrunti***

La distribución de los individuos de una especie a lo largo de los ecosistemas está limitada, en primer lugar, debido a sus restricciones fisiológicas ante múltiples factores ambientales. Cuando hay densidades bajas, los erizos se disgregan y se agrupan en estructuras complejas como cuevas u oquedades para protegerse de varios depredadores. A diferencia de cuando están presentes en altas densidades, se distribuyen aleatoriamente sobre el sustrato rocoso sin importar la complejidad de la estructura que eligen como refugio (Mora *et al.*, 2010). Los ejemplares de la especie *Echinometra* se encuentran en regiones desde el norte de California Central hasta Colombia y el sur de Perú. Se pueden encontrar en las costas de Ecuador, desde Salinas, Los Frailes, Punta Carnero hasta las Islas Galápagos, en la zona intermedia rocosa, con aguas someras o poco profundas en las costas rocosas (Mair *et al.*, 2002; Mora *et al.*, 2010).



### **5.7. Interacciones mutualísticas y neutras**

Las relaciones interespecíficas se pueden clasificar según los beneficios que obtienen las especies relacionadas. Ambas especies se benefician de la asociación en las relaciones mutualísticas. La relación se conoce como mutualismo facultativo cuando ambas especies pueden sobrevivir sin la otra, mientras que el mutualismo obligatorio ocurre cuando una especie depende de la otra de tal manera que no puede sobrevivir separada (Molles, 2010). En otras asociaciones neutras, los organismos no se benefician mutuamente, pero tampoco se ven afectados. Son relaciones en las que uno de los organismos recibe beneficios mientras que el otro organismo puede permanecer neutral, como en el caso del inquilinismo y comensalismo. Es difícil clasificar ciertas asociaciones porque entre una categoría y otra pueden existir muchos matices o porque no se conocen exactamente los beneficios o perjuicios de las partes involucradas (Giuseppe Cognetti, 2001).

### **5.8. Especies asociadas**

Todo organismo vivo depende del ambiente en el cual vive, obteniendo de éste sus nutrientes, en los ecosistemas marinos existen múltiples relaciones con varias especies clasificadas como "especies clave", Birkenland (1989) expresó que los estudios sobre equinodermos se han centrado en la ecología experimental. Estas especies pueden afectar la estructura y funciones de la comunidad en una variedad de áreas geográficas y niveles tróficos (Pawson, 2007).

### **5.8.1. Erizo – Equinodermo**

Se han encontrado varias asociaciones entre el erizo de mar y otros organismos marinos. Los cinco grupos comunes de equinodermos son Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea y Crinoidea. Entre el pepino de mar (Holothuroidea) y el erizo es de suma importancia, puesto que el pepino mantiene su papel como detritívoros, pues aprovechan la materia orgánica y la microbiota presentes en el sedimento. Entre ofiuras (Ophiuroidea) y erizos son más comunes. Puesto que se han registrado varias especies ubicadas cerca de la boca del erizo, además hay reportes de que es bastante común conseguir ofiuroideos sujetos en las espinas apicales de erizos (Hyman, 1971).

### **5.8.2. Erizo – Cnidario**

Hyman (1971), propuso que las interacciones entre erizos y los cnidarios en su mayoría no están del todo estudiadas, sino que más bien son especulaciones mediante observación porque el erizo usa sus espinas como sitios de anclaje por parte de hidrozoarios y anémonas pequeñas.

### **5.8.3. Erizo – Anélido**

De acuerdo a Martin y Britayev (1998), la asociación entre poliquetos con equinoideos hay más de 200 casos reportados su bibliografía. Entre ellos se destacan especies de Polynoidae, estos reportes no son suficientes para determinar la existencia de una interacción del tipo comensalismo, aunque hay observaciones que indican que muchos poliquetos roban la comida de los equinoideos.

#### **5.8.4. Erizo – Crustáceos**

Las asociaciones con crustáceos son más comúnmente encontradas, variando desde micro crustáceos (copépodos, misidáceos y anfípodos) hasta camarones, cangrejos y cirripedios. Especies de camarones han sido también reportados sobre varias especies de erizos en diferentes localidades (McPherson, 1969).

#### **5.8.5. Erizo – Moluscos**

Las relaciones entre erizos y moluscos generalmente son del tipo parasíticas, donde los erizos salen perjudicados principalmente por algunas especies de gasterópodos (Hendler *et al.*, 1995).

#### **5.8.6. Erizo - Peces**

Las asociaciones entre erizos y peces generalmente ocurren entre especies de peces pequeños de las familias Blenniidae y Gobiidae, que utilizan los erizos como refugio y en algunos casos, ellos depredan el hospedador consumiendo sus podios y pedicelarios como *Ginsburgellus novemlineatus* (Teytaud 1971; Ganapati y Sastry, 1972; Alvarado 2008; Almeida et al., 2010). En otros casos, existen relaciones más estrictas con el erizo, como por ejemplo el góbido *Lythrypnus dalli* con el erizo *Centrostephanus coronatus* (Hartney y Ground, 2001).

## **5.9. Distribución de una especie**

El área de distribución de una especie es una forma compleja de expresar la historia evolutiva y ecología, determinada por múltiples factores que se hacen presente en diferentes intensidades a diferentes escalas. Existen cuatro formas de distinguir los factores que determinan las áreas en las que se localiza un organismo:

### **5.9.1. Condiciones abióticas**

Los organismos que habitan en intermareales rocosos se enfrentan a condiciones ambientales extremas que son críticas para su supervivencia. Estas condiciones se pueden definir, entre otras cosas, por temperatura, acción de olas, salinidad. Las alteraciones de estos factores reflejan la incapacidad de los organismos para adaptarse a desecación o anoxia de su entorno.

### **5.9.2. Factores bióticos**

Conjunto de interrelaciones entre organismos con otras especies, ayudando a modificar la capacidad de supervivencia para mantener las poblaciones de la especie. Pueden ser positivas (mutualistas) o negativas (competidores, depredadores, enfermedades). Al momento de limitar o mejorar los procesos de población, las interacciones pueden afectar las distribuciones.

### **5.9.3. Dispersión de especies**

Las regiones accesibles a la dispersión de la especie desde un área original. Este factor es muy útil para reconocer el punto real de distribución y su distribución potencial, según la configuración del paisaje y la capacidad de dispersión de la especie.

### **5.9.4. Capacidad evolutiva**

La capacidad evolutiva de las poblaciones de la especie para adaptarse a nuevas condiciones. Este factor se reserva específicamente para análisis o asumido como insignificante. Estos factores interactúan dinámicamente y con diferentes fuerzas a diferentes escalas para producir la entidad compleja y fluida que llamamos distribución geográfica de una especie (Soberón & Townsend Peterson, 2005).

### **5.10. Parámetro ambientales**

Los elementos del clima son comprendidos como condiciones o variables físicas en la atmósfera utilizadas para medir y describir el clima en un momento dado, lo cual quiere decir que afectan el tiempo atmosférico. Para conocer las condiciones climáticas de un lugar, se observan y promedian los datos de los elementos del clima. Alguno de ellos son la temperatura, el viento, precipitaciones, entre otras.

### **5.10.1. Temperatura**

Es uno de los parámetros ambientales o atmosféricos más esenciales y fundamentales para conocer el clima. Aunque básicamente consiste en el estado relativo de calor o frío, está es muy condicionada por otros factores como la radiación solar, viento, y naturaleza de la superficie. De acuerdo a diferentes estaciones meteorológicas alrededor del mundo sitúan la temperatura con un valor que influye en la vida diaria de diferentes organismos animales y vegetales.

Maciel *et al.* (2015), exponen que “en ocasiones la distribución de las especies puede verse afectada por el cambio climático global, afectando la localización espacial de los individuos, con relación a los erizos estos suelen moverse de manera lenta de un área a otra”. Los ecosistemas costeros intermareales se encuentran sometidos a cambios de temperatura a una gran variedad de escalas, viéndose influenciada particularmente por el cambio de marea o por periodos de desecación, provocando que algunos organismos invertebrados marinos que habitan estos ecosistemas tengan la capacidad de adaptarse a estos ambientes (Irusta, 2009).

### **5.10.2. Salinidad**

La salinidad es una propiedad física muy fundamental del agua de mar, que puede afectar las funciones fisiológicas de los organismos, esto se manifiesta al modificar su balance osmótico afectando así a la distribución y comportamiento de muchas especies acuáticas. Las variaciones en la temperatura y la salinidad combinadas determinan la densidad del agua de mar, la cual influye en el movimiento vertical y horizontal de las masas de agua con consecuentes cambios en los eventos químicos y biológicos de la columna de agua (Alvarado y Aguilar, 2009).

### **5.10.3. Hidrodinamismo**

La mecánica de fluidos se ve afectada por la energía térmica, la gravedad y las fuerzas de Coriolis, que provocan el movimiento de las olas (olas y mareas) y el flujo de masa (corrientes de agua verticales y horizontales). El movimiento de las olas y de las mareas son movimientos de las olas, mientras que las corrientes verticales y horizontales están asociadas con el flujo de masa que desplaza masas de aire o aguas más profundas. El calor del sol es el responsable de la circulación atmosférica de vientos por calentamiento diferencial de masas de aire. La energía calórica es responsable de la circulación atmosférica y oceánica pues genera zonas de altas y bajas presiones, generando el ascenso o no de las masas de agua o de aire (Costas, 2014).

## **5.11. Métodos de distribución empleados**

### **5.11.1. Mapeo con GPS**

El GPS ("Global Positioning System") es un sistema capaz de localizar de manera permanente (24 horas sobre 24) cualquier objeto sobre la superficie del globo terrestre. Para esto, utiliza señales emitidas en forma continua por una constelación de 31 satélites NAVSTAR del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, que giran alrededor de la tierra a una altura de 20,000 kilómetros (Garmín, 2021). Cuando se encuentran en condiciones ideales de recepción (área despejada), se capta un conjunto de 6 a 12 satélites bien repartidos. La presencia de árboles puede interferir con la recepción de la señal, dado que se captan menos satélites que cuando el lugar está despejado.

### **5.11.2. Transectos**

El método de los transectos es utilizado por los investigadores por su eficaz en sus mediciones y por su mayor heterogeneidad con que se muestrea dicho organismo o vegetación (Balslev, 2010). Y se emplea con el fin de delimitar extensiones para un trabajo eficaz, en el presente trabajo será empleado para la delimitación de zonas o sectores, para obtener la distribución del erizo y su fauna acompañante (Figura 6).

### **5.11.3. Cuadrantes**

Para la obtención de datos referentes a riqueza y abundancia, se utilizarán cuadrantes T de PVC (1 m<sup>2</sup>), que se colocarán al azar sobre la zona rocosa del área, contabilizando por especie el número de individuos. A partir de la información de todos los transectos se comparó la densidad poblacional de las especies entre sí. Los patrones de distribución espacial de las especies dentro de los transectos se analizarán con dos procedimientos: la técnica de varianza/media y el índice de dispersión de Morisita (1998). La primera técnica resulta ser la menos sesgada de su tipo al aplicarse cuando se usan metodologías de transectos y cuando la abundancia de los individuos se mantiene en el mismo orden de magnitud (Hurlbert, 1990).

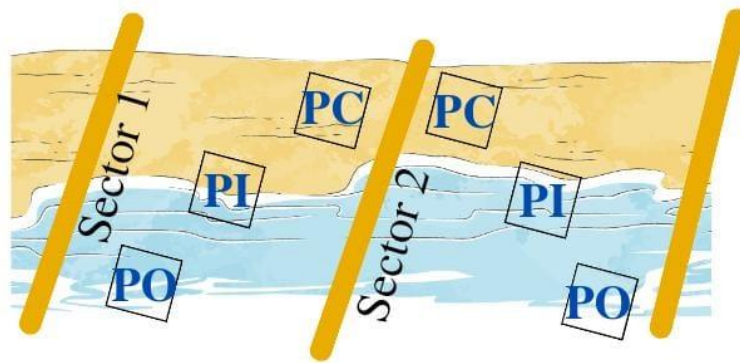




## 6.2. Delimitación de los sectores de estudio en la zona intermareal

Para delimitar la zona de estudio, se dividió la distancia de la plataforma intermareal rocosa en 2 transectos y dentro de estos se tomaron en cuenta 3 puntos (Figura 6), los puntos fueron mapeados con la ayuda de un GPS marca Garmin Gs, que corresponden a las siguientes:

- Punto cercano a la playa (PC).
- Punto intermedio a la playa (PI).
- Punto donde rompen las olas (PO).



**Figura 6.** Diseño de delimitación mostrando transectos y cuadrantes (PC, PI, PO).

La zona intermareal presentó una longitud de 10m (línea azul) y 15m de ancho (línea roja), con una extensión total de  $150 \text{ m}^2$ , donde se dividió en dos transectos, cada uno con medidas de 7.5 m de ancho y 10 m de longitud de acuerdo a su ubicación geográfica (Figura 7).



**Figura 7.** Diseño de muestreo en el sitio de estudio en la playa La Morilla de Ayangue, cuyas estrellas representan las coordenadas.

Se realizó 8 muestreos durante los meses abril, mayo y junio (2023), con jornadas de trabajo de tres horas teniendo en cuenta la tabla de mareas del Inocar. Las áreas fueron monitoreadas durante los siguientes periodos: una hora antes, durante y después de baja mar, para así registrar 3 datos.

### 6.3. Parámetros ambientales

Para caracterizar los parámetros ambientales que afectan la distribución de los organismos en la plataforma rocosa, se registraron las siguientes variables:

#### 6.3.1. Temperatura y Salinidad

Se usó un termómetro de mercurio y un refractómetro, para tomar datos de temperatura y salinidad respectivamente. Registrando 3 datos de cada uno de los parámetros cada hora; antes, durante y después de bajar, con el fin de registrar si existen cambios significativos en cuanto a estos dos factores. Además, teniendo en cuenta los datos registrados por la página web del Inocar para tener una mejor referencia.

#### 6.3.2. Hidrodinamismo (movimiento del agua)

Se aplicó el Índice de Disolución de una barra de Tiza (IDT), cuyo proceso consiste en secar una barra de tiza en una estufa por 5 h a 90 °C, pesada con una balanza analítica, calculando mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de disolución (IDT)} \left( \frac{gr}{h} \right) = \frac{(\text{Peso}_{Inicial} - \text{Peso}_{Final})}{\text{Tiempo}}$$

Reemplazando los datos, donde:

**Peso<sub>Inicial</sub>**: Peso de la tiza antes de colocarlas dentro de cada cuadrante.

**Peso<sub>Final</sub>**: Peso de la tiza después de quitarlas de los cuadrantes.

**Tiempo**: El tiempo en el que la tiza se desgastó.

Se instalaron jaulas construidas con tela metálica, sujeta a rocas en cada uno de los 3 puntos de la plataforma rocosa (PC, PI y PO). El tiempo de permanencia en el agua osciló entre 2 horas (dependiendo de cuán rápido se desgastará en ese punto). Se retiró del agua y se colocó en bolsas plásticas individuales (fundas ziploc) con el código de la tiza para posteriormente proceder a pesarla.

#### **6.4. Captura de erizo y la fauna acompañante**

Para la captura de los erizos y especies asociadas se utilizó una bolsa elaborada con tela de malla de color oscuro teniendo dimensiones de 5 cm de ancho, 8,5 cm de largo y 15cm de profundidad (Figura 8), para así evitar que los organismos móviles más rápidos se dispersen. Se realizó solo una captura inicial a fin de identificar la especie, solo aquellos que no pudieran ser identificados mediante fotografías fueron observados con la ayuda de un microscopio eléctrico. Las conchas vacías de moluscos como gasterópodos y bivalvos; y las mudas del exoesqueleto de los crustáceos encontradas dentro del cuadrante no se tomaron en cuenta para el conteo de organismos.



**Figura 8.** Foto referencia de una bolsa de malla usada para la captura de organismos, Shelly (2022).

## 6.4.1. Identificación de organismos asociados

### 6.4.1.1. Identificación *In situ* con Guías Taxonómicas

En el campo, los organismos fueron identificados con la ayuda de un microscopio eléctrico para facilitar la observación de los mismos, midiendo los organismos con un calibrador Vernier o una regla (en erizos el diámetro máximo que alcanzan los individuos es de 7 cm, con espinas que llegan a los 3 cm de longitud). Se usó bibliografía especializada como claves taxonómicas y descripciones de especies en guías o artículos taxonómico, los cuales son nombrados a continuación:

- Estudio taxonómico de los crustáceos decápodos en la zona litoral de cuatro sitios de la isla San Cristóbal, Cornejo y Rodríguez, 2011.
- Identificación de crustáceos en la provincia de Manabí – Ecuador, Dr. Xavier Piguave Preciado, 2013.
- Clave para identificar los peces marinos, Norma Chirichigno Fonseca, colab. Juan Vélez, diciembre 1998.
- Peces del perfil costero ecuatoriano: primera milla náutica, Marco Herrera, Ingrid Saa, Santiago Ferreyros, Dialhy Coello y Pilar Solís-Coello, 2017.
- Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca, W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem, Roma 1995.
- Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (crustacea: decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú, Matilda Méndez, 1981.
- Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú, Víctor Moscoso, 2012.

- Revisión taxonómica de los asteroideos del mar peruano, Marcia Ivette Morales Montesinos, Lima – Perú, 2011.
- Principios para identificación de equinodermos, Alejandra Martínez Melo Eduardo Ríos Jara; Francisco Alonso Solís Marín, Cristian Moisés Galván Villa; Blanca Estela Buitrón Sánchez, Alfredo Laguarda Figueras, 2018.
- Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicanas del golfo de México, L.A. Hernández-Herrejón, F.A. Solís-Marín & A. Laguarda-Figueras, 2008.
- Manual de Practicas de Zoología Marina, Dra. María M. Gómez Cabrera, 2000.
- Anélidos Marinos de México y América tropical, Jesús Ángel de león-González; José rolando bastida-Zavala; Luis f. Carrera-parra; maría Elena García-garza; Sergio i. Salazar-vallejo; Viviana solís-weiss; maría Ana tovar-hernández, 2021.

## **6.5. Técnicas estadísticas**

### **6.5.1. Riqueza**

Se utilizó la técnica del conteo simple de especies registradas capturadas en el campo, dentro de los 6 puntos muestreados, para datos relacionados a riqueza.

### **6.5.2. Abundancia**

Se estimó la abundancia absoluta (%) y la frecuencia de aparición (%) de cada una de las especies asociadas al erizo de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$Abundancia\ relativa = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Siendo:

$n_i$ : Número de individuos de las especies  $i$ .

$N$ : Número total de organismos capturados.

$$\text{Frecuencia de aparición} = \frac{f_i}{N} \times 100$$

Siendo:

$f_i$ : Número de erizos en que ocurrió la especie  $i$ .

$N$ : Número total de erizos evaluados.

En base a la abundancia absoluta (%) y la frecuencia de aparición (%) las especies fueron clasificadas según lo propuesto por Vallejo (2007) en:

**Fortuita:** 0 - 10%

**Ocasional:** 10,1 - 30%

**Frecuente:** 30,1 - 70%

**Permanente:** 70,1 - 100%

### 6.5.3. Diversidad

Se implementaron diferentes índices de diversidad importantes para no subestimar algunas especies menos abundantes. Los índices utilizados fueron el Índice de Shannon Wiener y Simpson.



### 6.5.3.1. Índice de Shannon-Wiener

El índice de diversidad de Shannon-Wiener que expresa el grado de similitud de la abundancia individual entre diferentes especies, y se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$H = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\text{Log}_2 p_i)$$

Siendo:

**H**: Índice de diversidad de especies.

**S**: Número de especies.

**p<sub>i</sub>**: Proporción del total de muestras pertenecientes a la *i*-ésima especie.

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

**n<sub>i</sub>**: Número de individuos de la especie *i*.

**n<sub>t</sub>**: Número de individuos totales.

### 6.5.3.2. Índice de Simpson

El índice de Simpson se utilizó para medir la diversidad de una comunidad. Comúnmente se usa para medir la diversidad de seres vivos en un lugar determinado, y se realiza con la siguiente formula:

$$D = 1 - \sum \left(\frac{n}{N}\right)^2$$

**D**: Índice de Simpson.

**N**: Número total de organismos de una especie.

**n**: Número total de organismos de todas las especies.

#### **6.5.4. Análisis de varianza**

Se determinó inicialmente si los datos cumplen o no normalidad posterior a lo cual se procedió, si son normales a un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía para los valores obtenidos del Índice de Disolución de la barra de Tiza (IDT) para determinar si existen diferencias significativas en los valores obtenidos entre los puntos y transectos.

## VII. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 7.1. Identificación de especies asociadas

De acuerdo a los catálogos de identificación de especies y otros documentos científicos que constaban con claves taxonómicas, y además de adquirir la ayuda de varias personas que conozcan las especies para así asegurar su identificación. Las especies asociadas al erizo de mar que se encontraron se muestran a continuación, detallando: la identidad taxonómica, porcentaje y ubicación de las poblaciones en el área de estudio, además del registro fotográfico de cada una:

#### 7.1.1. Annelida

El Phylum Annelida (Anélidos), representó un porcentaje poblacional total de 6,67%, con solo un organismo dentro de su taxón: *H. carunculata*.

---

#### Gusano de fuego: *Hermodice carunculata* (Pallas, 1766)



Identificación taxonómica	Porcentaje poblacional en el sitio de estudio	
<b>Reino:</b> Animalia	6,86%	
<b>Filo:</b> Annelida	<b>Lugar donde fue encontrado</b>	
<b>Clase:</b> Polychaeta	<b>Transecto 1</b>	<b>Transecto 2</b>
<b>Orden:</b> Amphinomida	PC (x)	PC (9)
<b>Familia:</b> Amphinomidae	PI (4)	PI (1)
<b>Subfamilia:</b> Amphinominae	PO (x)	PO (x)
<b>Género:</b> Hermodice		
<b>Especie:</b> <i>H. carunculata</i> (Pallas, 1766)		

### 7.1.2. Mollusca

Las especies pertenecientes al Phylum Mollusca (Molusco), representaron un porcentaje poblacional total de 26,67%, con 4 especies dentro de su taxón: *E. diomedea*, *D. dolabrifera*, *P. vulgata*, *Littorina* sp.

---

#### Danzarina mexicana: *Elysia diomedea* (Bergh, 1894)



#### Identificación taxonómica

---

**Reino:** Animal  
**Filo:** Molusco  
**Subclase:** Heterobranchia  
**Clase:** Gastropoda  
**Orden:** Sacoglossa  
**Familia:** Plakobranchidae  
**Género:** Elysia  
**Especie:** *E. diomedea* (Bergh, 1894)

---

#### Porcentaje poblacional en el sitio de estudio

6,86%

#### Lugar donde fue encontrado

Transecto 1	Transecto 2
PC (3)	PC (4)
PI 2)	PI (5)
PO (x)	PO (x)

---

**Vaquita de mar o babosa común: *Dolabrifera dolabrifera* (Rang, 1828)**



**Identificación taxonómica**

---

**Reino:** Animal  
**Filo:** Molusco  
**Clase:** Gastropoda  
**Subclase:** Heterobranchia  
**Superfamilia:** Aplysioidea  
**Familia:** Aplysiidae  
**Género:** Dolabrifera  
**Especies:** *D. dolabrifera* (Rang, 1828)

---

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

12,75 %

**Lugar donde fue encontrado**

---

Transecto 1	Transecto 2
PC (7)	PC (8)
PI (1)	PI (6)
PO (3)	PO (1)

---

---

**Lapa común: *Patella vulgata* (Linnaeus, 1758)**



**Identificación taxonómica**

---

**Reino:** Animal  
**Filo:** Molusco  
**Clase:** Gastropoda  
**Orden:** Patellogastropoda  
**Familia:** Patellidae  
**Género:** Patella  
**Especie:** *P. vulgata* (Linnaeus, 1758)

---

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

0,49%

**Lugar donde fue encontrado**

---

Transecto 1	Transecto 2
PC (1)	PC (x)
PI (x)	PI (x)
PO (x)	PO (x)

---

---

**Caracol marino común:** *Littorina* sp. (Ferussac, 1822)



**Identificación taxonómica**

---

**Reino:** Animal  
**Filo:** Molusco  
**Clase:** Gastropoda  
**Orden:** Mesogastropoda  
**Familia:** Littorinidae  
**Subfamilia:** Littorininae  
**Género:** *Littorina*

---

**Porcentaje poblacional  
en el sitio de estudio**

---

4,41%

**Lugar donde fue  
encontrado**

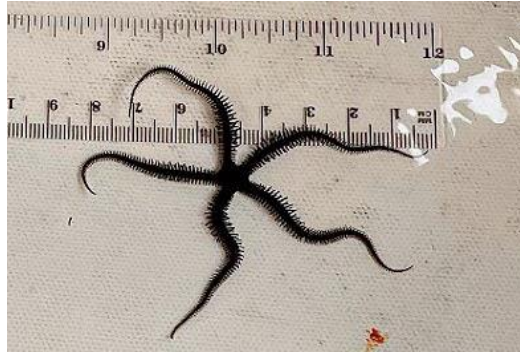
---

Transecto 1	Transecto 2
PC (3)	PC (x)
PI (4)	PI (2)
PO (x)	PO (x)

### 7.1.3. Echinodermata

Las especies pertenecientes al Phylum Echinodermata (Equinodermos), representaron un porcentaje poblacional total de 20%, con 3 especies dentro de su taxón: *O. aethiops*, *O. brevicauda*, *H. helianthus*.

**Ofiura negra: *Ophiocoma aethiops* (Lütken, 1859)**



**Identificación taxonómica**

**Reino:** Animal  
**Filo:** Echinodermata  
**Clase:** Ophiuroidea  
**Orden:** Ophiurida  
**Familia:** Ophiocomidae  
**Género:** *Ophiocoma*  
**Especie:** *O. aethiops* (Lütken, 1859)

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

5,88%

**Lugar donde fue encontrado**

Transecto 1	Transecto 2
PC (x)	PC (2)
PI (x)	PI (6)
PO (2)	PO (2)

**Estrella quebradiza: *Ophioderma brevicauda* (Lütken, 1856)**



**Identificación taxonómica**

**Reino:** Animal  
**Filo:** Echinodermata  
**Clase:** Ophiuroidea  
**Orden:** Ophiacanthida  
**Superfamilia:** Ophiodermatoidea  
**Familia:** Ophiodermatidae  
**Género:** *Ophioderma*  
**Especie:** *O. brevicauda* (Lütken, 1856)

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

9,31%

**Lugar donde fue encontrado**

Transecto 1	Transecto 2
PC (x)	PC (x)
PI (1)	PI (3)
PO (7)	PO (8)

---

**Sol de mar:** *Heliaster helianthus* (Lamarck, 1816)



**Identificación taxonómica**

---

**Reino:** Animal  
**Filo:** Echinodermata  
**Clase:** Asteroidea  
**Orden:** Forcipulatida  
**Familia:** Heliasteridae  
**Género:** Heliaster  
**Especie:** *H. helianthus* (Lamarck, 1816)

---

**Porcentaje poblacional  
en el sitio de estudio**

---

1,96%

**Lugar donde fue  
encontrado**

---

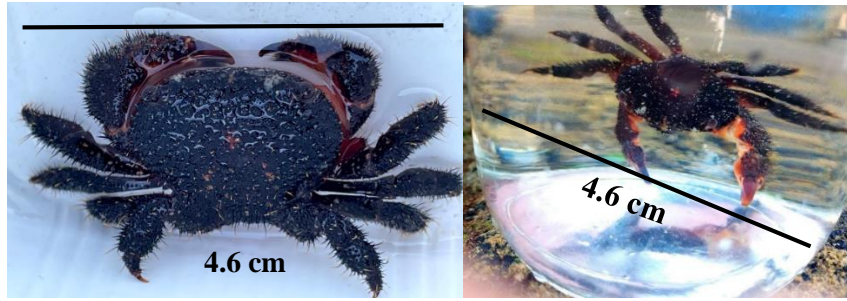
Transecto 1	Transecto 2
PC (x)	PC (x)
PI (1)	PI (3)
PO (x)	PO (x)

#### 7.1.4. Arthropoda

Las especies pertenecientes al Phylum Arthropoda (Artrópodos), representaron un porcentaje poblacional total de 33,33%, con 5 especies dentro de su taxón: *E. hispida*, *P. transversus*, *P. ritteri*, *C. tibicen*, *Balanus* sp.



**Cangrejo cerdo purpura: *Eriphides hispida* (Stimpson, 1860)**



**Identificación taxonómica**

**Reino:** Animal  
**Filo:** Arthropoda  
**Clase:** Malacostraca  
**Orden:** Decapoda  
**Superfamilia:** Eriphioidea  
**Familia:** Eriphiidae  
**Género:** Eriphides  
**Especie:** *E. hispida* (Stimpson, 1860)

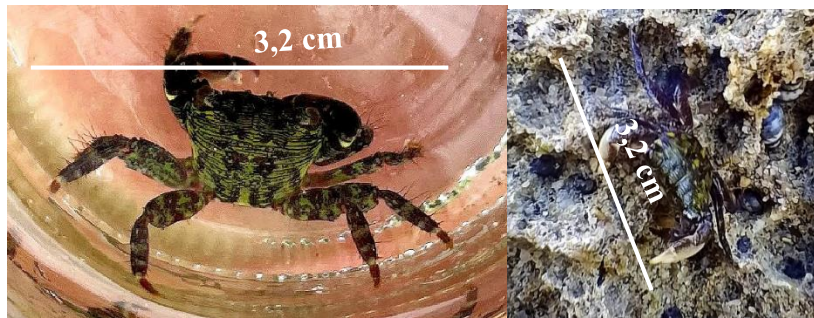
**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

3,43%

**Lugar donde fue encontrado**

Transecto 1	Transecto 2
PC (x)	PC (3)
PI (1)	PI (3)
PO (x)	PO (x)

**Cangrejo saltador: *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850)**



**Identificación taxonómica**

**Reino:** Animal  
**Filo:** Arthropoda  
**Clase:** Malacostraca  
**Orden:** Decapoda  
**Superfamilia:** Grapsoidea  
**Familia:** Grapsidae  
**Género:** Pachygrapsus  
**Especie:** *P. transversus* (Gibbes, 1850)

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

6,37%

**Lugar donde fue encontrado**

Transecto 1	Transecto 2
PC (1)	PC (6)
PI (3)	PI (3)
PO (x)	PO (x)

**Camarón de coral: *Palaemon ritteri* (Holmes, 1985)**



**Identificación taxonómica**

**Reino:** Animal  
**Filo:** Arthropoda  
**Clase:** Malacostraca  
**Orden:** Decapoda  
**Superfamilia:** Palaemonoidea  
**Familia:** Palaemonidae  
**Género:** Palaemon  
**Especie:** *P. ritteri* (Holmes, 1985)

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

2,45%

**Lugar donde fue encontrado**

Transecto 1	Transecto 2
PC (x)	PC (x)
PI (x)	PI (3)
PO (x)	PO (2)

**Cangrejo ermitaño: *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791)**



**Identificación taxonómica**

**Reino:** Animal  
**Filo:** Arthropoda  
**Clase:** Malacostraca  
**Orden:** Decapoda  
**Superfamilia:** Paguroidea  
**Familia:** Diogenidae  
**Género:** Calcinus  
**Especie:** *C. tibicen* (Herbst, 1791)

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

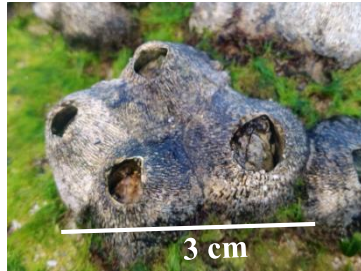
17,16%

**Lugar donde fue encontrado**

Transecto 1	Transecto 2
PC (9)	PC (8)
PI (7)	PI (3)
PO (2)	PO (6)

---

**Bellota de mar: *Balanus* sp. (Da Costa, 1778)**



**Identificación taxonómica**

---

**Reino:** Animal  
**Filo:** Arthropoda  
**Clase:** Thecostraca  
**Orden:** Sessilia  
**Familia:** Balanidae  
**Género:** *Balanus*

---

**Porcentaje poblacional  
en el sitio de estudio**

10,29%

**Lugar donde fue  
encontrado**

---

Transecto 1	Transecto 2
PC (6)	PC (5)
PI (3)	PI (1)
PO (x)	PO (6)

---

**7.1.5. Chordata**

Las especies pertenecientes al Phylum Chordata (cordados), representaron un porcentaje poblacional total de 13,33%, con 2 especies dentro de su taxón: *A. concolor*, *M. tetranemus*.

---

**Petaca o castañeta:** *Abudefduf concolor*, Alevín. (Gill, 1862)



**Identificación taxonómica**

---

**Reino:** Animal  
**Filo:** Chordata  
**Clase:** Actinopterygii  
**Orden:** Perciformes  
**Familia:** Pomacentridae  
**Género:** Abudefduf  
**Especie:** *A. concolor* (Gill, 1862)

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

---

4,90%

**Lugar donde fue encontrado**

---

Transecto 1	Transecto 2
PC (x)	PC (4)
PI (x)	PI (x)
PO (5)	PO (1)

---

**Trambollo moteado:** *Malacoctenus tetranemus* (Cope, 1877)



**Identificación taxonómica**

---

**Reino:** Animal  
**Filo:** Chordata  
**Clase:** Actinopterygii  
**Orden:** Blennioformes  
**Familia:** Labrisomidae  
**Género:** Malacoctenus  
**Especie:** *M. tetranemus* (Cope, 1877)

**Porcentaje poblacional en el sitio de estudio**

---

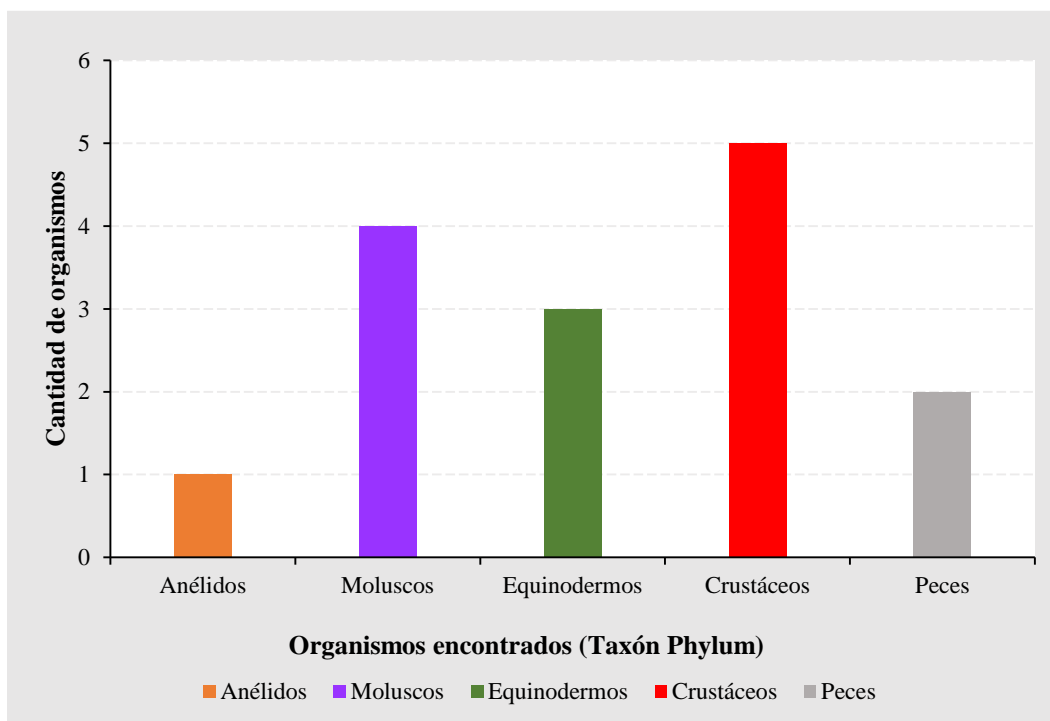
6,86%

**Lugar donde fue encontrado**

---

Transecto 1	Transecto 2
PC (x)	PC (2)
PI (x)	PI (x)
PO (8)	PO (4)

De acuerdo a la identificación de organismos asociados al erizo, se registró un total de 15 especies, clasificadas en 5 Filos y 7 Clases, cada una de las especies fue extraída y observada directamente en las cavidades del erizo o entre sus espinas (Observación *In situ*). El grupo más diverso fueron los artrópodos, específicamente el subfilo crustáceo con 5 especies ocupando el 33.33% de organismos registrados; mientras que el menos diverso fue el grupo anélido, con solo un individuo de su taxón representando el 6.67% (Figura 9).



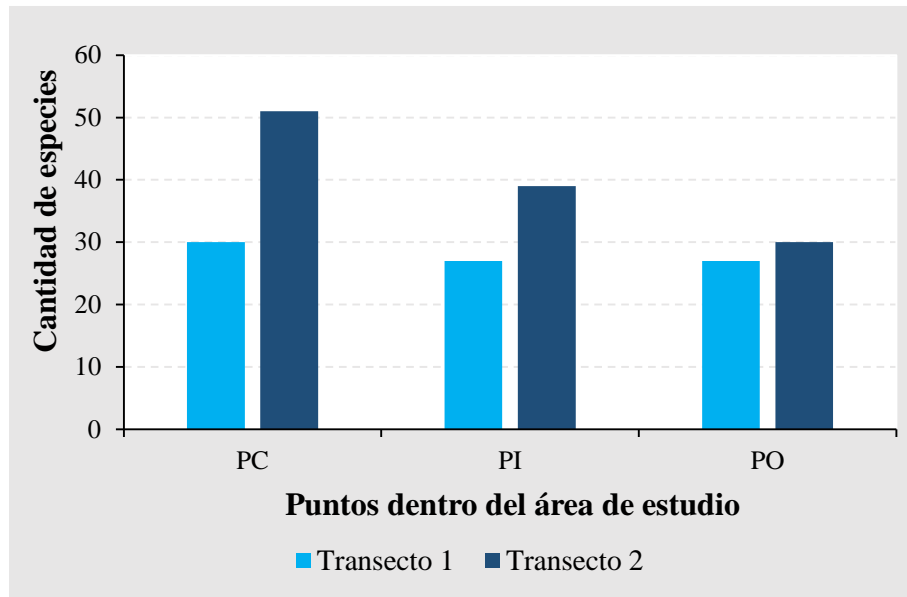
**Figura 9.** Número de especies asociadas a *Echinometra vanbrunti* clasificadas de acuerdo a su grupo taxonómicos.

## **7.2. Erizos registrados por puntos en transectos**

Se obtuvo un registro total de 310 erizos dentro de la zona intermareal rocosa de la playa “La Morilla” donde: 109 fueron contados en el punto cercano, 98 en el punto intermedio y 103 en el punto donde rompen las olas. Se obtuvo mayor presencia de erizos en el segundo transecto con 176 ind (57%), mientras que el primer transecto abarcó 134 ind (43%) (Tabla 2). Además, se calculó la prevalencia y ausencia de especies asociadas a *E. vanbrunti* donde 204 ind se encontraron con fauna acompañante (65,81%) y 106 ind no presentaron fauna acompañante (34,19%).

## **7.3. Biodiversidad de organismos asociados a *E. vanbrunti***

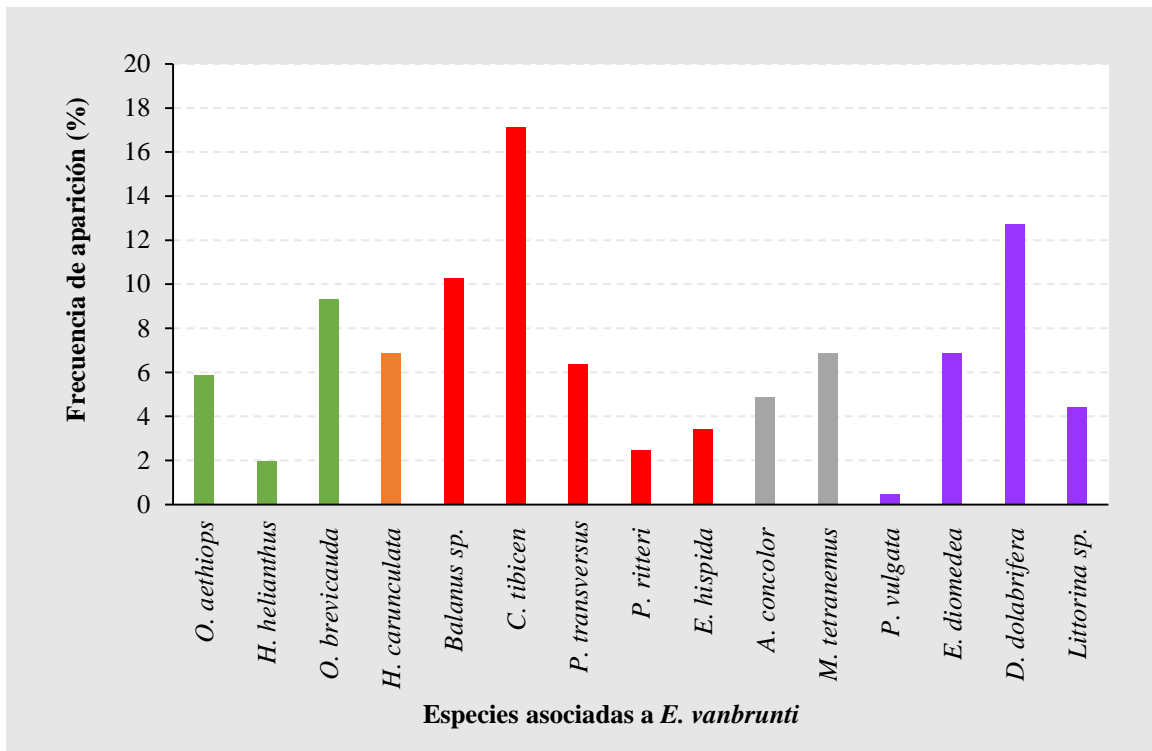
El primer transecto, el punto cercano a la playa (PC) contó con 30 especies, el punto donde rompen las olas (PO) y el punto intermedio (PI) conto ambas con 27 especies; mientras el segundo transecto presentó 51 organismos en el punto cercano a la playa (PC), el punto intermedio (PI) con 39 especies y el punto donde rompen las olas (PO) con 30 especies (Figura 10), dando un total de 204 especies entre ambos transectos (Tabla 3).



**Figura 10.** Número de fauna acompañante a *E. vanbrunti* en los 3 puntos: punto cercano a la playa (PC), punto intermedio (PI) y puntos donde rompen las olas (PO).

### 7.3.1. Abundancia de organismos asociados a *E. vanbrunti*

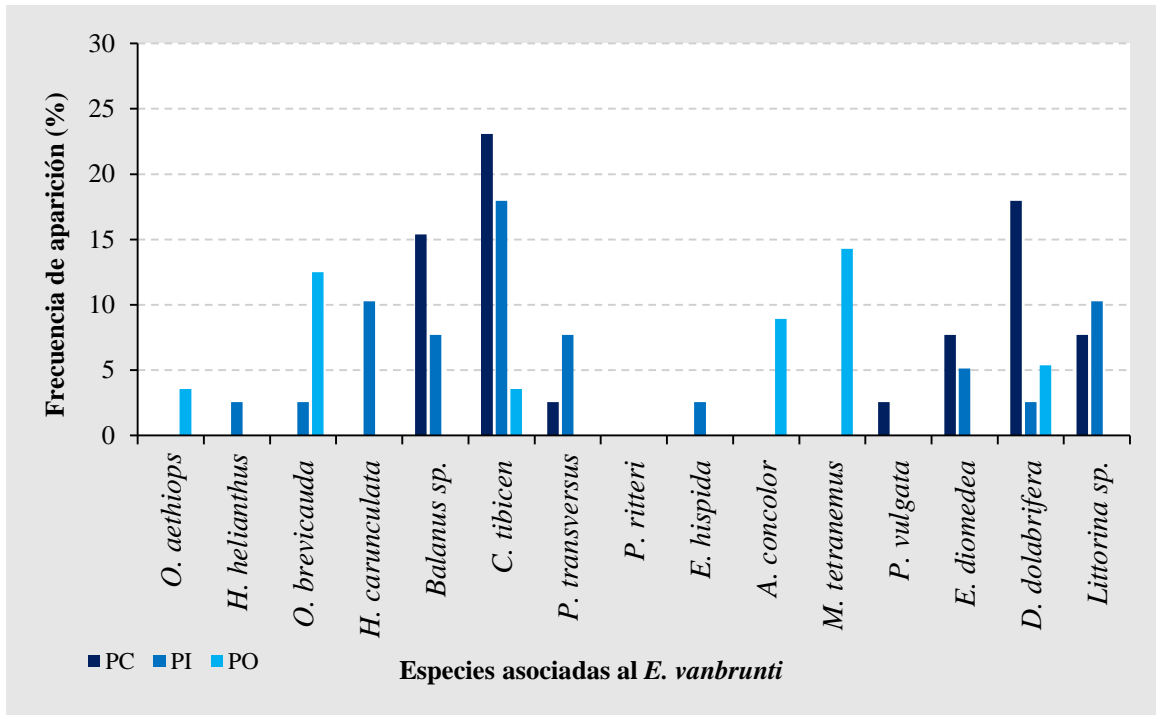
De acuerdo al registro de especies asociadas a *E. vanbrunti*, se encontró a 3 especie que aparecieron en más del 10% de los erizos evaluados, siendo el cangrejo ermitaño *Calcinus tibicen* (17,16%) como la más frecuente, siguiendo la babosa común *Dolabrifera dolabrifera* (12,75%) luego la bellota de mar *Balanus* sp. (10,29%) y por último la estrella quebradiza *Ophioderma brevicauda* (9,31%). Y las menos frecuente fueron: lapa común *Patella vulgata* (0,49%), seguido de la estrella de mar *Heliaster helianthus* (1,96%) y el camarón de coral *Palaemon ritteri* (2,45%) (Figura 11).



**Figura 11.** Frecuencia de aparición (%) de la fauna acompañante en la plataforma intermareal rocosa de la playa "La Morilla" de Ayangué. Los colores son indicativos de al grupo perteneciente: equinodermos (verdes), anélido (naranja), Crustáceos (rojo), peces(gris) y moluscos (morado).

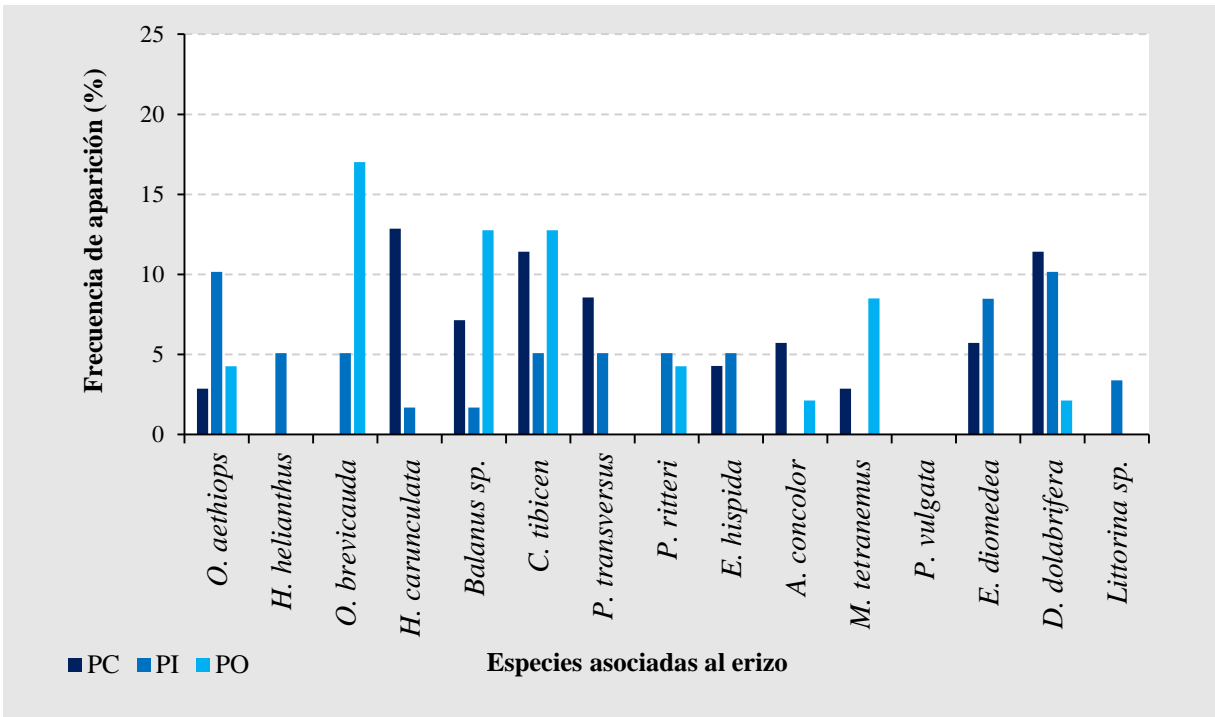
Se determinó la frecuencia de aparición de las especies en cada punto de los transectos de la zona intermareal. Las especies más frecuentes del primer transecto, en el punto intermedio (PI) y el punto cercano a la playa (PC) fue *C. tibicen*; y en el punto donde rompen las olas (PO) fue la especie *M. tetranemus* (Figura 12). Además, se evidencio que la especie *P. ritteri* no se localizó en ninguno de los 3 puntos del área de estudio (PC, PI y PO) (Tabla 4).





**Figura 12.** Frecuencia de aparición (%) de las especies asociadas al erizo en el primer transecto de la zona intermareal rocosa. Los colores resaltan lo siguiente: (PC) punto cercano a la playa (azul oscuro), (PI) punto intermedio (azul claro), (PO) punto donde rompen las olas (celeste).

Las especies más frecuentes del segundo transecto, en el punto cercano a la playa (PC) fue *H. carunculata*; en el punto intermedio (PI) fueron las especies *O. aethiops* y *D. dolabrifera*; y en el punto donde rompen las olas (PO) fue *O. brevicauda* (Figura 13). Además, se evidencio la ausencia de la especie *P. vulgata* ya que no se encontró en ninguno de los 3 puntos del área de estudio (PC, PI y PO) (Tabla 5).



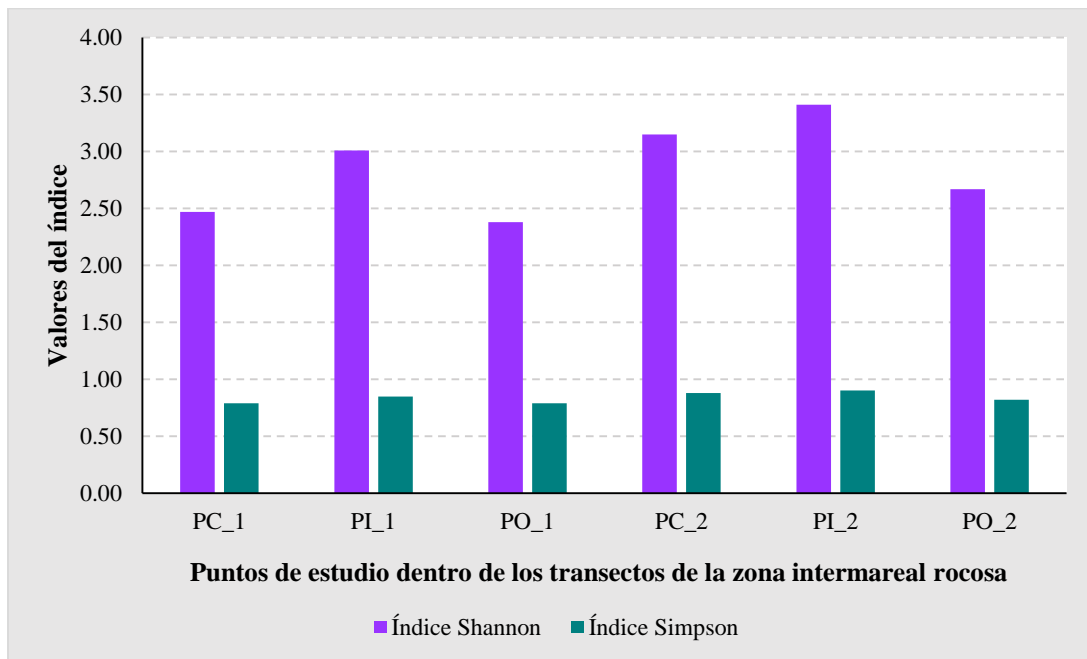
**Figura 13.** Frecuencia de aparición (%) de las especies asociadas al erizo en el segundo transecto de la zona intermareal rocosa. Los colores resaltan lo siguiente: (PC) punto cercano a la playa (azul oscuro), (PI) punto intermedio (azul claro), (PO) punto donde rompen las olas (celeste).

### 7.3.2. Índices de abundancia absoluta (%) y frecuencia de aparición (%)

Las especies del primer transecto que son clasificadas como ocasional (10,1 – 30%), en base a la frecuencia de aparición (%), fue *C. tibicen* (15,99%). Y de acuerdo a la abundancia absoluta (%), se catalogaron como ocasional las siguientes especies: *Balanus sp.* (10,71%), *C. tibicen* (21,43%), *D. dolabrifera* (13,10%) (Tabla 6). En el segundo transecto las 15 especies registradas fueron clasificadas como fortuitas (0 – 10%), en base a la frecuencia de aparición (%). Y se clasificaron como ocasionales en base a la abundancia absoluta (%), las siguientes especies: *Balanus sp.* (10%), *C. tibicen* (14,17%), *D. dolabrifera* (12,50%) (Tabla 7).

### 7.3.3. Índices de diversidad

Los índices de diversidad ecológica Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D$ ) se usaron para conocer que transecto presento una mayor biodiversidad de especies. La figura 14 demuestra que el punto intermedio del segundo transecto (PI\_2) presento una biodiversidad alta obteniendo un valor de 3,41 bits; mientras el punto donde rompen las olas del primer transecto (PO\_1) mantiene una biodiversidad media con un valor de 2,38 bits. Mientras que la dominancia de Simpson en el punto (PI\_2) es de 0,90 bits, lo cual indica que no existe una especie que predomine relativamente sobre los demás (Tabla 8).

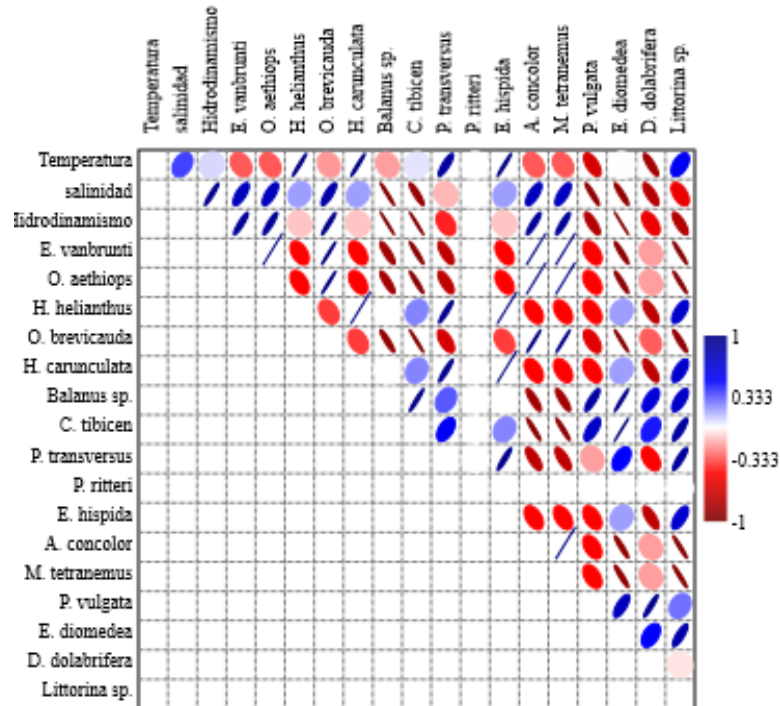


**Figura 14.** Diversidad y dominancia, obtenida a través de los índices de Shannon y Simpson calculados para cada uno de los puntos en el primer y segundo transecto (PC, PI, PO) de la zona intermareal rocosa de la playa “La Morilla”.

### 7.3.4. Correlación r de Pearson ( $p > 0,05$ )

#### 7.3.4.1. Correlación para el primer transecto

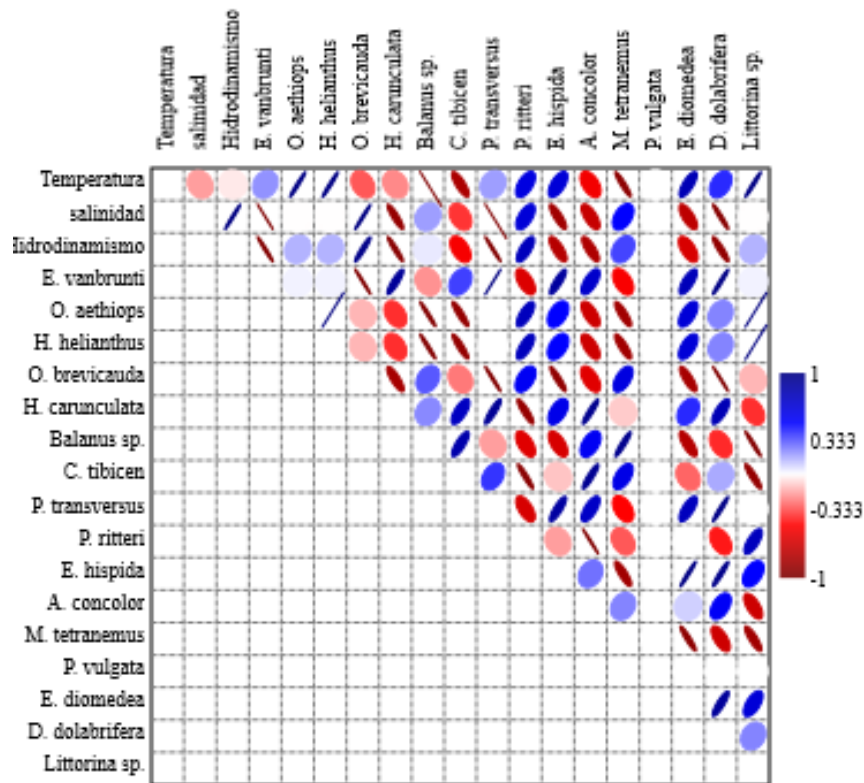
La correlación r Pearson muestra una correlación positiva significativa de 1 entre *E. vanbrunti* y las especies *O. aethiops*, *A. concolor* y *M. tetranemus* significando que ambas especies suelen localizarse a la par, lo que explicaría que, al momento de evaluar cada punto, en las cavidades donde habita el erizo se observaron las especies. Además, se observa una correlación negativa significativa de -1 entre *E. diomedea* y el hidrodinamismo, lo que incita que la dispersión del gasterópodo se ve afectada por el movimiento del agua, debido a que el valor del hidrodinamismo fue bajo, a diferencia del segundo transecto que tiene mayores valores, por ende, una mayor dispersión de *E. diomedea* (Figura 15).



**Figura 15.** Correlación lineal r de Pearson ( $p < 0,05$ ) de fauna acompañante y parámetros ambientales en el primer transecto.

### 7.3.4.2. Correlación r de Pearson ( $p > 0,05$ ) para el segundo transecto

La correlación r de Pearson en el segundo transecto muestra una correlación positiva significativa de 1 entre *E. vanbrunti* y *P. transversus*, indicando que la dispersión del crustáceo depende del erizo, lo que explicaría como esta especie fue vista en las cavidades con los erizos. Además, se observa una correlación negativa significativa de -1 entre la salinidad y *E. vanbrunti*, lo que podría significar que el erizo necesita un ambiente con salinidad alta (35 Ups) para poder desarrollarse, pero al encontrarse en una zona intermareal con salinidad media debe adaptarse para prolongar su supervivencia (Figura 16).

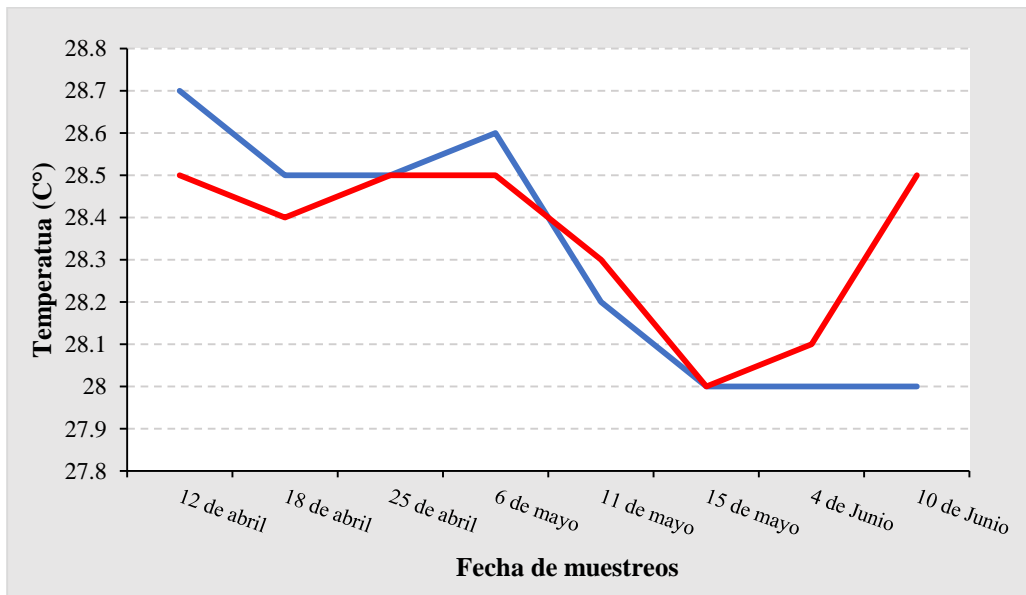


**Figura 16.** Correlación lineal r de Pearson ( $p < 0,05$ ) de fauna acompañante y parámetros ambientales en el segundo transecto.

## 7.4. Parámetros ambientales.

### 7.4.1. Temperatura

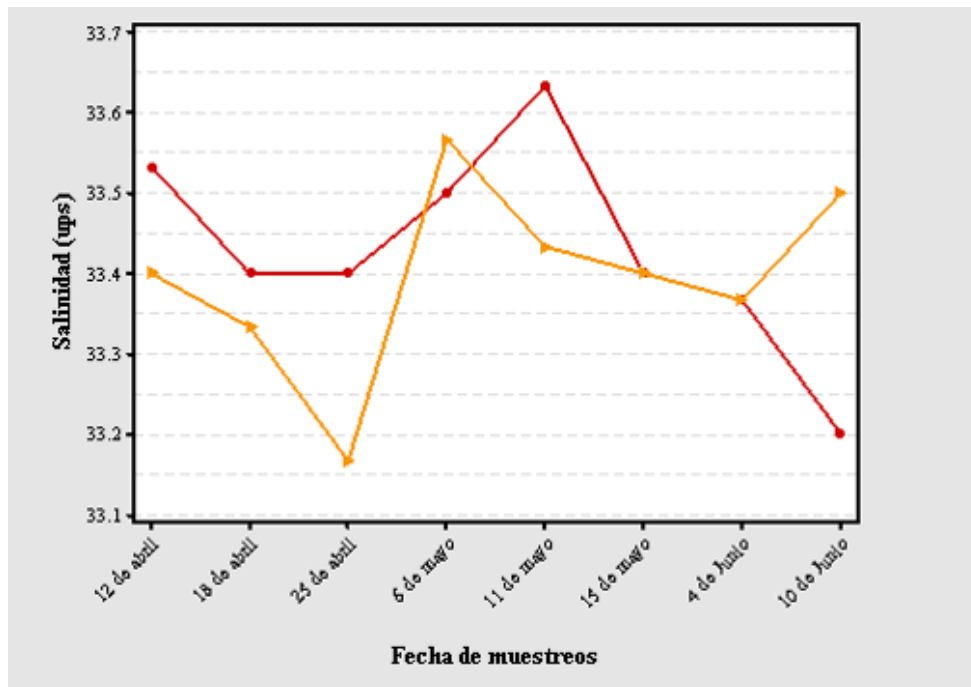
La temperatura osciló entre 28 a 28,7 °C, cabe recalcar que los datos fueron comparados con la temperatura superficial del mar registrado en la plataforma del Inocar. Durante los 8 muestreos (días) (Tabla 9), en el primer transecto la temperatura empezó con 28.7 °C sufriendo una inclinación de 28.6, decayendo significativamente a 28 °C. Manteniendo una temperatura constante de 28 °C desde el 15 de mayo hasta el 10 de junio; mientras que el segundo transecto empezó con 28.5 °C, presentando una disminución significativa a 28 °C, pero presento un aumento desde el 15 de mayo hasta el 10 de junio (Figura 17). Lo que indica que el primer transecto tuvo una temperatura total baja (28,3 °C) presentando una diferencia significativa con el segundo transecto y su temperatura total alta (28,4 °C).



**Figura 17.** Temperatura promedio durante los 8 muestreos durante abril, mayo y junio, en el primer transecto (azul) y segundo transecto (rojo).

### 7.4.2. Salinidad

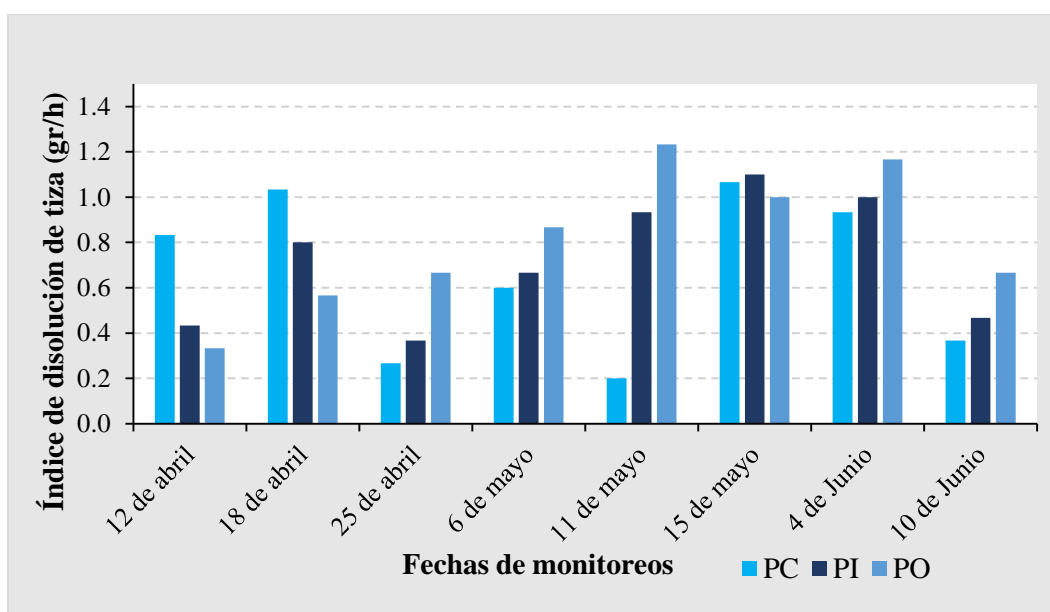
La salinidad del agua fue registrada con valores que oscilaron en 33.4 ups para el primer y segundo transecto (Tabla 10). En la figura 18, detalla que el primer transecto mostró la salinidad más alta de 33.6 ups el 11 de mayo; mientras que en el segundo transecto presento una salinidad alta de 33.5 ups el 6 de mayo.



**Figura 18.** Salinidad promedio durante los 8 muestreos durante abril, mayo y junio, en el primer transecto (rojo) y segundo transecto (naranja).

### 7.4.3. Hidrodinamismo

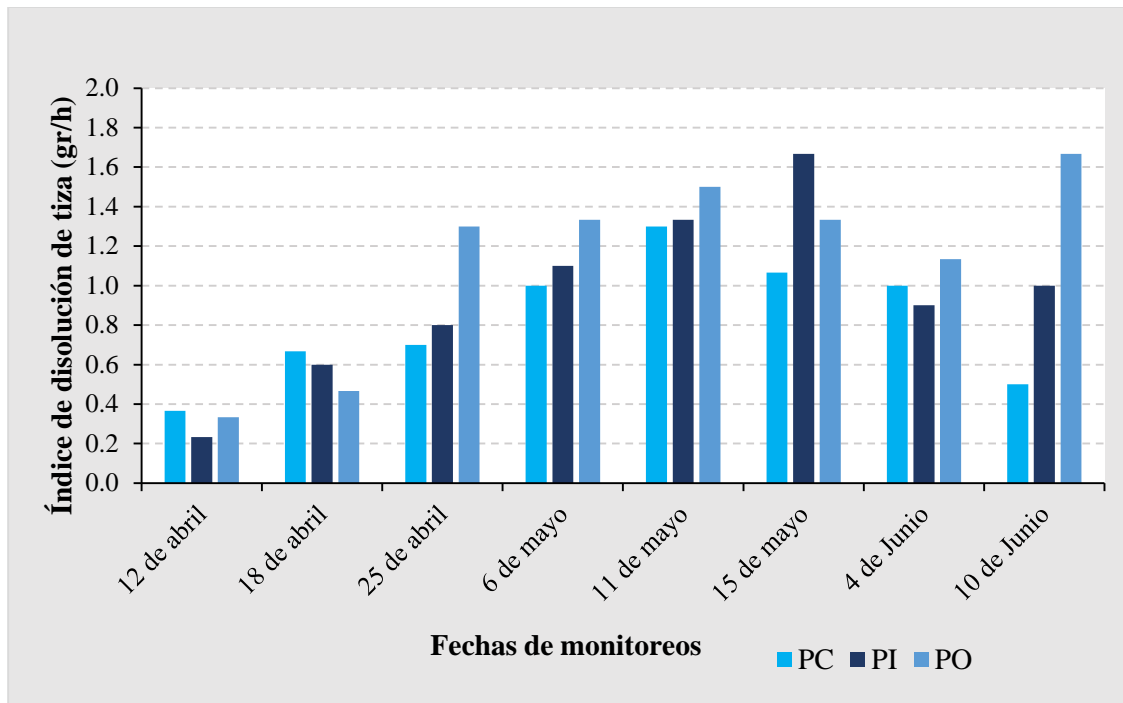
A través del índice de disolución de tiza (IDT), se demostró que alguno de los días de muestreos, tanto en el primer y segundo transecto se presentaron patrones con leves diferencias significativas, como en el muestreo N° 6 (15 de mayo) y 7 (04 de junio), donde el punto cercano a la playa (PC) tuvieron el mismo valor en ambos transectos; mientras los otros puntos (PI y PO) demostraban leves diferencias (Tabla 11; Figura 19 y 20).



**Figura 19.** Índice de disolución de tiza correspondiente a cada uno de los puntos (PC, PI y PO) en el primer transecto de la zona de estudio.

Aunque los índices fueron determinados en diferentes fechas, se observa valores similares en el punto cercano a la playa (PC) y el punto intermedio (PI) del primer transecto con índices de 0,7 gr/h; mientras en el segundo transecto el punto intermedio (PI) y el punto donde rompen las olas (PO) con intervalos de variación significativa entre 1 gr/h y 1,1 gr/h.





**Figura 20.** Índice de disolución de tiza correspondiente a cada uno de los puntos (PC, PI y PO) en el segundo transecto de la zona de estudio.

Adicional se hizo una prueba de análisis de varianza Anova (Tabla 12), donde indica que el valor de la probabilidad (0.1568033) es mayor al nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula aceptando la hipótesis alterna, explicando porque las medias de los valores del hidrodinamismo no son iguales, tal como se puede ver en las figuras 19 y 20.

## VIII. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1.DISCUSIÓN

#### 8.1.1. Parámetros ambientales

Las zonas intermareales son un vasto ecosistema en el cual cada especie encontrada allí cumple su rol ecológico, en la presente investigación las variables ambientales como la temperatura, salinidad eh hidrodinamismo, han sido un punto importante para conocer que especies se ven vinculadas a estos, así como también son clave para el desarrollo de la especie de estudio el erizo de mar *Echinometra vanbrunti*. De acuerdo con la metodología aquí propuesta, el uso de transecto es fundamental para la delimitación de zonas designadas, donde se pudo registrar dichos parámetros. Durante los monitoreos se observó un ligero descenso de la temperatura en abril, mayo y junio, variando entre 28.5, 28.3 y 28.2°C respectivamente. Cota-Ortega y otros (2022), encontraron que incluso en la zona intermareal de Baja California Sur, donde se midieron los parámetros en abril, mayo y junio, los valores fueron significativamente más bajos, empezando con 26.2, 25.4 y 25.2 °C.

Alicia Franco (2012), sugirió en su propio trabajo que los valores de temperatura en las zonas intermareales de Ecuador varían entre 26.1 a 27.2 °C, lo cual es diferente a los resultados mostrados en el presente estudio y esta diferencia significativa puede deberse a la presencia de la corriente fría del Humboldt en 2010. Por otro lado, el aumento de temperatura en mi estudio fue causa de la corriente cálida de El Niño, que como su nombre lo indica se caracteriza por la presencia de aguas cálidas superficiales en las costas del Pacífico.

En apoyo a lo anterior, Rodney Martínez y otros autores (2017), afirman en su trabajo que “en los meses abril-diciembre de 2015 y 2016 se comenzaron a observar cambios significativos en cuanto a su temperatura superficial, mostrando valores fuera de lo normal a lo largo del perfil costero de Colombia, Venezuela, Norte de Argentina, Uruguay y sur de Brasil, debido al evento de El Niño durante esos años”.

En cuanto a la salinidad promedio registrada en este estudio aumento en 33.5, 33.4 y 33.4 ups correspondiendo a los meses de abril, mayo y junio respectivamente. Según la propuesta de Luciana Fueyo (2008), la salinidad en las zonas intermareales está relacionada principalmente con otros factores tales como la lluvia, la acción del oleaje y el movimiento de los organismos, además de los fenómenos o eventos atmosféricos antes mencionados. En su proyecto de titulación Saúl González (2011), registró datos de salinidad en la zona intermareal de Acajutla, en abril la salinidad fue menor, a diferencia de los otros meses en que aumentó significativamente, sin embargo, las diferencias entre la salinidad de la presente investigación y su trabajo, se debe a los periodos lluviosos durante el desarrollo de su trabajo, lo que confirma lo explicado anteriormente por Luciana Fueyo.

La hidrodinámica o movimiento del agua determina la presencia de comunidades en zonas intermareales, de acuerdo a los monitoreos durante el mes de abril, mayo y junio se recogieron valores de 0.7 a 1.1 gr/h. Según Felaco Duran (2011), en su estudio obtuvo valores que oscilaron de 0.68 y 0.69 gr/h, detalló que “para entender los resultados obtenidos en su investigación es necesario conocer el lugar y su geografía, puesto que existen playas o ensenadas donde el oleaje

no se intensifica. Así mismo, la Marybeth Costilla (2019), utilizó el método de disolución de tiza para elaborar su proyecto relacionado con asociación de especies, registrando valores entre 0.11 a 1.52 gr/h, existe diferencia significativa entre las obras de los dos autores, lo que explica que el segundo transecto tuvo mayor abundancia de especies.

### **8.1.2. Asociación de especies con *E. vanbrunti***

Existen varios mecanismos que facilitan la coexistencia de diversas especies en un área determinada. El hábitat del erizo fue el sitio idóneo para las especies asociadas, debido a la acción de baja mar y pleamar de la marea los puntos se ven afectados por ser una zona abierta al oleaje intenso. La abundancia de erizos se vio limitada en días donde hubo presencia de bajamar en los transectos, así mismo la cantidad de organismos asociados.

Los erizos *E. vanbrunti* y *E. lucunter* habitan la zona intermareal rocosa específicamente en un punto expuesto a la costa, cuando se introducen a las madrigueras en zonas expuestas suelen alimentarse de algas flotantes, que atrapan con sus espinas y patas ambulacrales. En el estudio de Schoope (1995), evaluó 90 individuos de erizos negros, y entre su fauna acompañantes los crustáceos, la estrella quebradiza *O. synoecina* y el pez *A. rubiginosus* se asocian directamente al erizo y a su cavidad siendo usado como refugio. En la presente investigación se evaluaron 310 erizos cada uno en sus cavidades, 102 de ellos encontrados con especies asociadas (32%) y 208 no presentaron (67%), es decir había una mayor cantidad de erizos que fauna acompañante. Las especies que se asocian íntimamente con otros organismos vivos pueden obtener beneficios

importantes (protección, comida), pero también costos substanciales (defensa, movilidad restringida) de su estilo de vida como simbiote (Thiel *et al.*, 2003).

Según el trabajo realizado por Michael Reyes (2022), la presencia de erizos reduce la existencia de especies dominantes, y a su vez la ausencia de estos provoca alteraciones en el ecosistema. Una diferencia significativa en ambos estudios fue el sitio de estudio, aun así, se concluye en ambas investigaciones que el erizo mantiene en equilibrio el medio donde habita.

De toda la fauna acompañante el taxón crustáceo fue encontrado en mayores cantidades asociadas al erizo *E. vanbrunti* en el presente estudio con alrededor de 5 especies, de acuerdo a los índices de abundancia y frecuencia la especie *C. tibicen* tuvo valores altos. Según registros de Vanessa Vallejo (2007), se considera que los individuos más frecuentes de la fauna acompañante de *E. vanbrunti* son crustáceos cuyo taxón presento una mayor variedad y abundancia teniendo altos valores, además realizo una correlación, cuyos valores significativos indican que no existió una correlación significativa entre el Erizo y las especies *Clastocheilus Gorgonensis*, *T. melones*. La diferencia entre los estudios se debe a que el erizo y la especie *C. tibicen* si presento una correlación significativa de 0,91 clasificada como correlación muy alta, concluyendo en que existe un amplio registro de familias de crustáceos que se asocian directamente al grupo de equinodermos, algunos usando al erizo como protector ante depredadores o efectos intermareales.

## 8.2.CONCLUSIONES

- Cada uno de los organismos registrados fueron identificados con la ayuda de diferentes especialistas que han trabajado con organismos macro invertebrados cumpliendo así el primer objetivo, donde la especie más abundante fue el cangrejo ermitaño *C. tibicen*, y la especie menos abundante fue *Patella vulgata*, cada especie registrada fue encontrada dentro de las madrigueras del erizo o junto a él.
- El 65,81% de las madrigueras evaluadas en la zona intermareal rocosa de la playa “La Morilla” presentaban erizos con fauna acompañantes, registrando 15 especies de 5 filos que se distribuyen de manera diferente en distintos puntos de la zona de estudio, siendo el cangrejo ermitaño *C. tibicen* del subfilo crustáceo la especie más abundante en cada punto de los dos transectos.
- La riqueza de especies presento variaciones significativas entre los distintos puntos, de acuerdo al conteo simple de especies registradas, el punto cercano a la playa del segundo transecto fue la que presento una mayor cantidad de organismos, pero de acuerdo a los índices de Shannon – Wiener y Simpson, el punto intermedio del segundo transecto presento una mayor biodiversidad.
- Cada parámetro ambiental registrado fue revisado mediante correlaciones e índices de varianza indicando, que los valores de temperatura, salinidad e hidrodinamismo no afectan la

distribución de *E. vanbrunti* y su fauna acompañante, concluyendo que se rechaza H1 (Hipótesis alternativa), aceptando la H0 (Hipótesis nula).

- La asociación entre la fauna acompañante y el erizo *E. vanbrunti* se considera del tipo comensalita oportunista en todas las 15 especies encontradas, donde se evidencio que las especies acompañantes recibieron protección y refugio temporal contra organismos predadores, lo que explicaría por qué no se encontró ningún erizo muerto durante el periodo de monitoreo, es decir, no tiene depredadores naturales en la zona intermareal.

### **8.3.RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar trabajos posteriores que traten sobre el asentamiento del erizo en diferentes tipos de sustratos del intermareal rocoso, además de usar otras variables ambientales más influyentes sobre el erizo y su comunidad intermareal.
  
- Se recomienda profundizar estudios recientes que describan la dinámica poblacional de macro invertebrados marinos en el intermareal rocoso de las playas de Santa Elena, monitoreados durante el día y la noche para tener mejores resultados para así incrementar el conocimiento sobre ecología en zonas intermareales.
  
- Se recomienda ejecutar proyectos relacionados sobre la adaptación del erizo de mar *E. vanbrunti* ante contaminantes de hidrocarburos.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

Agatsuma, Y. (2003). Sea urchin fisheries: Japanese perspective. Instituto de Fomento Pesquero (Chile) y University of South Florida (USA)., 25,27.

Alvarado, J. (2008). Seasonal Occurrence and Aggregation Behavior of the Sea Urchin *Astropyga pulvinata* (Echinodermata: Echinoidea) in Bahía Culebra, Costa Rica. LXII(4), 579-592. Obtenido de <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/items/9f1d0e81-d062-400c-9c5c-2f4ff5c0ef27>

Amaya Vallejo, V. (2004). Relaciones ecologicas entre *Echinometra vanbrunti* y la macrofauna asociada a sus cavidades de habitación, en el acantilado verde de la isla de Palma, Bahía de Málaga, Pacífico Colombiano. Universidad del Valle, Programa Académico de Biología, Santiago de Cali.

B., M. (1969). Studies on the biology of the tropical sea urchins, *Echinometra lucunter* and *Echinometra viridis*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 194-213.

Bailón, S. E. (2014). Evaluación de los bancos naturales del erizo negro *Echinometra vanbrunti* en la zona intermareal rocosa del balneario de Ballenita y comuna La Entrada, provincia de Santa Elena, durante noviembre 2013 – abril del 2014. La Libertad: La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2014. Obtenido de Repositorio UPSE.

Balslev, H. N. (2010). Using transects to study palm communities. Scielo, 8-22.

Birkeland, C. (1989). The influence of echinoderms on coral-reef communities. (L. J. Jangoux M, Ed.) Echinoderm studies, III, 1-79.

Cabrera, D. M. (2000). Manual de prácticas de zoología marina. Publicaciones de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. .

Calva, L. (2002). Hábitos Alimenticios de Algunos Equinodermos. Laboratorio de Ecosistemas Costeros, Depto. Hidrobiología.

Caso Muñoz, M., Laguarda Figueras, A., Solís Marín, F., Ortega Salas, A., & Durán González, A. (1996). Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología - UNAM*, XXII(1), 101-119. Recuperado el 02 de 04 de 2023, de <https://biblat.unam.mx/hevila/AnalesdeLaEscuelaNacionaldeCienciasBiologicas/1982/vol26/no1-4/6.pdf>

Caso, M. (1961). Estado actual de los conocimientos acerca de los equinodermos de México. *Museum Comparative Zoology*. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Costilla Díaz, M. (2019). Estructura y distribución espacial de la comunidad de macroalgas benthicas asociadas a la zona Mesolitoral de la plataforma rocosa de Playa Caribe, Chuspa, Estado Miranda. Caracas, Venezuela. Obtenido de <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/20410/1/Tesis%20Especial%20de%20Grado.pdf>

Cota-Ortega, L., Barjau-Gonzalez, E., López-Vivas, J., Armenta-Quintana, J., Aguilar-Parra, J., Aispuro-Felix, E., & Romo-Piñera, A. (2022). Determination of the Fish Community Structure of an Intertidal Rocky Zone of the Pacific Coast of Baja California Sur. *Open Journal of Marine Science*(12), 1-18. doi:10.4236/ojms.2022.121001

Crossland, J., Collins, R., & Alford, R. (1993). Host selection and distribution of *Hypermastus placenta* (Eulimidae), and ectoparasitic gastropod on the sand dollar *Arachnoides placenta* (Echinoidea). *Marine and Freshwater Research*, 833-844.

F, N. C., & D, J. V. (1998). *Claves para identificar los peces marinos del Perú*. Callao, Perú: Esquina Gamarra y General Valle.

FAO. (1995). Clase Echinoidea— Echinometridae. (W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, & V. H. Niem, Edits.) Roma: Pacífico centro-oriental. Recuperado el 02 de 04 de 2023

Felaco Duran, L. (2011). Asociaciones entre epibiontes y los octocorales *plexaura flexuosa* y *plexaura homomalla* (cnidaria, octocorallia) en dos localidades del Litoral Central Venezolano. Caracas, Venezuela.

Franco Campos, A. (2012). Caracterización ecológica de las comunidades intermareales rocosas a lo largo de una gradiente de productividad en las costas del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Ciencias Biológicas. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10760/4.5.000324.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Fueyo Sanchez, L. (2008). *Redes tróficas y flujos de energía en comunidades de pozas de marea de Mar del Plata*. Universidad Nacional de Luján.

G., C. (19 de Marzo de 2014). *Ciencia y Biología*. Obtenido de *Ciencia y Biología*: <https://cienciaybiologia.com/el-mar-como-biotopo/#rb-Densidad>

Garmín. (2021). Guía de GPS marca Garmin GPSmap 60C. Obtenido de [http://www.agter.org/bdf/\\_docs/gonda\\_pommier\\_manual\\_gps\\_parte-2.pdf](http://www.agter.org/bdf/_docs/gonda_pommier_manual_gps_parte-2.pdf)

Giuseppe Cognetti, M. S. (2001). *Biología Marina* (Primera ed.). (J. Ros, Trad.) España: Ariel .S.A. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=nVRGQC2pDTkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

González Murcia, S. (2011). “Diversidad, estructura y distribución de la comunidad de peces en la zona intermareal rocosa del área natural protegida los Cóbanos, Acajutla, departamento de sonsonate, El Salvador”. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, ESCUELA DE BIOLOGÍA. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8953/1/19200932.pdf>

González Olivares, E. (1986). Algunos aspectos sobre la biología del erizo de espina larga *Diadema mexicanum* (Echinoidea: Echinodermata). La Paz, México: Universidad Autónoma de Baja California Sur. Obtenido de <http://rediberoamericanaequinodermos.com/wp-content/uploads/2015/09/Olivares+1986+Diadema+mexicanum+Rep+Baja+UABCS.compressed.pdf>

Hendler, Miller, Pawson, & Kier. (1995). *Echinoderms of Florida and the Caribbean: Sea Stars, Sea Urchins and Allies*. Washington, E.U.A.: Smithsonian Institute Press.

Herrera, M., Saa, I., Ferreyros, S., Coello, D., & Solís-Coello, P. (2017). *Peces del perfil costero ecuatoriano : primera milla náutica*. Ecuador: Instituto Nacional de Pesca.

Hurlbert, S. (1990). Distribution of the montane unicorn. *Oikos*, 257-271.

Hyman, L. (1955). *Echinodermata Vol 4: the coelomate Bilateria. The invertebrates, IV*.

Hyman, L. (1971). The invertebrates. Vol. IV: Echinodermata. New York: Mc Graw Hill. Book.

Irusta, J. M. (2009). Contribución al conocimiento del erizo de mar *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816): ciclo gonadal y dinámica poblacional. Universidad de Cantabria.

Jara, A. M., Francisco Alonso Solís Marín, C. M., & Blanca Estela Buitrón Sánchez, A. L. (2018). Principios para identificación de equinodermos. México: Sindicato de Trabajadores Académicos de la Universidad de Guadalajara.

Juan José, A., & José Francisco, A. (2009). Batimetría, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto en aguas del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 19-29.

Krupp, W. f., Schenelder, W., Sommer, C., Carpenter, K., & Niem, V. (1995). Guía para la identificación de especies para los fines de pesca (Vol. I). Roma.

L.A. Hernández-Herrejón, F. S.-M.-F. (2008). Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicanas del golfo de México. México D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Lawrence, J., & Jangoux, M. (1982). Echinoderm Nutrition. London: CRC Press. doi:<https://doi.org/10.1201/9781003078920>

León Montero, A., & Salvador Brito, M. (2019). Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos móviles en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Ecuador. *La Técnica - Revista de Agrociencias*(21), 17-30.

león-González, J. Á., bastida-Zavala, J. r., Carrera-parra, L. f., García-garza, m. E., Salazar-vallejo, S. i., solís-weiss, V., & tovar-hernández., m. A. (2021). Anélidos Marinos de México y América tropical. (Primera ed.). Mexico: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Levenbach, S. (2008). Community-wide ramifications of an associational refuge on shallow rocky reefs. *Ecology*, 2819-2828.

Mair, J., Mora Sanchez, E., & Cruz, M. (2002). Manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos. Moluscos, crustáceos y equinodermos de la zona litoral ecuatoriana. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2002.

Martin, D., & Britayev, T. (1998). Symbiotic polychaetes: a review. *Oceanography and Marine Biology*, 217-340.

Martin, D., & Britayev, T. (1998). Symbiotic Polychaetes: Review of known species. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev*(36), 217-340.

McQuaid, & Branch. (30 de August de 1984). Influence of sea temperature, substratum and wave exposure on rocky intertidal communities: an analysis of faunal and floral biomass. *MARINE ECOLOGY - PROGRESS SERIES*, 19, 145-151.

Méndez, M. (1981). • Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (crustacea: decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. (Vol. V). Callao, Perú: Gráfica Morsom S. A.

Menéndez, J. L. (06 de 11 de 2006). Astornatura.com. Recuperado el 02 de 04 de 2023, de Astornatura.com: <https://www.astornatura.com/temarios/biologia/equinodermos/erizos>

Molles, J. (2010). Ecology, concepts and applications. (Quinta ed.). (M. Hill, Ed.) New York, E.U.A.

Montesinos, M. I. (2011). Revisión taxonómica de los asteroideos del mar peruano. Lima, Perú.

Mora, E., Jurado, V., & Mendívez, W. (2010). Diversidad de macroinvertebrados en la plataforma continental de Ecuador. *Revista Ciencias del Mar y Limnología*, IV(2), 99-113. Obtenido de <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/5389/99-113.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moscoso, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú (Vol. XXVII). Callao, Perú: Blga. Emira Antonietti.

OCAÑA, A. (2006). Equinodermos. Fauna Andaluza. (Vol. XV). (A. y. TINAUT, Ed.) Andalucía: Publicaciones Comunitarias, SL., Sevilla. .

Ortega, A., & Castellanos, A. (1994). La Isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. *Comunidades bentónicas*, 225-245.

Pawson, D. (2007). Phylum Echinodermata. (Z.-Q. & Zhang, Ed.) *ZOOTAXA*, 1-766.

Peláez Sergio, S. G. (Julio de 2004). Biología poblacional del erizo *echinometra vanbrunti* (echinodermata: echinoidea), en el Sur del Golfo de California, México. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S. C., 118. Obtenido de <http://rediberoamericanaequinodermos.com/wp-content/uploads/2015/09/Gonzales-Pelaez-2004-Biol-pob-Echinometra-vanbrunti-CIBNOR-MSc.pdf>

Preciado, D. X. (Enero de 2013). Identificación de crustáceos en la provincia de Manabí - Ecuador. *Bioma*, 27-30.

Reyes Bonilla, H. (1995). Asteroidea and Echinoidea (Echinodermata) of Isla San Benedicto, Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Revista de investigación científica - Area de Ciencias del Mar*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, VI(1-2), 29-38.

Reyes Marcillo, M. (2022). Análisis espacial comparativo de la población de erizos de mar *Echinometra Vanbrunti* asociados al intermareal rocoso de San Lorenzo— Santa Elena, Ecuador, entre los periodos de diciembre, 2019 – enero, 2020 y junio - julio 2022. *La Libertad: La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena*, 2022. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8832>

Rodney, M., Zambrano, E., Nieto, J., Hernández, J., & Costa, F. (2017). Evolución, vulnerabilidad e impactos económicos y sociales de El Niño 2015-2016 en América Latina. *Instituto Interuniversitario de Geografía (Esp)*(68), 65-78. doi: 10.14198/INGEO2017.68.04

Rodríguez Becerra, J. O. (2011). Estudio taxonómico de los crustáceos decápodos en la zona litoral de cuatro sitios de la isla San Cristóbal. Guayaquil: Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.

Rodríguez, J., Reul, A., Blanco, J., & Rodríguez, V. (2011). Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas marinos de aguas exteriores de Andalucía. Málaga: Departamento de Ecología y Geología .

Schoppe, S., & Werding, B. (1996). The Boreholes of the Sea Urchin Genus *Echinometra* (Echinodermata: Echinoidea: Echinometridae) as a Microhabitat in Tropical South America\*. *Marine Ecology*, 17(1-3), 181-186. doi:10.1111/j.1439-0485.1996.tb00499.x



Schoppe, S., & Werding, B. (1996). The Boreholes of the Sea Urchin Genus *Echinometra* (Echinodermata: Echinoidea: Echinometridae) as a Microhabitat in Tropical South America. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology-P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 181-186.

Smith, R., & Smith, T. (2001). *Ecología*. Cuarta Edición. Madrid, España: Editorial Pearson Addison Wesley.

Soberón, J., & Townsend Peterson, A. (Enero de 2005). Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species' Distributional Areas. *Biodiversity Informatics*, II. doi:10.17161/bi.v2i0.4

Steneck, R. (2013). Sea urchins as drivers of shallow benthic marine community structure. (J. Lawrence, Ed.) *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, XXXVIII, 195-212. doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396491-5.00014-9

Thiel, M., Zander, A., Valdivia, N., A. Baeza, J., & Rueffler, C. (2003). Host fidelity of a simbiote porcellanid Crab: la importancia de las características del huésped. *Diario de Zoología*, 353-362.

Tuya, F., Boyra, A., Sanchez-Jerez, P., Barberá, C., & J. Haroun, R. (2004). Relationships between rocky-reef fish assemblages, the sea urchin *Diadema antillarum* and macroalgae throughout the Canarian Archipelago. *Marine Ecology Progress Series*, 157-169.

Tuya, F., Cisneros-Aguirre, J., Ortega-Borges, L., & Haroun, R. (2007). Bathymetric segregation of sea urchins on reefs of the Canarian Archipelago: Role of flow-induced forces. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, LXXIII(3-4), 481-488. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.02.007

Vallejo, V. A. (2007). *Echinometra vanbrunti* (echinometridae) como hospedero de relaciones comensalistas en el Pacífico Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 57-66.

## X. ANEXOS

### 10.1. Claves de identificación

#### Identificación de especies (anélidos)

I. Notosetas en acúmulos laterales, nunca dorsales, a veces diminutas; branquias limitadas al margen laterodorsal del cuerpo, pectinadas o arborescentes, raramente faltan..... Amphinomidae

II. Carúncula trilobulada; cirro dorsal accesorio presente al menos en setígeros anteriores..... Archinomiae

III. Carúncula variable; sin cirros dorsales accesorios..... Amphinomiae

Rebordes carunculares transversales dirigidos hacia atrás ..... *H. carunculata*

#### Identificación de especies (Equinodermos)

##### Ofiuroideos

I. Cuerpo estelado con cinco brazos ramificados o no; los brazos surgen del disco ventral; surcos ambulacrales cerrados; pies ambulacrales con ámpulas internas, sin ventosas; ano ausente; androporita en la placa del interambulacro sobre la superficie oral..... Ofiuroideos

II. Disco y brazos cubiertos por escamas o placas, en ocasiones éstos están cubiertos por piel o gránulos. Las espinas de los brazos son laterales y los brazos generalmente se mueven horizontalmente..... Ophiurida

Ila) Presenta los dos grupos de papilas, orales y dentales en la mandíbula.....**Ophiocomidae**

**III.** Presenta un disco cubierto por gránulos tanto en la parte dorsal como en la parte ventral del disco y puede tener dos pares de hendiduras genitales por cada espacio interr radial.....**Ophiodermatidae**

1. Espinas branquiales muy pequeñas.....**Ophioderma sp.**

**IV.** Pies ambulacrales provistos de ventosas.....Clase Asteroideo

a. Cuerpo estrellado con 5 o más brazos. Superficie cubierta de espinas variable y nunca dispuestas en grupo. Esqueleto dorsal es menos reticulado, formado por placas no paxiliformes; placas adambulacrales estrechas.....1

1. Con cuatro filas de pies ambulacrales.....Orden Forcipulata

Numerosos radios (más de 20); disco grande; celoma del disco separado del celoma de los radios por un tabique interbranquial; esqueleto reticulado y robusto.....**Heliaster helianthus**

### **Identificación de especies (crustáceos)**

Caparazón rugoso ántero-lateralmente, con tubérculos cada uno formado por una fila de dos o más gránulos; apéndices abdominales del macho con puntas robustas, obtusas.....**Superfamilia Eriphioidea: Familia Eriphiidae**

**I.** Caparazón cuadrilateral; márgenes laterales rectos o arqueados; diente que forma el ángulo orbital externo con 1 o 2 dientes ántero-laterales; frente más ancha que las órbitas; sin rostro sin dientes. Órbitas ubicadas en los ángulos ántero-laterales o cerca de éstos. Cuadro bucal cuadrado;

maxilípedos del tercer para menudo separados por una abertura grande, romboidal, su palpo articulado en el ángulo ántero-externo, cerca de este ángulo o en el punto medio del margen anterior, del mero. Segundo a quinto par de pereiópodos semejantes en forma y tamaño, su dáctilo con espinas bien visibles.....**Grapsidae**

**II.** Con espina branquiostegal; primer pleópodo del macho sin apéndice interno.....**Gen. Palaemon**

a' Margen inferior del rostrum con 2 – 4 dieentes; rostrum termina en punta aguda, sin dientes subapicales.....1

1 Carpo del segundo par de periópodos más corto que la palma.....***Palaemon ritteri***

Abdomen normalmente asimétrico (raramente recto y simétrico), no claramente dividido en segmentos, generalmente de consistencia membranosa, y provisto de urópodos modificados que permiten al animal mantenerse en el interior de conchas de gasterópodos. Caparazón ocasionalmente calcificado y algo espinoso.....1

1. Bases (coxas) del tercer par de maxilípedos muy juntas. Quelípedos subiguales, o bien, el izquierdo mucho más robusto que el derecho (raramente el derecho ligeramente más robusto que el izquierdo.....**Superfamilia Paguroidea**

Pedúnculo ocular de sección circular o subcircular. Ojos en posición oblicua.....**Familia Diogenidae**

**I** Quela mayor lisa, extremo de los dedos calcáreo. Sin una uña córnea en los dedos de los quelípedos; anillo ocular sin prolongación entre las escamas oftálmicas. Colores vivos, rojos,

azules. Pedúnculos oculares largos, rebasando los pedúnculos de las antenas. Escama oftálmica triangular, estrecha, con una espina en su ángulo anterior. Cara superior de la mano abombada, con rugosidades sinuosas; dátilo fuertemente excavado en forma de cuchara.....**Gen. Calcinus**

Especies con sus placas murales y operculares dispuestas simétrica y separadamente.....**Balanomorpha**

Especies con el rostro fusionado con los rostros laterales.....**Gen. Balanus**

### **Identificación de especies (peces)**

Opérculo branquial osificado; esqueleto óseo; cola no heterocerca, generalmente con los lóbulos iguales, isocerca, homocerca; sin abrazaderas ni tenáculo; cuerpo con escamas o desnudo.....**Clase: Actinopterycii**

**a)** Aleta dorsal con 12 a 14 radios blandos; margen inferior del suborbital generalmente libre con toda su longitud; dientes anchos, más o menos bicúspides o bilobulados; con bandas oscuras verticales.....**Gen. Abudedefduf**

**b)** Extremos de las aletas verticales (dorsal y anal) redondeadas; bandas oscuras de los lados generalmente más anchas que los interespacios claros; de 10 a 13 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial.....***Abudedefduf concolor***

**I.** Poco o nada de la porción postero-dorsal de los labios maxilares está cubierta por el preorbital cuando la boca está cerrada; el largo del maxilar menos de 3.0 veces en la longitud de la cabeza; interespacio entre las bases de los cirros nucleares menos de 3 veces en una de las bases;

generalmente especies grandes, con cabeza ancha, hocico ramo y ojos sobresalidos; pectoral con 13 a 16 radios.....**Gen. Labiosomus**

**II.** Una gran porción de los labios maxilares debajo del preorbital cuando la boca está cerrada; el maxilar más pequeño, alcanza el margen anterior de la pupila, 3 a 3,5 veces en la cabeza; el interespacio entre las bases de los cirros más de 3 veces en una de las bases; especies generalmente más pequeña, con cabeza comprimida, hocico largo y puntiagudo, ojos más laterales y menos sobresalidos; pectoral con 14 radios.....**Malacoctenus sp.**

### **Problemática**

El área de estudio, el intermareal rocoso, se encuentra cerca de una zona turística, al llegar al lugar lo primero en observarse es la abundancia de organismos macro invertebrados distribuidos irregularmente por el área. Factores abióticos como temperatura, oleaje, entre otros; y bióticos como la flora y fauna asociadas relacionadas entre sí, son los que determinan las características de este ecosistema. Cabe indicar que algunas actividades humanas afectan negativamente la biodiversidad de los ecosistemas marinos, como el “pisoteo” o la extracción de organismos por parte del turista o con fines comerciales, que perjudican a la comunidad de estos organismos en todos los niveles (diversidad genética, de especies, de hábitat y de ecosistemas); lo que se manifiesta en el deterioro y destrucción de hábitat de las especies que habitan allí.

Ortega et al. (1994), señalan que “Los erizos de mar son los invertebrados móviles más conspicuos en un archipiélago y representan un grupo importante en el sistema costero”. Además, las galerías que crean en estas áreas intermareales sirven de refugios para otros organismos marinos, principalmente crustáceos y peces pequeños, puesto que estos permiten esconderse y protegerse

de los depredadores y, de algunos parámetros ambientales extremos tales como el oleaje, corrientes, mareas, entre otros (Schoppe y Werding, 1996).

Los factores ambientales, afectan la abundancia de comunidades costeras de erizos, principalmente la temperatura (mencionada con anterioridad), y la salinidad; a medida que aumenta la duración de condiciones extremas, algunos organismos disminuyen su tolerancia a las mismas y pueden conllevarlos a la muerte. El oleaje también está entre los factores que más influye, debido a que afecta la manera en la cual ocurre el intercambio gaseoso entre la superficie del agua y el aire, y la erosión de los sustratos. La variación en la salinidad afecta los organismos marinos por las alteraciones de la presión osmótica en las células y en otros su flotabilidad. En general, los organismos juveniles de equinodermos tienen menores niveles de tolerancia a las variaciones de salinidad y de temperatura; con respecto a lo encontrado en los organismos adulto.

Por otro lado, aunque las relaciones ecológicas entre equinodermos y su fauna acompañante han sido estudiadas en otros ambientes tales como arrecifes de coral, las aproximaciones experimentales en zonas rocosas tropicales, específicamente en costas ecuatorianas, son escasas. Esto a pesar de su importancia económica, por lo que se destaca gran interés en tratar de entender la dinámica poblacional del erizo.



## 10.2. Anexo de tablas

**Tabla 1.-** Especies identificadas y clasificadas taxonómicamente durante los muestreos en el sitio de estudio.

Phylum	Subphylum	Clase	Orden	Familia	Género/Especie
<b>Annelida</b>		Polychaeta		Amphinomidae	<i>Hermodice carunculata</i>
<b>Mollusca</b>		Gastropoda		Patellidae	<i>Patella vulgata</i>
				Plakobranchidae	<i>Elysia diomedea</i>
				Aplusiidae	<i>Dolabrifera dolabrifera</i>
				Littorinidae	<i>Littorina</i> sp.
<b>Echinodermata</b>		Ophiuroide	Ophiacanthida	Ophiodermatidae	<i>Ophioderma brevicauda</i>
				Ophiocomidae	<i>Opiocoma aethiops</i>
		Asteroidea	Forcipulatida	Heliasteridae	<i>Heliaster helianthus</i>
<b>Arthropoda</b>	Crustacea	Thecostraca		Balanidae	<i>Balanus</i> sp.
		Malacostraca	Decapoda	Diogenidae	<i>Calcinus tibicen</i>
				Eriphides	<i>Eriphides hispida</i>
				Grapsidae	<i>Pachygrapsus transversus</i>
				Palaemonidae	<i>Palaemon ritteri</i>
<b>Chordata</b>		Actinopterygii	Cichliformes	Pomacentridae	<i>Abudefduf taurus</i>
			Blenniiformes	Labrisomidae	<i>Malacoctenus tetranemus</i>

**Tabla 2.** Cuento estimado de erizos por transectos y puntos de la zona intermareal.

	<b>Transecto 1</b>	<b>Transecto 2</b>	<b>Total</b>
<b>PC (Punto cercano a la playa)</b>	39	70	<b>109</b>
<b>PI (Punto Intermedio)</b>	39	59	<b>98</b>
<b>PO (Punto donde rompen olas)</b>	56	47	<b>103</b>
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>176</b>	<b>310</b>

**Tabla 3.-** Número de especies asociadas al erizo en cada punto PC, PI, PO.

	<b>Transecto 1</b>	<b>Transecto 2</b>	<b>Total</b>
<b>PC (Punto cercano a la playa)</b>	30	51	81
<b>PI (Punto Intermedio)</b>	27	39	66
<b>PO (Punto donde rompen olas)</b>	27	30	57
<b>Total</b>	84	120	204

**Tabla 4.** Organismos asociados a *Echinometra vanbrunti* presentes (x) y ausentes (-) en el primer transecto.

	<b>Punto cercano a la playa</b>	<b>Punto intermedio</b>	<b>Punto donde rompen las olas</b>
<i>Opiocoma aethiops</i>	-	-	<b>x</b>
<i>Heliaster helianthus</i>	-	<b>x</b>	-
<i>Ophioderma brevicauda</i>	-	<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Hermodice carunculata</i>	-	<b>x</b>	-
<i>Balanus</i> sp.	<b>x</b>	<b>x</b>	-
<i>Calcinus tibicen</i>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Pachygrapsus transversus</i>	<b>x</b>	<b>x</b>	-
<i>Palaemon ritteri</i>	-	-	-
<i>Eriphides hispida</i>	-	<b>x</b>	-
<i>Abudefduf concolor</i>	-	-	<b>x</b>
<i>Malacoctenus tetranemus</i>	-	-	<b>x</b>
<i>Patella vulgata</i>	<b>x</b>	-	-
<i>Elysia diomedea</i>	<b>x</b>	<b>x</b>	-
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<i>Littorina</i> sp.	<b>x</b>	<b>x</b>	-

**Tabla 5.** Organismos asociados a *Echinometra vanbrunti* presentes (x) y ausentes (-) en el segundo transecto.

	Punto cercano a la playa	Punto intermedio	Punto donde rompen las olas
<i>Opiocoma aethiops</i>	x	x	x
<i>Heliaster helianthus</i>	-	x	-
<i>Ophioderma brevicauda</i>	-	x	x
<i>Hermodice carunculata</i>	x	x	-
<i>Balanus sp.</i>	x	x	x
<i>Calcinus tibicen</i>	x	x	x
<i>Pachygrapsus transversus</i>	-	x	-
<i>Palaemon ritteri</i>	x	x	x
<i>Eriphides hispida</i>	x	x	-
<i>Abudedefduf taurus</i>	x	-	x
<i>Malacoctenus tetranemus</i>	x	-	x
<i>Patella vulgata</i>	-	-	-
<i>Elysia diomedea</i>	x	x	-
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	x	x	x
<i>Littorina sp.</i>	-	x	-

**Tabla 6.** Abundancia de especies asociadas a los erizos *E. vanbrunti* en el primer transecto de la zona intermareal rocosa de la playa "La Morilla", de acuerdo a los índices de abundancia absoluta y frecuencia de aparición.

Especie	Índice de abundancia absoluta (%)			Índice de frecuencia de aparición (%)				
	Frec (%)	Fortuita	Ocasional	Frecuente	Frec (%)	Fortuita	Ocasional	Frecuente
<i>Opiocoma aethiops</i>	2,38	X	-	-	1,78	X	-	-
<i>Heliaster helianthus</i>	1,19	X	-	-	0,89	X	-	-
<i>Ophioderma brevicauda</i>	9,52	X	-	-	7,11	X	-	-
<i>Hermodice carunculata</i>	4,76	X	-	-	3,55	X	-	-
<i>Balanus sp.</i>	10,71	-	X	-	8,00	X	-	-
<i>Calcinus tibicen</i>	21,43	-	X	-	15,99	-	X	-
<i>Pachygrapsus transversus</i>	4,76	X	-	-	3,55	X	-	-
<i>Palaemon ritteri</i>	0,00	-	-	-	0,00			

<i>Eriphides hispida</i>	1,19	X	-	-	0,89	X	-	-
<i>Abudefduf taurus</i>	5,95	X	-	-	4,44	X	-	-
<i>Malacoctenus tetranemus</i>	9,52	X	-	-	7,11	X	-	-
<i>Patella vulgata</i>	1,19	X	-	-	0,89	X	-	-
<i>Elysia diomedea</i>	5,95	X	-	-	4,44	X	-	-
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	13,10	X	-	-	9,77	X	-	-
<i>Littorina sp.</i>	8,33	-	X	-	6,22	X	-	-

**Tabla 7.** Abundancia de especies asociadas a los erizos *E. vanbrunti* en el segundo transecto de la zona intermareal rocosa de la playa "La Morilla", de acuerdo a los índices de abundancia absoluta y frecuencia de aparición.

Especie	Índice de abundancia absoluta (%)				Índice de frecuencia de aparición (%)			
	Frec (%)	Fortuita	Ocasional	Frecuente	Frec (%)	Fortuita	Ocasional	Frecuente
<i>Opiocoma aethiops</i>	8,33	X	-	-	4,73	X	-	-
<i>Heliaster helianthus</i>	2,50	X	-	-	1,42	X	-	-
<i>Ophioderma brevicauda</i>	9,17	X	-	-	5,21	X	-	-
<i>Hermodice carunculata</i>	8,33	X	-	-	4,73	X	-	-
<i>Balanus sp.</i>	10,00	-	X	-	5,68	X	-	-
<i>Calcinus tibicen</i>	14,17	-	X	-	8,05	X	-	-
<i>Pachygrapsus transversus</i>	7,50	X	-	-	4,26	X	-	-
<i>Palaemon ritteri</i>	4,17	X	-	-	2,37	X	-	-
<i>Eriphides hispida</i>	5,00	X	-	-	2,84	X	-	-
<i>Abudefduf taurus</i>	4,17	X	-	-	2,37	X	-	-
<i>Malacoctenus tetranemus</i>	5,00	X	-	-	2,84	X	-	-

<i>Patella vulgata</i>	0,00	X	-	-	0,00	X	-	-
<i>Elysia diomedea</i>	7,50	X	-	-	4,26	X	-	-
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	12,50	X	-	-	7,10	X	-	-
<i>Littorina sp.</i>	1,67	X	X	-	0,95	X	-	-

**Tabla 8.** Índices de diversidad Shannon y Simpson en cada punto y transecto.

	Transecto 1				Transecto 2			
	PC	PI	PO	General	PC	PI	PO	General
<b>Shannon</b>	2,47	3,01	2,38	3,41	3,15	3,41	2,67	3,63
<b>Simpson</b>	0,79	0,85	0,79	0,89	0,88	0,90	0,82	0,91

**Tabla 9.** Temperaturas registradas durante los muestreos en el mes de abril, mayo y junio.

	Transecto 1	Transecto 2
12 de abril	28.7	28.5
18 de abril	28.5	28.4
25 de abril	28.5	28.5
6 de mayo	28.6	28.5
11 de mayo	28.2	28.3
15 de mayo	28.0	28.0
4 de Junio	28.0	28.1
10 de Junio	28.0	28.5
<b>Temp. total</b>	<b>28.3</b>	<b>28.4</b>

**Tabla 10.** Valores de salinidad promedio registrada durante los muestreos en el mes de abril, mayo y junio.

	<b>Transecto 1</b>	<b>Transecto 2</b>
12 de abril	33.5	33.4
18 de abril	33.4	33.3
25 de abril	33.4	33.2
6 de mayo	33.5	33.6
11 de mayo	33.6	33.4
15 de mayo	33.4	33.4
4 de Junio	33.4	33.4
10 de Junio	33.2	33.5
<b>Sal. Total:</b>	33.4	33.4

**Tabla 11.** Tabla de análisis de varianza Anova de las medias de valores del índice de disolución de tiza.

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad para F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.15990741	5	0.23198148	<b>1.6954563</b>	0.1568033	2.43769264
Dentro de los grupos	5.74666667	42	0.1368254			
<b>Total</b>	6.90657407	47				

### 10.3. Anexo de figuras



**Figura 21.** Vista aérea de la zona intermareal rocosa de la playa "La Morilla" durante bajamar en su punto más bajo.



**Figura 22.** Se contaron los erizos dentro de los cuadrados, y no se tomaron en cuenta las que tocaban el margen de los cuadrados, punto intermedio del primer transecto.



**Figura 24.** Conteo de erizos y fauna acompañante del punto cercano a la playa del segundo transecto.



**Figura 23.** Peso inicial de tizas en cada punto para calcular el índice de disolución de tiza.



**Figura 25.** Caracterización del erizo de mar para su identificación (foto tomada antes de UIC2)



**Figura 26.** Especies *Littorina* sp. (círculo rojo), *Calcinus Tibicen* (círculo gris) y alevín de *Malacoctenus tetranemus* (círculo amarillo) encontradas junto a un erizo, en el punto cercano a la playa (PC) del primer transecto.



**Figura 29.** Presencia de un ejemplar de *Dolabrifera Dolabrifera* (círculo blanco) junto a un erizo, en el punto intermedio (PI) del segundo transecto.



**Figura 27.** Presencia de un ejemplar de *Pachygrapsus transversus* (círculo rojo) dentro de la cavidad de un erizo, en el punto intermedio (PI) del primer transecto.



**Figura 30.** Presencia de un ejemplar de *Ophioderma brevicauda* (círculo blanco) junto a un erizo, en el punto cercano a la playa (PC) del segundo transecto.



**Figura 28.** Presencia de un ejemplar de *Malacoctenus tetranemus* (círculo rojo) junto a dos erizos, en el punto intermedio (PI) del primer transecto.



**Figura 31.** Presencia de un ejemplar de *Ophioderma brevicauda* en la cavidad de un erizo, en el punto donde rompen las olas (PO) del segundo transecto.