UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA DE BIOLOGÍA

Tesis de grado para la obtención del título de Bióloga

“IMPACTO DEL OLEAJE EN LA ESTRUCTURA COMUNITARIA DE MACRO-INVERTEBRADOS BÉNTONICOS MARINOS EN LA ZONA ROCOSA DE BALLENITA Y PUNTA CARNERO, SANTA ELENA”

MARÍA JOSÉ BRITO VERA

Guayaquil - Ecuador

2014

© Derechos de Autor

María José Brito Vera

2014

DIRECTOR DE TESIS

_____

Dr. Luis Muñiz Vidarte

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA DE BIOLOGÍA

Calificación que otorga el tribunal que recibe la sustentación y defensa del trabajo individual de titulación: Tesis **"IMPACTO DEL OLEAJE EN LA ESTRUCTURA COMUNITARIA DE MACRO-INVERTEBRADOS BENTÓNICOS MARINOS EN LA ZONA ROCOSA DE BALLENITA Y PUNTA CARNERO, PENÍNSULA, SANTA ELENA".**

Autor: **MARÍA JOSÉ BRITO VERA**

Previo para obtener el título de **Bióloga**

Miembros del Tribunal	**Calificación**
Blga. Mónica Armas Soto MSc. Presidente del tribunal	_____
Dra. Matilde Cornejo de González MSc. Miembro del tribunal	_____
Ing. Guillermo Baños Cruz MSc. Miembro del tribunal	_____

SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO INDIVIDUAL DE TITULACIÓN REALIZADA EN EL AUDITORIUM DE LA FACULTAD

FECHA: _____CERTIFICO

Abg. Jorge Solórzano Cabezas
SECRETARIO FACULTAD

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado mis padres que gracias a sus esfuerzos, sus enseñanzas y valores he logrado uno de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por el apoyo absoluto en mis estudios; a mi tío Carlos y hermanas por sus buenas energías y positivismo.

A mi hermano, Biólogo Gabriel Brito, por la colaboración en los muestreos, por las correcciones realizadas en el presente trabajo y por el apoyo constante cada día de mi vida.

A John Ortuño, Guadalupe Acosta, Kevin Acosta, mi papa y al Ing. Baños por colaborar en los muestreos respectivos de la puntilla de Santa Elena.

A mis amigos los Biólogos Byron Moreira por su colaboración en las charlas en la escuela de Ballenita y a Guillermo Gilbert, por su ayuda en la elaboración de mapas.

Así como a mi buen amigo el MSc. Luis Flores por colaborar en las correcciones del anteproyecto y a mis amigos especiales que están constantemente apoyándome los Biólogos Elbita y Guillermo; mis sinceros agradecimientos.

También agradezco a aquellas personas que colaboraron externamente con identificaciones taxonómicas como: MSc. Tania Calderón, investigadora del INOCAR identificando poliquetos; Dra. Priscilla Martínez del Instituto Nazca de Investigaciones Marinas identificó Holoturoideos; Wladimir Escalante voluntario de Red SARCE colaboró con la identificación de crustáceos, Dra. Yolanda Camacho investigadora del CIMAR Universidad de Costa Rica identificó nudibranquio, así como otros investigadores que aportaron con el

envío de información como Dr. Omar Defeo investigador de la Universidad de la República de Uruguay y Lic. Carmina Torreblanca investigadora de la Universidad Autónoma de Guerrero, México; de la misma manera un agradecimiento personal a J.J. Cruz-Motta Líder del Centro de Diversidad Marina, Universidad Simón Bolívar, Venezuela por la ayuda y aportaciones valiosas a mi trabajo de investigación.

Al Doctor Adolfo Borges por su ayuda con la traducción del resumen.

A mi director de tesis, Dr. Luis Muñiz por sus aportaciones y correcciones en la escritura del trabajo de investigación.

Y agradezco a Diosito por todas sus bendiciones.

RESUMEN

Se muestrearon dos localidades de la Provincia de Santa Elena para evaluar los efectos del oleaje en la estructura comunitaria de macro invertebrados bentónicos, Ballenita por ser una zona protegida al oleaje y Punta Carnero por presentar una zona expuesta. Se encontró que la energía del oleaje es directamente proporcional a la altura de la ola, siendo así que se obtuvo en Ballenita un máximo de altura de ola de 0.60 m y la fuerza fue de 1658.19 N/m y en Punta Carnero la altura de ola fue 2 m con una fuerza de 6441.64 N/m. Observando que los organismos tienen preferencia a diferentes tipos del impacto de las olas, a más de otras variables físicas marcadas como son el tipo de sustrato e inclinación de la playa. Se encontró que ambas localidades del sustrato Supralitoral fueron representadas por *Nodilittorina aspera, Nodilittorina paytensis* y *Brachidondes semilaevis*. La zona protegida tiene mayor riqueza, predominando el Fillum Mollusca, representado por la clase Gastropoda en ambas estaciones, al contrario de la zona expuesta que presentó menor riqueza pero mayor abundancia por su cobertura de organismos sésiles como *Balanus amphitrite* en estación seca y *Phragmatopoma californica* y organismos móviles como *Equinometra vanbrunti* que también tuvieron lugar en el infralitoral tanto en estación seca como en lluviosa. En cuanto a la diversidad no hay una diferencia marcada ya que la más baja diversidad registrada es de 1.04 bits en la zona protegida, y la más alta diversidad fue 1.08 bits tanto para la zona protegida en estación seca como para la zona expuesta en estación lluviosa.

SUMMARY

Two locations in the Province of Santa Elena were sampled in order to evaluate the effects of the surf in the community structure of benthonic macroinvertebrates. Two areas were evaluated: Ballenita, an area naturally protected from the surf, and Punta Carnero, an exposed zone. We found that wave energy is directly proportional to its height. At Ballenita maximum wave height was 0.60 m and wave force was 1658.19 N/m whereas at Punta Carnero wave height was 2 m, with a force of 6441.64 N/m. It was found that sampled organisms distribute depending on the degree of wave impact more so than other physical variables, such as substrate type and slope of the beach. The predominan organisms at both localities in the supralittoral substrate were *Nodilittorinas aspera*, *Nodilittorinas paytensis* and *Brachidondes semilaevis*. Species richness in the protected area was highest, with a predominance of gastropods (Mollusca) in both sampled seasons (dry and rainy), unlike the exposed zone, where sessile organisms were more abundant, with *Balanus amphitrite* prevailing in the dry season, and *Phragmatopoma californica* and mobile organisms such as *Equinometra vanbrunti* prevalent in the infralittoral area both during the rainy and dry seasons. Regarding diversity (species abundance), there is no significant difference between the studied areas since the lowest recorded diversity is 1.04 bit in the protected area and the highest diversity was 1.08 for both the protected area during the dry season and the exposed area in the rainy season.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de las Localidades Ballenita y Punta Carnero, Provincia Santa Elena, con sus respectivas estaciones de muestreos 9

Figura 2 Visualización del área total de muestreo en la zona rocosa de Ballenita 10

Figura 3 Visualización del área de muestreo en zona rocosa en Punta Carnero 12

Figura 4 Localidad de muestreo Ballenita zona protegida al oleaje 19

Figura 5 Localidad de muestreo Punta Carnero zona expuesta al oleaje 23

Figura 6 Frecuencias relativas de las zonas protegidas y expuestas en las estaciones seca y lluviosa en los sustratos supralitoral, mesolitoral e infralitoral 27

Figura 7 Diversidad de Shannon-Weaver de la zona protegida y zona expuesta de la provincia Santa Elena, en las estaciones seca y lluviosa 22

Figura 8 Índice de Similitud de Simpson, comparando los sustratos supralitoral, mesolitoral e infralitoral. Leyenda: ZONA PROTEGIDA (Estación Seca: Supra A, Meso B, Infra C) (Estación Lluviosa: Supra D, Meso E, Infra F); ZONA EXPUESTA (Estación Seca: Supra G, Meso H, Infra I) (Estación Lluviosa: Supra J, Meso K, Infra L) 29

Foto 9 Difusión de la charla sobre la conservación de los ecosistemas marinos rocosos a los estudiantes de séptimo año de básica de la escuela Ballenita 35

Foto 10 Alumnos del sexto año de básica realizando la evaluación respecto al tema de la capacitación 36

Figura 11 Certificado de la charla dictada en la escuela de Ballenita, dirigida por la directora Lcda. Glenda Domínguez Suárez 37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Lista de especies de la localidad Ballenita, recolectados en los diferentes estratos en estación seca, con sus respectivos valores de abundancia y dominancia relativa (%) 19

Tabla 2 Lista de especies de la localidad Ballenita, recolectados en los diferentes estratos en estación lluviosa, con sus respectivos valores de abundancia y dominancia relativa (%) 21

Tabla 3 Lista de especies de la localidad Punta Carnero, recolectados en los diferentes estratos en estación seca, con sus respectivos valores de abundancia y dominancia relativa (%) 23

Tabla 4 Lista de especies de la localidad Punta Carnero, recolectados en los diferentes estratos en estación lluviosa, con sus respectivos valores de abundancia y dominancia relativa (%) 25

ÍNDICE

PRESENTACIÓN i

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTO vi

RESUMEN viii

SUMMARY ix

LISTA DE FIGURAS x

LISTA DE TABLAS xi

ÍNDICE xii

1. INTRODUCCIÓN 1

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 4

3. HIPÓTESIS 6

4. OBJETIVOS 7

4.1. OBJETIVO GENERAL 7

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7

5. MATERIALES Y MÉTODOS 8

5.1. ÁREAS DE ESTUDIO 8

5.1.1. BALLENITA 8

5.1.2. PUNTA CARNERO 11

5.2. METODOLOGÍA DE CAMPO 13

5.3. ANÁLISIS TAXONÓMICO 14

5.4. ANÁLISIS DE DATOS 14

5.5. DIFUSIÓN A LA COMUNIDAD 17

6. RESULTADOS 18

7. DISCUSIONES 29

8. CONCLUSIONES 33

9. RECOMENDACIONES 34

10. DIFUSIÓN A LA COMUNIDAD 35

11. BIBLIOGRAFÍA 38

12. ANEXOS 46

1. INTRODUCCIÓN

La zona intermareal rocosa es el más diverso de los hábitats en el medio marino, ofreciendo diversos micro-hábitats que prestan las condiciones para la estabilidad y seguridad de los diferentes organismos que se desarrollan en él (Flores *et al.,* 2011).

La diversidad de las comunidades resultan ser complejas porque es la interacción entre múltiples factores físicos y biológicos (Vásquez *et al.,* 1998); estas comunidades bentónicas del intermareal rocoso son de importancia desde el punto de vista ecológico y científico (Cruz, 2007); los cuales son una parte indispensable para el funcionamiento del perfil costero.

Los macro-invertebrados de la zona intermareal rocosa presentan comportamientos variados, dependiendo de los factores físicos y biológicos a los cuales están expuestos. Entre los factores físicos más importantes se encuentran la desecación, exposición al oleaje, salinidad, el grado de inclinación de las rocas, tipo de sustrato y temperatura. Mientras que entre los biológicos se puede considerar la depredación, competencia, presencia de herbívoros y reclutamiento (Jiménez *et al.,* 2004). Estos hacen que las comunidades de macro-invertebrados se distribuyan espacialmente en bandas horizontales que, a veces, son visibles a simple vista (Sibaja & Vargas, 2006).

En el trabajo realizado por Cruz (2009) indica que un área muy marcada en el intermareal formando las bandas horizontales es la predominancia de *Brachidontes puntarenensis*, con el 64,2 % desde el límite de la bajamar

hasta la zona media y *Littorina paytensis* con el 45 % desde la zona media hasta el límite de pleamar.

La zona rocosa está expuesta a la energía de las olas, ya sea de forma directa o indirecta, y, por lo tanto, sujeta a constantes procesos de inmersión y emersión. Esto genera condiciones adversas para el desarrollo de las comunidades de macro-invertebrados (Flores *et al.,* 2007). En el intermareal la distribución de los organismos está condicionada por la interacción entre las mareas y la escala espacial a la que responden (Moore, 1958).

Una de las áreas de mayor dinámica en la zona costera ecuatoriana, debido a sus características oceanográficas y meteorológicas, es la que se localiza entre la Punta de El Morro y la Puntilla de Santa Elena. Este sector de la costa se encuentra de forma alineada en dirección Noroeste-Sureste. Y, por lo tanto, sus olas son originarias del Pacífico Sur. La entrada de las olas hacia este sector es de manera perpendicular con dirección Suroeste, provocando que el oleaje sea de gran energía y con considerable arrastre de sedimentos. (Vera *et al.,* 2009).

Ballenita y Punta Carnero son sitios de importancia por su contraste ecológico, caracterizadas por presentar la zona rocosa protegida al oleaje y expuesta al oleaje respectivamente, basado en la clasificación propuesta por Vera *et al.,* (2009), se trataría de un oleaje de tipo directo en Ballenita e indirecto en Punta Carnero.

El efecto del oleaje es un importante factor de perturbación física en la estructuración de las comunidades intermareales y de sus especies, que ha

sido difícil de caracterizar cuantitativamente. No obstante nuevos estudios han permitido conocer características hidrodinámicas que pueden ser medibles observando variables como altura de la ola, la velocidad con que llegan a la zona costera y la fuerza del impacto (Guiñez y Pacheco, 1999). En función a la exposición del oleaje García *et al*., (2004) propone que la zona expuesta es aquella que posee una playa cuyo oleaje es intenso y zona protegida si el oleaje es suave.

Debido a los constantes cambios a los que está sometida la zona costera ya sea por efectos antropogénicos (cambio climático) o naturales, es importante establecer una comparación entre el efecto que existe por parte de un forzante físico como el oleaje sobre la estructura comunitaria del intermareal rocoso en dos zonas, una expuesta y otra protegida.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En Ecuador, se han realizado trabajos de relevancia en la parte taxonómica y ecológica, que cuantifican la diversidad y riqueza de diferentes grupos de macro-invertebrados, entre ellos están Gualancañay *et al.,* (1983) quienes estudiaron la ecología de foraminíferos y bivalvos en el Golfo de Guayaquil y Avilés (1984) quien identificó y estudió la distribución de los equinodermos en la provincia de Guayas.

A continuación se exponen los trabajos realizados con macro-invertebrados. En 1989 Cruz *et al.,* realizaron el estudio comparativo de los bivalvos perforadores en los puertos de Esmeraldas, Manta, Salinas, Posorja y en la Base Naval Sur y en 1992b con moluscos incrustantes de maderas.

Cruz (1992a) presentó el estado actual del recurso malacológico del Golfo de Guayaquil, y en 1996 escogió la estación “La Libertad” para analizar Gasterópodos como bioindicadores del Evento de “El Niño 1992”.

En 2007 Cruz reportó nueva distribución para la familia Caecidae (Gasterópoda) así como también se dio a conocer la biología y distribución de la familia Aplysiidae (Cruz *et al*., 2007) y la ecología y distribución de los bivalvos perforadores de rocas Familia Mytilidae (Cruz & Mair, 2009). En nuevos estudios por Cruz (2009), se recolectaron sedimentos a diferentes profundidades del submareal, y muestreó en el intermareal, observando las variaciones de la malacofauna bentónica de ambas zonas.

Manuales como el de: Mora (1990) quien realizó el catálogo de Bivalvos; Mora (1990) elaboraron la guía de campo describiendo los métodos de colección y preservación para cada una de las clases de invertebrados marinos y Mair *et al.,* (2002) elaboraron el manual de campo de invertebrados bentónicos marinos de la Puntilla de Santa Elena; siendo éstos manuales y guías taxonómicas significativos para la identificación de los taxones Mollusca, Crustacea y Echinodermata.

Las tesis de Ayala (2010), Arias (2012) y Suárez (2012) han contribuido para el conocimiento de la diversidad biológica de Ecuador. Ayala (2010) estudió la distribución de la comunidad de macro-invertebrados en la zona intermareal rocosa en dos zonas de Manabí; Arias (2012) realizó el análisis de la diversidad de moluscos bivalvos perforadores de madera en la Puntilla de Santa Elena y Suárez (2012) investigó las comunidades biológicas en los manglares de Isabela.

En efecto este es el primer trabajo realizado en la costa ecuatoriana en la que se estudia la fuerza y el impacto del oleaje con respecto a la estructura comunitaria, debido a que todos los trabajos realizados hasta el actual momento han estudiado en su mayoría la parte taxonómica y ecológica sin cuantificar o medir el efecto que el componente físico, en este caso el impacto del oleaje pueda ocasionar en las estructuras de macro-invertebrados bentónicos marinos de la zona rocosa.

3. HIPÓTESIS

La influencia del oleaje en la localidad de Ballenita y Punta Carnero es uno de los factores determinantes en la distribución de las especies de macro-invertebrados bentónicos de los sistemas rocosos.

4. OBJETIVO

4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos del oleaje en la estructura comunitaria de macro-invertebrados bentónicos marinos en dos zonas del intermareal rocoso con distintos niveles de exposición del oleaje en la Península de Santa Elena.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la energía del oleaje en cada localidad de estudio.
- Cuantificar índices de diversidad y similaridad de los macro-invertebrados.
- Comparar la diversidad del índice Shannon-Weaver de dos localidades zona protegida) y Punta Carnero (zona expuesta) en las estaciones seca y lluviosa.
- Difundir a la comunidad sobre la conservación de los ecosistemas marinos rocosos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en dos localidades de la Provincia de Santa Elena de acuerdo a las características geomorfológicas que presentan, Ballenita fue escogida por estar en un área de menor impacto al oleaje y Punta Carnero por ser un área de mayor exposición al oleaje.

Ambas áreas están ubicadas en la parte más sobresalientes de la zona costera ecuatoriana, caracterizadas por tener una gran dinámica en función de sus características oceanográficas y meteorológicas. Vera *et al.,* (2009) expone que la línea de costa está alineada en dirección Noroeste-Sureste, y las olas provenientes del Pacífico Sur, entran directamente hacia este sector de manera perpendicular con dirección suroeste, siendo un sector de gran energía con considerable arrastre de sedimentos.

5.1.1. Ballenita

Ballenita está ubicada 02º 11,987’ S y 080º 52,306’ W. Se caracteriza por tener clima seco, con una temperatura promedio anual de 25°C. Su playa tiene una extensión aproximada de 1600 metros con áreas rocosas y areno-rocosas (Figura 1). La dimensión del área del muestreo considerada en este estudio fue de 46m x 23,50m (Figura 2) en la zona rocosa a partir del sitio “Las Rocas”.

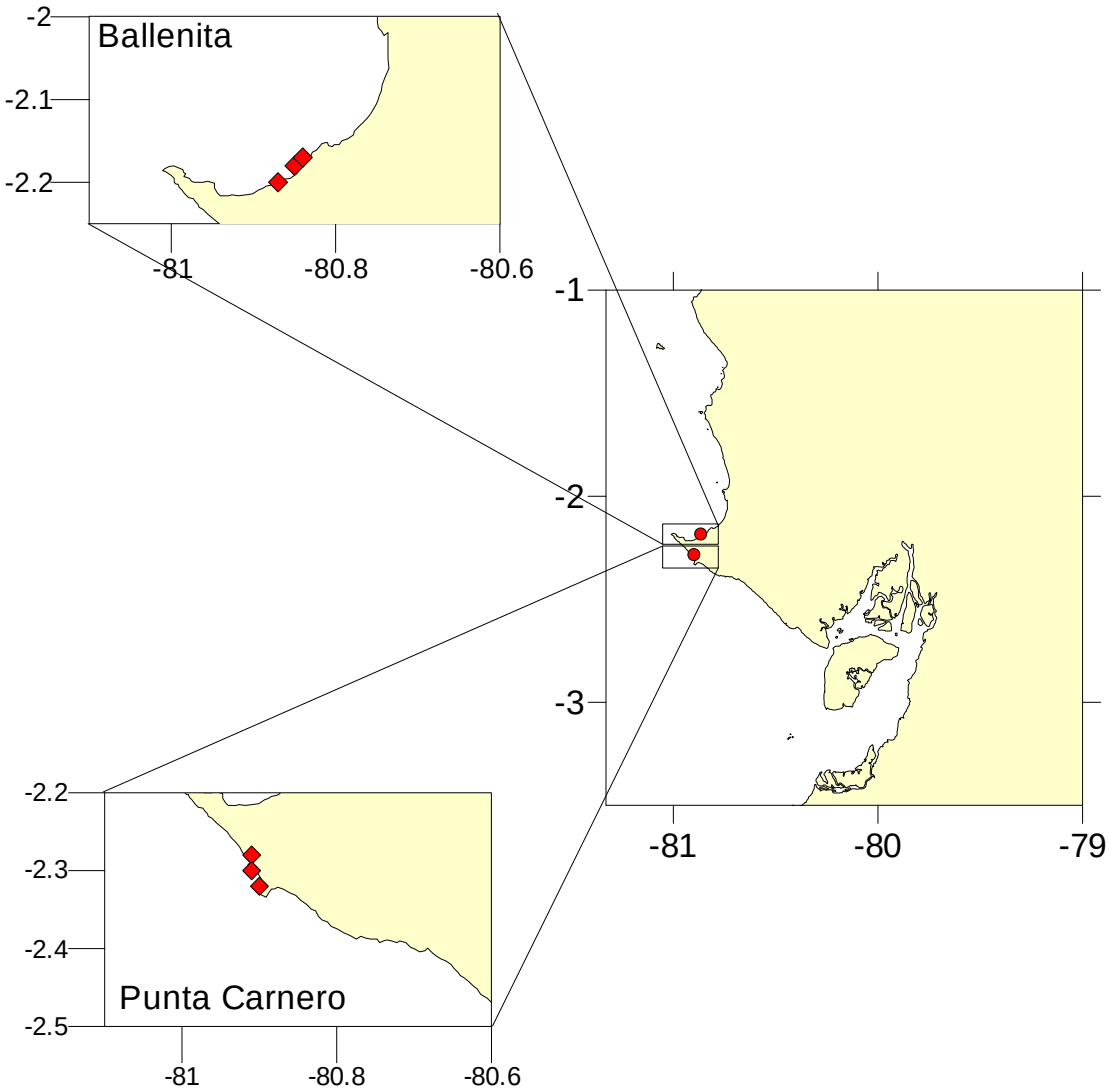


Figura 1 Ubicación de las Localidades Ballenita y Punta Carnero, Provincia Santa Elena, con sus respectivas estaciones de muestreos.

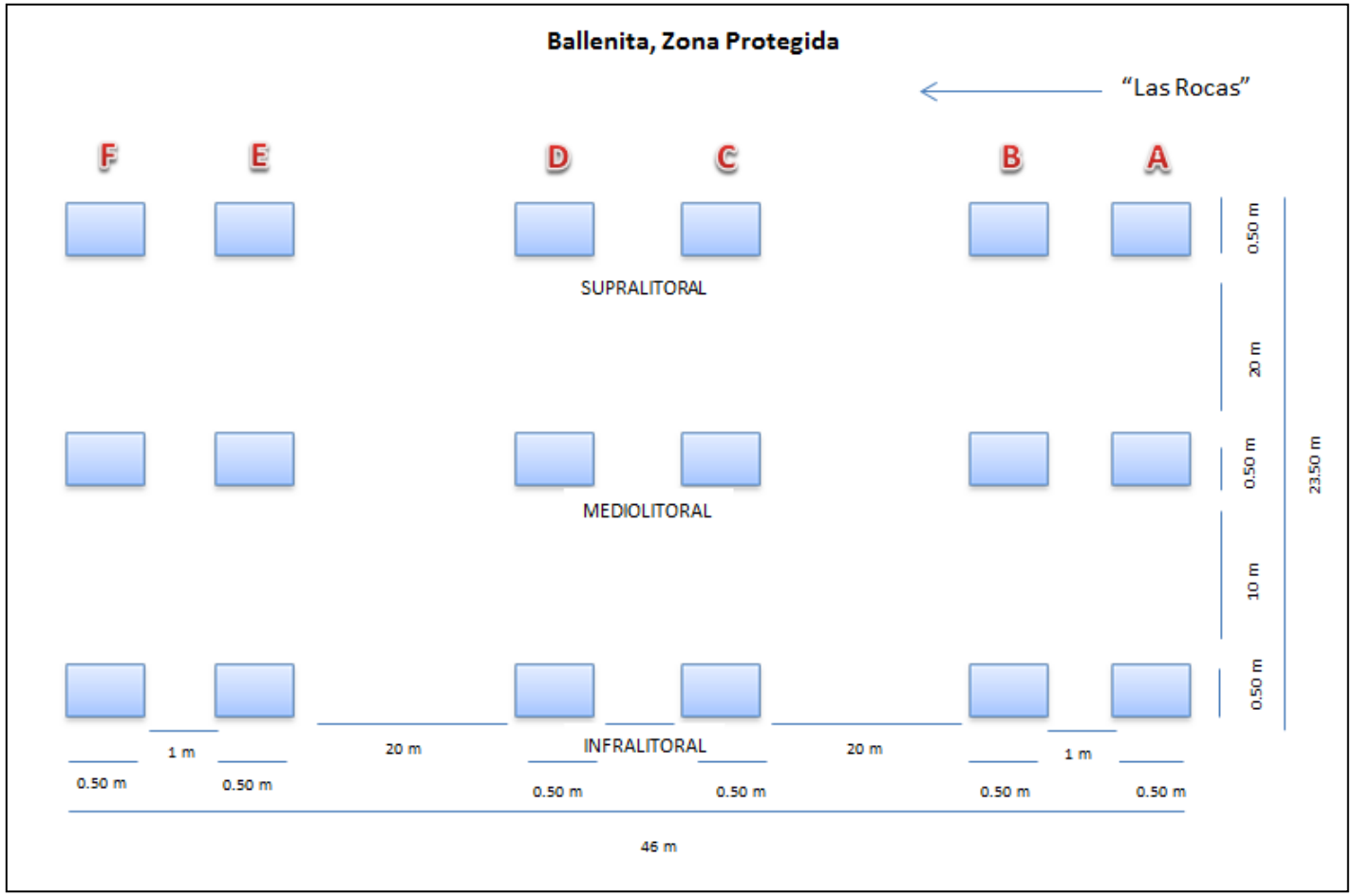


Figura 2 Visualización del área total de muestreo en la zona rocosa de Ballenita.

El trabajo realizado por Vera *et al.,* (2009) menciona que durante estudios realizados frente a la localidad Ballenita las velocidades en octubre de 2007, muestran un máximo de 0.21 m/s durante el flujo y 0.15 m/s durante el reflujo. Se toma de referencia las alturas de las olas de La Libertad debido a que es la playa más cercana. En la estación seca en La Libertad la altura media fue de 0.41 m y en la estación húmeda una altura media de 0.48 m (Vera *et al.,* 2009).

5.1.2. Punta Carnero

Punta Carnero está ubicada en el Cantón Salinas a 02° 17,434' S y 080° 54,847' W (Figura 1).Su clima es seco y con una temperatura promedio anual de 24°C. Su playa tiene una extensión aproximada de 2500 m donde predominan acantilados, áreas rocosas y arenosas (Figura 3).

Según observaciones por Vera *et al.,* (2009) la dirección del oleaje predominante en Punta Carnero es del suroeste, con periodo medio de 15 s y altura rompiente observada de hasta 3 metros.

En cuanto a corrientes en Punta Carnero está en un promedio entre 0.06 m/s a 0.2 m/s y dirigiéndose al norte-noroeste durante el flujo y al sur-sureste durante el reflujo (Vera *et al.,* 2009).

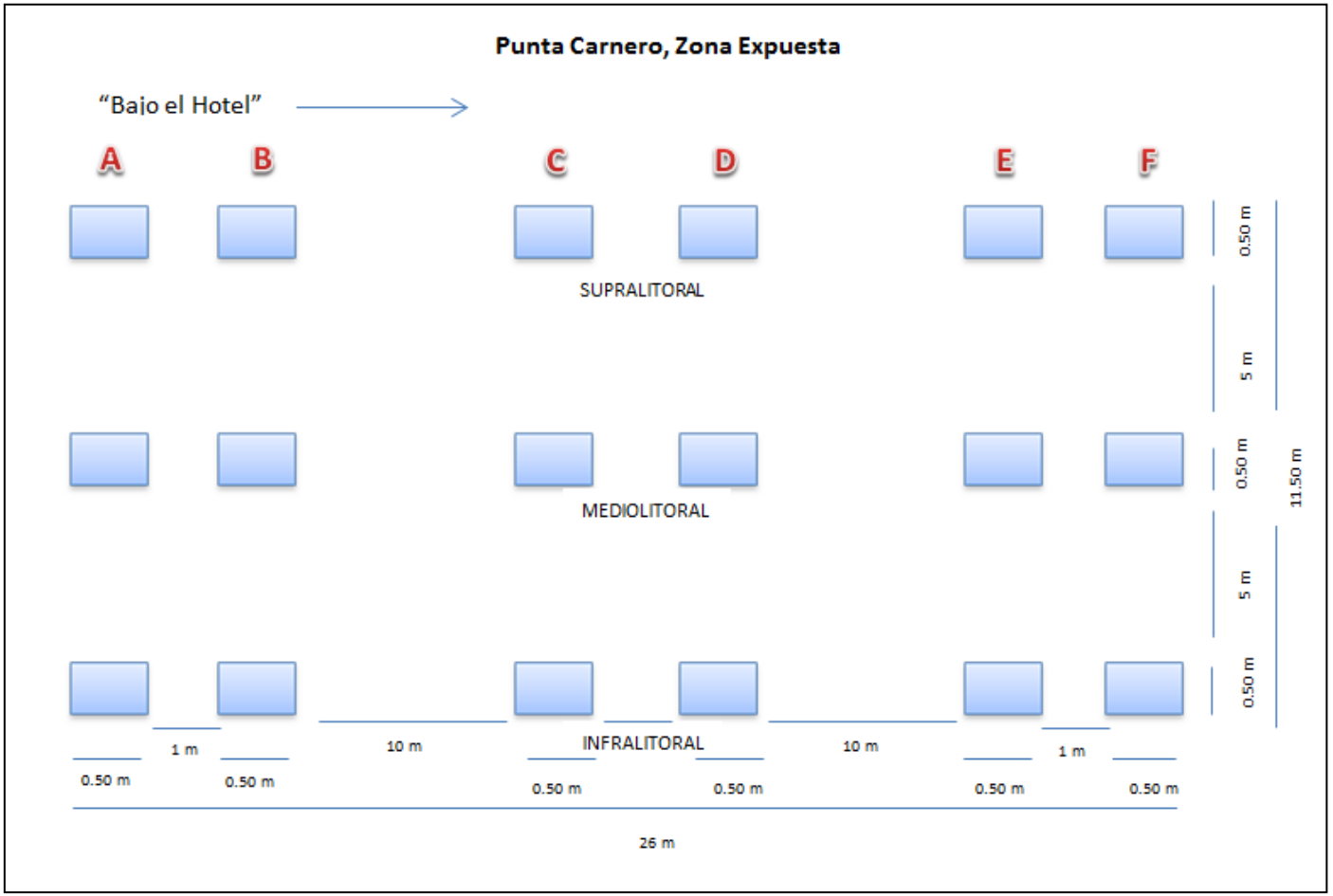


Figura 3 Visualización del área de muestreo en zona rocosa en Punta Carnero.

5.2. METODOLOGÍA DE CAMPO

Datos provenientes de los muestreos realizados con la red internacional SARCE (*South American Research Group on Coastal Ecosystems*) fueron empleados para testear la hipótesis planteada. Los muestreos se realizaron durante los meses de Octubre y Noviembre (2012) correspondiente a la estación seca y los meses de Enero y Febrero (2013) estación lluviosa; tomando las fases de la luna nueva y la marea más baja con la ayuda de las tablas de mareas elaboradas por INOCAR (2012-2013).

En cada localidad se establecieron tres estaciones. Cada estación fue dividida de acuerdo a la altura de marea en tres sustratos: supralitoral (sustrato alto), mesolitoral (sustrato medio) e infralitoral (sustrato bajo). En cada uno de los sustratos se realizaron dos cuadrantes de 0.50 m x 0.50 m de acuerdo a la metodología propuesta por SARCE (2012) para ecosistemas costeros rocosos, o también usada en la metodología de Hawkins y Jones (1992) para áreas más pequeñas. Hay que tener presente que los muestreos se realizaron durante la más baja marea del día y se tomó de referencia la fase de la luna nueva (Torreblanca *et al.,* 2012) consultada en la literatura de las Tablas de mareas del INOCAR (2012 y 2013).

Durante los muestreos efectuados en los meses octubre-noviembre 2012 (estación seca) y enero-febrero 2013 (estación lluviosa) se realizaron un total de 144 cuadrantes, desarrollados en las localidades Ballenita y Punta Carnero. Los organismos móviles fueron tomados como densidad y los

sésiles como cobertura en cada uno de los cuadrantes (Ramírez y Osorio, 2000).

Durante la marea baja se efectuó una absoluta revisión visual en el cuadrante desde el supralitoral hasta infralitoral, realizando la colecta in situ de los organismos vivos, mediante la extracción manual, con espátula y pinzas (Aldea y Rosenfeld, 2011) identificando la mayoría de ellos en el lugar de muestreo.

5.3. ANÁLISIS TAXONÓMICO

La mayoría de los organismos fueron identificados *in situ,* y los que no se pudieron identificar fueron almacenados en envases plásticos, etiquetados y fijados en formaldehido al 10 %. Posteriormente los organismos fueron llevados al laboratorio y preservados en alcohol al 70 % (Mair *et al*., 2000) y fotografiados.

Para la identificación se utilizó como referencia toda la literatura disponible como Olsson (1961); Percy (1966); Keen (1971); Brusca (1973); Alamo y Valdivieso (1987); Camacho *et al.,* (2005); Mair *et al*., (2000); Coan y Valentich (2012).

5.4. ANÁLISIS DE DATOS

Para determinar la energía del oleaje en las diferentes localidades se utilizó la fórmula:

$$\in = \frac{\rho \; g \; H^2}{8}$$

Dónde:

$\in$ = energía de la ola.

ρ = densidad del agua del mar.

g = gravedad.

H^2 = altura de la ola.

Los datos fueron procesados con el programa PAST (Hammer *et al.,* 2001) y hojas de cálculo Excel 2007. Se consideró la riqueza (índice de Margalef, 1967) como el número de especies de macro-invertebrados presentes en las localidades Ballenita y Punta Carnero por localidad y fecha (Barba *et al.,* 2009); la densidad se contabilizó por organismo/0.50m^2 y el análisis de dominancia simple se basó en el total de organismos de cada especie con respecto al total de organismos de todas las especies, expresada en porcentaje (Flores *et al*., 2007).

El índice de diversidad de Shannon es uno de los índices de diversidad; basados en la teoría de la información y del trabajo de la incertidumbre, si la diversidad es baja, entonces la seguridad de tomar una determinada especie por azar es alta. Si la diversidad es alta, entonces es difícil predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar. (Smith y Smith, 2001). Además expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001)

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} pi \ \log_2 pi$$

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies).

pi= proporción de individuos de la especie ***i*** respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie ***i***): $\frac{ni}{N}$

ni= número de individuos de la especie ***i****.*

N= número de todos los individuos de todas las especies.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

Para comparar la diversidad de las localidades expuestas y protegidas se obtuvo el total de organismos por sustrato en cada estación y se determinó la diversidad de Shannon-Weaver por medio del programa PAST, en el cual se obtuvieron valores para interpretar y comparar los datos por localidad y estación.

Se empleó el Índice de Similaridad de Simpson el cual relaciona el número de especies en común con respecto a todas las especies encontradas en los dos sitios.

5.5. DIFUSIÓN A LA COMUNIDAD

Para realizar este objetivo se escogió la escuela de Ballenita para trabajar con niños del sexto y séptimo año de básica en la provincia de Santa Elena;

se preparó la charla acerca de los sistemas rocosos de Ballenita, teniendo como objetivo principal dar a conocer la importancia de los organismos que habitan en esta zona y la función que cumplen en el ecosistema rocoso marino, además del valor que presenta para la comunidad.

Se utilizó un infocus para proyectar las diapositivas que mostraban los organismos que habitan en la zona rocosa, a más de realizar una evaluación con preguntas optativas para apreciar el entendimiento de cada estudiante.

6. RESULTADOS

La energía del oleaje en la zona protegida Ballenita durante la estación seca es de 1508,28 N/m y en estación lluviosa es de 1808,1 N/m, mientras que la zona expuesta Punta Carnero posee una energía de 5027,62 N/m durante la estación seca y 7855,66 N/m en la estación lluviosa. Por lo tanto decimos que si en Punta Carnero la energía es el 100 %, en Ballenita la energía el oleaje será el 29.99 % en estación seca. Mientras que en estación lluviosa la energía del oleaje para la zona protegida es del 23 % comparando con el oleaje de la zona expuesta que es 100 %.

En la localidad **Ballenita** (Figura 4), zona protegida se muestreó un total de 1633 organismos móviles y se obtuvo 1530 organismos sésiles; de los cuales se identificaron seis taxones a nivel de filum: CNIDARIA, ANNELIDA, MOLLUSCA, ARTROPODA, BRIOZOO (por falta de claves se llegó solo a fillum) y EQUINODERMATA; dentro de ellos 11 clases con 41 familias, e identificadas 60 especies. En cuanto a las mayores abundancias y dominancias relativas en la estructura de las comunidades se separó en cobertura y densidad, estudiándolos en cada uno de los sustratos y por estaciones.

Figura 4 Localidad de muestreo Ballenita zona protegida al oleaje.

Siendo así en Ballenita, la estación seca en el Supralitoral dominó *Brachidontes semilaevis con* 67.43 % y *Nodilittorina aspera* con 39.09 %; en el Mesolitoral predominó *Phragmatopoma californica* con 34.68 % y *Philbertia sp.* con el 33.22 % y en el Infralitoral la dominancia la tuvo *Balanus amphitrite* con 67.19 % y *Siphonaria maura* 18.60 % (Tabla 1).

Tabla 1 Lista de especies de la localidad Ballenita, recolectados en los diferentes sustratos en estación seca, con sus respectivos valores de abundancia (A) y dominancia relativa (%).

BALLENITA	Estación Seca	Nombre científico	A	DR(%)
Supralitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	99	32.25
		Brachidontes puntarenensis	1	0.33
		Brachidontes semilaevis	207	67.43
	Densidad	*Chiton stokesiii*	11	2.29
		Fissurella macrotrema	1	0.21
		Fissurella microtrema	2	0.42
		Grapsus grapsus	4	0.83
		Heliaster cumingii	3	0.62
		Nodilittorina aspera	188	39.09
		Nodilittorina paytensis	65	13.51
		Onchidella hildae	13	2.7
		Scurria mesoleuca	36	7.48
		Siphonaria gigas	11	2.29
		Siphonaria maura	147	30.56
Mesolitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	64	28.83
		Brachidontes semilaevis	77	34.68
		Briozoa	2	0.9
		Megabalanus peninsularis	2	0.9
		Phragmatopoma californica	77	34.68
	Densidad	*Acanthina brevidentata*	33	11.66
		Anachis varia	3	1.06
		Cardita affinis	11	3.89
BALLENITA	**Estación Seca**	**Nombre científico**	**A**	**DR(%)**
		Columbella major	8	2.83
		Columbella strombiformis	4	1.41
		Crepidula striolata	5	1.77
		Dolabrifera dolabrifera	13	4.59

Cont…

Cont…

		Elysia diomedea	6	2.12
		Equinometra vanbrunti	5	1.77
		Fissurella asperella	2	0.71
		Fissurella microtrema	1	0.35
		Heliaster cumingii	4	1.41
		Hipponix pilosus	6	2.12
		Mitra tristis	9	3.18
		Ophiocoma aethiops	6	2.12
		Panopeus purpureus	1	0.35
		Pachygrapsus transversus	5	1.77
		Petricola denticulata	4	1.41
		Planaxis planicostatus	8	2.83
		Siphonaria maura	2	0.71
		Thais biserialis	12	4.24
		Thais melones	7	2.47
		Thais triangularis	1	0.35
		Serpulorbis sp.	31	10.95
		Holothuria sp.	6	2.12
		Philbertia sp.	94	33.22
Infralitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	215	67.19
		Bunodosoma sp.	3	0.94
		Zoanthus sp.	51	15.94
		Serpulorbis sp.	15	4.69
		Vermetidae	1	0.31
		Phragmatopoma californica	35	10.94
	Densidad	*Acanthina brevidentata*	2	0.78
		Anachis varia	6	2.33
		Cardita affinis	2	0.78
		Chiton stokesii	6	2.33
		Columbella major	3	1.16
		Columbella strombiformis	2	0.78
		Crepidula incurva	27	10.47
		Dolabrifera dolabrifera	6	2.33
		Epitonium indistinctum	8	3.1
		Equinometra vanbrunti	17	6.59
		Fissurella asperella	1	0.39
		Fissurella macrotrema	1	0.39
		Fissurella microtrema	3	1.16
		Grapsus grapsus	9	3.49
		Heliaster cumingii	5	1.94
		Hipponix pilosus	4	1.55
		Nerita funiculata	12	4.65
		Nodilittorina aspera	1	0.39
		Nodilittorina paytensis	23	8.91
		Pachygrapsus transversus	1	0.39
		Planaxis planicostatus	7	2.71
		Siphonaria maura	48	18.6
		Thais biserialis	13	5.04
		Thais melones	8	3.1
		Serpulorbis sp.	14	5.43
		Holothuria sp.	1	0.39
		Philbertia sp.	25	9.69
		Lithophaga aristata	3	1.16

En estación lluviosa en el sustrato supralitoral, *Balanus amphitrite* continuo siendo la especie dominante con 55.65 % de los organismos sésiles, y *Nodilittorina aspera* con 48.38 % en los organismos móviles; el sustrato mesolitoral estuvo dominado por *Phragmatopoma californica* con el 40.30 %

y *Philbertia sp.* con 32.85 %; y el sustrato infralitoral con *Zoanthus sp.* el 49.84 % y con el 11.11 % de dominancia de *Thais biserialis* (Tabla 2).

Tabla 2 Lista de especies de la localidad Ballenita, recolectados en los diferentes sustratos en estación lluviosa, con sus respectivos valores de abundancia (A) y dominancia relativa (%).

BALLENITA Estación Lluviosa		Nombre científico	A	DR(%)
Supralitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	35	55.56
		Brachidontes semilaevis	12	19.05
		Phragmatopoma californica	16	25.4
	Densidad	*Heliaster cumingii*	9	4.95
		Nodilittorina aspera	88	48.35
		Nodilittorina paytensis	60	32.97
		Onchidella hildae	6	3.3
		Scurria mesoleuca	5	2.75
		Siphonaria gigas	4	2.2
		Siphonaria maura	10	5.49
Mesolitoral	**Cobertura**	*Bunodosoma sp.*	56	27.86
		Pseudochama corrugata	5	2.49
		Zoanthus sp.	59	29.35
		Phragmatopoma californica	81	40.3
	Densidad	*Acanthina brevidentata*	16	5.84
		Anachis fluctuata	1	0.36
		Acar rostae	2	0.73
		Cantharus gemmatus	6	2.19
		Cardita affinis	8	2.92
		Columbella major	15	5.47
		Conus nux	2	0.73
		Conus princeps	2	0.73
		Crepidula striolata	2	0.73
		Dolabrifera dolabrifera	6	2.19
		Elysia diomedea	2	0.73
		Equinometra vanbrunti	17	6.2
		Fissurella asperella	1	0.36
		Fissurella macrotrema	1	0.36
		Fissurella microtrema	1	0.36
		Grapsus grapsus	5	1.82
		Heliaster cumingii	5	1.82
		Hipponix pilosus	10	3.65
		Latirus rudis	1	0.36
		Mitra tristis	4	1.46
		Ophiocoma aethiops	4	1.46
		Petricola denticulata	6	2.19
		Siphonaria gigas	4	1.46
		Thais biserialis	7	2.55
BALLENITA Estación Lluviosa		**Nombre científico**	**A**	**DR(%)**
		Thais melones	9	3.28
		Thais triangularis	1	0.36
		Serpulorbis sp.	3	1.09
		Holothuria sp.	1	0.36
		Philbertia sp.	90	32.85
		Phragmatopoma californica	42	15.33
Infralitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	86	26.96
		Brachidontes semilaevis	46	14.42
		Bunodosoma sp.	12	3.76
		Pseudochama corrugata	3	0.94
		Zoanthus sp.	159	49.84
		Phragmatopoma californica	13	4.08
	Densidad	*Acanthina brevidentata*	6	2.3
		Acanthochitona exquisita	1	0.38
		Anachis fluctuata	12	4.6
		Bursa caela	2	0.77
		Cantharus gemmatus	1	0.38
		Cardita affinis	4	1.53

Cont…

Cont…

	Chiton stokesiii	1	0.38
	Conus gladiator	2	0.77
	Conus princeps	3	1.15
	Striostrea prismatica	2	0.77
	Crepidula lessonii	3	1.15
	Crepidula striolata	1	0.38
	Dolabrifera dolabrifera	15	5.75
	Elysia diomedea	4	1.53
	Equinometra vanbrunti	28	10.73
	Fissurella macrotrema	6	2.3
	Fissurella microtrema	6	2.3
	Flabellina marcusorum	1	0.38
	Grapsus grapsus	4	1.53
	Heliaster cumingii	1	0.38
	Hipponix panamensis	9	3.45
	Hipponix pilosus	7	2.68
	Isognomon janus	5	1.92
	Latirus rudis	1	0.38
	Modiolus capax	2	0.77
	Nerita funiculata	2	0.77
	Nodilittorina aspera	16	6.13
	Nodilittorina paytensis	22	8.43
	Onchidella hildae	4	1.53
	Ophiocoma aethiops	6	2.3
	Petricola denticulata	2	0.77
	Planaxis planicostatus	6	2.3
	Scurria mesoleuca	15	5.75
	Siphonaria gigas	4	1.53
	Siphonaria maura	7	2.68
	Thais biserialis	29	11.11
	Thais melones	11	4.21
	Thais triangularis	4	1.53
	Serpulorbis sp.	6	2.3

En **Punta Carnero** (Figura 5) o zona expuesta se obtuvo un total de 1835 organismos móviles y 1272 organismos sésiles. Distribuidos en un total de seis filum: CNIDARIA, ANNELIDA, MOLLUSCA, ARTROPODA y EQUINODERMATA, entre ellos 11 clases con 31 familias incluidas en ellas 47 especies. En la estación seca en el supralitoral se obtuvo una dominancia de *Brachidontes semilaevis* con 73.19 % y *Nodilittorina paytensis* con 29.24 %; el mesolitoral fue dominado por *Brachidontes semilaevis* con 44.44 % y con 23.81 % para el *Philbertia sp.* En el infralitoral predominó *Balanus amphitrite* con 51.77 % y *Serpulorbis sp*. con 20.63% (Figura 8 y Tabla 3).

Figura 5 Localidad de muestreo Punta Carnero zona expuesta al oleaje.

Tabla 3 Lista de especies de la localidad Punta Carnero, recolectados en los diferentes sustratos en estación seca, con sus respectivos valores de abundancia (A) y dominancia relativa (%).

PUNTA CARNERO Estación Seca		Nombre científico	A	DR(%)
Supralitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	63	26.81
		Brachidontes semilaevis	172	73.19
	Densidad	*Chiton stokesii*	7	1.18
		Fissurella microtrema	2	0.34
		Grapsus grapsus	12	2.02
		Heliaster cumingii	3	0.5
		Nodilittorina aspera	48	8.07
		Nodilittorina modesta	74	12.44
		Nodilittorina paytensis	174	29.24
		Onchidella hildae	7	1.18
		Scurria mesoleuca	84	14.12
PUNTA CARNERO Estación Seca		**Nombre científico**	**A**	**DR(%)**
		Siphonaria gigas	114	19.16
		Siphonaria maura	70	11.76
Mesolitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	100	37.04
		Brachidontes semilaevis	120	44.44
		Megabalanus peninsularis	5	1.85
		Ostrea tubulifera	4	1.48
		Phragmatopoma californica	41	15.19
	Densidad	*Acanthina brevidentata*	48	19.05
		Anachis fluctuata	5	1.98
		Acar rostae	2	0.79
		Cardita affinis	3	1.19
		Columbella major	8	3.17
		Crepidula excavata	2	0.79
		Dolabrifera dolabrifera	14	5.56
		Elysia diomedea	3	1.19
		Equinometra vanbrunti	9	3.57
		Heliaster cumingii	5	1.98
		Mitra tristis	4	1.59
		Ophiocoma aethiops	4	1.59
		Scurria mesoleuca	3	1.19
		Siphonaria gigas	15	5.95
		Siphonaria maura	22	8.73
		Thais biserialis	2	0.79
		Thais melones	10	3.97
		Serpulorbis sp.	27	10.71
		Holothuria sp.	5	1.98
		Philbertia sp.	60	23.81
Infralitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	146	51.77
		Megabalanus peninsularis	3	1.06
		Pollicipes elegans	43	15.25

Cont…

Cont…

		Pseudochama corrugata	3	1.06
		Zoanthus sp.	3	1.06
		Ostrea tubulifera	8	2.84
		Vermetidae	1	0.35
		Phragmatopoma californica	75	26.6
	Densidad	*Acanthina brevidentata*	14	7.41
		Anachis fluctuata	7	3.7
		Chiton stokesii	3	1.59
		Dolabrifera dolabrifera	14	7.41
		Elysia diomedea	1	0.53
		Equinometra vanbrunti	23	12.17
		Fissurella macrotrema	1	0.53
		Fissurella microtrema	3	1.59
		Grapsus grapsus	12	6.35
		Heliaster cumingii	2	1.06
		Hipponix pilosus	10	5.29
		Mitra tristis	3	1.59
		Ophiocoma aethiops	3	1.59
		Siphonaria gigas	7	3.7
		Siphonaria maura	24	12.7
		Thais biserialis	4	2.12
		Thais melones	5	2.65
		Serpulorbis sp.	39	20.63
		Holothuria sp.	1	0.53
		Diodora saturnalis	5	2.65
		Philbertia sp.	7	3.7

Para la estación lluviosa en el supralitoral prevaleció *Phragmatopoma californica* con 92.21 % y *Nodilittorina paytensis* con 29.06 %; en el sustrato mesolitoral el *Brachidontes semilaevis* dominó con 39.89 % y *Philbertia sp.* con 27.39 %. En el infralitoral predominó *Phragmatopoma californica* con 38.22 % y *Equinometra vanbrunti* con 27.04 % (Tabla 4).

Tabla 4 Lista de especies de la localidad Punta Carnero, recolectados en diferentes sustratos en estación lluviosa, con sus respectivos valores de abundancia (A) y dominancia relativa (%).

PUNTA CARNERO Estación Lluviosa		Nombre científico	A	DR%
Supralitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	4	5.19
		Megabalanus peninsularis	2	2.6
		Phragmatopoma californica	71	92.21
	Densidad	*Chiton stokesii*	1	0.25
		Grapsus grapsus	8	1.97
		Heliaster cumingii	4	0.99
		Nodilittorina aspera	74	18.23
		Nodilittorina modesta	7	1.72
		Nodilittorina paytensis	118	29.06
		Onchidella hildae	13	3.2
		Scurria mesoleuca	108	26.6
		Siphonaria gigas	54	13.3
		Siphonaria maura	19	4.68
Mesolitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	50	27.32
		Brachidontes puntarenensis	43	23.5
		Brachidontes semilaevis	73	39.89
		Bunodosoma sp.	8	4.37
		Megabalanus peninsularis	6	3.28
		Pseudochama corrugata	3	1.64

Cont…

Cont…

PUNTA CARNERO Estación Lluviosa		Nombre científico	A	DR%
	Densidad	*Acanthina brevidentata*	7	3.04
		Anachis fluctuata	1	0.43
		Cardita affinis	6	2.61
		Chiton stokesii	3	1.3
		Dolabrifera dolabrifera	29	12.61
		Elysia diomedea	7	3.04
		Equinometra vanbrunti	15	6.52
		Fissurella asperella	2	0.87
		Fissurella longifisa	1	0.43
		Fissurella macrotrema	1	0.43
		Fissurella microtrema	3	1.3
		Grapsus grapsus	2	0.87
		Heliaster cumingii	1	0.43
		Hipponix panamensis	5	2.17
		Hipponix pilosus	7	3.04
		Mitra tristis	3	1.3
		Ophiocoma aethiops	2	0.87
		Petricola denticulata	6	2.61
		Siphonaria gigas	26	11.3
		Siphonaria maura	22	9.57
		Thais biserialis	11	4.78
		Thais melones	3	1.3
		Thais triangularis	1	0.43
		Serpulorbis sp.	2	0.87
		Holothuria sp.	1	0.43
		Philbertia sp.	63	27.39
Infralitoral	**Cobertura**	*Balanus amphitrite*	14	8.92
		Bunodosoma sp.	16	10.19
		Megabalanus peninsularis	16	10.19
		Pollicipes elegans	51	32.48
		Phragmatopoma californica	60	38.22
	Densidad	*Acanthina brevidentata*	17	7.3
		Anachis fluctuata	3	1.29
		Anachis varia	4	1.72
		Cardita affinis	7	3
		Dolabrifera dolabrifera	32	13.73
		Elysia diomedea	11	4.72
		Equinometra vanbrunti	63	27.04
		Fissurella asperella	2	0.86
		Fissurella microtrema	1	0.43
		Grapsus grapsus	7	3
		Hipponix pilosus	2	0.86
		Mitra tristis	4	1.72
		Nerita funiculata	2	0.86
		Ophiocoma aethiops	10	4.29
		Scurria mesoleuca	14	6.01
		Thais biserialis	3	1.29
		Thais melones	15	6.44
		Thais triangularis	3	1.29
		Philbertia sp.	32	13.73

En cuanto a la frecuencia relativa en la localidad Ballenita, en estación seca en el supralitoral fue de 42.14 %, mesolitoral 26.95 % e infralitoral 30.90 %; mientras que en Punta Carnero fue de 45.58 % en supralitoral, mesolitoral de 28.61 % e infralitoral de 25.81 %. En estación lluviosa en Ballenita se obtuvo 18.84 % de frecuencia relativa en el supralitoral, 36.53 % en mesolitoral y 44.62 % del infralitoral. Punta Carnero obtuvo 39.42 % en el

sustrato supralitoral mientras que en sustrato mesolitoral fue de 33.71 % e infralitoral de 26.86 % (Figura 6).

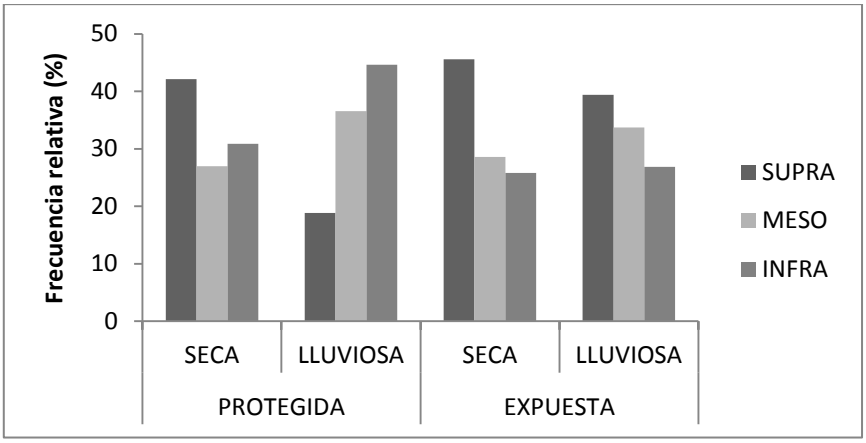


Figura 6 Frecuencias relativas de las zonas protegidas y expuestas en la estación seca y lluviosa en los sustratos supralitoral, mesolitoral e infralitoral.

El valor de riqueza (D) Margalef, más bajo se registró en la estación seca en Punta Carnero con 39 especies, mientras que el valor más alto fue en la estación lluviosa en Ballenita con 50 especies.

El índice de diversidad (H') Shannon-Weaver está relacionado con la abundancia absoluta, siendo así el más bajo registro en Ballenita en estación lluviosa con 1.04 bits, el índice más alto lo obtuvo tanto Ballenita en estación seca como Punta Carnero en estación lluviosa ambos con una diversidad de 1.08 bits (Figura 7).

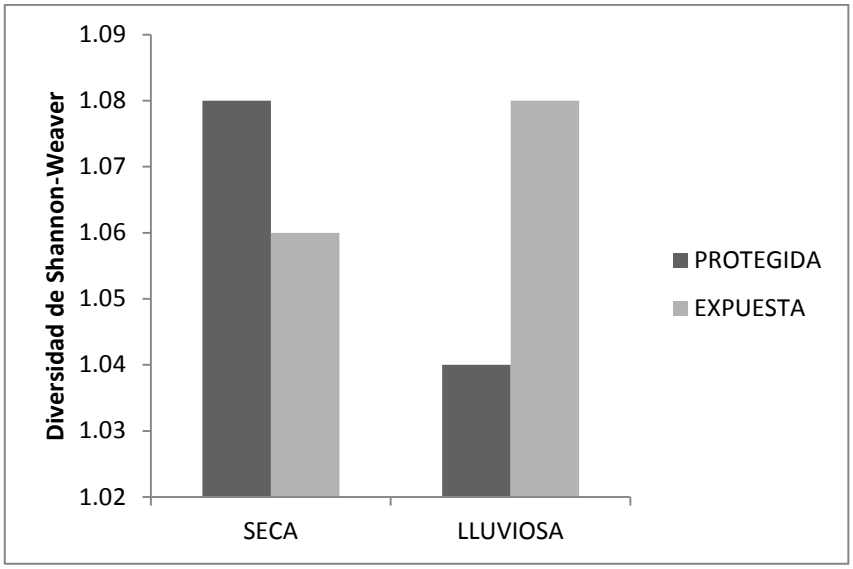


Figura 7 Diversidad de Shannon-Weaver de la zona protegida y zona expuesta de la provincia Santa Elena, en la estación seca y lluviosa.

Aplicando el índice de similaridad de Simpson se obtuvo que la zona protegida en la estación lluviosa presentó dos sustratos con el 100 % de similaridad, estos son los sustratos supralitoral e infralitoral (Figura 8).

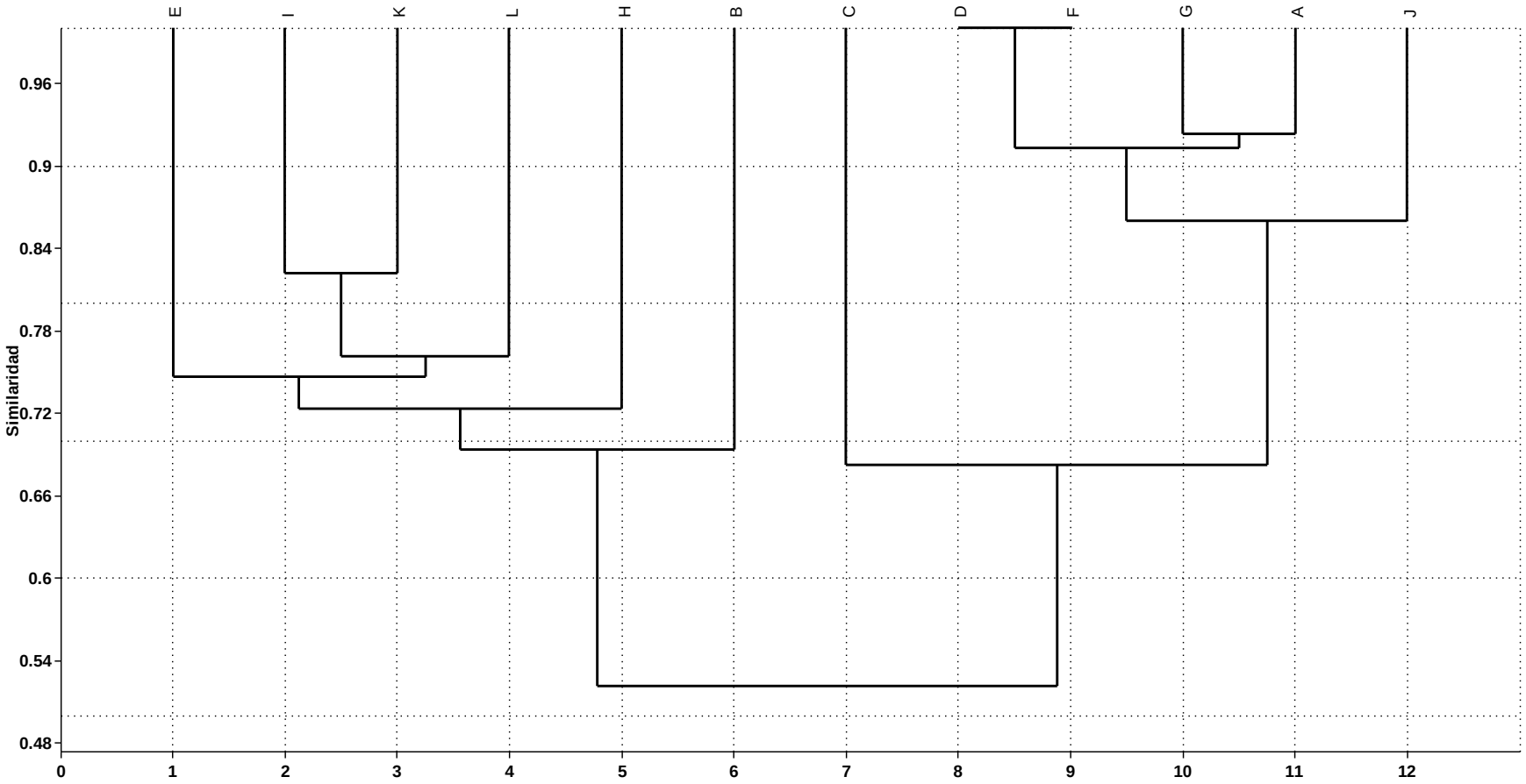


Figura 8 Índice de Similitud de Simpson, comparando los sustratos supralitoral, mesolitoral e infralitoral. Leyenda: **ZONA PROTEGIDA** (Estación Seca: Supra **A,** Meso **B**, Infra **C**) (Estación Lluviosa: Supra **D**, Meso **E**, Infra **F**); **ZONA EXPUESTA** (Estación Seca: Supra **G**, Meso **H**, Infra **I**) (Estación Lluviosa: Supra **J**, Meso **K**, Infra **L**).

7. DISCUSIONES

Como se indica anteriormente en Ecuador las investigaciones que relacionen factores físicos con biológicos han sido escasas, los trabajos en su mayoría han sido de tipo taxonómicos, seguidos por estudios de distribución, abundancia, riqueza, entre otros que han sido un aporte a la investigación actual; sin embargo hace falta información de estudios de variables físicas en las costas ecuatorianas.

Según observaciones realizadas por Vera *et al.,* (2009) en estación lluviosa, la dirección del oleaje en Punta Carnero predomina hacia el suroeste con una altura rompiente de hasta 3 m mientras que en Ballenita es hasta 1,20 m; relacionados con el estudio realizado con la energía del oleaje en Punta Carnero es de 7855,66 N/m mientras que en Ballenita la energía de la ola fue de 1808,28 N/m; lo que significa que la altura de la ola es directamente proporcional a la energía de la misma, debido a que entre mayor es la altura de la ola es mayor la energía y viceversa.

En los muestreos realizados en la localidad Ballenita y Punta Carnero el fillum con mayor número de especies fue Mollusca con la clase mejor representada Gastropoda, coincidiendo con los estudios realizados por Mora *et al.,* 1998; Arroyo y Calderón 2000; Mair *et al.,* 2002 y Cruz *et al.,* 2003, que reportan algunas de las especies encontradas en los muestreos realizados en esta tesis, a más de estar en los mismos tipos de sustratos, entre ellos los Brachidontes y Nodilittorinas formando un cinturón en el supralitoral que es la zona más visible; según estudio de Cruz (2009) en el

año 2006, en el sustrato supralitoral predominó el bivalvo *Brachidontes puntarenensis* en la Bahía de Santa Elena, mientras que en los muestreos realizados en el 2012 en Ballenita predominó *Brachidontes semilaevis*, demostrando una mayor cobertura que el resto de organismos del supralitoral. Otra especie que fue abundante en la zona supralitoral es el gasterópodo *Nodilittorina paytensis*, concordando con las observaciones de Cruz, 2009.

En estudios de Cruz y Mair (2009), se reporta hasta Punta Carnero los perforadores *Lithophaga aristata* como la especie más abundante pero en los muestreos realizados no se observa abundancia de perforadores en ninguna de las localidades muestreadas, posiblemente estos hayan sido afectados por ser sensibles a los cambios de temperatura y tal vez salinidad por este motivo no se encontró la misma abundancia en los nuevos muestreos.

Es probable, que la diferencia de la riqueza de especies y abundancia registrada en Ballenita y Punta Carnero sea consecuencias de varios factores, entre ellos la estrechez de la zona intermareal como menciona Ramírez y Osorio (2000) en su estudio de los patrones de distribución de macro algas y macro-invertebrados, que la zona expuesta es más angosta que el resto de zonas muestreadas y por este motivo se vio afectada la distribución de los organismos; otro factor que influye directamente con la estructura comunitaria es la energía de la ola, relacionado con la inclinación de la playa tal como menciona Barba *et al.,* (2009) en los sitios expuestos al

oleaje hay un desplazamiento acelerado de larvas, juveniles y muchas especies de organismos adultos; por este motivo no se permite al asentamiento en el sustrato rocoso. Al contrario de los organismos sésiles que se convierten los organismos dominantes en las zonas expuestas, tal como se mostró en los muestreos realizados en Punta Carnero que predominó *Phragmatopoma californica* (Kinberg, 1867) y *Brachidontes semilaevis* (Pilsbry y Lowe, 1932) mientras que en la zona protegida por su composición de rocas presenta mayor diversidad a pesar que su abundancia es menor que la zona expuesta, de tal manera Ballenita posee una zona de refugio para organismos en especial móviles entre ellos el fillum Mollusca.

Según los datos de diversidad de Shannon – Weaver, no se encontró diferencia entre la diversidad de la zona expuesta con la protegida, los valores que se dan son muy cercanos el uno con el otro por lo que decimos que Ballenita y Punta Carnero tienen una diversidad similar a pesar del impacto de las olas que hay en cada una de las localidades; sin embargo, cabe recordar que la diversidad de Shannon-Weaver se trabajó con abundancia de organismos y no con riqueza de especies.

Se empleó el índice de Similaridad de Simpson para entender cómo se relaciona cada una de las comunidades muestreadas de las localidades Ballenita y Punta Carnero o también llamadas zona protegida y zona expuesta respectivamente, estudiando cada uno de los sustratos: supralitoral, mesolitoral e infralitoral, en las estaciones secas y lluviosas. De tal manera que se obtuvo una similitud del 100 % de las comunidades en la

zona protegida en estación lluviosa del supralitoral e infralitoral, mientras que el resto de agrupaciones se muestran símiles en sustratos supralitoral de ambas estaciones así como de ambas zonas y el sustrato infralitoral de igual manera, en cambio el sustrato mesolitoral se vio relacionado con ambos sustratos sin tener relevancia la estación seca o lluviosa.

8. CONCLUSIONES

La estructura comunitaria de macro-invertebrados se ve afectada por el impacto del oleaje, por este motivo se forman bandas que se diferencian en intermareal rocoso siendo estos los sustratos alto (Supralitoral), medio (Mesolitoral) y bajo (Infralitoral).

Las localidades estudiadas Ballenita y Punta Carnero presentan diferencias en riqueza de especies y abundancia debido a que la franja costera en Ballenita es amplia y presenta tablones rocosos con muchas grietas y pozas intermareales que son de importancia para las especies móviles debido a que éstas buscan refugio para resistir a la desecación, a más de presentar un grado de inclinación leve y por su ubicación geográfica la playa es protegida presentando oleaje indirecto.

Al contrario de Punta Carnero que presenta un grado de inclinación más pronunciado y la zona es expuesta por lo tanto tiene un oleaje directo, la zona intermareal es mucho más corta presentando rocas bastante pulida y de aspecto puntiagudo con menos refugio que en Ballenita.

Por este motivo se ve diferenciada la estructura comunitaria en cuanto a su abundancia y riqueza, presentando Punta Carnero la localidad de mayor abundancia compuesta en su mayoría por organismos sésiles como anemonas, percebes y colonias de poliquetos y de organismos móviles como *Equinometra vanbrunti*, al contrario de Ballenita que su abundancia fue menor sin embargo la riqueza de especies fue mayor.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar este trabajo en nuevos sitios para comparar la estructura comunitarias de otras zonas estimando los diferentes tipos de oleaje.
- Incrementar el estudio de las macro algas debido a que estas tienen una distribución, riqueza y abundancia marcada en cada uno de los sustratos que podría ser consecuencia al tipo del oleaje.
- Estudiar los diversos factores físicos que pueden ser responsables de la estructura comunitaria como son la desecación, inclinación de la roca, tipo de sustrato, salinidad y temperatura; o procesos ecológicos como la competencia, depredación, perturbación, presencia de herbívoros y reclutamiento; el estudio de estos componentes sería un avance para el conocimiento de las zonas rocosas ecuatorianas.

10. DIFUSIÓN A LA COMUNIDAD

- Para la difusión a la comunidad se visitó la Escuela de Educación Básica Nº 13 “Sin Nombre”, ubicada en Ballenita, Santa Elena dirigida por la Lcda. Glenda Domínguez. Donde se capacitó a los estudiantes del sexto y séptimo grado (Figura 9, 10 y 11) con la charla educativa para conocer y cuidar la Zona Rocosa Marina de Ballenita, cada uno de los alumnos realizó un taller en el que reconocían los animales que habitan en la zona y respondiendo preguntas optativas relacionadas al tema. Se obtuvo la total atención de los estudiantes por lo que su rendimiento en la prueba fue satisfactorio.

Figura 9 Difusión de la charla sobre la conservación de los ecosistemas marinos rocosos a los estudiantes de séptimo año de básica de la escuela Ballenita.

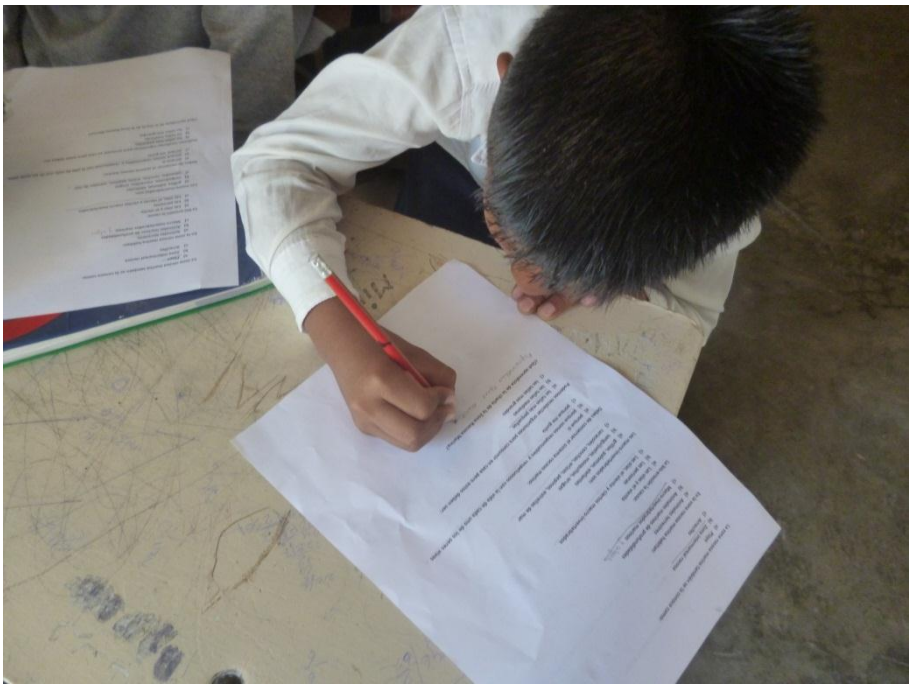


Figura 10 Alumnos de séptimo de básica realizando la evaluación respecto al tema de la capacitación.

REPUBLICA DEL ECUADOR

ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA No13
"SIN NOMBRE"
Ballenita – Santa Elena
Correo Electrónico: escuelafiscal13sn@hotmail.com

Ballenita, 19 de Febrero del 2014

CERTIFICADO

La suscrita directora de la Escuela de Educación Básica N° 13 "SIN NOMBRE" de Ballenita, **Lcda. Glenda Domínguez Suárez**, con Cédula de Ciudadanía N° 0907952105. Certifica: Que **MARIA JOSE BRITO VERA, con Cédula número 0927226753,** estudiante egresada de la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Escuela de Biología previa a la obtención del Título de Bióloga, realizó Charlas de Capacitación, sobre la Zona Rocosa Marina de Ballenita.

Trabajando con los estudiantes de SEXTO y SEPTIMO grado de nuestra Institución Educativa.

La portadora de este Certificado puede hacer uso del presente documento de la mejor manera que estime conveniente y es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente.

Lcda. Glenda Domínguez.
DIRECTORA.

Figura 11 Certificado de la charla dictada en la escuela de Ballenita, dirigida por la directora Lcda. Glenda Domínguez Suárez

11. BIBLIOGRAFÍA

Alamo, V., y Valdivieso, V. (1987). *Lista sistemática de Moluscos Marinos del Perú.* Callao, Perú. Impreso Improffset.

Aldea, C., y Rosenfeld, S. (2011). Macromoluscos intermareales de sustratos rocosos de la playa Buque Quemado, Estrecho de Magallanes, sur de Chile. *Biología Marina y Oceanografía*, *46*(2), 115-124.

Arias, E. (2012). *Estado actual de la diversidad de moluscos bivalvos perforadores de madera en la Puntilla de Santa Elena (Salinas)* (tesis de grado) Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Arroyo, M., y Calderón, T. (2000). Estudio taxonómico de los invertebrados marinos existentes en la zona intermareal de la Isla Santa Clara (Golfo de Guayaquil exterior). *Convenio interinstitucional entre Universidad de Guayaquil y Energy Development Company, 66.*

Avilés, B. (1984). *Identificación y distribución de los equinodermos en la provincia del Guayas* (tesis doctoral) Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Ayala, G. (2010). *Distribución de la comunidad de macroinvertebrados en la zona intermareal rocosa de Punta Bellaca y Punta Colorada, Cantón Sucre. Provincia de Manabí Febrero-Julio del 2008* (tesis de grado) Sistema Nacional Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Manabí, Ecuador.

Barba, F., Flores, P., Flores, R., García, S., y Arana., D. (2009). Biodiversidad y zonificación de la comunidad de moluscos, que habita el sustrato rocoso en dos sitios con distinta acción del oleaje, en la Isla "La Roqueta", Acapulco, Guerrero, México. Universidad Autónoma de Guerrero. En Rangel, L., Gamboa, J., Arriaga, S., y Contreras, W. (Eds). *Perspectiva en Malacología Mexicana* (pp.21-43). Villahermosa, México: Editorial Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Brusca, R. (1973). *Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California*. Tucson, Arizona: The University of Arizona press.

Camacho, Y., Gosliner. T., & Valdés, A. (2005). *Field guide to the sea slugs of the Tropical Eastern Pacific.* San Francisco, United States of America: California Academy of Sciences. Allen Press Inc.

Coan, E., & Valentich, P. (2012). Bivalve Seashells of Tropical West America: Marine Bivalve Mollusks from Baja California to Northern Peru. Santa Barbara Museum of Natural History.

Cruz, J. (2007). Análisis espacial de las comunidades tropicales intermareales asociadas a los litorales rocosos de Venezuela. *Ciencias Marinas 33*, (2), 133-148.

Cruz, M. (1992a). Estado actual del recurso Malacológico (Bivalvo y Gasterópodo) de la zona infralitoral del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico, 7*(1), 41-68.

Cruz, M. (1992b). Moluscos incrustantes de maderas en el mar ecuatoriano. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, *7*(1), 69-80.

Cruz, M. (1996). Pterópodos tecosomados y heterópodos (Gasterópodos) como bioindicadores del evento “El Niño 1992” en la estación fija “La Libertad”, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, *8*(1), 51-66.

Cruz, M. (2007). Nueva distribución de moluscos meiobentónicos (Gasterópoda: Familia Caecidae) en la costa ecuatoriana. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, *14*(1), 131-137.

Cruz, M. (2009). Variación de la malacofauna bentónica intermareal y submareal de la bahía de Santa Elena, Ecuador, entre el 2006-2007. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, *15* (1), 139-150.

Cruz, M., Gabor, N., Mora, E., Jiménez, R., & Mair, J. (2003). The known and unknown about marine biodiversity in Ecuador (Continental e Insular). Universidad de Concepción, Revista Gayana, *67*(2), 232-260.

Cruz, M., Hill, D., y Cortez, P. (2007). Biología y distribución de la familia Aplysiidae (babosas de mar) en la zona intermareal del Ecuador, desde el 2003 al 2005. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, *14*(1), 155-161.

Cruz, M., y Mair, J. (2009). Ecología y distribución de los moluscos bivalvos perforadores de rocas (Familia Mytilidae) en la costa ecuatoriana del 2000 al 2005. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, *15*(1), 151-164.

Cruz, M., Torres, G., y Villamar, F. (1989). Estudio comparativo de los moluscos bivalvos perforadores de la madera más resistentes (laurel, moral, palo de vaca) y la “atacada” (mangle) en la costa Ecuatoriana. *Acta Oceanográfica del Pacífico, 5*(1), 49-55.

Flores, P., Flores, R., García, S., y Valdés, A. (2007). Variación en la diversidad malacológica del mesolitoral rocoso en Playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. *78*(2), 33-40.

Flores, R., Torreblanca, C., Flores, P., García, S., Galeana, L., Valdés, A., y Rojas, A. (2011). Mollusc community from a rocky intertidal zone in Acapulco, Mexico. *Biodiversity*. *12*(3), 144-153.

García, S., Flores, R., Flores, P., y Valdés, A. (2004). Densidad y tallas de *Plicopurpura patula pansa* relacionadas con el sustrato y oleaje en la costa rocosa de Guerrero, México. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Distrito Federal, México. Hidrobiología, *14*(002), 127-136.

Gualancañay, E. y Cruz, M. (1983). Relación ecológica de *Crassinella varians* (Bivalvo) y *Cibicides Bertheloti, F.* boueana (Foraminífero) en el Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, *2*(1), 8.

Guiñez, R., y Pacheco, C. (1999). Estimaciones de la velocidad máxima del oleaje en el intermareal rocoso de Chile central, utilizando un dinamómetro prototipo. Departamento de Ecología, Facultad de

Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, *72*(2), 251-260.

Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. <http://palaeo_electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>

Hawhins, S., y Jones, H. (1992). *Marine field course guide. Rocky Shores.* Londres, Reino Unido, Immel Publishing.

INOCAR. (2013). Tabla de Mareas y Datos Astronómicos del sol y de la luna. *Instituto Oceanográfico de la Armada, 158*.

Jiménez, M., Márquez, B., y Díaz, O. (2004). Moluscos del litoral rocoso en cuatro localidades del Estado Sucre, Venezuela. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Marina, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. *16*(1), 9-18.

Keen, M. (1971). Sea Shells of the Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford University, California: Stanford University, 1064.

Mair, J., Mora, E., Cruz, M., Calles, A., Arroyo, M., y Merino, D. (2000). Guía de Campo para la colección y preservación de Invertebrados Marinos. Proyecto Iniciativa Darwin, Universidad de Guayaquil y Heriot-Watt University. 78.

Mair, J., Mora, E., Cruz, M., Arroyo, M., González, K., y Merino, D. (2002). Manual de Campo de los Invertebrados Bentónicos Marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona litoral ecuatoriana. Proyecto Iniciativa Darwin, Universidad de Guayaquil y Heriot-Watt University. 108.

Moore, B. (1958). Marine Ecology. Wiley & Sons. New York. 493.

Mora, E. (1990). Catálogo de Bivalvos Marinos del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil, Ecuador. Boletín Científico y Técnico, *10*(1), 136.

Mora, E., Cruz, M., Calles, A., Merino, D., y Arroyo, F. (1998). Invertebrados bentónicos en la costa ecuatoriana. *Proyecto "Iniciativa Darwin"* Informe técnico, 13.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, España. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA, 84.

Olsson, A. (1961). Mollusks of the tropical eastern Pacific, particularly from the southern half of the Panamic-Pacific faunal province (Panama to Peru). Panamic-Pacific Pelecypoda. Paleontological Research Institution, Ithaca, New York, 574.

Percy, A. (1966). A Field Guide to Pacific Coast Shells. Including shells of Hawaii and the Gulf of California. Second Edition, 297.

Ramírez, M., y Osorio, C. (2000). Patrones de distribución de macroalgas y macroinvertebrados intermareales de la Isla Robinson Crusoe, archipiélago de Juan Fernández, Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, *28*(1), 1-13.

SARCE. (2012). Protocol and sampling design for the South American Research group on Coastal Ecosystems. Updated December 2012.

Sibaja, J., y Vargas, J. (2006). Zonación vertical de epifauna y algas en litorales rocosos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Revista Biológica Tropical, *54*(1), 49-67.

Smith, R., y Smith, T. (2001). Ecología. 4ª Edición. Educación, S.A., Madrid, 664.

Suarez, J. (2012). *Comunidades biológicas en los manglares de Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal* (tesis de grado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Torreblanca, C., Flores, R., Flores, P., García, S., y Galeana, L. (2012). Riqueza, composición y diversidad de la comunidad de moluscos asociada al sustrato rocoso intermareal de playa Parque de la Reina, Acapulco, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, *47*(2), 283-294.

Vásquez, J., Camus, P., yz Ojeda, F. (1998). Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural, 71*, 479-499.

Vera, L., Lucero, M., y Mindiola, M. (2009). Caracterización oceanográfica de la costa central ecuatoriana entre la Punta del Morro y Jaramijó, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacifico*, *15*(1), 7-17.

ANEXOS

AnthozoaE

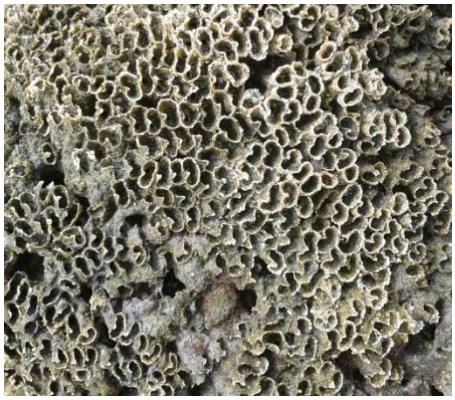
ACTINIIDAE

Bunodosoma sp.

Zoanthus sp.

Polychaeta

SABELLARIIDAE



Phragmatopoma californica

Pelecipoda

MYTILIDAE

Brachidontes semilaevis

Pelecipoda

CARDITIDAE

Cardita affinis

Pelecipoda

CHAMIDAE

Chama corrugata

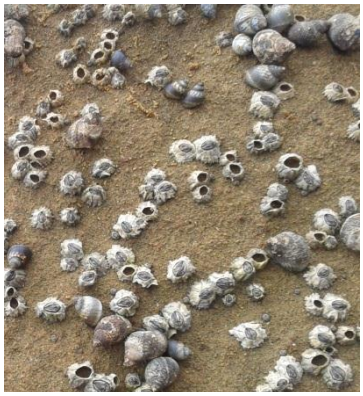
Gastropoda

FISSURELLIDAE

Fissurella macrotrema

Gastropoda

LITTORINIDAE



Nodilittorina paytensis

Gastropoda

VERMETIDAE

Serpulorbis sp.

Gastropoda

THAIDIDAE

Thais melones

Gastropoda

THAIDIDAE

Acanthina brevidentata

Gastropoda

FASCIOLARIIDAE

Latirus rudis

Gastropoda

APLYSIIDAE

Dolabrifera dolabrifera

Gastropoda

PLACOBRANCHIDAE

Elysia diomedea

Gastropoda

FLABELLINIDAE

Flabellina marcusorum

Gastropoda

ONCHIDIIDAE

Onchidella hildae

Poliplacofora

CHITONIDAE

Chiton stokesii

Maxillopoda

BALANIDAE

Balanus peninsularis

Arthropoda

Pollicipes elegans

Decapoda

GRAPSIDAE

Grapsus grapsus

Decapoda

GRAPSIDAE

Pachygrapsus transversus

Decapoda

XANTHIDAE

Panopeus purpureus

Asteroidea

HELIASTERIDAE

Heliaster cumingii

Ophiuroidea

ASTERIIDAE

Ophiocoma aethiops

Echinoidea

EQUINOMETRIDAE

Equinometra vambrunti

Holothurioidea

HOLOTHURIIDAE

Holoturia sp.