



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENINSULA DE SANTA DE ELENA**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
ESCUELA DE BIOLOGIA MARINA

**“EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-  
TEMPORAL DE OPISTOBRANQUIOS CON RELACIÓN AL TIPO DE  
SUSTRATO EN LA ZONA ROCOSA INTERMAREAL DE AYANGUE Y LA  
ENTRADA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de:

**BIÓLOGO MARINO**

**REYES SUÁREZ FRANKLIN JEFFERSON**

TUTOR

**ING. JIMMY VILLON**

LA LIBERTAD-ECUADOR

2014

**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENINSULA DE SANTA DE ELENA**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
ESCUELA DE BIOLOGIA MARINA

**“EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-  
TEMPORAL DE OPISTOBRANQUIOS CON RELACIÓN AL TIPO DE  
SUSTRATO EN LA ZONA ROCOSA INTERMAREAL DE AYANGUE Y LA  
ENTRADA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de:

**BIÓLOGO MARINO**

**REYES SUÁREZ FRANKLIN JEFFERSON**

TUTOR

**ING. JIMMY VILLON**

LA LIBERTAD-ECUADOR

2014

## **DECLARACIÓN EXPRESA.**

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

---

Franklin Jefferson Reyes Suárez

C.I. 0929013613

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida. A mi padre Franklin Reyes, por darme la mejor educación, por los mensajes de aliento y tu excelente manera de instruirme para enfrentar las verdades de esta vida, como también a mi madre Tania Suárez por los deseos de superación y a mis hermanos que son el eje fundamental de mi familia.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por el apoyo brindado incondicionalmente en mi formación académica que siempre estuvieron presentes dándome consejos y ánimos para seguir adelante.

Agradezco de forma especial a mis abuelos que confiaron en mí y gracias a sus oportunos consejos, me guiaron y fortalecieron mis principios como persona.

Al Ingeniero Jimmy Villón, por la dirección de este trabajo científico, apoyando en la ejecución del proyecto con sus conocimientos.

De manera muy especial a PHD. María Herminia Cornejo por su apoyo brindado incondicionalmente en la elaboración del proyecto y por los consejos de superación que solo una amiga puede dar.

A mis amigos y compañeros de la universidad Juan Rodríguez y Roylan Ángel que aportaron con ideas en la elaboración del proyecto.

A los profesores de la carrera de Biología Marina, por sus enseñanzas que impartieron en las clases fortaleciendo la preparación profesional de los estudiantes.

## **TRIBUNAL DE GRADO**

---

**ING. GONZALO TAMAYO C.  
DECANO DE LA FACULTAD**

---

**BLG. RICHARD DUQUE  
DIRECTOR DE ESCUELA**

---

**ING. JIMMY VILLON  
PROFESOR TUTOR**

---

**BLG. YADIRA SOLANO  
DOCENTE DE ÁREA**

---

**SECRETARIO GENERAL PROCURADOR**

## ÍNDICE GENERAL.

|   | Pag     |
|---|---------|
| DECLARACIÓN EXPRESA.....  | i       |
| DEDICATORIA.....  | ii      |
| AGRADECIMIENTO.....   | iii     |
| TRIBUNAL DE GRADO.....  | iv      |
| ÍNDICE GENERAL.....   | v-vi    |
| INDICE DE TABLAS.....   | vii     |
| INDICE DE FIGURAS.....  | viii-ix |
| GLOSARIO.....   | x-xi    |
| ABREVIATURA Y SIMBOLOGÍA.....   | xii     |
| 1. RESUMEN.....   | xiii    |
| 2. INTRODUCCION.....  | 1-2     |
| 3. JUSTIFICACIÓN.....   | 3       |
| 4. OBJETIVO GENERAL.....  | 4       |
| 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....   | 4       |
| 6. HIPÓTESIS.....   | 5       |
| 7. MARCO TEÓRICO  |         |
| 7.1. Generalidades de los opistobranquios.....                                      | 6       |
| 7.2. Respiración.....   | 6-7     |
| 7.3. Reproducción.....  | 7       |
| 7.4. Sistema de defensa.....  | 7       |
| 7.5. Tipos de desarrollo de larva en opistobranquios.....                           | 7-8     |
| 7.6. Ciclo de vida.....   | 8-9     |
| 7.7. Importancia ecológica.....   | 9       |
| 7.8. Potencial químico y su importancia en la medicina.....                         | 10      |
| 7.9. Impactos antrópicos.....   | 10-11   |
| 7.10. Clasificación de los opistobranquios.....                                     | 11      |
| 7.10.1. Anaspidea.....  | 11      |
| 7.10.2. Notaspidea.....   | 11-12   |
| 7.10.3. Sacoglossa.....   | 12      |
| 7.10.3. Nudibranquios.....  | 12      |
| 7.10.4. Cephalaspidea.....  | 13      |
| 7.11. Colonización y su relación a los hábitos alimenticios.....                    | 13-14   |
| 7.12. Distribución de las especies de opistobranquios.....                          | 14      |
| 8. MARCO METODOLÓGICO   | 15      |
| 8.1. Descripción del área de estudio.....   | 15      |
| 8.2. Zona inter-mareal rocoso Ayangue.....  | 15      |
| 8.3. Zona inter-mareal rocosa La Entrada.....                                       | 16      |
| 8.4. Diseño investigativo.....  | 17-18   |
| 8.4.1. Diseño gráfico de los transeptos.....  | 18      |
| 8.5. Diseño de muestreo.....  | 18-19   |
| 8.6. Clasificación taxonómica.....  | 20-21   |
| 8.7. Estimación de la abundancia poblacional entre Ayangue y La Entrada.....        | 21      |
| 8.8. Distribución espacial de los opistobranquios en relación estrato-alimento..... | 21      |

|  |       |
|--|-------|
| 8.9. Distribución temporal de los opistobranquios en relación a los parámetros físicos- químicos.....      | 21-22 |
| 8.10. Clasificación de las especies de acuerdo a la frecuencia de aparición.....                           | 22    |
| 8.11. Análisis de resultados.....  | 23    |
| 8.12. Chao 1.....  | 23    |
| 8.13. Jackknife.....   | 23    |
| 8.14. Bootstrap.....   | 23    |
| 8.15. Índice de similitud Bray Curtis.....   | 23    |
| 8.16. Correlación entre la abundancia absoluta y la cobertura de algas.....                                | 24    |
| 8.17. Correlación entre la abundancia absoluta y las variables ambientales.....                            | 24    |
| <b>9. RESULTADOS</b>   |       |
| 9.1. Composición de opistobranquios en el intermareal rocoso de Ayangue.....                               | 25    |
| 9.2. Composición de opistobranquios en el intermareal rocoso de La Entrada.....                            | 25-26 |
| 9.3. Abundancia poblacional de opistobranquios en el intermareal rocoso de Ayangue.....                    | 26-27 |
| 9.4. Abundancia poblacional de opistobranquios en el intermareal rocoso de La Entrada.....                 | 27-28 |
| 9.5. Abundancia de opistobranquios en el intermareal de Ayangue.....                                       | 28-29 |
| 9.6. Abundancia de opistobranquios en el intermareal rocoso de La Entrada.....                             | 29    |
| 9.7. Riqueza Potencial máxima de especies en Ayangue.....  | 30    |
| 9.8. Riqueza potencial máxima de especies en La Entrada.....   | 30-31 |
| 9.9. Grado de similitud entre los niveles de marea y la abundancia absoluta en Ayangue.....                | 31-32 |
| 9.10. Grado de similitud entre los niveles de marea y la abundancia absoluta en La Entrada.....            | 32-33 |
| 9.11. Cobertura absoluta de algas verdes, rojas y pardas por muestreo en Ayangue.....                      | 33-34 |
| 9.12. Cobertura absoluta de algas verdes, rojas y pardas por muestreo en La Entrada.....                   | 34-35 |
| 9.13. Correlación entre las especies de opistobranquios y el tipo de sustrato en Ayangue y La Entrada..... | 35-36 |
| 9.14. Incidencia de los parámetros ambientales y la abundancia absoluta en Ayangue y La Entrada.....       | 36    |
| 9.15. Clasificación de los opistobranquios de acuerdo a la frecuencia de apariciones.....                  | 37    |
| 9.16. Frecuencia de apariciones de opistobranquios encontrados en Ayangue.....                             | 37    |
| 9.17. Frecuencia de apariciones de opistobranquios encontrados en La Entrada.....                          | 38    |
| <b>10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>   |       |
| 10.1. Conclusiones.....  | 39-40 |
| 10.2. Recomendaciones.....   | 41    |
| 11. BIBLIOGRAFÍA.....  | 42-46 |
| Anexo.....   | 47-84 |

## ÍNDICE DE TABLA

|  | <b>Pag.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1. Especies de opistobranquios del océano atlántico (García y Bertsch 2009).....                               | 14          |
| Tabla 2. Coordenadas geográficas de los lugares de estudio.....  | 15          |
| Tabla 3. Escala de clasificación de acuerdo a la frecuencia de aparición.....  | 22          |
| Tabla No 4. Inventario taxonómico de opistobranquios del intermareal rocoso de Ayangue.....                          | 25          |
| Tabla No 5. Inventario taxonómico de opistobranquios del intermareal rocoso de Ayangue.....                          | 26          |
| Tabla No 6. Abundancia absoluta de opistobranquios en el intermareal rocoso de Ayangue. M: indica # muestreo.....    | 27          |
| Tabla No 7. Abundancia absoluta de opistobranquios en el intermareal rocoso de La Entrada.....                       | 28          |
| Tabla 8. Abundancia absoluta y relativa de opistobranquios por niveles de marea en la zona rocosa de Ayangue.....    | 29          |
| Tabla 9. Abundancia absoluta y relativa de opistobranquios por niveles de marea en la zona rocosa de La Entrada..... | 29          |
| Tabla 10. Correlación entre abundancia de opistobranquios y cobertura de algas.....                                  | 36          |
| Tabla 11. Correlación entre las variables ambientales y la abundancia absoluta.....                                  | 36          |
| Tabla 12. Frecuencia de apariciones de las especies en Ayangue.....  | 37          |
| Tabla 13. . Frecuencia de apariciones de las especies en La Entrada.....   | 38          |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | pag |
|--|-----|
| <b>Figura 1a.</b> Vista satelital de Ayangue obtenida de google earth.....   | 16  |
| <b>Figura 1b.</b> Zona inter-mareal rocosa de Ayangue.....   | 16  |
| <b>Figura 2a.</b> Vista satelital de La Entrada obtenida de google eath.....   | 17  |
| <b>Figura 2b.</b> Zona intermareal rocosa de La Entrada.....   | 17  |
| <b>Figura 3.</b> Diseño gráfico de las transectas de 25 metro de longitud.....   | 18  |
| <b>Figura 4a.</b> ubicación de los transectos en Ayangue.....  | 19  |
| <b>Figura 4b.</b> Ubicación de los transectos en La Entrada.....   | 20  |
| <b>Figura 5.</b> Riqueza máxima de especies del intermareal rocoso de Ayangue, a partir de los estimadores.....  | 30  |
| <b>Figura 6.</b> Riqueza máxima de especies del intermareal rocoso de La Entrada, a partir de los estimadores.....   | 31  |
| <b>Figura 7.-</b> Grado de similitud entre los niveles de marea y la abundancia absoluta en Ayangue.....   | 32  |
| <b>Figura 8.</b> Grado de similitud entre los niveles de marea y la abundancia absoluta en La Entrada.....   | 33  |
| <b>Figura 9.</b> Cobertura absoluta de algas en Ayangue.....   | 34  |
| <b>Figura 10.</b> Cobertura absoluta de algas en La entrada.....   | 35  |
| <b>Figura 11.</b> A. <i>Stylocheilus</i> y sus partes externas, B. Tentáculos orales y rinóforos C y D. Vista dorsal camuflándose con el sustrato.....                     | 49  |
| <b>Figura 12.</b> A y B. Medición de una <i>Dolabrifera</i> adulta, C. Parte ventral. D. <i>Dolabrifera</i> juvenil de 1 centímetro.....                                   | 51  |
| <b>Figura 13.</b> A. Vista dorsal <i>Elysia diomedea</i> B. Vista ventral, estructura de la boca. C. camuflándose en sustrato verde. D. camuflándose en sustrato rojo..... | 53  |
| <b>Figura 14.</b> A. Medición de una <i>Navanax aenigmaticus</i> . B. Partes externas. C. Parte ventral. D. Mecanismo de defensa, expulsa una tinta amarilla.....          | 55  |
| <b>Figura 15.</b> Descripción de <i>Berhtellina Ilisima</i> . A. parte dorsal. B y C. Parte ventral. D. Concha interna color negra.....                                    | 57  |
| <b>Figura 16.</b> Descripción de <i>Tylodina fungina</i> . A y C Vista dorsal. B y D. Vista ventral.....   | 59  |
| <b>Figura 17.</b> A y B. Descripción de <i>Taringa Sp</i> Vista dorsal mostrando las hojas branquiales. C. Parte ventral. D. Rinóforos.....                                | 61  |
| <b>Figura 18.</b> A y B. Descripción de <i>Chromodoris sphoni</i> Vista dorsal con sus estructura externas. C y D. Vista ventral.....                                      | 64  |
| <b>Figura 19.</b> A y B. Descripción de <i>Phidiana lascrucenci</i> . Vista dorsal y sus partes externas. C y D. Vista ventral.....  | 66  |
| <b>Figura 20.</b> Descripción de <i>Flabellina sp</i> A y B. vista dorsal con las estructuras externas. C y D. Vista ventral.....  | 68  |
| <b>Figura 21.</b> Abundancia absoluta de opistobranquios quincenal Ayangue.....  | 69  |
| <b>Figura 22.</b> Abundancia absoluta de opistobranquios quincenal en La Entrada...  | 69  |
| <b>Figura 23.</b> Abundancia/riqueza de especies Ayangue.....  | 70  |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 24.</b> Abundancia/riqueza de especies La Entrada.....  | 70 |
| <b>Figura 25.</b> Correlación entre las especies <i>Dolabrifera dolabrifera</i> y con respecto a la cobertura de algas verdes en Ayangue.....                   | 71 |
| <b>Figura 26.</b> Correlación entre las especies <i>Dolabrifera dolabrifera</i> y con respecto a la cobertura de algas rojas en Ayangue.....                    | 71 |
| <b>Figura 27.</b> Correlación entre las especies <i>Dolabrifera dolabrifera</i> y con respecto a la cobertura de algas pardas en Ayangue.....                   | 72 |
| <b>Figura 28.</b> Correlación entre las especies <i>Elysia diomedea</i> con respecto a la cobertura de algas verdes en la zona rocosa de Ayangue.....           | 72 |
| <b>Figura 29.</b> Correlación entre las especies <i>Elysia diomedea</i> con respecto a la cobertura de algas rojas en la zona rocosa de Ayangue.....            | 73 |
| <b>Figura 30.</b> Correlación entre las especies <i>Elysia diomedea</i> con respecto a la cobertura de algas pardas en la zona rocosa de Ayangue.....           | 73 |
| <b>Figura 31.</b> Correlación entre las especies <i>Dolabrifera dolabrifera</i> y con respecto a la cobertura de algas verdes en la zona rocosa La Entrada..... | 74 |
| <b>Figura 32.</b> Correlación entre las especies <i>Dolabrifera dolabrifera</i> y con respecto a la cobertura de algas rojas en la zona rocosa La Entrada.....  | 74 |
| <b>Figura 33.</b> Correlación entre las especies <i>Dolabrifera dolabrifera</i> y con respecto a la cobertura de algas pardas en la zona rocosa La Entrada..... | 75 |
| <b>Figura 34.</b> Correlación entre las especies <i>Elysia diomedea</i> con respecto a la cobertura de algas verdes en la zona rocosa La Entrada.....           | 75 |
| <b>Figura 35.</b> Correlación entre las especies <i>Elysia diomedea</i> con respecto a la cobertura de algas rojas en la zona rocosa La Entrada.....            | 76 |
| <b>Figura 36.</b> Correlación entre las especies <i>Elysia diomedea</i> con respecto a la cobertura de algas pardas en la zona rocosa La Entrada.....           | 76 |
| <b>Figura 37.</b> Correlación entre temperatura y abundancia absoluta.....  | 77 |
| <b>Figura 38.</b> Correlación entre oxígeno y abundancia absoluta.....  | 77 |
| <b>Figura 39.</b> Correlación entre salinidad y abundancia absoluta.....  | 78 |
| <b>Figura 40.</b> Correlación entre pH y abundancia absoluta.....   | 78 |
| <b>Figura 41.</b> Correlación entre temperatura y abundancia absoluta.....  | 79 |
| <b>Figura 42.</b> Correlación entre oxígeno y abundancia absoluta.....  | 79 |
| <b>Figura 43.</b> Correlación entre Salinidad y abundancia absoluta.....  | 80 |
| <b>Figura 44.</b> Correlación entre pH y abundancia absoluta.....   | 80 |
| <b>Figura 45.</b> Zona intermareal superior de Ayangue.....   | 81 |
| <b>Figura 46.</b> Zona intermareal medio de Ayangue.....  | 81 |
| <b>Figura 47.</b> Búsqueda de opistobranquios en la zona intermareal de Ayangue....   | 82 |
| <b>Figura 48.</b> Zona intermareal rocosa de La Entrada.....  | 82 |
| <b>Figura 49.</b> Sustrato rocoso de La Entrada.....  | 83 |
| <b>Figura 50.</b> Algas clorofíceas de La Entrada.....  | 83 |
| <b>Figura 51.</b> Búsqueda de opistobranquios en la zona intermareal rocosa de La Entrada.....  | 84 |
| <b>Figura 52.</b> Toma de parámetros ambientales.....   | 84 |

## GLOSARIO

**Anaspidea:** Es un orden de los opistobranquios y son organismo herbívoros con concha interna.

**Cephalaspidea:** Es un orden de opistobranquios, son carnívoros, tienen una careta bien desarrollada, una ampliación característica en la cabeza, que se utiliza para arar debajo de la superficie de la arena.

**Ceratas:** Son estructuras anatómicas que se encuentran externamente en los nudibranquios y tienen función respiratoria, digestiva y para la defensa.

**Cleptoplastia:** Es una endosimbiosis que consiste en la asimilación de plastos por parte de aquellos organismos que no las poseen con el objetivo de aprovechar su capacidad autótrofa.

**Críptico:** Es un fenómeno por el que un organismo presenta adaptaciones que lo hacen pasar desapercibido a los sentidos de otros animales.

**Estratificado:** Consiste en la división previa de la población de estudio en grupos o clases que se suponen homogéneos respecto a característica a estudiar.

**Lecitotrófico:** Son especies que se alimentan de reserva alimenticia en el estadio larvario.

**Notaspidea:** Opistobranquios carnívoros o detritívoros, tienen un ctenidio, una branquia lateral, simple externa que se aprecia bien desarrollada en su lado derecho.

**Nudibranchia:** Son un suborden de moluscos gasterópodos del orden de los opistobranquios. Su nombre significa "con las branquias al desnudo".

**Parapodios:** Son apéndices pares que se distribuyen en cada segmento del cuerpo de los opistobranquios.

**Planctotrófico:** Son especies que en estadio larvario se alimentan del plancton.

**Rinóforos:** Son órganos sensoriales en los opistobranquios localizados en la parte superior de la cabeza.

**Sacoglosas:** Son un clado de las babosas de mar pequeña y caracoles de mar, moluscos gasterópodos marinos y tienen alimentación herbívora.

**Torsión:** En los opistobranquios es un giro 90-180° que traslada la masa visceral a la parte anterior del cuerpo

**Veliger:** Es una larva característica de los moluscos bivalvos y son planctónicas.

## ABREVIATURA Y SIMBOLOGÍA

|         |                                     |
|---------|-------------------------------------|
| Bertell | Bertellina.                         |
| Chrom   | Chromodoris.                        |
| Cm      | Centímetro                          |
| Dolab   | Dolabrifera                         |
| Flabell | Flabellina                          |
| GPS     | Sistema de posicionamiento global.  |
| K       | Equilibrio                          |
| M       | Metro                               |
| Mm      | Milímetro.                          |
| NAGISA  | Geografía Natural en Áreas Costeras |
| Navan   | Navanax                             |
| Phidia  | Phidiana                            |
| R       | Oportunista                         |
| Sp      | Especie                             |
| Taring  | Taringa                             |
| Tylod   | Tylodina.                           |

## RESUMEN

El estudio ecológico de opistobranquios se llevó a cabo en dos lugares con intermareales rocosos, Ayangue y La Entrada, para el muestreo se utilizó la metodología de NAGISA 2010, basado en transectos lineales en los cuatro niveles de marea: infra litoral, intermareal medio, superior e inferior, en la que se encontraron 10 especies de opistobranquios pertenecientes a 5 ordenes, *Dolabrifera dolabrifera* y *Stylocheilus striatus* del orden Anaspidea, *Elysia diomedea* del orden Sacoglossa, *Navanax aenigmaticus* del orden Cephalaspidea, *Taringa sp* *Chromodoris sphoni*, *Phidiana lasrucensis* y *Flabellina sp* del orden Nudibranchio y por ultimo *Tyrodina fungina* y *Berlellina ilisima* que representan al orden Notaspideos. Encontrándose en Ayangue 4 órdenes de opistobranquios con una abundancia absoluta de 3411 organismos siendo la especie más dominante *Dolabrifera dolabrifera*, a diferencia de La Entrada que se encontró 2992 organismos y la especie más abundante fue *Elysia diomedea*. El índice de similitud de Bray Curtis, nos muestra que en la zona supralitoral, intermareal medio y superior existe alta similitud con relación a la abundancia de especies esto se da en ambos lugares de estudio, las variables ambientales como la temperatura y la salinidad afectan en la abundancia de las especies mientras que el oxígeno y el pH influyen positivamente estos organismos.

**Palabras claves: Opistobranquios, zona rocosa intermareal.**

## ABSTRACT

The ecological study of opisthobranchs was developed in two places, Ayangue and La Entrada, was used the methodology of NAGISA, based on linear transect in all four sea levels, in which 10 species of opistobranchs were registered, belonging to 5 orders, *Dolabrifera dolabrifera* and *Stylocheilus Striatus* of the Anaspidea order, *Elysia diomedea* which is a Sacoglossa, *Navanax aenigmaticus* the order Cephalaspidea, *Taringa sphoni Chromodoris sp*, in which 10 species of opistobranchs belong to 5 orders, *Dolabrifera dolabrifera* and *Stylocheilus Striatus* of the Anaspidea order, *Elysia diomedea* which is a Sacoglossa, *Navanax aenigmaticus* the order Cephalaspidea, *Taringa sp sphoni Chromodoris sphoni*, *Flabellina sp phidiana lascrucensis* and nudibranch and finally *fungina Tylodina* and *Berlellina ilisima* representing Notaspideos order. In Ayangue 4 orders of opistobranchs with absolute abundance of organisms 3411 being the most dominant species *Dolabrifera dolabrifera*, unlike La Entrada were found 2992 and the most abundant species was *Elysia diomedea*. The index similarity Bray Curtis shows that in the supralittoral zone, middle and upper intertidal exists high similarity in relative to the abundance of this species, environmental variables such as temperature and salinity affect the abundance of species while oxygen and pH positively influence these organisms.

Keywords: Opisthobranchs, intertidal zone

## 2. INTRODUCCIÓN

Los opistobranquios son moluscos de cuerpo blando no segmentado compuesto de tres regiones, anterior o cefálica donde se abre la boca y están los órganos sensoriales, la segunda dorsal y visceral, y la tercera ventral y muscular o pie que le sirve para la locomoción además de que están considerado como uno de los clados más diversos. (Hermosillo 2006).

Los opistobranquios representan el 7,5% del total de especies de la clase gasterópoda que corresponde alrededor 3000 especies de opistobranquios según Behrens 1991, pero estudios realizados por Camacho *et al.*, 2005 se estimó que la cantidad de especies se duplicó es decir que existen alrededor de 6000 especies descritas en todo el mundo distribuidos en 7 órdenes: Anaspidea, Cephalaspideas, Sacoglosas, Notaspidea y Nudibranquios, gymnosomata y tecosomata, caracterizados por sus diversidad de formas, estructuras y típicas coloraciones (Caballer 2007).

De los 7 órdenes de opistobranquios se tienen identificado 2 órdenes en el litoral ecuatoriano tales como Anaspidea y Sacoglosa, encontrando dos especies muy comunes en Ayangue y La Entrada tales como *Dolabrifera Dolabrifera* (Anaspidea) y *Elysia Diomedea* (Sacoglosa), y por el motivo de que estas dos zonas rocosa son poco explorado en el ámbito investigativo a nivel de invertebrados marinos es muy probable encontrar nuevas especies de opistobranquios y de otras especies que aún no han sido identificadas y reportadas en Ecuador (Cornejo 2014 com.pers).

Considerando la importancia de estudiar la diversidad biológica de Opistobranquios existente dentro del perfil costero del Ecuador (Cruz 2007). El presente estudio tiene como finalidad dar a conocer estas especies que posee la comunidad de Ayangue y La Entrada y posteriormente conocer su distribución espacial entre los diferentes niveles influenciados por las mareas y abundancia de alimento que puede haber disponible en las estaciones del año.

Los hábitos alimenticios de los Opistobranquios son diversos, se alimentan de otras especies de opistobranquios, esponjas, corales, hidrozoos, algas verdes, rojas pardas y huevecillos de peces y opistobranquios (Ortigosa *et al.*, 2009). En efecto las especies pertenecientes al orden Anaspidea y Sacoglosa son herbívoros es decir se alimentan solo de algas marinas que se encuentran en la superficie de la zona rocosa intermareal y que su presencia puede estar influenciando en la distribución de las especies de Opistobranquios y posiblemente ciertas especies de algas pueden ser el alimento de preferencia para que estos organismos migren a esto lugares y colonicen por la disponibilidad de alimento que hay en Ayangue y La Entrada.

Estas especies son bioindicadores en el medio siendo animales sensible a los cambio marinos teniendo un efecto si se altera su ecosistema (Caballer *et al.*, 2007). Cabe destacar la importancia ecológica (Ramírez *et al.*, 2003), estos organismos juegan un papel importante en las costas, en especial en las zonas intermareales y submareales, debido a que en algunas ocasiones modifican la distribución y abundancia de macroalgas, briozoos, hidroideos, y esponjas (Angulo-Campillo, 2003), la importancia comercial y científica de estos organismos (Thompson 1976), así como una fuente de alimentación alterna en países como China y Chile a comienzos del siglo XX (Odhner 1963), y como posible fuente de alimentación en el futuro, son todos estos aspectos de mucha relevancia para que estas especies sean objeto de estudio.

### 3. JUSTIFICACIÓN.

El perfil costero ecuatoriano por ser un lugar con una amplia biodiversidad, la mayoría de estudios en el perfil costero se refieren a crustáceos y moluscos (Cruz 2007). En la costa ecuatoriana se han desarrollado solo dos estudios de opistobranquios; el primer estudio que se realizó en el perfil costero fue distribución de la familia Aplysiidae en la zona inter-mareal (Cruz 2007) y el segundo estudio sobre cleptoplastia en el orden Sacoglossas (Chávez 2009).

Por lo tanto es relevante originar información sobre la ecología poblacional y trófica de los opistobranquios existentes en la costa ecuatoriana y conocer las áreas de distribución de estas especies en las dos zonas estudio como Ayangue y La Entrada; contribuyendo con información útil para futuras investigaciones con fines ecológicos, de conservación o para fines medicinales ya que estas especies tienen un potencial químico que les sirve como mecanismo de defensa, el cual contiene principios activos que sirven para combatir enfermedades como el cáncer u otras enfermedades terminales (Thompson 1976).

Debido a que los Opistobranquios juegan un papel fundamental en los ecosistemas marinos como; bioindicadores (Caballer *et al.*, 2007), equilibrio en la cadena trófica como consumidores secundarios y fuente de alimento para organismos superiores así como peces, aves y reptiles (Ramírez *et al.*, 2003), se estudió a estas especies por su relevante importancia en el medio marino.

#### **4. OBJETIVO GENERAL.**

Establecer la abundancia de los Opistobranquios y su relación al tipo de sustrato en la zona intermareal de las comunas Ayangue y La Entrada, mediante monitoreos *in situ* para obtener información ecológica y trófica de estas especies.

#### **5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Inventariar las especies de opistobranquios y estimar su riqueza potencial máxima.
- Determinar la abundancia absoluta, por especie y nivel del intermareal en ambas zonas de estudio.
- Relacionar la abundancia absoluta de los opistobranquios con el tipo de sustrato.
- Clasificar a las especies de acuerdo a la frecuencia de aparición (permanente, temporal y visitante).
- Determinar la posible relación de los parámetros ambientales (temperatura, oxígeno, salinidad, pH) con la abundancia absoluta.

## **6. HIPÓTESIS.**

La abundancia absoluta y los hábitos alimenticios de los opistobranquios de la zona intermareal de Ayangue son diferentes a los encontrados en la zona intermareal de La Entrada.

## **7. MARCO TEORICO.**

### **7.1. Generalidades de los opistobranquios.**

Los Opistobranquios son organismos marinos a excepción de unos pocos de agua dulce perteneciente al grupo de los Acoclidiaceos (Rudman y Willian 1998) se los conoce comúnmente como babosas marinas o caracoles desnudos (Hermosillo 2006) y pueden llegar a medir de 0.5cm a 10cm (Angulo 2003).

Los opistobranquios tienen una reversión del proceso de torsión (un giro de la masa visceral durante el temprano desarrollo) y todos los estadios de torsión y arreglos de torsión parcial o detorsión completa se presentan en ciertos Opistobranquios. Uno de los indicios más claros de la detorsión es la rotación de la apertura de la cavidad del manto de la parte anterior al lado derecho del cuerpo. En clados como Philinidae, Aglajida, Runcinidae y nudibranquios Doridos, tienen un proceso de detorsión completo es decir la branquia y el intestino se sitúan posteriormente, como en un gasterópodo pre-torsionado. La misma que ocasionó una reducción o pérdida completa de la concha, con la pérdida de esta estructura calcárea, estas especies desarrollaron estructuras externas especializadas como las ceratas, tentáculos y rinóforos que cumplen con funciones sensoriales, defensivas y respiratorias (Gosliner 1994).

### **7.2. Respiración.**

Los opistobranquios tienen una respiración branquial, estos son semejantes a plumas o laminillas branquiales, además de poseer estructura especializadas para la respiración como las ceratas que tienen una estructura en forma de dedos, agrupados uniformemente en los dos lados del manto del animal. Están presentes en los Nudibranquios eolidáceos y dendronotáceos, así como en algunos armonáceos y sacoglasas, y además tienen otras funciones como la digestión y defensa. En los nudibranquios doridáceos las branquias se sitúan alrededor del ano para su respiración, en estos organismos se distinguen 3 tipos de branquias (Unipinnadas, protegidas y tripinnadas). Las branquias en los cefalópodos,

anaspideos y notaspideos poseen órganos más desarrollados para la respiración, localizados interiormente en la cavidad del manto (Ballesteros *et al.*, 2012)

### **7.3. Reproducción.**

Tienen reproducción hermafroditas (Ardila *et al.*, 2007), es decir que todos los animales tienen aparato reproductor masculino y femenino, fecundándose mutuamente, luego depositan los huevos que incluyen en una cinta o cordón mucilaginoso, que puede tener una coloración transparente hasta casi negro dependiendo de la especie (Caballer 2007).

La copulación en la mayoría de los casos es recíproca, es decir ambos donan y reciben esperma, estos organismos hermafroditas tienen ventaja en el éxito reproductivo ya que cualquier individuo maduro en el medio es una pareja potencial para fecundar a otro individuo de la misma especie. (Ballesteros *et al.*, 2012).

### **7.4. Sistema de defensa.**

Los mecanismos de defensa de los opistobranquios tienen que ver con la coloración típica, exhiben coloraciones brillantes específicas de cada una de las especies relacionadas y cambian el patrón de color en su etapa de desarrollo, otras especies tienen coloraciones crípticas, uniformes y pueden obtener pigmentos de sus fuentes de alimento (Camacho *et al.* 2005). La secreción de sustancias tóxicas que extraen de sus presas como, esponjas, tunicados o en muchos casos ellos mismos pueden sintetizarlo y poder utilizarlo como mecanismo de defensa cuando es atacado por otras especies (Hermosillo 2006).

### **7.5. Tipos de desarrollo de larva en opistobranquios.**

Los opistobranquios tienen tres tipos de desarrollo:

- a) **Desarrollo planctotrófico:** son organismos que se alimentan de organismos planctónicos de menor tamaño y desarrollan una larva velíger

con concha (Hermosillo 2006), la masa de huevos es liberado en la columna de agua, luego nada libre en el plancton por 30 días hasta asentarse en un sustrato para dar paso a la metamorfosis y convertirse en una babosa marina béntica.

- b) **Desarrollo lecitotrófico:** no se alimentan del plancton debido a que poseen una yema que les sirve de reserva alimenticia (Hermosillo 2006) y pasa pocos días en el plancton hasta encontrar un sustrato y realizar la metamorfosis y convertirse en una babosa béntica.
  
- c) **Desarrollo directo:** tienen un desarrollo dentro del huevo y al eclosionar sale un juvenil completamente desarrollado (Hermosillo 2006 )
  - ✓ Desarrollo directo tipo I: cuando está en el embrión no pasa por el estado veliger.
  - ✓ Desarrollo directo tipo II: el embrión pasa por la larva veliger y dentro de la capsula realiza la metamorfosis para dar origen a la babosa.

## 7.6. Ciclo de vida

De acuerdo con la duración del ciclo de vida de los opistobranquios se han clasificado tres grupos (Angulo 2003).

- a) **El primero, denominado como sub-anales, oportunista o r;** estos organismos anualmente pueden generar varias generaciones, con grandes cambios en su abundancia cortos periodos de tiempos, se alimentan de fuentes efímeras (algas u otros opistobranquios).(Angulo 2003).
  
- b) **El segundo grupo, denominado como anuales, de equilibrio o K;** Presenta una sola generación durante un año y sus integrantes se alimentan

de fuentes estables como (esponja, briozoarios, tunicados) (Nybakken 1974).

- c) **El tercer grupo o ciclo de vida denominado bi-anual;** el cual presenta un solo periodo de reproducción, con la muerte de los organismos adultos, este grupo de moluscos se caracteriza por presentar una alta diversidad pero bajas densidades (Todd 1981).

### **7.7. Importancia ecológica**

En el ecosistema los opistobranquios tienen un papel fundamental siendo estos consumidores secundarios y ser alimento para las comunidades de peces, aves y reptiles, por su alto índice de producción somática. (Ramírez *et al* 2003), señalan, además, su importancia como descomponedores secundarios, encargándose de la autodepuración de algunos cuerpos de agua. Algunos son agentes biológicos naturales, como el caso de *Elysia subornata* y *oxynoe azuropunctata* quienes realizan un control efectivo contra la invasión del alga *Caulerpa taxifolia* en el mediterráneo (Thibaut *et al.*, 2001).

Los opistobranquios son considerados bioindicadores en el medio marino, la dinámica de las poblaciones de estos moluscos, está influenciada por mecanismos reproductivos y hábitos alimenticios, estos organismos requieren de ecosistemas con las condiciones estables que faciliten su asentamiento, el sustrato adecuado donde puedan camuflarse. Son animales sensibles a los cambios del ecosistema marino, por lo que la alteración o contaminación de sus áreas de distribución puede afectar la presencia o ausencia de estas especies, es decir pueden servir como indicadores de un cambio climático (Caballer *et al.*, 2007).

Los factores ambientales tienen un efecto sobre la distribución de las especies, ya sea de forma directa o indirecta (Guisan y Zimmermann 2000). Estas relaciones entre organismos y medio abiótico son causas que influyen en los patrones de distribución, describiendo la incidencia de los factores climáticos en la distribución de los organismos a escalas espaciales amplias (Mateo *et al.*, 2011).

### **7.8. Potencial químico y su importancia en la medicina.**

Los opistobranquios elaboran metabolitos activos que son utilizados como mecanismo de defensa y poseen una importante bioactividad antifúngica, antibacteriana y antitumoral (Paul y Puglisi 2004), el compuesto (Kahalalido), aislado de la especie *Elysia Rufescens* proveniente de Hawaii, tiene una importante actividad antitumoral, frente a células tumorales de mama y próstata (Hamann & Scheuer 1993); otro compuesto de gran relevancia es el Dolastan-10 como agente quimioterapéutico, extraído de *Dolabrifera Auricularia*.

En el instituto Smithsoriano de Estudios Tropicales (STRI) actualmente se estudia a la especie *Stylocheilus Striatus* y su relación con las cianobacterias de las cuales se alimenta (Caper *et al.*, 2006), *Polybranchia Viridis* y *Dolabrifera Dolabrifera* para obtener agente activos contra la malaria (Hermosillo 2006).

Otras especies, incluyendo *Aplysia Californica*, *Dolabella Auricularia* y *Hermisenda Crassicornis* son invaluable en investigaciones médicas, las *Aplysias* se cultivan en granjas para cubrir esta demanda, debido a sus grandes y blandos cuerpos y sus lentos movimientos, son ideales para investigar la fisiología de ganglios y nervios. Se llevan a cabo numerosas investigaciones de productos naturales para aislar y producir compuestos químicos y farmacéuticos. Existen también crecientes interés en la habilidad de ciertos opistobranquios para almacenar orgánulos fotosintéticos funcionales, como los cloroplastos, estudiados ampliamente por (Rudman 1987; McFarland *et al.*, 1993., Green *et al.*, 2000 y Rumpho *et al.*, 2000).

### **7.9. Impactos antrópicos.**

La explotación directa de especies tropicales por la industria de los acuarios ha reducido los números en su hábitat, los vendedores y acuaristas continúan comprando y vendiendo estos animales sabiendo que son virtualmente imposibles de mantenerlos vivos en acuarios caseros debido a que estos organismos poseen una alimentación altamente especializada, teniendo un efecto negativo sobre las poblaciones de opistobranquios (Hermosillo 2006).

## **7.10. Clasificación de los opistobranquios.**

Los opistobranquios están situados dentro de los gasterópodos (*Phylum Mollusca*), un grupo que exhibe un amplio arreglo en sus formas corporales y comprende desde organismos con concha hasta gran variedades de organismos que no la presentan existiendo alrededor de 6000 especies de opistobranquios (Camacho *et al.*, 2005), distribuidos en 7 órdenes como Anaspidea, Cephalaspidea, Sacoglosa, Pleurobrancoidea (Notaspidea) Nudibranchia, Tecosomata y Gymnosomata, todos estos ordenes registrados en Galápagos (Finet *et al* 2014).

En el presente estudio se registraron 5 órdenes de opistobranquios en las dos localidades estudiadas los cuales se detallan a continuación.

### **7.10.1. Anaspidea.**

Los Anaspideos son también conocidos como liebres de mar con cabeza grande y aplanada con un par de rinóforos quimiorreceptores, poseen una concha reducida y frágil internamente, alcanzan el mayor tamaño entre los opistobranquios desde menos de 1 cm hasta máximo de 70 cm, poseen dos extensiones en la piel con forma de ala o parapodios, que se extienden desde el pie y se levantan hacia la parte posterior donde hay una branquia plegada sobre el lado derecho. Los Anaspideos son herbívoros que se alimentan de algas especialmente Clorophyceas y se restringen a plataformas de aguas continentales someras. Este orden se encuentra bien representado en el pacifico oriental y alcanza su diversidad más alta en el Caribe (Thompson 1976; Gosliner 1992) y se conocen más de 80 especies en el mundo.

### **7.10.2. Notaspidea.**

Los notaspideos tienen las branquias a un lado del cuerpo, y está formado por una serie de procesos monopinadas. La concha la tienen externamente clasificadas en tres géneros Umbraculum, Tyrodina y Anidolyta. El resto de las especie tienen concha internamente, y está cubierto por el noto y es transparente, frágil y

aplanada, rinóforos enrollados, poseen una dieta carnívora con fuertes mandíbulas y amplias rádulas para raspar y poder alimentarse de esponjas y tunicados y otras presas. (Hermosillo 2006).

#### **7.10.2. Sacoglossa.**

Los sacoglossos conocidos como “Babosas Lechuga” tienen alimentación herbívora por succión, se extienden desde especies primitivas con una verdadera y gran concha a otras como Elysia que han perdido la concha definitivamente como proceso evolutivo, describiéndose alrededor de 300 especies del orden sacoglosa a nivel mundial (Jensen 2006).

Las características de este grupo son: la posesión de una rádula uniseriada con dientes como estiletos, usados para punzar las células verdes de las algas de las cuales se alimentan, obteniendo los cloroplastos y manteniéndolos funcionales dentro de su organismos para realizar la fotosíntesis por un periodo de unas horas, días, e incluso hasta 3 meses en algunas especies. (Marín y Ros 1989). Poseen una teca, un ascus, sacos faríngeos y ojos dirigidos lateralmente (Mikkelsen 2002; Thompson 1976).

#### **7.10.4. Nudibranquios.**

Los nudibranquios son uno de los opistobranquios más atractivos por su coloración, tienen un ciclo de vida menor a un año, no presentan parapodios, pero tienen ceratas y corona branquial, las ceratas contienen a la glándula digestiva, y además tiene función respiratoria y defensiva por los nematocisto que obtienen al alimentarse de los cnidarios. Estos organismos no tienen concha en estado adulto pero existen especies que en la eclosión tienen un caparazón larvario que la pierde en poco tiempo.

Son organismos carnívoros que se alimentan de Cnidarios, esponjas y briozoos y otros invertebrados marinos e incluso de otros opistobranquios y de los cuales depende su coloración es decir si se alimentan de una esponja roja el color dominante será rojo (Murcia 2011).

#### **7.10.5. Cephalaspidea.**

Son animales globulares, con cabezas suaves, ojos y escudos cefálicos bien desarrollados y la presencia de una concha externa. Son caracterizados por dos sinapomorfías morfológicas: la presencia de tres placas de buche y bandas ciliadas para la circulación del agua (Mikkelsen 2002). Las estrategias alimentarias son diversas. La herbívora es bien conocida en los cephalaspideos, los cuales mediante las placas del buche trituran las algas filamentosas, mientras que la carnívora es ampliamente desarrollada en otros cephalaspideos que incluyen en su dieta presas como bivalvas y gusanos (Mikkelsen 2002; Wagele y Klussmann 2005).

#### **7.11. Colonización y su relación a los hábitos alimenticios.**

Los opistobranquios son en su mayoría, organismos bentónicos que han colonizado tanto la zona inter-mareal como la sub-mareal. La colonización en estos ambientes ha llevado al desarrollo de diferentes estrategias reproductivas en los ciclos de vida, los cuales se encuentran relacionados con sus hábitos alimenticios (Todd 1981, 1983)

Los opistobranquios se alimentan de una gran variedad de organismos. La mayoría son carnívoros o herbívoros especializados. Casi todos los opistobranquios poseen un listón de dientes conocidos como rádula. Esta estructura contiene dientes quitinosos característicos de gran importancia desde el punto de vista ecológico debido a que la rádula es la herramienta específica de adaptación de un animal a su presa preferida, los Cefalaspídeos y Anaspídeos tienen un buche con placas que usan para predigerir el alimento. Excepto por los órdenes Anaspídea, Sacoglosa y ciertos cefalaspídeos todos los opistobranquios son carnívoros forrajeadores. Los regímenes de alimentación son limitados y las formas de la rádula corresponden al alimento de preferencia, además de poseer una rádula, muchos opistobranquios tienen un par de mandíbulas anterior a la rádula, el cual sirve para cortar la comida. Aquellas especies que no tienen rádula forrajean de otras formas, *Melibe lenina* utiliza su capucha como una red para capturar su presa (organismos planctónicos), la cual se traga entera. Otros

succionan su presa, como *Doriopsilla*, *Dendrodoris* y *Phyllidiopsis* con sus tubos bucales especializados (Hermosillo 2006).

### 7.12. Distribución de las especies de opistobranquios.

Pueden encontrarse en todos los océanos desde las zonas inter-mareales hasta las grandes profundidades (Wagele y Klussmann-kolb 2005; Wagele y William 2000). Hasta más de 3000 metro (Camacho *at al* 2005). Estas especies prefieren ambientes tropicales y reduce el número de especies dramáticamente en las aguas templadas y frías, pero unas pocas especies han sido registradas para ambientes polares en la antártica y el océano Ártico.

Encontrando 396 especies de opistobranquios en el pacifico noroeste desde California USA hasta Las Islas Galápagos Ecuador, situándose en cuatro provincias o zonas faunales; California con 211, Mar De Cortes 183, México 158 y Panamá 220 opistobranquios (Bertsch 2009). A diferencia del océano atlántico donde se encuentra una mayor diversidad de especies reportándose en la zona oeste 42 en Carolinian, 329 en el Caribe, 93 en Brazilian y en el este con 323 en el Mediterraneo, Mauritianian 261 y Senegal 221(García & Bertsch 2009).

Los órdenes Nudibranchia y Cephalaspidea se encuentran distribuido en todo el océano atlántico oeste y representa la mayor abundancia en comparación con los demás órdenes de opistobranquios (García & Bertsch 2009).

**Tabla 1.** Especies de opistobranquios del océano atlántico (García y Bertsch 2009)

| <i>Región</i>          | <i>Cephalaspidea</i> | <i>Sacoglossa</i> | <i>Anaspidea</i> | <i>Notaspidea</i> | <i>Nudibranchia</i> |
|------------------------|----------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Atlántico oeste</b> |                      |                   |                  |                   |                     |
| Oeste Boreal           | 46.9%                | 7.3%              | 4.2%             | 3.1%              | 38.5%               |
| Caribe                 | 29%                  | 15.6%             | 5.2%             | 4.6%              | 45.7%               |
| Brasil                 | 25.9%                | 10%               | 6.3%             | 5.4%              | 50.7%               |
| Indo-Pacífico          | 10.7%                | 8.7%              | 1.4%             | 1.2%              | 77%                 |
| Atlántico Este         | 25.9%                | 6.8%              | 2.9%             | 2.9%              | 61.6%               |
| Atlántico Oeste        | 33.9%                | 11%               | 4.4%             | 4.4%              | 45%                 |
| Pacífico Oriental      | 18%                  | 7.6%              | 4.0%             | 4.0%              | 66%                 |

## 8. MARCO METODOLÓGICO.

### 8.1. Descripción del área de estudio.

El presente estudio investigativo se llevó a cabo en 2 lugares, Ayangue y La Entrada, considerados como balnearios de la provincia de Santa Elena y escogidos como puntos de muestreo claves por ser áreas rocosas, hábitat de preferencia de los opistobranquios.

**Tabla 2.** Coordenadas geográficas de los lugares de estudio.

| Coordenadas geográficas ( <b>Ayangue</b> ) | Coordenadas geográfica ( <b>La Entrada</b> ) |
|--|--|
| Latitud: 2° 01' 51.12" S                   | Latitud: 1° 45' 29.25" S                     |
| Longitud: 80° 43' 33.14" O.                | Longitud: 80° 45' 20.30" O.                  |

### 8.2. Zona inter-mareal rocosa de Ayangue.

Ayangue es una comunidad costera de la ruta Spondylus. Ubicada a 42 km de distancia de Santa Elena, delimitada al norte con la Comuna San Pedro, al sur por la Comuna Palmar, al este por la parroquia Colonche y la cordillera del mismo nombre y al oeste por el Océano Pacífico. Es una playa de apacibles aguas que tiene como principal actividad el turismo, la pesca recreativa y artesanal.

El área de estudio comprende el lado norte de la playa Ayangue a 200 metro de la playa Portete Chico y tiene una extensión de 400 m de superficie rocosa donde se realizaron los respectivos muestreos.

Es un lugar poco visitado debido a que los laboratorios de producción de larvas de camarón impiden el acceso directo dificultando así la llegada a este sector caracterizado por tener el área intermareal rocoso. (Ver figura 1b).



**Figura 1a.** Vista satelital de Ayangue obtenida de google earth.

**Figura 1b.** Zona inter-mareal rocosa de Ayangue.

### **8.3. Zona inter-mareal rocosa La Entrada.**

La comuna la entrada está ubicado en la ruta del Spondylus ubicada a 72km del norte de la provincia de Santa Elena, tiene una playa de aproximadamente 1200 metros incluyendo 1100 metros de área rocosa, y tiene una temperatura de 25°C y 30°C.

Como principal actividad está la pesca artesanal. Existiendo desde la punta más saliente hacia la población 1200 m caracterizado por poseer un piso rocoso formando pozas pequeñas a lo largo de las superficie. (Ver figura 2b).



**Figura 2a.** Vista satelital de La Entrada obtenida de google eath

**Figura 2b.** Zona intermareal rocosa de La Entrada.

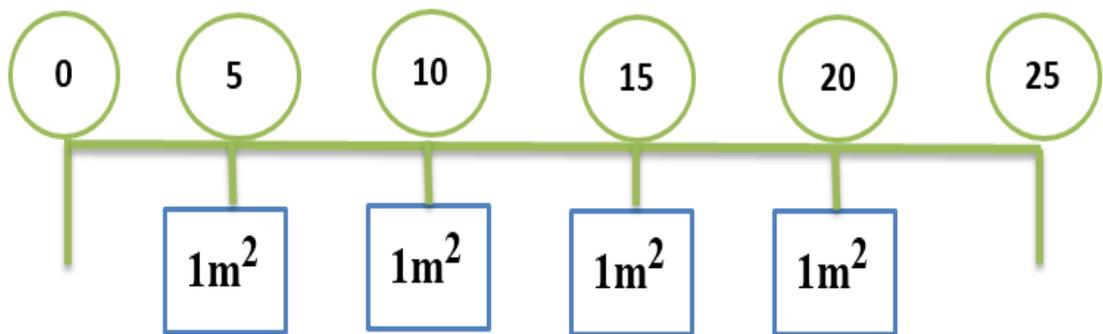
#### 8.4. Diseño investigativo.

Los muestreos se realizaron con una Periodicidad de 15 días, con los mayores coeficientes de marea o llamados también mareas de sicigia, (INOCAR 2014-

2015), para poder evaluar las poblaciones de opistobranquios en las zonas más bajas como la zona infra-litoral y comparar su composición con el área intermareal y supra-litoral.

#### 8.4.1. Diseño gráfico de los transectos.

Se utilizó una línea de transecto de 25 metros de longitud ubicado de forma paralela a la línea de marea considerando 4 cuadrantes de  $1\text{ m}^2$  separados por una distancia de 5 metros y dejando 5 metros en cada extremo es decir en el punto inicial y punto final.

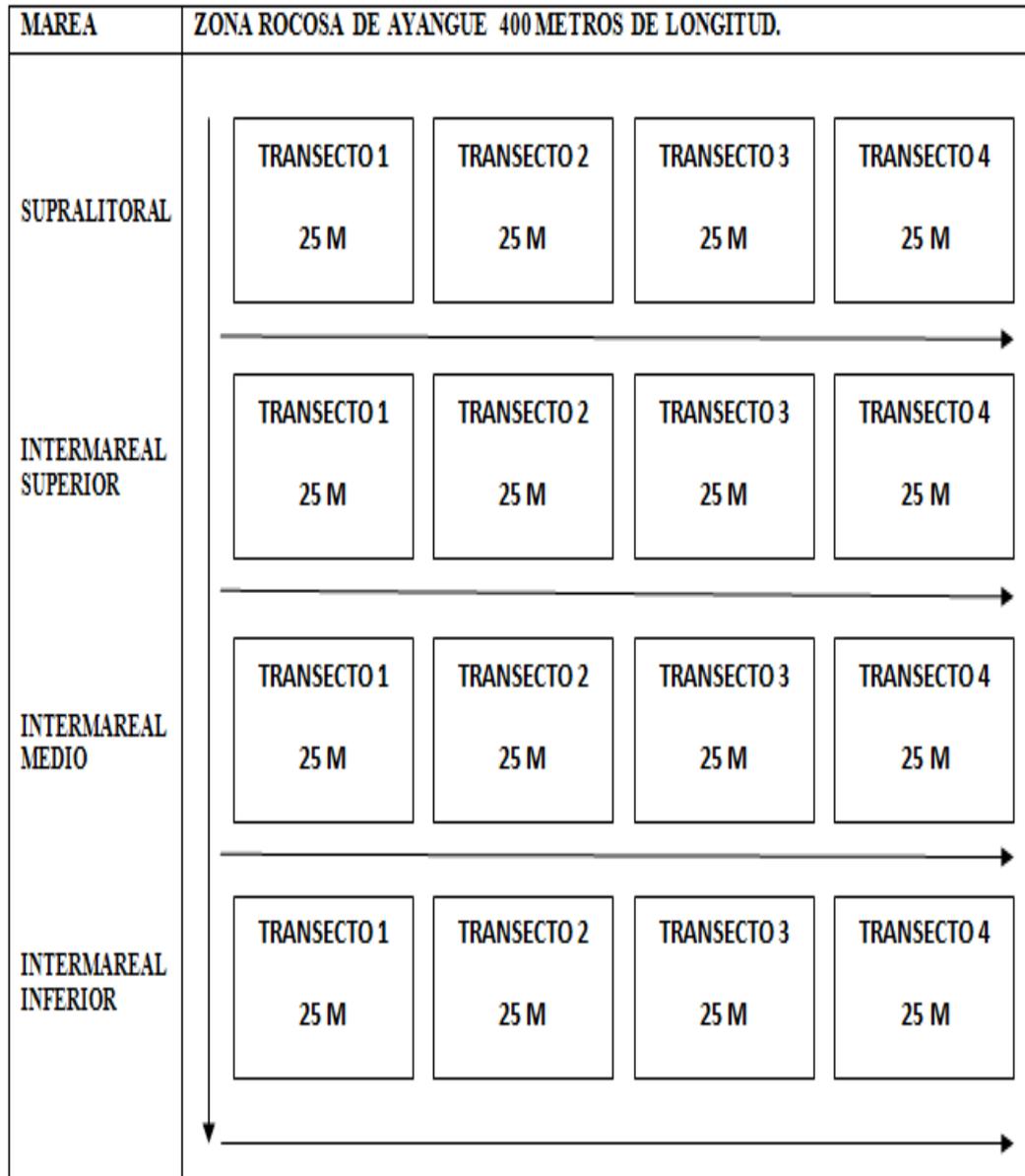


**Figura 3.** Diseño gráfico de las transectas de 25 metro de longitud.

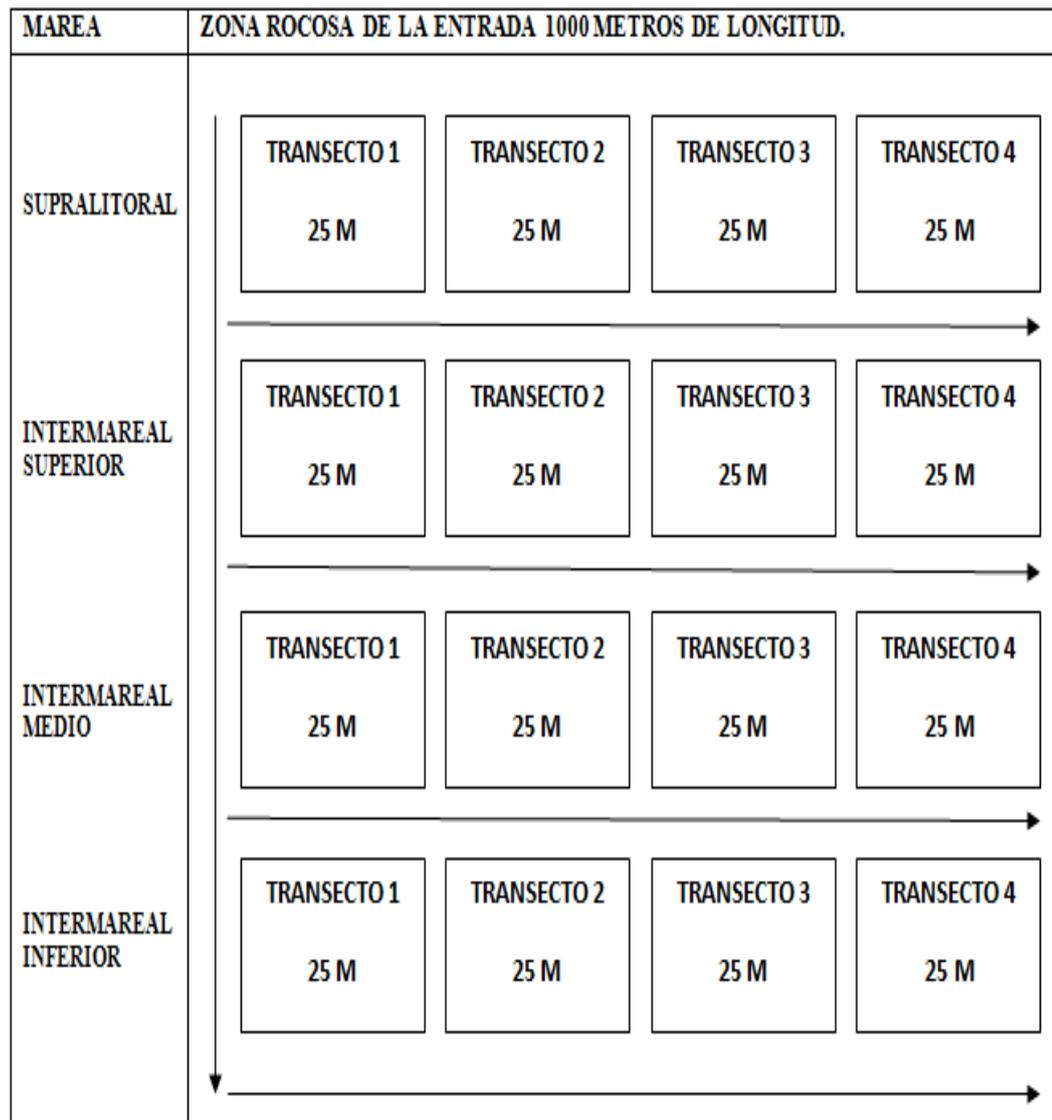
#### 8.5. Diseño de muestreo.

Para poder obtener datos con alto nivel de confianza se cubrió toda el área de estudio de manera estratificado-sistemático, que consiste en la toma de muestras separado por estratos que en este estudio fueron los niveles de marea, luego fueron ubicados 4 cuadrantes paralelo a la costa de  $1\text{ m}^2$  separados cada 5 metros considerando el punto 1 a partir de 5 metros del comienzo de la zona rocosa, cubriendo una superficie de 25 metros de longitud en el primer sector y contabilizando al final del muestreo 4 bloques y separados cada 100 metros en la zona rocosa Ayangue y 200 metros en la zona rocosa La Entrada, debido a la mayor extensión de superficie rocosa siguiendo la metodología empleada por NAGISA 2010, muestreo para comunidades costeras, que se basa en la

utilización de transectos y cuadrantes de 1m<sup>2</sup> de forma paralela a la línea de marea (ver figura 4a y 4b)



**Figura 4a.** ubicación de los transectos en Ayangue



**Figura 4b.** Ubicación de los transectos en La Entrada

### 8.6. Clasificación taxonómica.

En los opistobranquios se emplean dos tipos de caracteres principales para su clasificación: Externos e Internos: Entre los externos, están la forma del cuerpo (Ovalado, circular, delgado, limaciforme), la coloración, forma y posición de las branquias, los órganos sensoriales localizados en la parte superior de la cabeza, como son los tentáculos orales y cefálicos, así como los tipos de rinóforos (lisos,

arrugados, lanceolados) (Gosliner 1994). Se identificaron a las especies desconocidas in-vivo mediante la guía taxonómica descrita por (Thompson & Gregory Brown 1976), guía de campo de las babosas marinas del pacifico este tropical, la tesis moluscos opistobranquios de baja california sur México (Angulo. O, 2000), la cual consiste en el análisis de todas las características morfológicas y las coloraciones que pueden llegar a tener además también con la ayuda de fotografías se obtuvo una base de datos ilustrativos de las especies que poseen los dos zonas de estudio.

### **8.7. Estimación de la abundancia poblacional entre Ayangue y La Entrada.**

La abundancia absoluta se lo estimo mediante la utilización de transectas de 25 metros de longitud separados por cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> en el cual se contaron los organismos totales de especies de opistobranquios y posteriormente se comparó las poblaciones de opistobranquios a escala dimensional entre dos zonas rocosas como Ayangue y La Entrada.

### **8.8. Distribución espacial de los opistobranquios en relación estrato-alimento.**

Para evaluar la distribución espacial de los opistobranquios se dividió el lugar por estratos, es decir se consideró 4 niveles de mareas; supra-litoral, inter-mareal superior, inter-mareal inferior, infra-litoral, considerando en este aspecto metodológico la disponibilidad de alimento, competencia y el factor oleaje.

### **8.9. Distribución temporal de los opistobranquios en relación a los parámetros físicos- químicos.**

En la distribución temporal de los opistobranquios se consideró los parámetro físico- químico tales como la temperatura, oxígeno, salinidad y pH, que fueron tomados por un multi-parámetro (Waterproof - instruments) que nos permitió relacionar el efecto que tienen mencionadas variables con respecto a la abundancia de los organismos en la zona intermareal rocosa. La toma de parámetros se las realizó en las pozas de mareas para poder determinar la

influencia de las variables ambientales con relación a la abundancia de las especies de opistobranquios.

### 8.10. Clasificación de las especies de acuerdo a la frecuencia de aparición.

La frecuencia de aparición de las especies es clasificada en las siguientes escalas que sirven para categorizar a las especies encontradas residentes, temporales y Visitantes (Palacios en el 2005), considerando los 6 meses de muestreos registrando la periodicidad de ocurrencia de los opistobranquios en los lugares de estudio.

La fórmula para determinar las frecuencias de apariciones de las especies de opistobranquios fue planteada por Ramírez J 2009 detallada a continuación con los respectivos descriptores.

$$FA = (Na/NT) \times 100$$

Fa: Frecuencia de aparición.

Na: Numero de muestreo en que se registró a la especie.

NT: número total de muestreos.

**Tabla 3.** Escala de clasificación de acuerdo a la frecuencia de aparición. Palacios D, 2005.

| ESCALA | DESCRIPTOR                | FRECUENCIA DE APARICION |
|--------|---------------------------|-------------------------|
| 1      | Residentes o permanentes  | Del 51% al 100%         |
| 2      | Temporales o estacionales | Del 26% al 50%          |
| 3      | Visitantes- ocasionales   | < 25%                   |

### **8.11. Análisis e interpretación de resultados.**

Para los respectivos análisis de los resultados se empleó el programa Excel 2013 que sirvió para tabular los datos organizadamente y obtener gráficas de abundancia absoluta de las especies de opistobranquios.

La riqueza potencial máxima se lo estimó gracias a los índices no paramétricos de Chao 1, Jacknife 1 y Bootstrap con la utilización del programa Primer-e 6 que nos indica las especies que se pudieron haber encontrado en los 6 meses de muestreo.

### **8.12. Chao 1.**

Es un índice que estima el número de especies en una comunidad y se basa en el número de especies raras en la muestra (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y Van Belle, 1984).

### **8.13. Jacknife.**

Es un índice que estima el número de especies esperadas y toma en cuenta el número de especies que solamente ocurren en una muestra (Palmer 1990).

### **8.14. Bootstrap.**

Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contiene a cada especie. (Palmer 1990). Al igual que Chao de primer orden y Jacknife estima el número de especies que se pueden encontrar en el estudio.

### **8.15. Índice de similitud Bray Curtis.**

Es un índice estadístico usado para cuantificar el grado de similitud, entre dos lugares de estudio en cuanto a composición de especies y está dado por los valores de 100 cuando comparten todas las especies y de 0 cuando no tienen especies en común. ((Bray-Curtis. 1957), para el análisis se aplicó el Primer e-6.

#### **8.16. Correlación entre la abundancia absoluta y la cobertura de algas.**

La correlación de Pearson se aplicó para poder conocer la afinidad o relación significativa de especies que existen en los diferentes niveles de mareas con la disponibilidad de alimento en el cual se utilizó el programa Statistic 8.

Se trabajó solo con las especies de opistobranquios que se encontraron en todos monitoreos realizados es decir con *Elysia diomedea* y *Dolabrifera dolabrifera* luego se aplicó la correlación de Pearson para determinar la afinidad por el tipo de algas verdes, rojas y café, con respecto a la abundancia absoluta de los opistobranquios que existen en los niveles de marea.

Las especies carnívoras por ser especies que se encuentran ocasionalmente no se las consideró para realizar un análisis de correlación debido a la poca información que se colectó en el campo.

#### **8.17. Correlación entre la abundancia absoluta y las variables ambientales.**

Debido a que los opistobranquios son bioindicadoras de las condiciones ambientales se determinó la correlación existente entre los parámetros físicos químicos y la abundancia de estas especies que son mas comunes en el área de estudio tales como *Dolabrifera dolabrifera* y *Elysia diomedea* aplicando el programa estadístico Statistic 8.

## 9. RESULTADOS

### 9.1. Composición de opistobranquios en el intermareal rocoso de Ayangue

Se identificaron 5 especies de opistobranquios en el intermareal rocoso de Ayangue pertenecientes a 4 órdenes de opistobranquios: Anaspidea, Sacoglossa, Cephalaspidea y nudibranchia.

**Tabla No 4.** Inventario taxonómico de opistobranquios del intermareal rocoso de Ayangue.

| <i>Phyllum Mollusca</i> |               |                 |  |
|-------------------------|---------------|-----------------|--|
| CLASE                   | Orden         | Familia         | Género y especie                                   |
| <b>Opistobranquia</b>   | Anaspidea     | Aplysiidae      | <i>Dolabrifera dolabrifera</i> (Rang 1828)         |
|                         |               |                 | <i>Stylocheilus Striatus</i> (Quoy & Gaimard 1832) |
|                         | Sacoglossa    | Plakobranchidae | <i>Elysia diomedea.</i> (Bergh1894).               |
|                         | Cephalaspidea | Aglajidae       | <i>Navanax aenigmaticus</i> (Bergh 1893)           |
|                         | Nudibranchia  | Discodorididae  | <i>Taringa Sp</i> (T. Gosliner 2005)               |

### 9.2. Composición de opistobranquios en el intermareal rocoso de La Entrada.

En la zona intermareal rocosa de La Entrada se encontró mayor riqueza registrándose 10 especies pertenecientes a 5 órdenes de opistobranquios: Anaspidea, Sacoglossa, Cephalaspidea, Notaspideos, Nudibranchia.

**Tabla N° 5.** Inventario taxonómico de opistobranquios del intermareal rocoso La Entrada.

| <i>Phyllum Mollusca</i> |                   |                   |   |
|-------------------------|-------------------|-------------------|---|
| CLASE                   | Orden             | Familia           | Género y especie                                      |
| <b>Opistobranquia</b>   | <i>Anaspidea</i>  | <i>Aplysiidae</i> | <i>Dolabrifera dolabrifera</i> (Rang 1828)            |
|                         |                   |                   | <i>Stylocheilus Striatus</i> (Quoy & Gaimard 1832).   |
|                         | <i>Sacoglossa</i> | Plakobanchidae    | <i>Elysia diomedea</i> . (Bergh1894).                 |
|                         | Cephalaspidea     | Aglajidae         | <i>Navanax aenigmaticus</i> (Bergh 1893)              |
|                         | Notaspidea.       | Pleurobranchidae  | <i>Berthellina Ilisima</i> (Marcus & Marcus 1967)     |
|                         | Notaspidea.       | Tylodinidae       | <i>Tylodina Fungina</i> (Gabb, 1865)                  |
|                         | Nudibranchia      | Facelinidae       | <i>Phidiana lascrucenci</i> (Bertsch & Ferreira 1974) |
|                         | Nudibranchia      | Flabellinidae     | <i>Flabellina sp</i> (Bergh, 1889)                    |
|                         | Nudibranchia      | Chromodoridida    | <i>Chromodoris sphoni</i> ( Ev. Marcus, 1971).        |
|                         | Nudibranquio      | Discodorididae    | <i>Taringa</i> (T. Gosliner 2005)                     |

### **9.3. Abundancia poblacional de opistobranquios en el intermareal rocoso de Ayangue.**

En el intermareal rocoso de Ayangue se contabilizó la abundancia absoluta de 3411 organismos de los cuales la especie más abundante fue *Dolabrifera dolabrifera* con 1532 individuos (44,91%,) *Elysia diomedea* fue la segunda especie más abundante con 1488 individuos (43,62%), *Navanax aenigmaticus* se

encontraron 238 individuos con el (6,98%), *Taringa* sp con 132 individuos (3,87%) y por último la especie *Stylocheilus* con 21 (0,62%) individuos.

**Tabla N° 6.** Abundancia absoluta de opistobranquios en el intermareal rocoso de Ayangué. M: indica # muestreo.

| Especies     | Registros de abundancia por muestreo. |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 | N    | N%    |
|--------------|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|-------|
|              | M <sub>1</sub>                        | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | M <sub>4</sub> | M <sub>5</sub> | M <sub>6</sub> | M <sub>7</sub> | M <sub>8</sub> | M <sub>9</sub> | M <sub>10</sub> | M <sub>11</sub> | M <sub>12</sub> |      |       |
| Dolabrifera  | 392                                   | 309            | 126            | 121            | 97             | 63             | 84             | 98             | 68             | 60              | 56              | 58              | 1532 | 44,91 |
| Elysia       | 175                                   | 154            | 184            | 201            | 143            | 109            | 137            | 138            | 97             | 37              | 55              | 58              | 1488 | 43,62 |
| Navanax      | 56                                    | 32             | 0              | 0              | 3              | 9              | 12             | 21             | 27             | 22              | 33              | 23              | 238  | 6,98  |
| Taringa      | 0                                     | 0              | 2              | 8              | 18             | 14             | 13             | 18             | 23             | 20              | 11              | 5               | 132  | 3,87  |
| Stylocheilus | 11                                    | 7              | 0              | 0              | 3              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0               | 0               | 21   | 0,62  |
| Total        |                                       |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 | 3411 | 100%  |

#### 9.4. Abundancia poblacional de opistobranquios en el intermareal rocoso de La Entrada.

*Elysia Diomedea* fue la especie más dominante en la zona intermareal rocoso de La Entrada con 1521 individuos (50,84%), seguido de *Dolabrifera dolabrifera* con 1356 individuos (45,32%), *Navanax aenigmaticus* con 80 individuos (2,67%), *Stylocheilus* con 15 individuos (0,50%), *Falbellina* sp y *Phidiana lascrucenci* con 5 individuos (0,17%), en menor abundancia *Bertellina illisima* con el 0,10%) y por último la *Tylodina fungina* se lo encontró una sola vez (0,03%).

**Tabla N° 7.** Abundancia absoluta de opistobranquios en el intermareal rocoso de La Entrada.. M: indica # de registros, N: abundancia absoluta, N% abundancia relativa.

| Especies       | Registros de abundancia por muestreo. |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 | N     | N%   |
|----------------|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|------|
|                | M <sub>1</sub>                        | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | M <sub>4</sub> | M <sub>5</sub> | M <sub>6</sub> | M <sub>7</sub> | M <sub>8</sub> | M <sub>9</sub> | M <sub>10</sub> | M <sub>11</sub> | M <sub>12</sub> |       |      |
| <i>Elysia</i>  | 144                                   | 154            | 129            | 116            | 115            | 69             | 103            | 149            | 147            | 145             | 145             | 105             | 1521  | 50,8 |
| <i>Dolab</i>   | 379                                   | 315            | 189            | 84             | 64             | 57             | 65             | 44             | 61             | 29              | 29              | 40              | 1356  | 45,3 |
| <i>Nava</i>    | 23                                    | 16             | 13             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 12             | 6               | 6               | 4               | 80    | 2,6  |
| <i>Styloch</i> | 4                                     | 2              | 4              | 0              | 0              | 5              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0               | 0               | 15    | 0,5  |
| <i>Flabell</i> | 0                                     | 0              | 2              | 3              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0               | 0               | 5     | 0,1  |
| <i>Phidisa</i> | 0                                     | 0              | 3              | 2              | 0              | 0              | 0              | 3              | 0              | 0               | 0               | 0               | 5     | 0,1  |
| <i>Bertel</i>  | 0                                     | 1              | 2              | 0              | 0              | 0              | 0              | 4              | 0              | 0               | 0               | 0               | 3     | 0,1  |
| <i>Chrom</i>   | 0                                     | 0              | 3              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0               | 0               | 3     | 0,1  |
| <i>Taring</i>  | 0                                     | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 3              | 0               | 0               | 0               | 3     | 0,1  |
| <i>Tylod</i>   | 0                                     | 0              | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0               | 0               | 1     | 0,03 |
| Total          |                                       |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 | 2992            | 100 % |      |

### 9.5. Abundancia de opistobranquios en el intermareal de Ayangue.

En la zona intermareal rocosa de Ayangue se encontraron opistobranquios en todos los niveles de marea muestreados pero con mayor abundancia en la zona intermareal superior con 1428 (41,9%), característico de esta zona las pozas extensas en las cuales se pueden refugiar los opistobranquios, la zona intermareal-media es la segunda zona con mayor abundancia contabilizando 1181 individuos (34,6%), en la zona supra litoral se registraron 731 individuos (21,4%) característico de este punto de muestreo pequeñas pozas y rocas que se pueden

mover para observar las especies que se refugian en este hábitat, y por último la zona intermareal inferior que fue el sector con menor registro de opistobranquios.

**Tabla 8.** Abundancia absoluta y relativa de opistobranquios por niveles de marea en la zona rocosa de Ayangue.

| <b>Ayangue</b>       | <b>Abundancia absoluta</b> | <b>Abundancia relativa</b> |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Supra-litoral        | 731                        | 21,4                       |
| intermareal-superior | 1428                       | 41,9                       |
| intermareal-medio    | 1181                       | 34,6                       |
| intermareal-inferior | 71                         | 2,1                        |
|                      | 3411                       | 100%                       |

#### **9.6. Abundancia de opistobranquios en el intermareal rocoso de La Entrada.**

##### **Abundancia por niveles intermareales.**

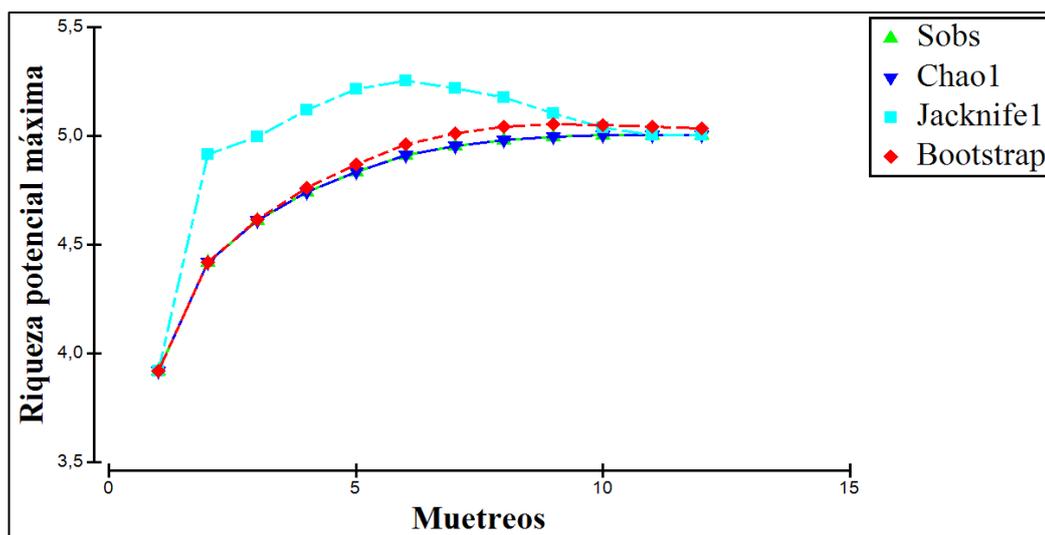
En la zona intermareal rocosa de La Entrada se contabilizó un total de 2992 organismos de opistobranquios existiendo la mayor abundancia en el intermareal medio con 1213 individuos (40,5%), además de encontrar una abundancia significativa en el intermareal superior con 1021 individuos (34%), en la zona supra-litoral se registran 700 individuos (23,3%) y por último el intermareal inferior con 58 individuos (1,9%).

**Tabla 9.** Abundancia absoluta y relativa de opistobranquios por niveles de marea en la zona rocosa de La Entrada.

| <b>La Entrada</b>    | <b>Abundancia absoluta</b> | <b>Abundancia relativa</b> |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Supralitoral         | 700                        | 23,3                       |
| intermareal-superior | 1021                       | 34,1                       |
| intermareal-medio    | 1213                       | 40,5                       |
| intermareal-inferior | 58                         | 1,9                        |
|                      | 2992                       | 100%                       |

### 9.7. Riqueza Potencial máxima de especies en Ayangue.

En la zona rocosa de Ayangue se encontró un total de 5 especies de opistobranquios (**Sobs**) en 6 meses de muestreo y luego se utilizaron los índices de riqueza potencial máxima de especies para estimar la cantidad de especies que pudieron haber estado presente en la zona rocosa de Ayangue, en la cual se demuestra que la riqueza potencial máxima para los estimadores **Chao 1** y **Jackknife 1** representan el 100% de probabilidad y con el **Bootstrap** el 99,40% la cual indica que existe alta posibilidad de que solo se pueden encontrar 5 especies de opistobranquios con mínima tendencia a aumentar.

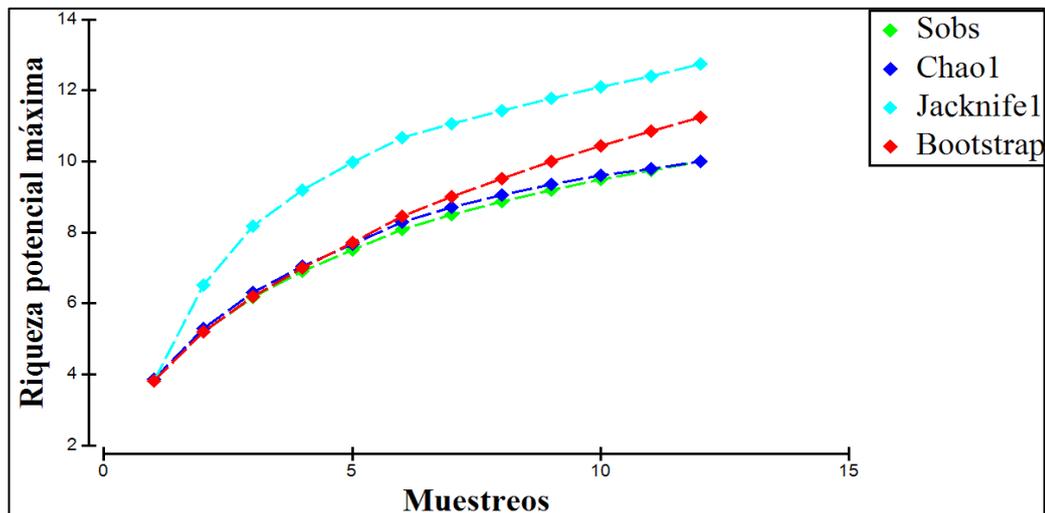


**Figura 5.** Riqueza máxima de especies del intermareal rocoso de Ayangue, a partir de los estimadores.

### 9.8. Riqueza potencial máxima de especies en La Entrada.

En la zona rocosa de La Entrada se encontró un total de 10 especies de opistobranquios (**Sobs**) en 6 meses de muestreo y luego con la utilización de los índices de riqueza potencial máxima de especies se demostró que la riqueza potencial máxima para los estimadores **Chao 1** representa el 100% de que solo se encuentren 10 especies a diferencia de **Jackknife 1** que indica que pudieron haber

estado presente 11 especies con el 78,43% de probabilidad y con el **Bootstrap** 13 especies con el 88,57% de probabilidad.



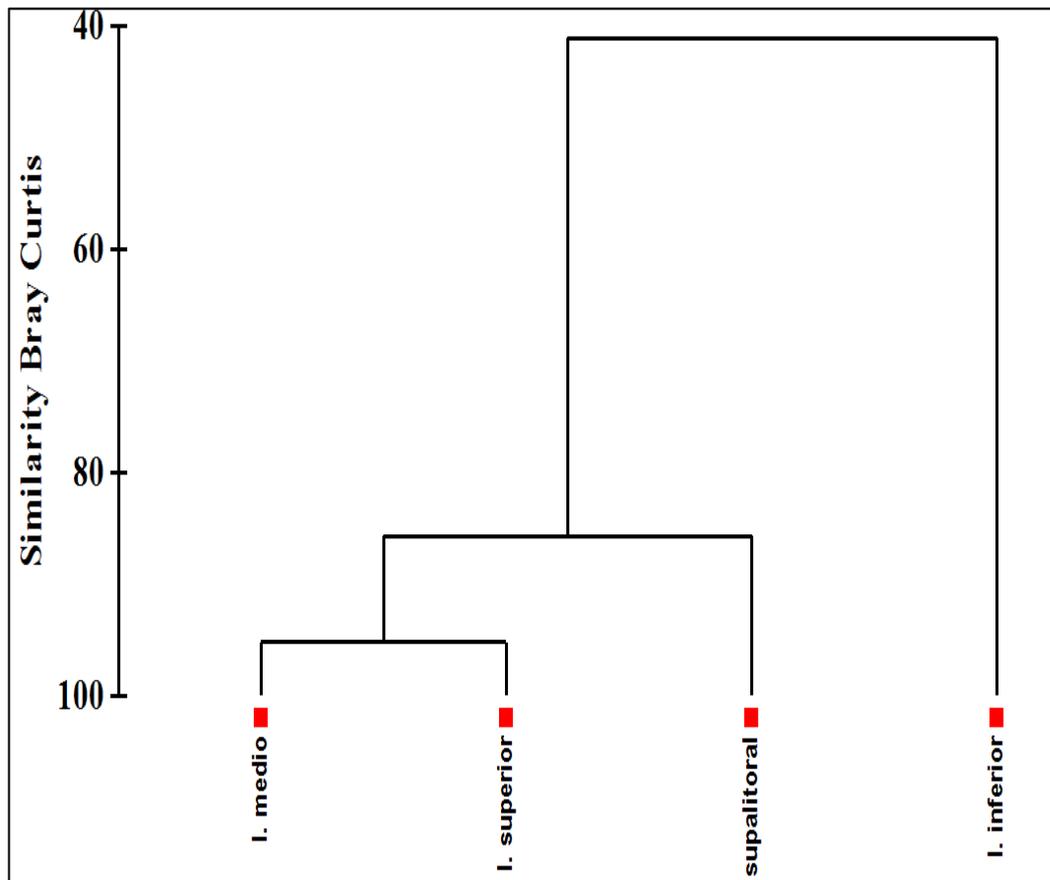
**Figura 6.** Riqueza máxima de especies del intermareal rocoso de La Entrada, a partir de los estimadores.

### 9.9. Grado de similitud entre los niveles de marea y la abundancia absoluta en Ayangue.

De acuerdo a la abundancia absoluta por niveles de marea se midió el índice de similitud Bray Curtis el cual indica que la zona intermareal media e intermareal superior tiene un grado de similitud de 95% además de estar asociada también el área supra-litoral con el 85% y no mostrando relación significativa el intermareal inferior con el 40% de similitud.

El área intermareal superior y medio se tienen una relación significativa debido a que son lugares con pozas de mareas extensas donde se refugian los opistobranquios cuando la marea está en su nivel más bajo, además de que se encuentran los alimentos disponible, por otro lado el oleaje no es muy fuerte en estas dos zonas la cual ayuda a que las especies se puedan desplazar libremente, no así en el intermareal inferior donde si influye la marea drásticamente

movilizando a las especies de un lugar a otro impidiendo su estadía en este nivel de marea.



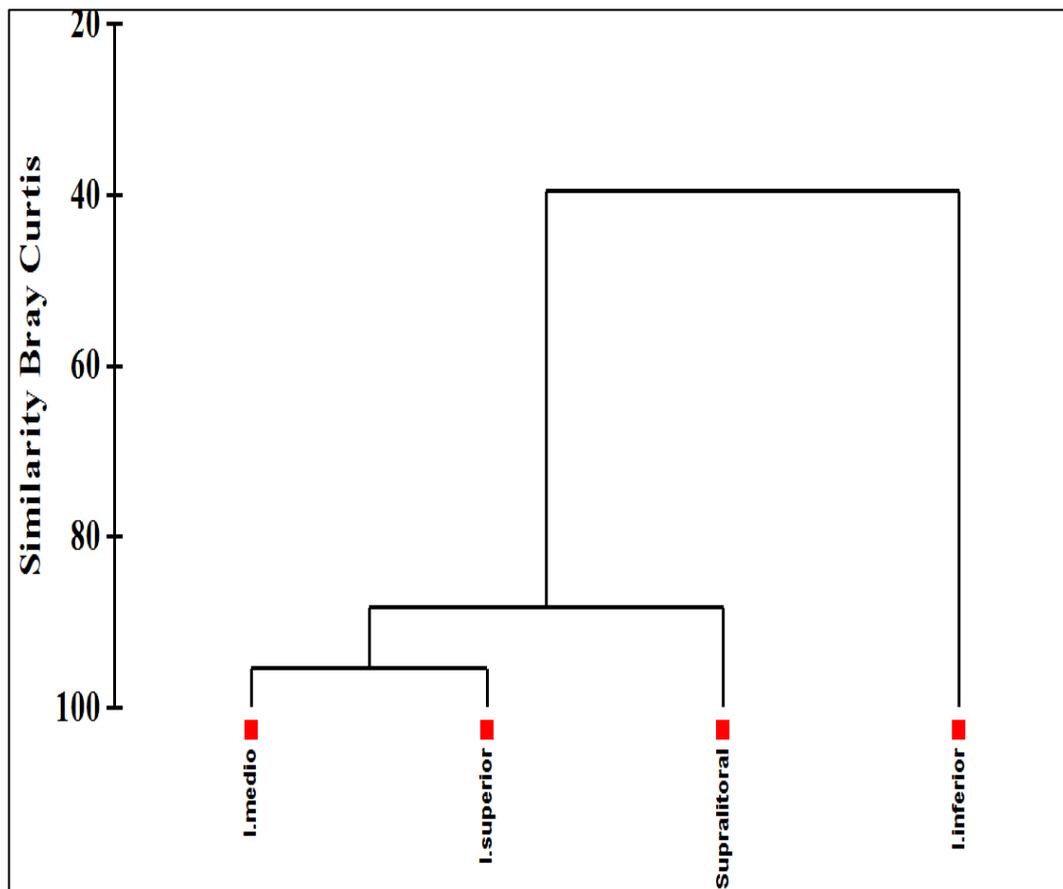
**Figura 7.-** Grado de similitud entre los niveles de marea y la abundancia absoluta en Ayangue.

### **9.10. Grado de similitud entre los niveles de marea y la abundancia absoluta en La Entrada.**

El grado de similitud de Bray Curtis entre los niveles de marea en La Entrada muestra un patrón similar al de los índices obtenidos en la zona rocosa de Ayangue.

Mostrando un alto grado entre el nivel superior y medio con el 95%, y estos asociados a la zona supra-litoral con el 85% y por último el inter-mareal inferior

tiene bajo grado con respecto a los demás niveles de marea. Es decir que en la zona intermareal rocosa de La Entrada la mayor distribución de opistobranquios se encuentra en el intermareal superior medio y supra-litoral, por la disponibilidad de alimento, además del oleaje que no tiene mayor influencia en su distribución.

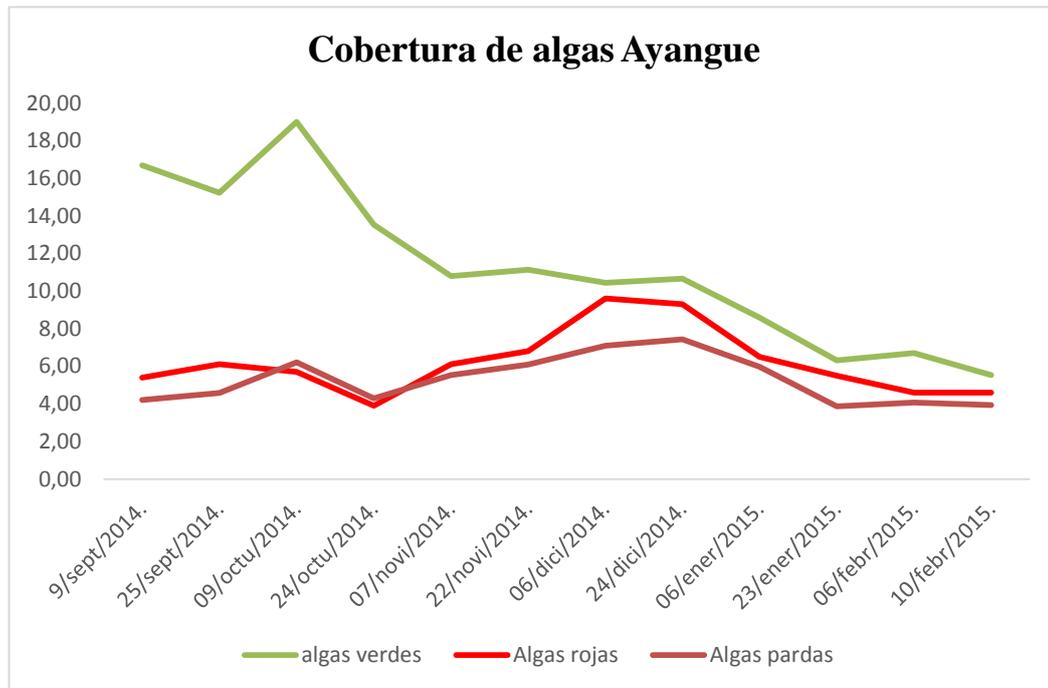


**Figura 8.** Grado de similitud entre los niveles de marea y la abundancia absoluta en La Entrada.

### 9.11. Cobertura absoluta de algas verdes, rojas y pardas por muestreo en Ayangue.

Las algas verdes en la zona rocosa de Ayangue presentan mayor cobertura absoluta entre 18 % desde septiembre a octubre y tiende a descender con respecto

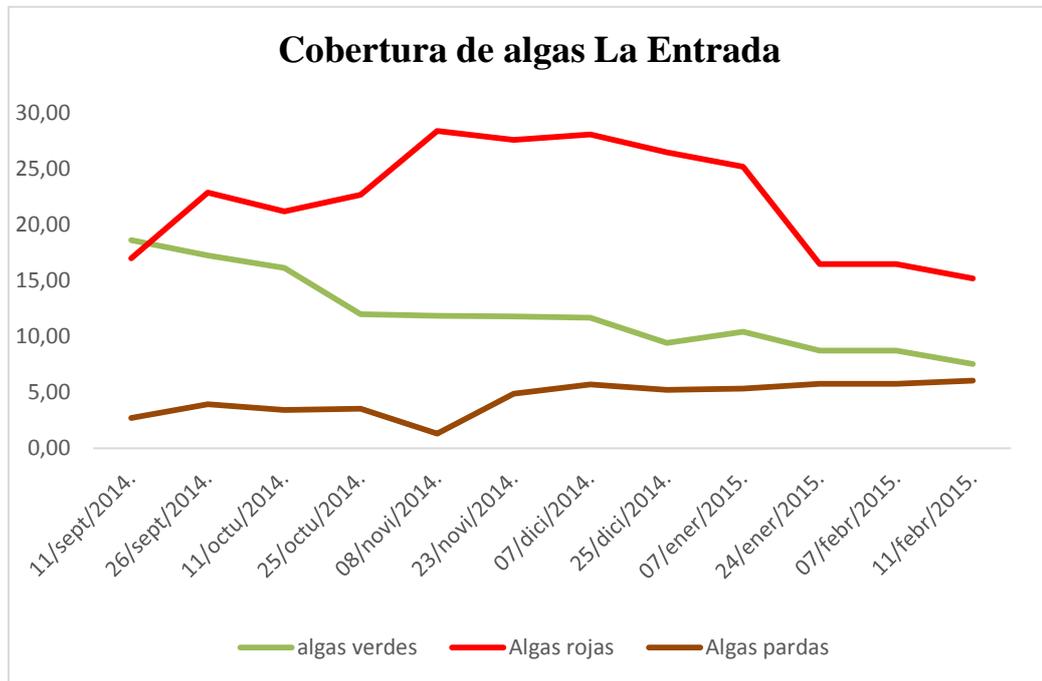
al tiempo, llegando a tener el 4% en el mes de febrero, las algas rojas y pardas se mantienen constante en todos los meses, mostrando su máxima cobertura en diciembre con el 9,60% y 7,44% respectivamente.



**Figura 9.** Cobertura absoluta de algas en Ayangue.

### 9.12. Cobertura absoluta de algas verdes, rojas y pardas por muestreo en La Entrada.

En la zona rocosa La Entrada dominan las Algas rojas con máxima cobertura en noviembre con el 28% manteniéndose constante hasta enero en el cual disminuye, las algas verdes dominaron en el primer muestreo de septiembre con el 18% pero descende su abundancia proporcionalmente en cada mes y por ultimo las algas pardas se mantienen constante pero con tendencia a incrementar su cobertura en el mes de febrero.



**Figura 10.** Cobertura absoluta de algas en La entrada.

### 9.13. Correlación entre las especies de opistobranquios y el tipo de sustrato en Ayangue y La Entrada.

La correlación de Pearson aplicado para conocer la afinidad entre las especies de opistobranquios y la cobertura de algas muestra que en la zona rocosa de Ayangue la especie *Dolabrifera* muestra una asociación de 0,25 no existiendo relación con las algas rojas y pardas con el -0,11 y - 0,25 respectivamente, *Elysia diomedea* tiene una fuerte relación con las algas verde con el 0,7, con las algas rojas el 0,09 y algas pardas 0,3 valores de correlación positiva débil.

En cuanto a la zona rocosa de La Entrada las especies de *Dolabrifera dolabrifera* muestran un patrón similar con las especies de Ayangue, pero la correlación con las algas verdes es fuerte de 0,9 y con las algas rojas -0,19 y pardas con -0,51, en cuanto a *Elysia diomedea*, tienen una correlación mínima de 0,18 con las algas verdes y no mostrando relación con las algas rojas -0,36 y pardas -0,01. ( Ver figura 25-36)

**Tabla 10.** Correlación entre abundancia de opistobranquios y cobertura de algas.

| lugar             | Variables                      | Correlación de Pearson.   |                          |                            |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                   |                                | Cobertura de algas verdes | Cobertura de algas rojas | Cobertura de algas pardas. |
| <i>Ayangue</i>    | <i>Dolabrifera Dolabrifera</i> | 0,25                      | -0,11                    | -0,25                      |
|                   | <i>Elysia diomedea</i>         | 0,7                       | 0,09                     | 0,3                        |
| <i>La Entrada</i> | <i>Dolabrifera Dolabrifera</i> | 0,93                      | -0,19                    | -0,51                      |
|                   | <i>Elysia diomedea</i>         | 0,18                      | -0,36                    | -0,01                      |

#### 9.14. Incidencia de los parámetros ambientales y la abundancia absoluta en Ayangue y La Entrada.

.Las especies de opistobranquios se ven afectadas por las temperaturas en Ayangue con -0,7984 y en La entrada con -0,679, el oxígeno es un factor que se correlaciona con la abundancia de las especies de opistobranquios en Ayangue tiene un valor de 0,2599 y en La Entrada 0,5121, otro factor que tiene efecto en las poblaciones de las especies es la salinidad con correlaciones de -0, 5475 en Ayangue y con -0,8088 en La Entrada y por último el pH con 0,3508 para Ayangue y 0,4436 en La Entrada las cuales indican que la abundancia de los opistobranquios se ve influenciada débilmente con este factor. (Ver figura 37-44)

**Tabla 11.** Correlación entre las variables ambientales y la abundancia absoluta.

| Variables                      | Correlación de Pearson. |         |           |        |
|--------------------------------|-------------------------|---------|-----------|--------|
|                                | T°C                     | Oxigeno | Salinidad | Ph     |
| Abundancia absoluta Ayangue    | -0,7984                 | 0,2599  | -0,5475   | 0,3508 |
| Abundancia Absoluta La Entrada | -0,679                  | 0,5121  | -0,8088   | 0,4436 |

### 9.15. Clasificación de los opistobranquios de acuerdo a la frecuencia de apariciones.

De acuerdo a los registros quincenales de las especies de opistobranquios se calculó la frecuencia de apariciones de estas especies en las zonas rocosa de Ayangue y La Entrada, clasificándolos de acuerdo a la escala de Palacios en el 2005, como especies raras, ocasionales, frecuentes, abundantes o muy abundantes. Determinando así su estacionalidad en los lugares de estudio.

### 9.16. Frecuencia de apariciones de opistobranquios encontrados en Ayangue

En Ayangue se encontraron 5 especies de opistobranquios las cuales fueron clasificadas de acuerdo a los criterios de Palacios 2005 con las frecuencias de apariciones de la siguiente manera.

Dolabrifera es una especie muy común en la zona intermareal rocosa de Ayangue, que se lo encontró en todos los 12 muestreos realizados (100%) al igual que Elysia diomedea, por lo tanto estas especies se los denomina como residentes o permanentes en este sector. *Navanax aenigmaticus* y *Taringa sp* se los encontró en 10 ocasiones (83%) y se los clasifica como especies residentes o permanentes a pesar de que en dos ocasiones no se las registro en los monitoreos y por último la especie *Stylocheilus* con 3 apariciones (25%) considerando a esta especie como ocasional o visitante.

**Tabla 12.** Frecuencia de apariciones de Opistobranquios encontradas en Ayangue.

| <b>Especies</b> | <b># de veces encontradas</b> | <b>%frecuencia aparición</b> | <b>Descriptor</b>     |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Dolabrifera     | 12                            | 100                          | Residente- permanente |
| Elysia          | 12                            | 100                          | Residente-permanente  |
| Navanax         | 10                            | 83                           | Residente-permanente  |
| Taringa         | 10                            | 83                           | Residente-permanente  |
| Stylocheilus    | 3                             | 25                           | ocasional –Visitante  |

### 9.17. Frecuencia de apariciones de opistobranquios encontrados en La Entrada.

En la zona intermareal rocosa de La Entrada se encontró mayor cantidad de especies de opistobranquios registrando 10 en total y clasificadas de la siguiente manera según su frecuencia de aparición.

Las especies *Dolabrifera dolabrifera* y *Elysia diomedea* son especies permanentes en la zona rocosa de La Entrada encontrándose en todos los 15 monitoreos realizados, además *Navanax aenigmaticus* de acuerdo al criterio de Palacios en el 2005 también se la considera como permanente a pesar de que se lo encontró en 7 ocasiones (58%), mientras la especie *Stylocheilus striatus* se la considera como temporal con 4 apariciones (33%) y por último las especies como *Bertellina ilisima*, *Phidiana lascrucenci*, *Flabellina sp*, *Chromodoris sphoni*, *Taringa sp* y *tylodyna fungina* son especies ocasionales.

**Tabla 13.** Frecuencia de apariciones de Opistobranquios encontrados en La Entrada.

| <b>Especies</b> | <b># de veces encontradas</b> | <b>%frecuencia aparición</b> | <b>Descriptor</b>         |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Dolabrifera     | 12                            | 100                          | Residente- permanente     |
| Elysia          | 12                            | 100                          | Residente- permanente     |
| Navanax         | 7                             | 58                           | Residente- permanente     |
| Stylocheilus    | 4                             | 33                           | Temporales o estacionales |
| Bertellina      | 3                             | 25                           | ocasional –Visitante      |
| Phidiana        | 3                             | 25                           | ocasional –Visitante      |
| Flabellina      | 2                             | 17                           | ocasional –Visitante      |
| Chromodoris     | 1                             | 8                            | ocasional –Visitante      |
| Taringa         | 1                             | 8                            | ocasional –Visitante      |
| Tyrodina        | 1                             | 8                            | ocasional –Visitante      |

## **10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **10.1. CONCLUSIONES.**

Las especies de opistobranquios encontradas en las zonas rocosas de Ayangue y La Entrada tienen un alto valor biológico, debido a que estas especies son consumidores secundarios y a la vez fuente de alimento para las especies superiores como peces, moluscos y crustáceos, es decir mantienen en equilibrio los ecosistemas marinos.

En la zona intermareal rocosa de Ayangue se registraron los órdenes Anaspidea, Sacoglosa, Cephalaspidea y nudibranchia, a diferencia de La Entrada además de los cuatro órdenes mencionados anteriormente se identificaron especies del orden Notaspideas,

La riqueza potencial máxima de especies de Ayangue según los índices de Chao 1, Jackknife y Bootstrap, muestra una tendencia de que en lugar de estudio solo se encontrarán 5 especies de opistobranquios y en La Entrada tiende a encontrarse a 13 especies de Opistobranquios.

En la zona rocosa de Ayangue la abundancia absoluta de opistobranquios fue de 3411 distribuida en 5 especies a diferencia de La Entrada que la población es menor con 1992 organismos pero con mayor biodiversidad registrando 10 especies.

Los hábitos alimenticios de Elysia diomedea de la zona rocosa de Ayangue son diferentes a los encontrados en La Entrada, debido a que en Ayangue se relacionan con las algas verdes, rojas y pardas a diferencia de La Entrada donde solo se relacionan con algas verdes.

Los hábitos alimenticios de Dolabrifera Dolabrifera son similares tanto en la zona rocosa de Ayangue como en La Entrada debido a que solo se relacionan con algas verdes.

Según los índices de Bray Curtis las zonas supralitoral, intermarel superior y medio tienen un índice de similitud alto mientras que con el infralitoral la relación es baja.

De acuerdo a los parámetros ambientales la temperatura y la salinidad afecta en la abundancia de las especies de opistobranquios y con relación al oxígeno y el pH la población tiende a incrementar.

En Ayangue de las cinco especies registradas cuatro se consideran permanentes como *Dolabrifera dolabrifera*, *Elysia diomedea*, *Navanax aenigmaticus*, y *Taringa sp*, mientras que *Stylocheilus striatus* se la considera especie ocasional o visitante.

En la zona rocosa de La Entrada se encontraron tres especies permanentes como *Dolabrifera dolabrifera*, *Elysia diomedea*, *Navanax aenigmaticus*, la especie *Stylocheilus striatus* que se la clasificó como especie estacional y por último *Bertellina ilisima*, *Phidiana lascuscencis*, *Flabellina sp*, *Chromodoris sphoni*, *Taringa sp* y *tylodina fungina* que según su frecuencia de aparición son Opistobranquios visitantes.

## **10.2. RECOMENDACIONES.**

Monitorear todo el perfil costero ecuatoriano y registrar las especies de opistobranquios que existen ya que de acuerdo a los resultados obtenidos en Ecuador se pueden encontrar muchas especies más de opistobranquias.

Realizar estudios en el área submareal con metodologías de observaciones directas para no dañar el ecosistema así como buceo scuba.

Realizar un estudio a largo plazo en opistobranquios para determinar biodiversidad biológica de estas especies, así como monitorear su estacionalidad y documentar la mayor cantidad de estos organismos que se encuentran en los lugares de estudios.

Las especies que se registraron en el presente estudio están clasificadas de acuerdo a sus características externas, por lo que es necesario realizar la taxonomía molecular como medio de verificación o para tener mayor confiabilidad debido a que hay especies que tienen idénticas características.

## 11. BIBLIOGRAFÍA.

Angulo-Campillo 2003, variación espacio temporal de las babosas opistobranquios (mollusca Opisthobranchia) en tres localidades de BCS, México. Inst politécnico nacional centro interdisciplinario de ciencia marinas, tesis de maestría.

Ardila, N, Baez, P y Valdes A. 2007. Babosas y liebres de mar (Mollusca gastropoda: opisthobranchia de Colombia.

Ballestero, Manuel, Enrick Madrenas, Miguel Pontes Et al (2012-2015), respiración, cerata y branquias. In OPK-opistobranquios.

Ballesteros, Manuel, Enric Mandrenas, Miquel Pontes *et al* (2012-2015) “reproducción” OPK\_Opistobranquis,

Behrens, D. W. 1991. Pacific Coast Nudibranchs. 2ª Ed. Sea Challengers. 107 pp.

Bertsch, H. 2009. Book review of Indo-Pacific nudibranchs and sea slug (Gosliner, Behrens Valdes, 2008) with comparisons of global and Indo-Pacific Opisthobranch taxonomic biodiversity and biogeography. Opisthobranch Newsletter 30:1-9

Bray, J. R. and J. T. Curtis. 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological Monographs 27:325-34

Caballer, Canteras y Ortea 2007. Babosas marinas (Sacoglossos y opistobranquios) de la Bahía de Santander. Revista Locustella V: 44-57.

Camacho, Terrence Gosliner y Valdez 2005 Guía de campo de las babosas marinas del pacifico este tropical. California Academy of sciences. 8p.

Capper, A., E. Cruz-Rivera, V. J. Paul y I. R. Tibbetts 2006. Chemical deterrence of a marine cyanobacterium against sympatric and nonsympatric consumers. *Hydrobiologia* 553: 319-326.

Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population.

Chao, A. Y S-M. Lee. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage.

Garcia y Bertsch 2009 Diversity and distribution of the gastropoda opisthobranchia from the Atlantic Ocean: A Global biogeographic approach. universidad Pablo De Olavide.

Finet Y, Tirado N, Chiriboga A, Diego R, Banks S 2014. Lista de especies de Galápagos de la fundación Charles Darwin.

Gosliner T. (1994) gastropoda: Opisthobranchia. En *microscopic anatomy of invertebrates*. V 5 mollusca, F. Harrison and A. Kohn, eds. Ch. 5. John Wiley and sons, New York.

Green, B. J., L. Wei-Ye, J. R. Manhart, T. D. Fox, E. J. Summer, R. A. Kennedy, S. K.

Guisan a y Zimmermann (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.

Hamann M. T. and P. J. Scheue 1993. Kahalalide F: A bioactive depsipeptide from the Sacoglossa mollusk *Elysia Rufescens* and the Green Alga *Bryopsis* sp. *J. Am. Chem. Soc.* 115: 5825-5826.

Hermosillo, A. 2006. Ecología de los opistobranquios (Mollusca) de Bahía De Bandera, Jalisco-Nayarit, México. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Universidad de Guadalajara. 1p

Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt  
Journal of the American Statistical Association, 87: 210-217.

Kathe R. Jensen 2006. Biogeography of the Sacoglossa (Mollusca, Opisthobranchia). Zoological Museum, Copenhagen, Denmark.

Maintenance, and Chloroplast Gene Expression Continue for Many Months in the Absence of the Alga! Nucleus. Plant Physiology, September 2000, 124: 331-342.

Marín, A. and J.D. Ros. – 1989. The chloroplast-animal association in four Iberian sacoglossan opisthobranchs: *Elysia timida*, *Elysia translucens*, *Thuridilla hopei* and *Bosellia mimetica*. Sci. Mar., 53: 429-440.

Mateo; Felicísimo & Muñoz 2011. Modelos de distribución de especies. Rev. Chilena de historia natural 84:217-240

McFarland, F. K. y G. Muller-Parker 1993. Photosynthesis and retention of zooxanthellae and zoochlorellae within the aeolid nudibranch *Aeolidia papillans* a. Biological Bulletin, 184: 223-229.

Mikkelsen. P. M. 2002. Shelled opisthobranchs advances in marine biology 42 (molluscan radiation Lesser Known Branches, A. J. southward, ed.)

Murcia .J 2011. Opistobranquios: Los arlequines de mar. Revista eubacteria N° 26.

NAGISA 2010 manual de muestreos para comunidades costeras.

Nybakken, J 1974. A phenology of the smaller Dendronotacea, Arminacean and aeolidacean Nudibranchs at Asilomar State Beachover a twenty seven month period. *the veliger* 16(4): 370-373.

Odhner, H. 1963. On the taxonomy of the family Tritoniidae. *Veliger*. 6: 48-52.

Ortigosa, G, Jazmín D, Calado, G y Simoes Nuno 2007. Revisión bibliográfica de Moluscos Opisthobranchios del golfo de México. Universidad de Guadalajara México. 36p.

Ortigosa, et al 2009. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán.

Palacios, D. 2005. Asociaciones de peces en los arrecifes rocosos de la bahía de Acapulco, México. Tesis de maestría de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional.

PALMER, M. W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71: 1195-1198.

Paul V.J, Puglisi MP. 2004. Chemical mediation of interactions among marine organisms. *Nat. Prod. Rep.* 21: 189–209.

Pierce y M. E. Rumpho 2000. Mollusc-Algal Chloroplast Endosymbiosis. Photosynthesis, Thylakoid Protein.

Ramirez, R., Paredes, C. y Arenas, J. 2003. Los moluscos del Peru. *Rev. Biol. Trop.* 51(supl.3): 225-284.

Rudman, W y William R. 1998. Opisthobranchia introduccion. EN: Beesley P. L., G.J.B. y Wells, A. (eds) *Mollusca: The Southern synthesis fauna of Australia Vol.5 CSIRO Publishing: Melbourne, Part B* viii.

Rudman, W. B. 1987. Solar-powered animals. *Natural History* 10/87.

Rumpho, M. E., E. J. Summer y J. R. Manhart 2000. Solar-Powered Sea Slugs. Mollusc/ Alga! Chloroplast symbiosis. *Plant Physiology*, May 2000, 123: 29-38.  
*Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265-270.

Thibaut, T., Meinesz, A., Amade, P., Charrier, S., De angelis, K., Ierardi, S., Mangialajo, L., Melnick, J. y Vidal, V. 2001. *Elysia subornata* (mollusca) a potential control agent of the algae *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) in the mediterranean sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 81:497-504.

Thompson, T.E. 1976. *Biology of opisthobranch molluscs*. Vol 1. Ray society, 206pp.

Todd, C. 1981. The ecology of nudibranch molluscs. *Oceanography and marine biology: An Annual Review* 19:141-234.

Tood, C. 1983, Reproductive and trophic ecology on Nudibranch molluscs chapter 5. Pp 225-255. En: *The mollusca. Ecology*. Vol.6. Academic press. E.U.A

Wägele, H., A. Klussmann-Kolb (2005) Opisthobranchia (Mollusca, Gastropoda) - more than just slimy slugs. Shell reduction and its implications on defence and foraging *Frontiers in Zoology* 2(3): 1-18

# ANEXOS

## Anexos 1.

### CLAVES PARA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE BABOSAS.

#### Clave para identificación de *Stylocheilus striatus*.

Orden: Anaspidea.

Familia: Aplysiidae.

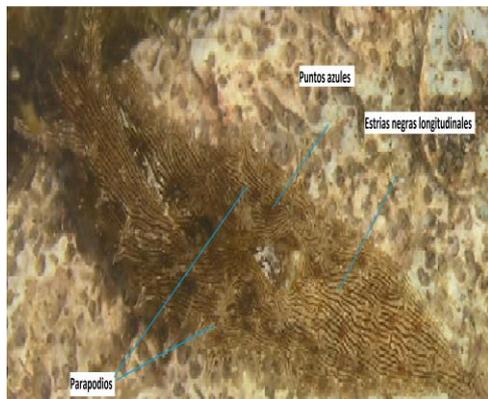
Genero: Stylocheilus

Especie: *Stylocheilus Striatus*

(Quoy & Gaimard 1832)

|   |   |
|---|---|
| A . Concha externa  | X |
| 1   |   |
| B Concha interna o ausente  | 2 |
| A Animal con las alas laterales (parapodios) claramente separados, dejando ver la cavidad de las vísceras.                                | X |
| 2   |   |
| B Animal con las alas laterales completamente o parcialmente fusionados   | 6 |
| 6 A Animal de cuerpo alargado, cabeza claramente separada del cuerpo, cuerpo cubierto de estrías negras ( <i>Stylocheilus striatus</i> ). | • |

*Stylocheilus striatus* (Quoy & Gaimard 1832)



**Tamaño:** Hasta 50 mm de longitud.

**Morfología:** Cuerpo muy alargado cubierto de papilas ramificadas. Tentáculos orales estrechos y largos. Rinóforos con papilas, parapodios pequeños, color de fondo gris translucido, con estrías negras longitudinales, laterales de cuerpo con puntos azul brillante con el centro naranja. También hay puntos blancos distribuidos irregularmente.

**Hábitat:** Se encuentra en la zona inter-mareal, tiene la capacidad de producir tinta cuando se le molesta. Se alimenta de cianobacterias.

**Distribución:** Circuntropical.

**Figura 11.** A. *Stylocheilus* y sus partes externas, B. Tentáculos orales y rinóforos C y D. Vista dorsal camuflándose con el sustrato.

**Clave para identificación de *Dolabrifera dolabrifera*.**

Orden: Anaspidea.

Familia: Aplysidae.

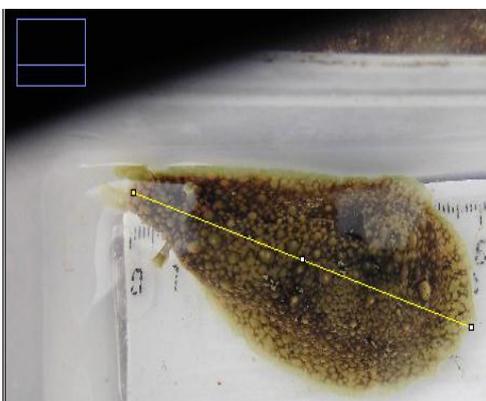
Género: Dolabrifera.

Especie: *Dolabrifera dolabrifera*

(Rang 1828).

|   |   |
|---|---|
| A . Concha externa  | X |
| 1   |   |
| B Concha interna o ausente  | 2 |
| A Animal con las alas laterales (parapodios) claramente separados, dejando ver la cavidad de las vísceras.                              | X |
| 2   |   |
| B Animal con las alas laterales completamente o parcialmente fusionados   | 6 |
| A Animal de cuerpo alargado, cabeza claramente separada del cuerpo, cuerpo cubierto de estrías negras ( <i>Stylocheilus striatus</i> ). | X |
| 6   |   |
| B Animal de cuerpo avalado, cabeza fusionada con el resto del cuerpo  | 7 |
| A Cuerpo globoso inflado sin concha, puede nadar por propulsiones a chorro  | X |
| 7   |   |
| B Cuerpo no globoso, pesado, incapaz de nadar   | 9 |
| A Dorso cubierto de pequeñas papilas estrelladas, cuerpo plano  | X |
| 9   |   |
| B Dorso cubierto de grandes papilas cónicas, cuerpo elevado ( <i>Dolabrifera dolabrifera</i> )  | . |

*Dolabrifera dolabrifera* (Rang 1828)



**Tamaño:** Hasta 45 mm de longitud.

**Morfología:** Concha rodeada por el manto, calcificada, cuerpo deprimido dorso-ventralmente con papilas sobre el dorso. Parapodios desiguales. Coloración Criptica, varia de gris rosado a violáceo, con áreas de color verde oliva a pardo y papilas violeta rosáceo.

**Hábitat:** muy común en las pozas de marea donde se alimentan de algas.

**Distribución:** es una especie de distribución circuntropical y circunsubtropical.(Camacho et al., 2005)

**Figura 12.** A y B. Medición de una *Dolabrifera* adulta, C. Parte ventral. D. *Dolabrifera* juvenil de 1 centímetro.

**Clave para identificación de *Elysia diomedea*.**

Orden: Sacoglossa.

Familia: Placobranchidae.

Género: *Elysia*.

Especie: *Elysia diomedea*.

(Bergh 1894).

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | A . Concha presente   | X  |
|    | B Concha ausente  | 5  |
| 5  | A Cuerpo con grandes apéndices dorsales (ceratas)   | X  |
|    | B Cuerpo sin apéndices dorsales, pero con dos alas laterales (parapodios)   | 13 |
| 13 | A Alas laterales (parapodios)con numerosos pliegues   | 14 |
|    | B Aletas laterales (parapodios) lisos sin numerosos pliegues  | X  |
| 14 | Pliegues de los parapodios muy complejos, dando al animal aspecto de lechuga, cabezas con líneas negras, rinóforos enrollables, coloración verde. ( <i>Elysia diomedea</i> ). | •  |

*Elysia diomedea* (Bergh 1894)



**Tamaño:** Hasta 100mm de longitud.

**Morfología:** Cabeza bien desarrollada, rinóforos largos, porción anterior del pie corta. Abertura de la boca pequeña, parapodios a lo largo de todo el cuerpo, con forma de lechuga, región pericárdica oval prominente, color verdoso, rinóforos con líneas negras y amarillas, coloración verdosa del cuerpo se atribuye a la presencia de cloroplastos simbioses en los tejidos (Camacho et al., 2005).

**Hábitat:** Se alimenta de algas verdes, está presente en la zona inter-mareal y sub-mareal en diferentes sustratos (Camacho et al., 2005)

**Distribución:** Desde el golfo de California hasta Panamá (Bertsch 1973).

**Figura 13.** A. Vista dorsal *Elysia diomedea* B. Vista ventral, estructura de la boca. C. camuflándose en sustrato verde. D. camuflándose en sustrato rojo.

**Clave para identificación de *Navanax aenigmaticus*.**

Orden: Cephalaspidea.

Familia Aglajidae.

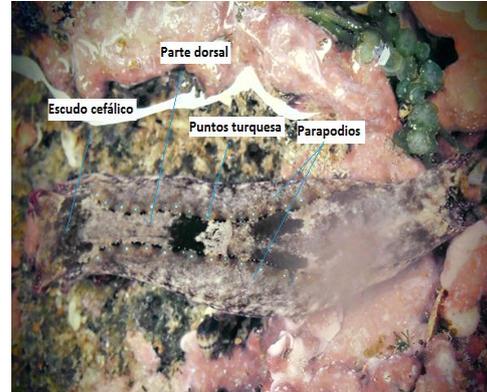
Género: *Navanax*

Especie: *Navanax aenigmaticus*

(Bergh 1893)

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1    | A Concha externa  | X  |
|      | B Concha interna o ausente  | 20 |
| 20   | A Animal con una joroba dorsal  | X  |
|      | B Animal sin joroba dorsal  | 22 |
| 22 A | Animal pardo claro con unas líneas de puntos azul turquesa en el borde de las alas laterales (parapodios). ( <i>Navanax aenigmaticus</i> ). | •  |

*Navanax aenigmaticus* (Bergh 1893)



**Tamaño:** Hasta 75 mm de longitud.

**Morfología:** Concha calcificada, escudo posterior con dos lóbulos triangulares sub-iguales. Boca con un par de montículos sensoriales bilobulados. Cuerpo de color pardo con manchas crema blancuzca y azul turquesa.

**Hábitat:** Común en fondos rocosos desde la zona inter-mareal hasta 18 metros. Se alimenta de otros opistobranquios.

**Distribución:** Desde baja california hasta Perú, en el atlántico oeste desde florida hasta Brasil y en Ghana en el Atlántico Este (Camacho et al., 2005).

**Figura 14.** A. Medicion de una *Navanax aenigmaticus*. B. Partes externas. C. Parte ventral. D. Mecanismo de defensa, expulsa una tinta amarilla.

## Clave para identificación de *Berthellina Ilisima*

Orden: Notaspidea

Familia: Pleurobranchidae

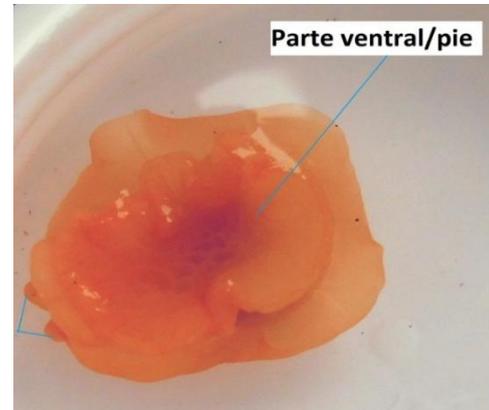
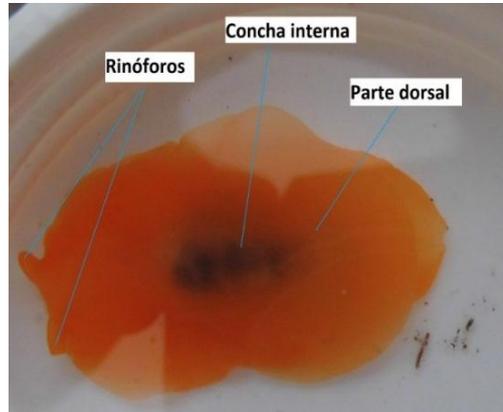
Género: Berthelina

Especie: *Berthellina Ilisima*

(Marcus & Marcus 1967)

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | A | Dorso con tubérculos dorsales pequeños, el borde del manto se desprende cuando el animal es molestado, color variable | X |
|   | B | Dorso liso, sin tubérculos, el manto no se desprende del animal   | 2 |
| 2 | A | Cuerpo anaranjado uniforme <i>Berthellina illisima</i>  | • |

*Berthellina Ilisima* (Marcus & Marcus 1967)



**Tamaño:** Hasta 100mm de longitud.

**Morfología:** Concha presente, situada posteriormente, rinóforos enrollados y cortos, branquia grande, situado en el lado derecho del cuerpo. Color anaranjado. Pie con una glándula pedal blancuzca localizada cerca del final posterior del pie.

**Hábitat:** Se alimenta de esponjas. Activa durante la noche. La masa de huevos es una masa ancha ondulada que está adherida por un extremo.

**Distribución:** Desde el sur de California hasta las Islas Galápagos (Camacho et al., 2005).

**Figura 15.** Descripción de *Berthellina Ilisima*. A. parte dorsal. B y C. Parte ventral. D. Concha interna color negra.

**Clave para identificación de *Tylodina fungina*.**

Orden: Tylodinoidea

Familia: Tyloidiidae

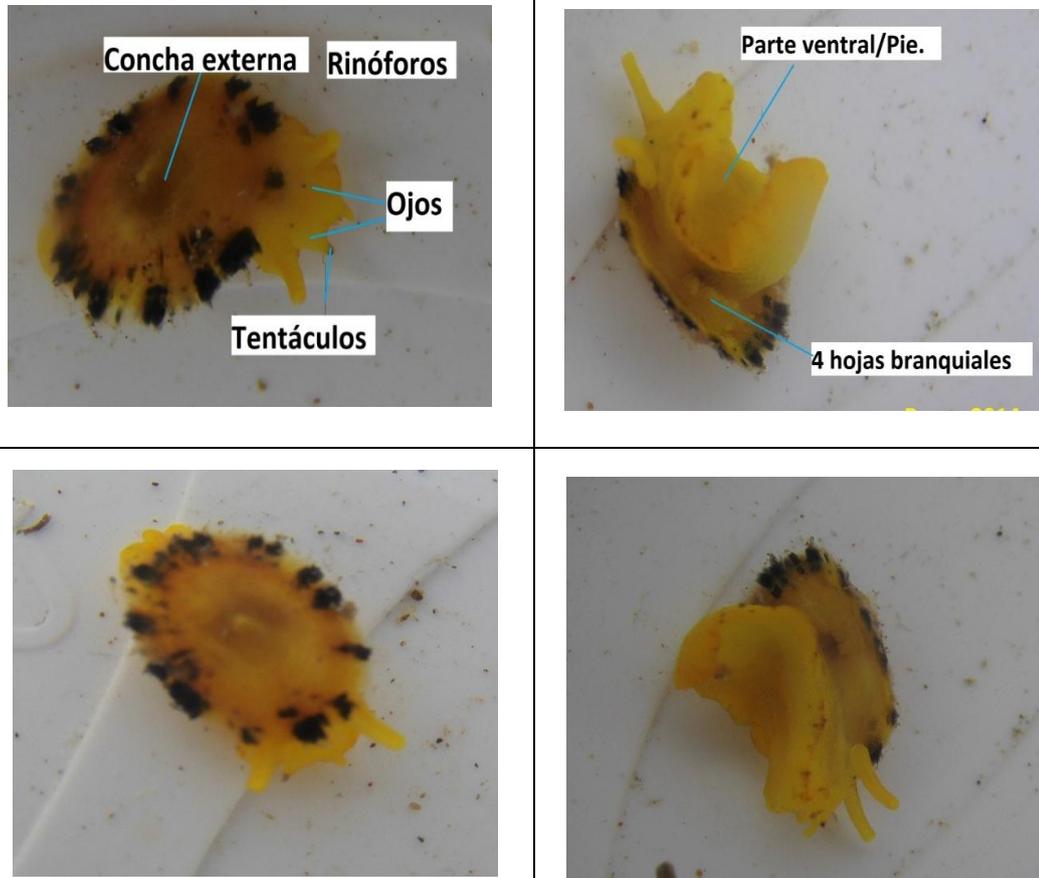
Género: Tylodina

Especie: *Tylodina Fungina*

(Gabb, 1865)

- 1 A Animal Pequeño (hasta 40mm), concha elevada, cubriendo casi todo el cuerpo, rinóforos bien desarrollados
- 2 Cuerpo amarillo predominante. (*Tylodina fungica*) •

*Tyrodina Fungina* (Gabb, 1865)



**Tamaño:** Hasta 38 milímetros de longitud

**Morfología:** Concha pateliforme y calcárea, con un periostraco rojizo sobre la mitad inferior. Rinóforos romos cilíndricos y aplanados, hojas branquiales bipinnadas y tripinnadas situadas en el lado derecho, color del cuerpo amarillo oro con líneas irregulares y manchas amarillas-limón.

**Hábitat:** Área inter-mareal rocoso. Se alimenta de la esponja *Verongia thiona*.

**Distribución:** Sur de California a Costa Rica y las islas Galápagos (Camacho et al., 2005)

**Figura 16.** Descripción de *Tyrodina fungina*. A y C Vista dorsal. B y D. Vista ventral.

### Clave para identificación de *Taringa sp*

Orden: Nudibranquio

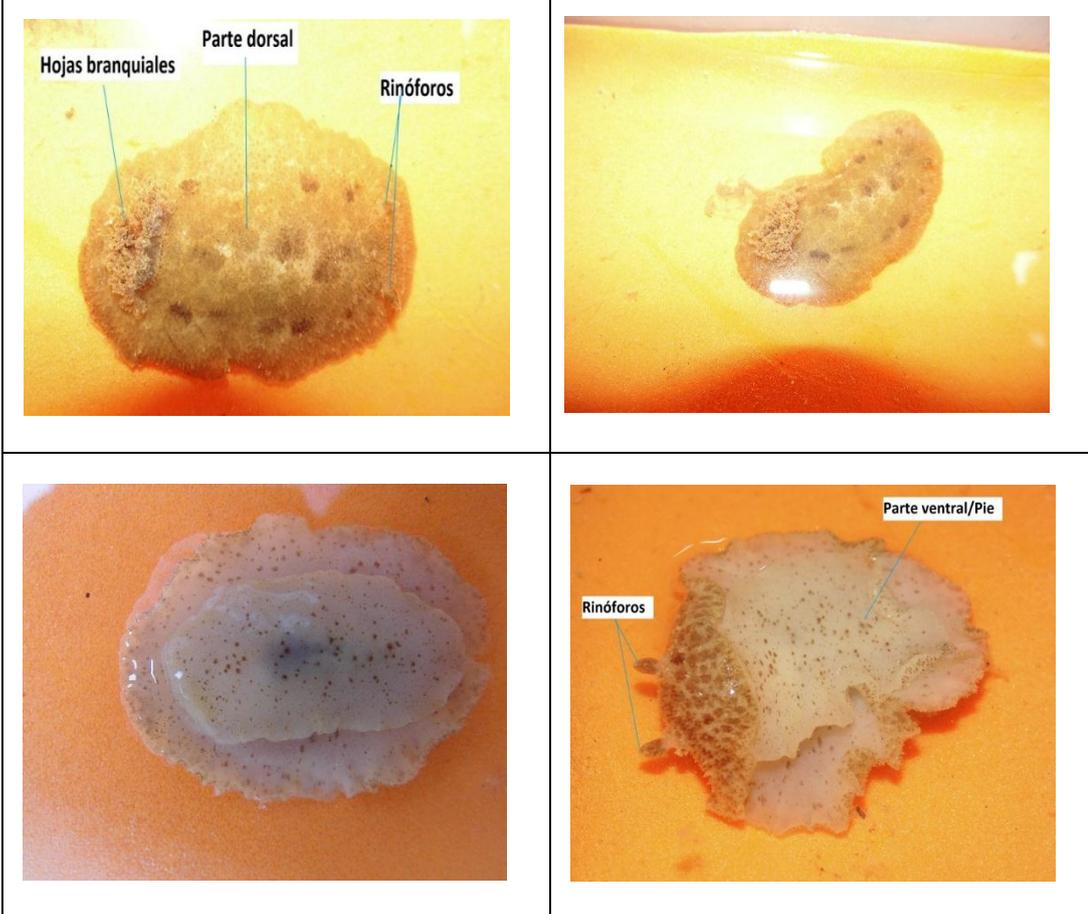
Familia: Discodorididae

Género: *Taringa*.

Especie: *Taringa sp*.

- |   |   |   |
|---|---|---|
| A | Branquia retráctil en una cavidad                             | X |
| 1 |   |   |
| B | Branquia no retráctil en una cavidad                          | 7 |
|   |   |   |
| A | Branquia no retráctil en una cavidad                          | X |
| 7 |   |   |
| B | Branquia multipinnada   | 8 |
|   |   |   |
| A | Cuerpo de color variable, pardo oscuro, amarillo o anaranjado | X |
| 8 |   |   |
| B | Cuerpo amarillento con manchas grandes ( <i>Taringa sp</i> )  | • |

*Taringa* (T. Gosliner 2005)



**Tamaño:** Hasta 25 mm de longitud.

**Morfología:** Color amarillo oscuro. Dorso con cariofilídeos y tubérculos con elevadas papilas. Manchas amarillas claramente visibles en el dorso. Seis hojas branquiales tripinnadas. Margen del manto rodeado de manchas amarillas opaco. Rinóforos y hojas branquiales color crema.

**Hábitat:** Rara, submareal.

**Distribución:** Costa Rica (Camacho et al., 2005)

**Figura 17.** A y B. Descripción de *Taringa* Sp Vista dorsal mostrando las hojas branquiales. C. Parte ventral. D. Rinóforos.

### Clave para identificación de *Chromodoris sphoni*.

Orden: Nudibranquios.

Familia: Chromodoridida

Género: Chromodoris

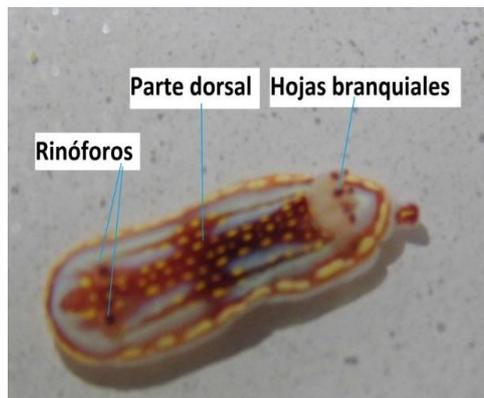
Especie: *Chromodoris sphoni*

(Ev. Marcus, 1971).

|    |   |    |
|----|---|----|
|    | A Branquia retráctil en una cavidad                                   | 2  |
| 1  | B Branquia no retráctil en una cavidad                                | X  |
| 2  | A Cabeza con tentáculos en forma de dedo                              | 3  |
|    | B Cabeza con tentáculos diferentes                                    | X  |
|    | A Dorso con tubérculos cariofilídeos (una corona de espículas)        | X  |
| 3  | B Dorso liso o con tubérculos redondeados sin una corona de espículas | 14 |
|    | A Cuerpo rojo o anaranjado con tubérculos cónicos                     | X  |
| 14 | B Cuerpo amarillo, blanco o castaño                                   | 15 |
|    | A Cuerpo amarillo   | X  |
| 15 | B Cuerpo pardo o blanco   | 17 |
|    | A Animal de color blanco con glándulas blancas en el dorso            | X  |
| 17 | B Animal pardo con manchas de colores diferentes                      | 19 |
|    | A Dorso rígido, con espículas   | X  |
| 19 | B Dorso suave, sin espículas  | 29 |
|    | A Branquia con movimiento rítmico                                     | 30 |
| 29 | B Branquia sin movimiento rítmico                                     | X  |

|    |   |   |    |
|----|---|---|----|
| 30 | A | Cuerpo blanco con un anillo anaranjado rojizo                                 | X  |
|    | B | Cuerpo rojizo o verdoso con manchas negras o rojas                            | 32 |
| 32 | A | Animal blanco   | X  |
|    | B | Animal oscuro, azul, rojo o pardo   | 34 |
| 34 | A | Cuerpo sin ondulaciones y con pigmentos amarillos                             | 35 |
|    | B | Cuerpo liso ondulado sin pigmento amarillo                                    | X  |
| 35 | A | Dorso con una línea central amarilla interrumpida                             | X  |
|    | B | Dorso con manchas amarillas   | 36 |
| 36 | A | Dorso con líneas marginales, interrumpidas                                    | 37 |
|    | B | Dorso con líneas marginales continuas   | X  |
| 37 | A | Rinóforos completamente oscuros   | X  |
|    | B | Rinóforos con pigmentos oscuros solo en las puntas. <i>Chromodoris sphoni</i> | •  |

*Chromodoris sphoni* (Ev. Marcus, 1971)



**Tamaño:** Hasta 35 mm de longitud.

**Morfología:** Cuerpo ovalado, liso. Branquia con 7-10 hojas unipinnadas. Color de fondo blanco, con una mancha rojo violáceo en forma de cruz, y puntos amarillos conspicuos. Borde del manto con una línea interrumpida externa naranja y una interna rojo violáceo. Rinóforos y hojas branquiales blanquecinas con ápices morados.

**Habitat:** Común. Submareal.

**Distribución:** Desde el Golfo de California, México, hasta Galápagos (Camacho et al., 2005)

**Figura 18.** A y B. Descripción de *Chromodoris sphoni* Vista dorsal con sus estructura externas. C y D. Vista ventral.

## Clave para identificación de *Phidiana lasrucenci*

Orden: Nudibranchia.

Familia: Facelinidae

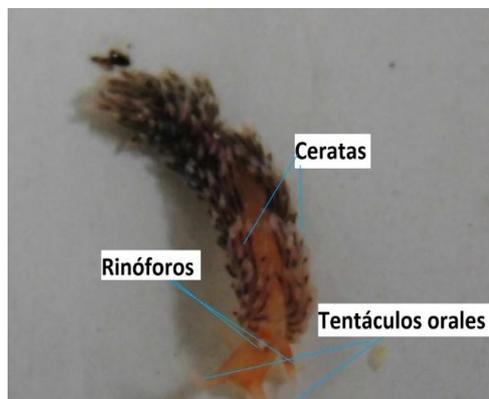
Género: *Phidiana*

Especie: *Phidiana lasrucenci*

(Bertsch & Ferreira 1974)

|    |   |   |    |
|----|---|---|----|
| 1  | A | Animal muy largo y estrecho                                   | X  |
|    | B | Animal más proporcionado                                      | 2  |
| 2  | A | Rinóforos con anillos, papilas, bulbos o lamelas              | 3  |
|    | B | Rinóforos lisos o con verrugas                                | X  |
| 3  | A | Rinóforos con papilas   | X  |
|    | B | Rinóforos con anillos, bulbos o lamelas                       | 7  |
| 7  | A | Rinóforos con bulbos y una máscara rojiza entre los rinóforos | X  |
|    | B | Rinóforos con anillos o lamelas                               | 8  |
| 8  | A | Rinóforos con lamelas separadas                               | X  |
|    | B | Rinóforos con lamelas apretadas                               | 10 |
| 10 | A | Cabeza con líneas longitudinales                              | 11 |
|    | B | Cabeza con manchas blancas opacas o con el dorso oscuro       | X  |
| 11 | A | Cabeza con tres líneas anaranjada                             | X  |
|    | B | Cabeza con una línea blanca ( <i>Phidiana lasrucenci</i> )    | •  |

*Phidiana lasrucenci* (Bertsch & Ferreira 1974)



**Tamaño:** hasta 300mm de longitud.

**Morfología:** Ceratas bulbosos con una banda subapical blanca opaca, dispuestos en línea longitudinales, glándula digestiva parda. Cnidosaco anaranjado blanco traslucido. Rinóforos, bulbosos y perfoliados. Color anaranjado traslucido con líneas blanco opaco poco marcadas.

**Hábitat:** común, inter-mareal y sub-mareal. Probablemente se alimenta de hidroideos tecados.

**Distribución:** Desde Baja California hasta Panamá (Camacho et al., 2005).

**Figura 19.** A y B. Descripción de *Phidiana lasrucenci* . Vista dorsal y sus partes externas. C y D. Vista ventral.

## Clave para identificación de *Flabellina sp*

Orden: Nudibranchia.

Familia: Flabellinidae

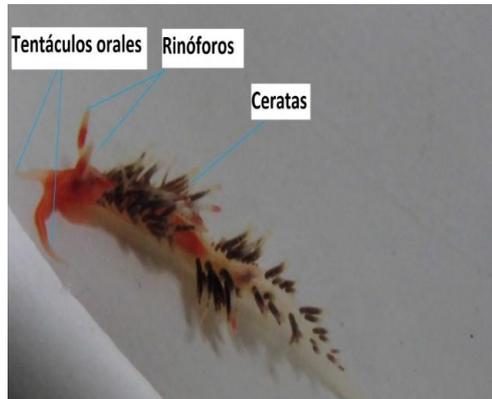
Género: Flabellina

Especie: *Flabellina sp*

(Bergh 1889).

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | A | Animal muy largo y estrecho                       | X |
|   | B | Animal más proporcionado                          | 2 |
| 2 | A | Rinóforos con anillos, papilas, bulbos o lamelas. | 3 |
|   | B | Rinóforos lisos o con verrugas                    | X |
| 3 | A | Rinóforos con papilas                             | X |
|   | B | Rinóforos con anillos, bulbos o lamelas           | • |

*Flabellina sp* (Bergh 1889)



**Tamaño:** Hasta 60 mm de longitud.

**Morfología:** con ceratas bulbosas posee coloración roja, borde interno o pie translucido con un par de tentáculos orales y un par de rinoforos de color naranja y ápices amarillo.

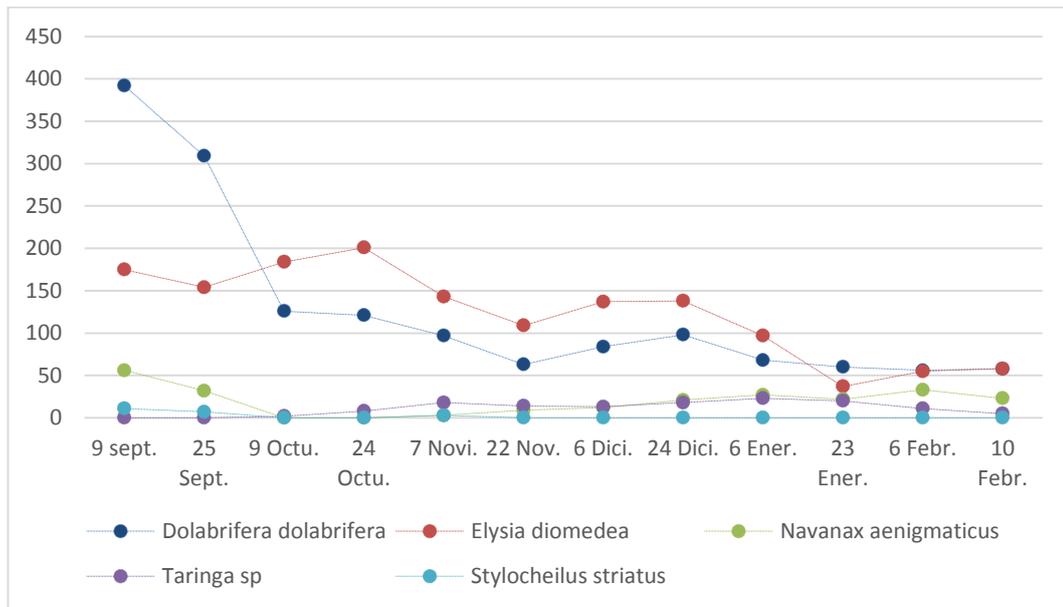
**Habitat:** poco común en el área sub-mareal, se alimentan de hidroideos.

**Distribución:** Isla Galapagos (Camacho et al., 2005).

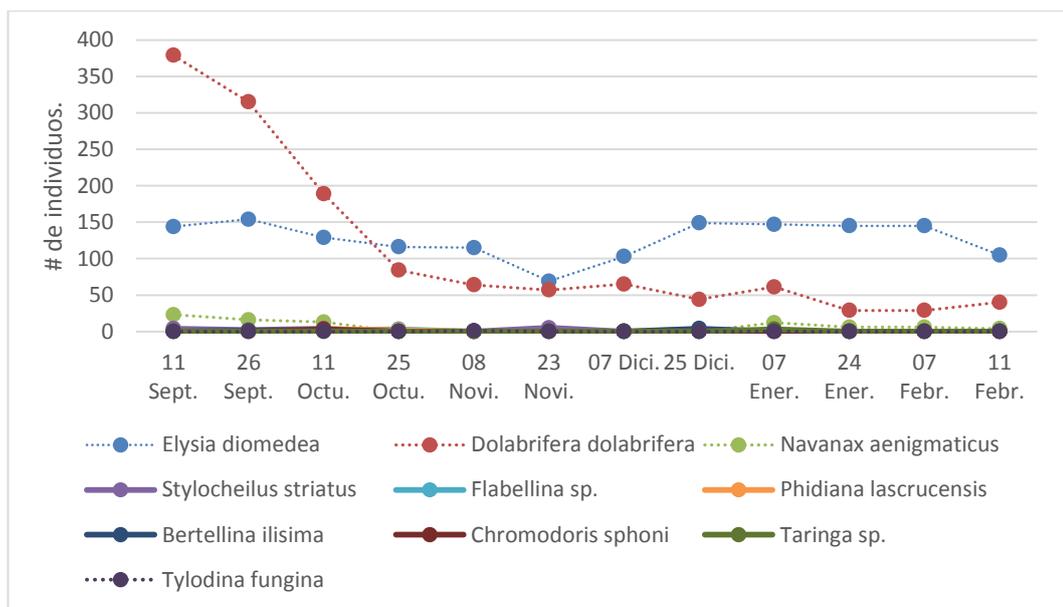
**Figura 20.** Descripción de *Flabellina sp* A y B. vista dorsal con las estructuras externas. C y D. Vista ventral.

## Anexo 2.

### Abundancias de especies de opistobranquios encontradas en Ayangue y La Entrada.

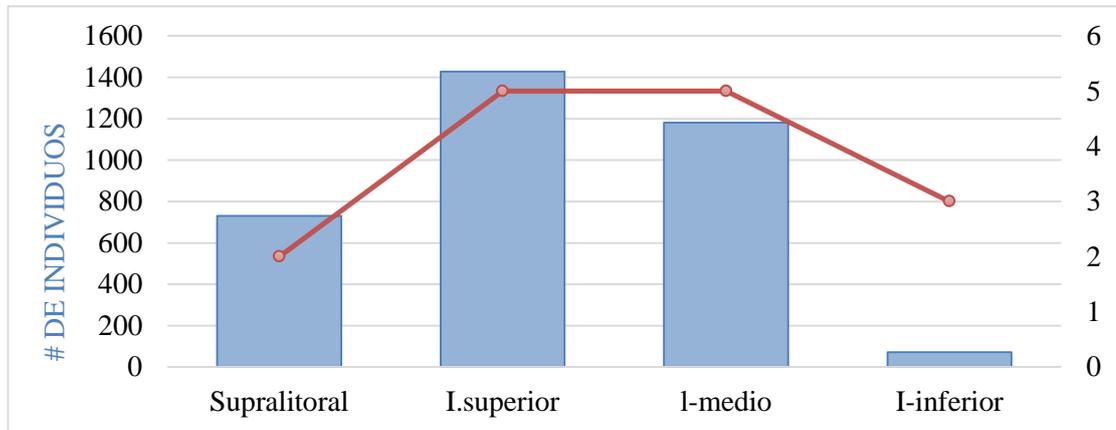


**Figura 21.** Abundancia absoluta de opistobranquios quincenal Ayangue

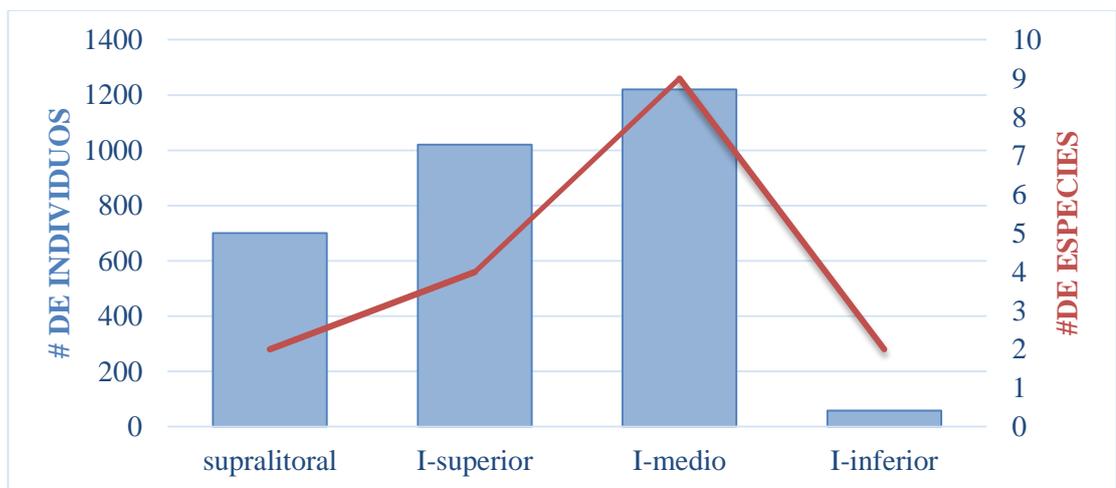


**Figura 22.** Abundancia absoluta de opistobranquios quincenal en La Entrada.

**Abundancia absoluta de opistobranquios en los niveles de marea.**



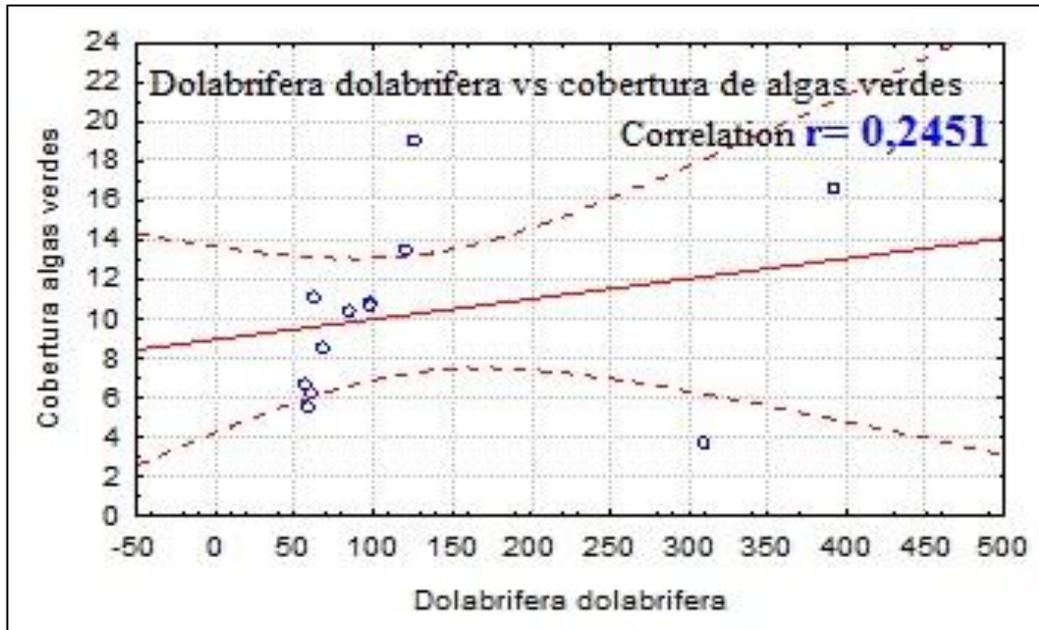
**Figura 23.** Abundancia/riqueza de especies Ayungue



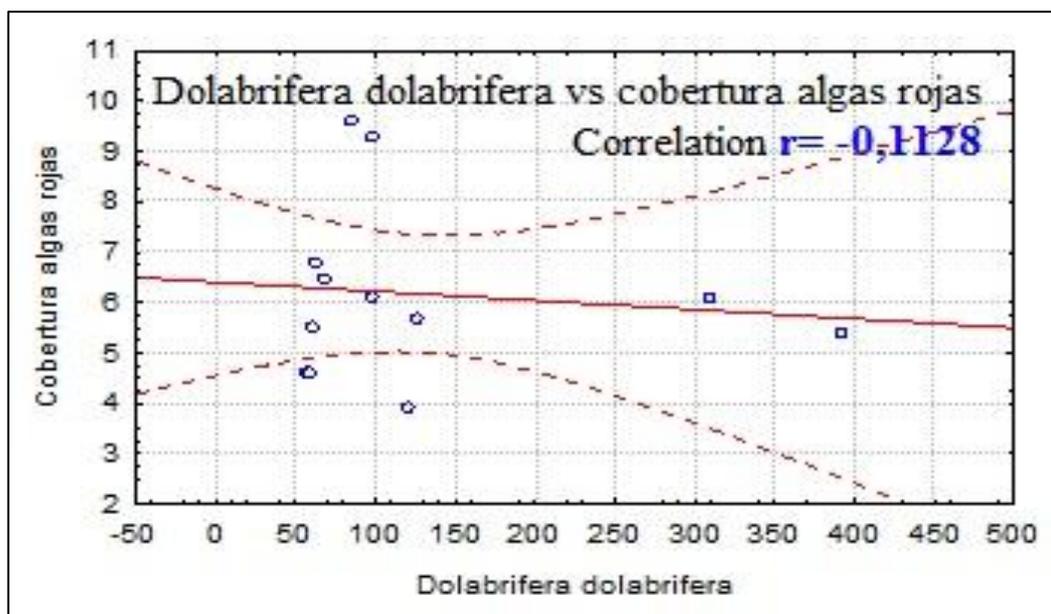
**Figura 24.** Abundancia/riqueza de especies La Entrada

### Anexo 3.

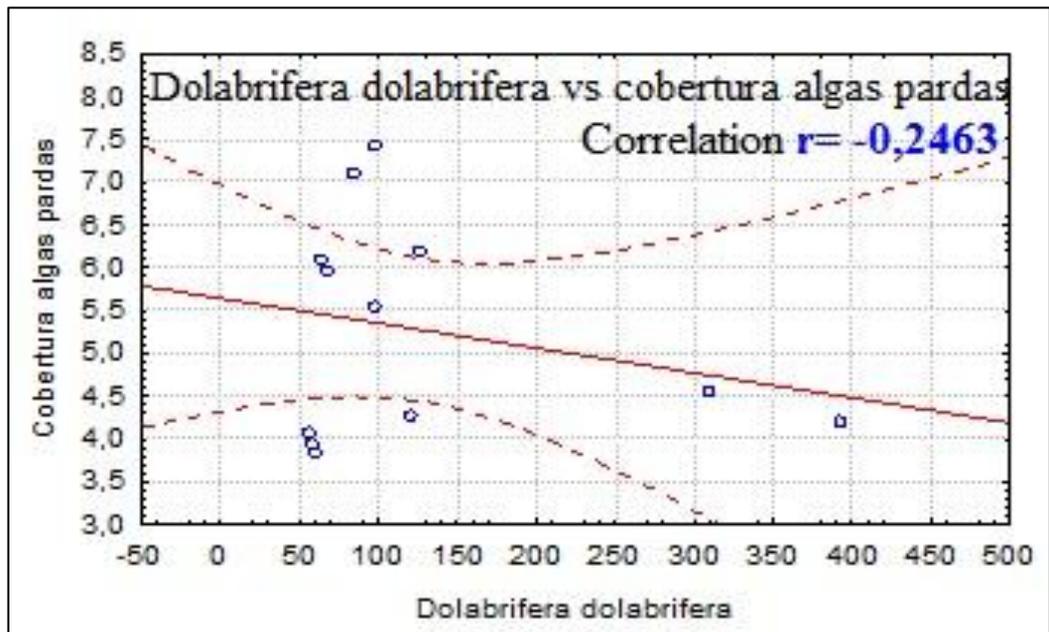
**Análisis de correlación entre la abundancia de opistobranquios y la cobertura de algas en Ayangue.**



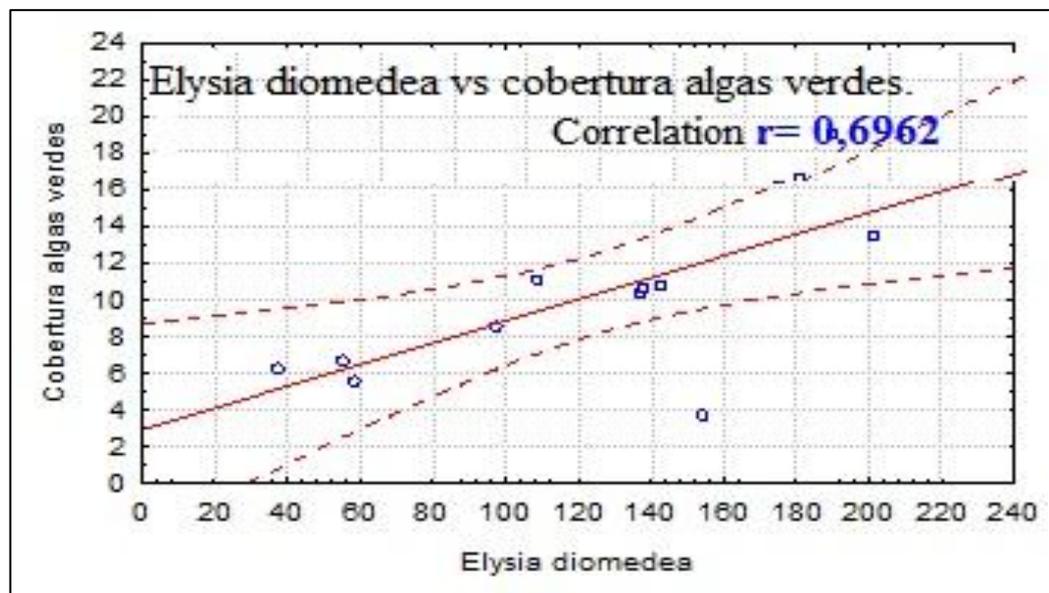
**Figura 25.** Correlación entre las especies *Dolabrifera dolabrifera* y con respecto a la cobertura de algas verdes en Ayangue.



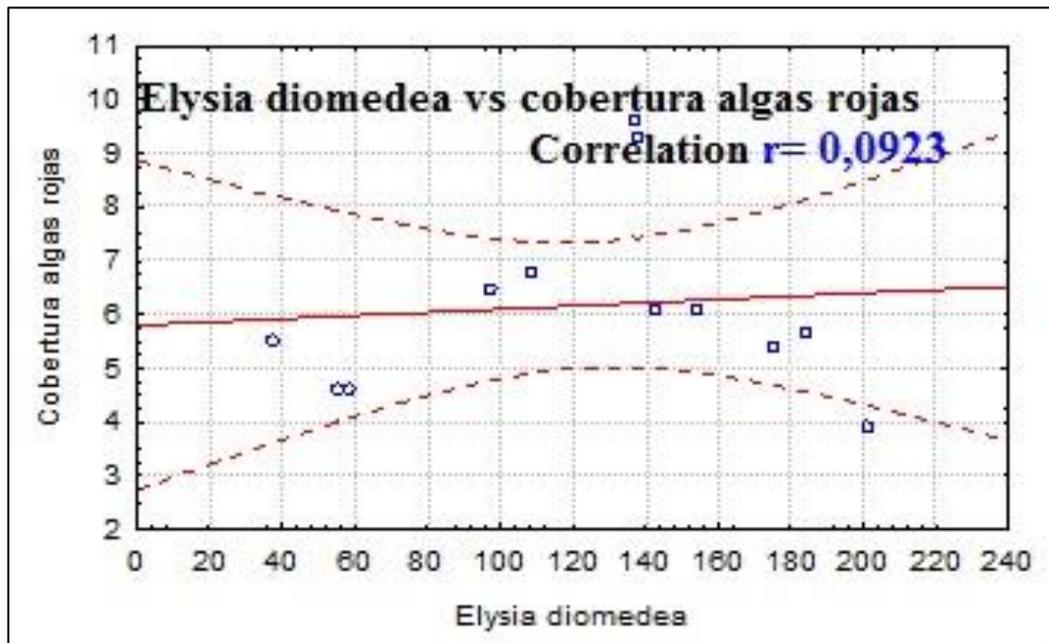
**Figura 26.** Correlación entre las especies *Dolabrifera dolabrifera* y con respecto a la cobertura de algas rojas en Ayangue.



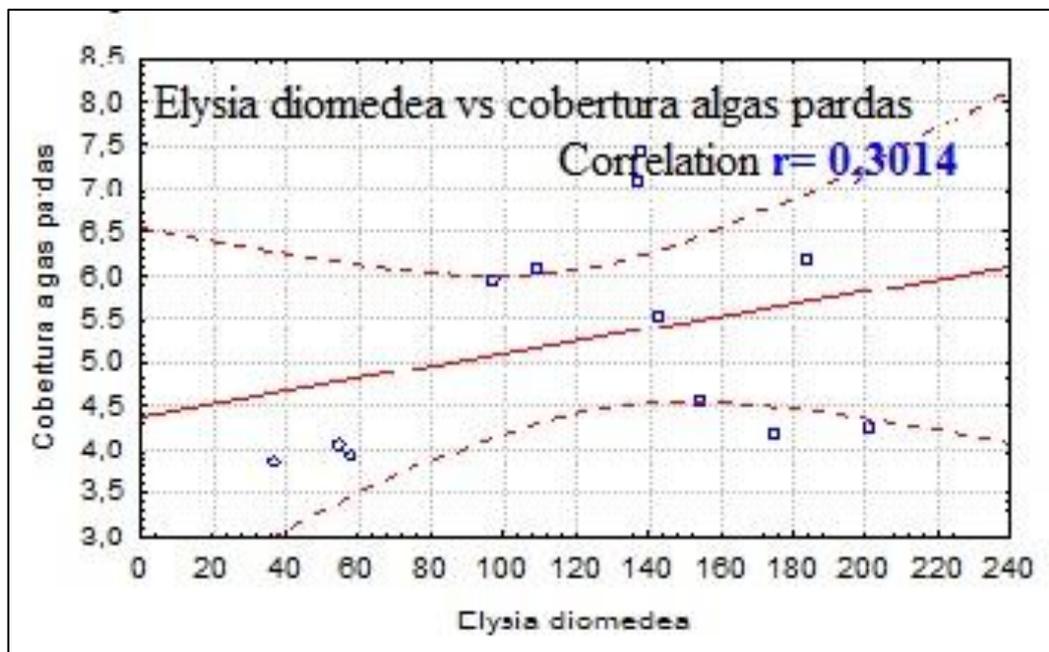
**Figura 27.** Correlación entre las especies *Dolabrifera dolabrifera* y con respecto a la cobertura de algas pardas en Ayangue.



**Figura 28.** Correlación entre las especies *Elysia diomedea* con respecto a la cobertura de algas verdes en la zona rocosa de Ayangue.

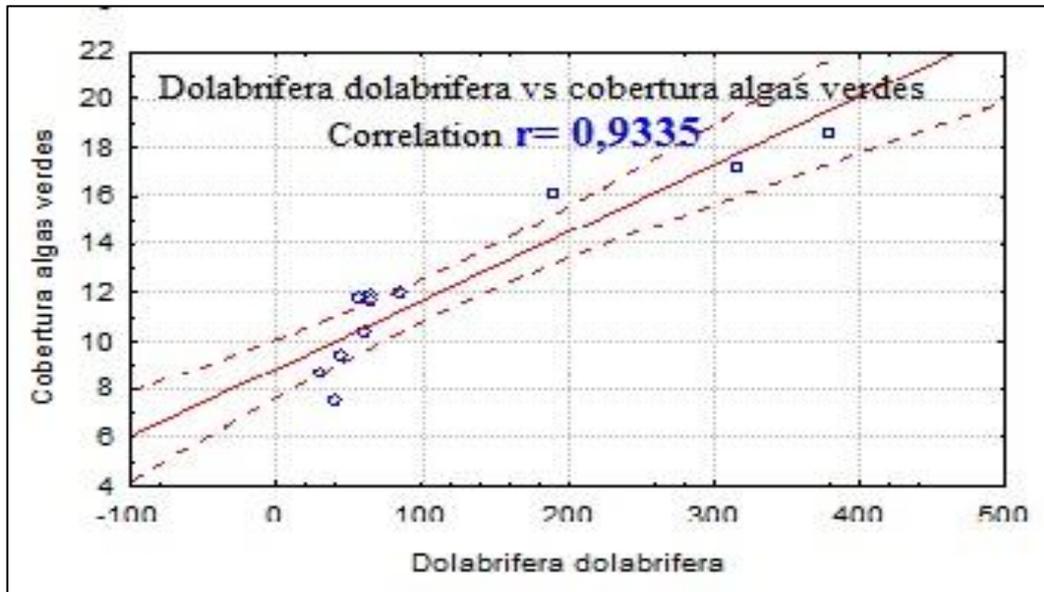


**Figura 29.** Correlación entre las especies *Elysia diomedea* con respecto a la cobertura de algas rojas en la zona rocosa de Ayangue.

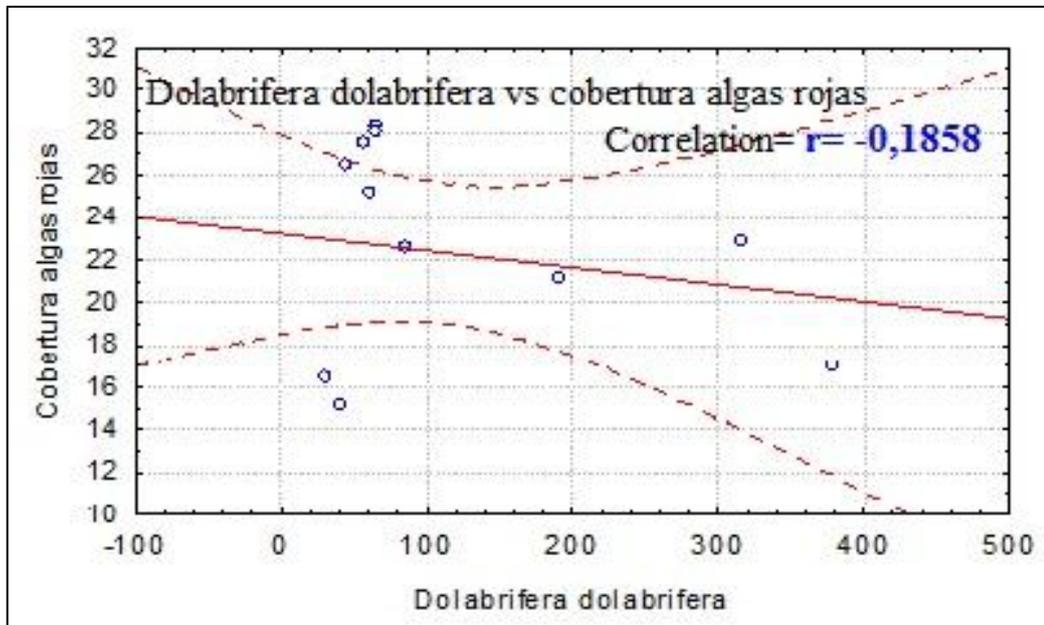


**Figura 30.** Correlación entre las especies *Elysia diomedea* con respecto a la cobertura de algas pardas en la zona rocosa de Ayangue.

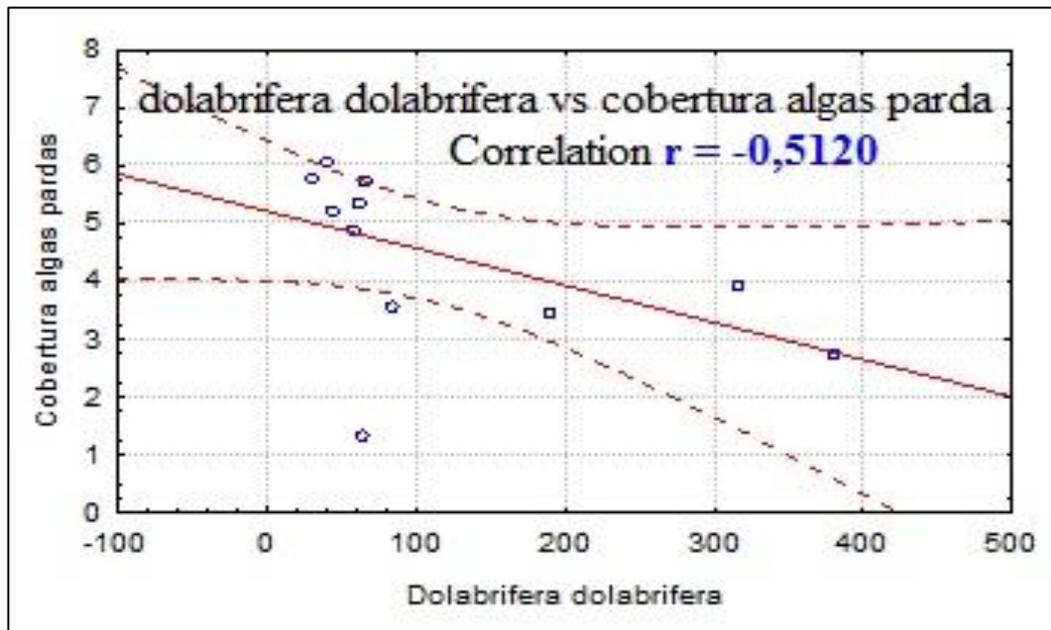
**Análisis de correlación entre la abundancia de opistobranquios y la cobertura de algas en La Entrada.**



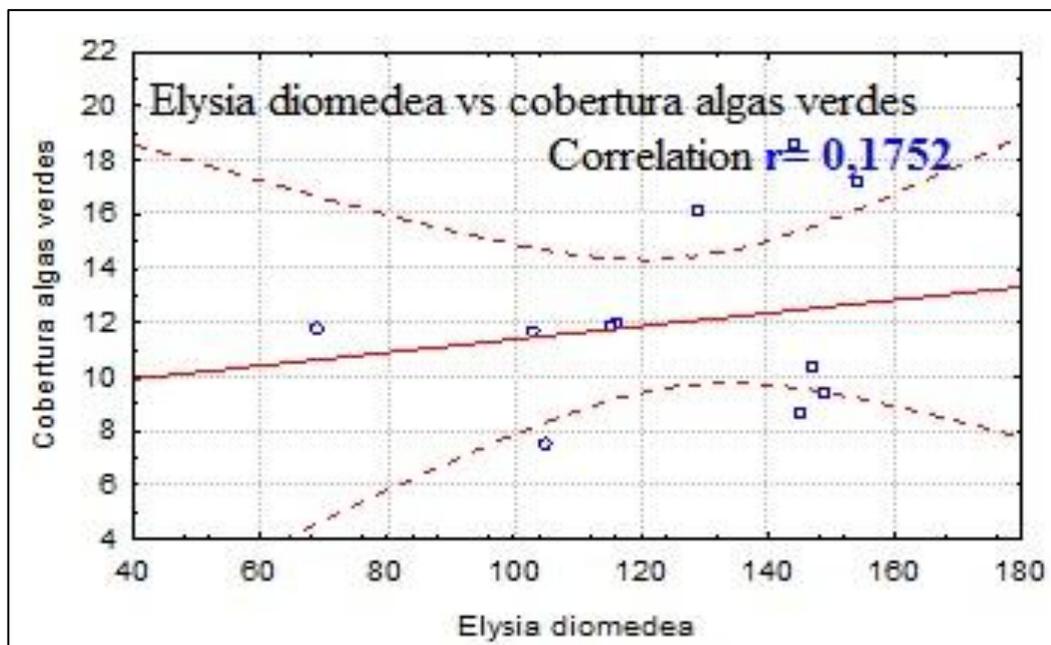
**Figura 31.** Correlación entre las especies *Dolabrifera dolabrifera* y con respecto a la cobertura de algas verdes en la zona rocosa La Entrada



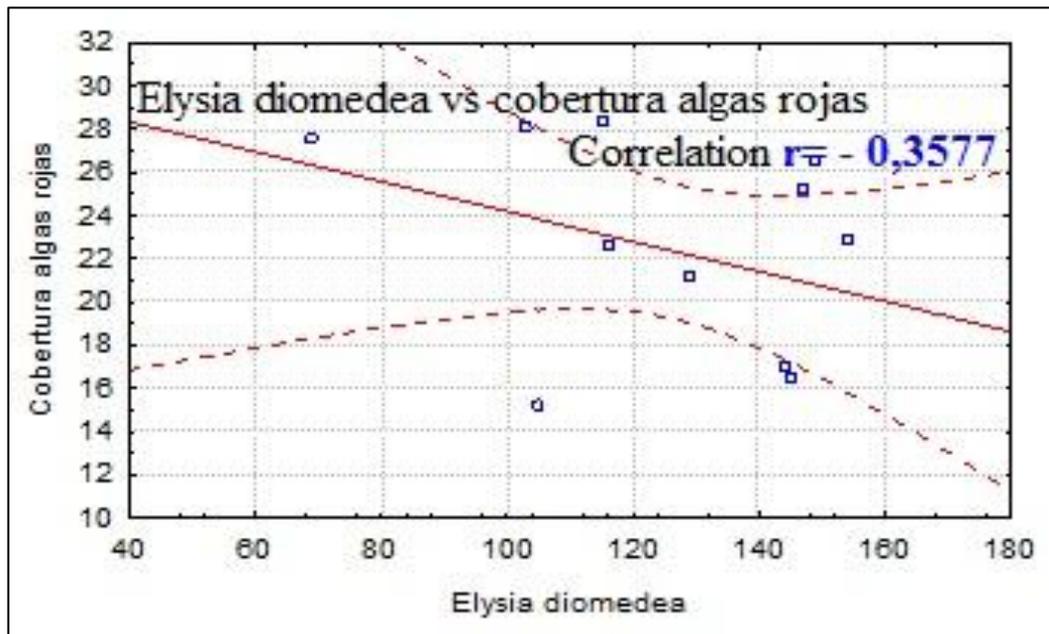
**Figura 32.** Correlación entre las especies *Dolabrifera dolabrifera* y con respecto a la cobertura de algas rojas en la zona rocosa La Entrada



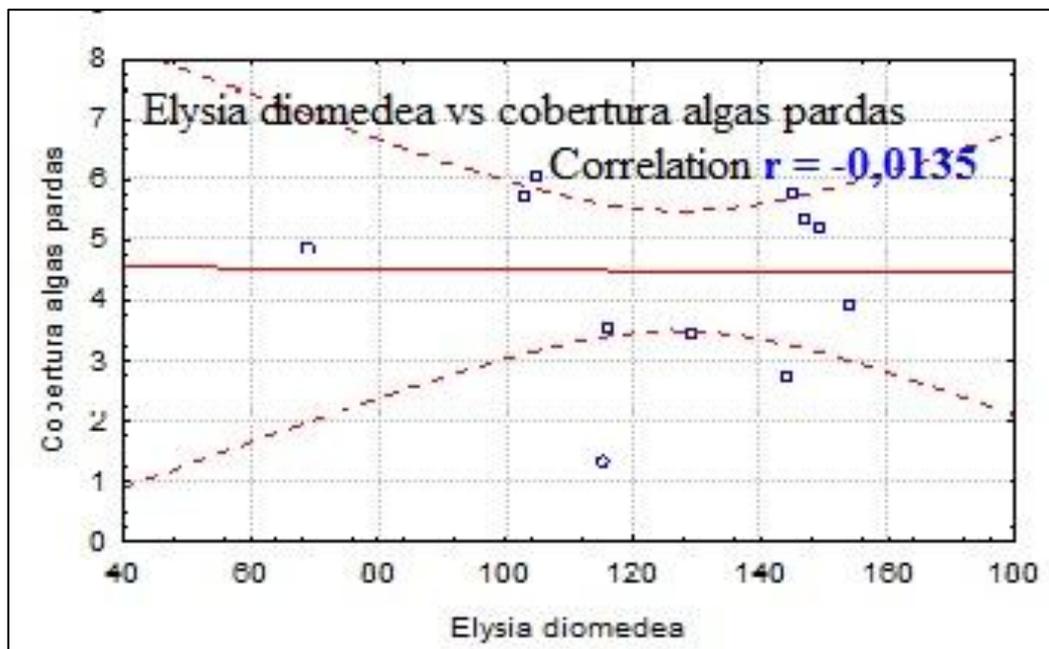
**Figura 33.** Correlación entre las especies *Dolabrifera dolabrifera* y con respecto a la cobertura de algas pardas en la zona rocosa La Entrada



**Figura 34.** Correlación entre las especies *Elysia diomedea* con respecto a la cobertura de algas verdes en la zona rocosa La Entrada



**Figura 35.** Correlación entre las especies *Elysia diomedea* con respecto a la cobertura de algas rojas en la zona rocosa La Entrada



**Figura 36.** Correlación entre las especies *Elysia diomedea* con respecto a la cobertura de algas pardas en la zona rocosa La Entrada.

### Anexo 3.

#### VARIABLES AMBIENTALES AYANGUE.

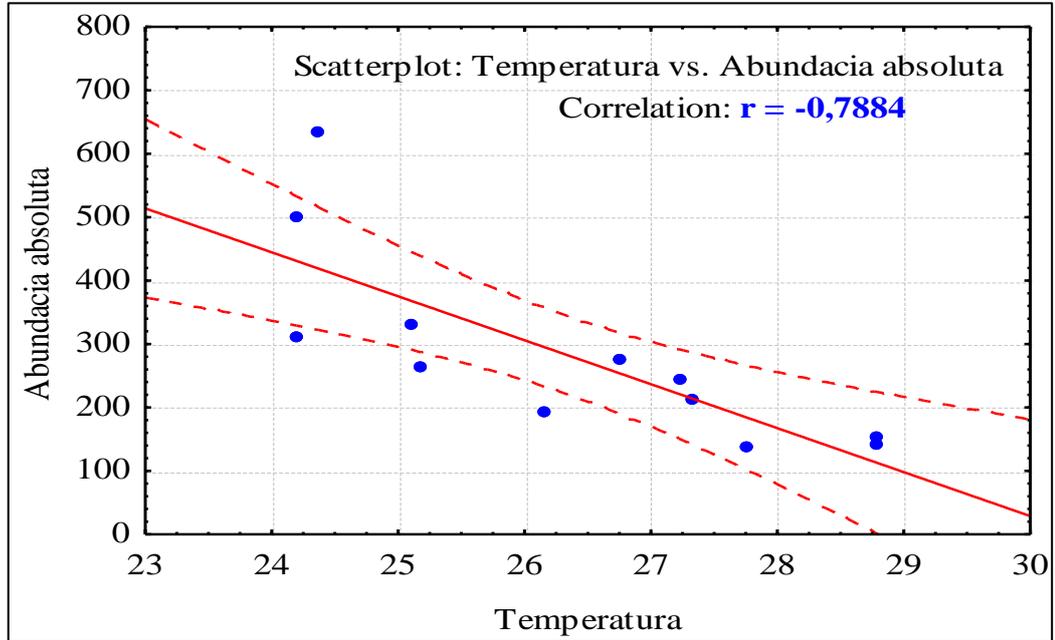


Figura 37. Correlación entre temperatura y abundancia absoluta

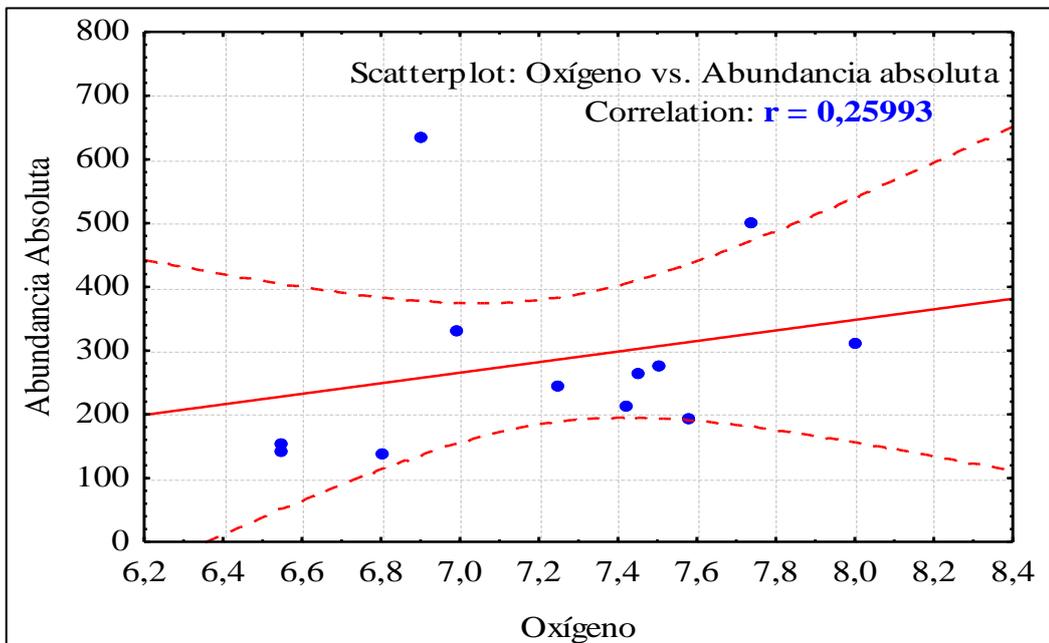
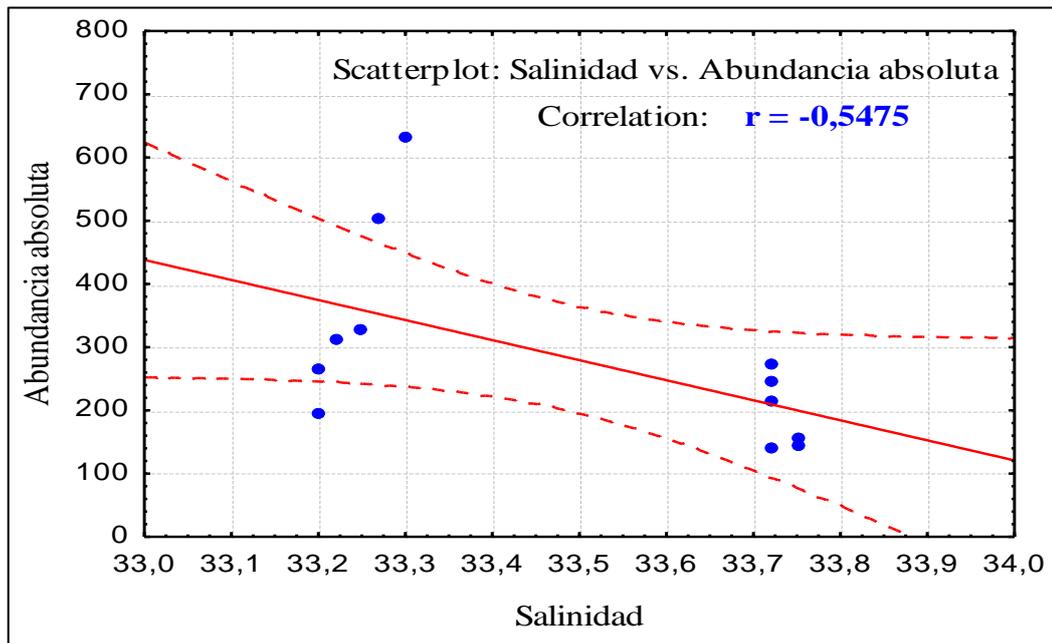
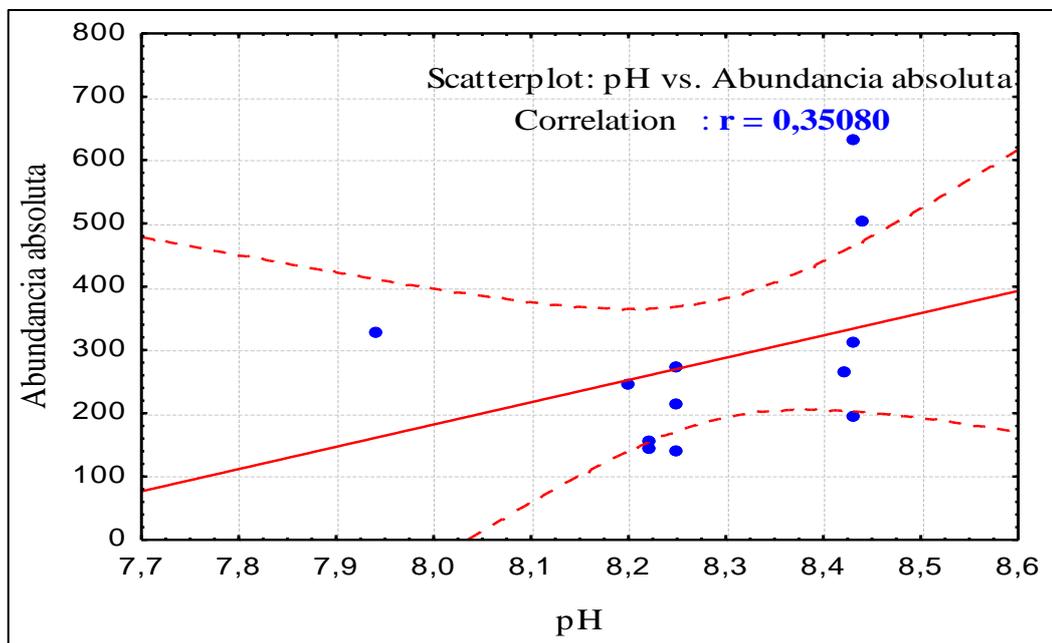


Figura 38. Correlación entre oxígeno y abundancia absoluta



**Figura 39.** Correlación entre salinidad y abundancia absoluta.



**Figura 40.** Correlación entre pH y abundancia absoluta.

### Variables ambientales La Entrada.

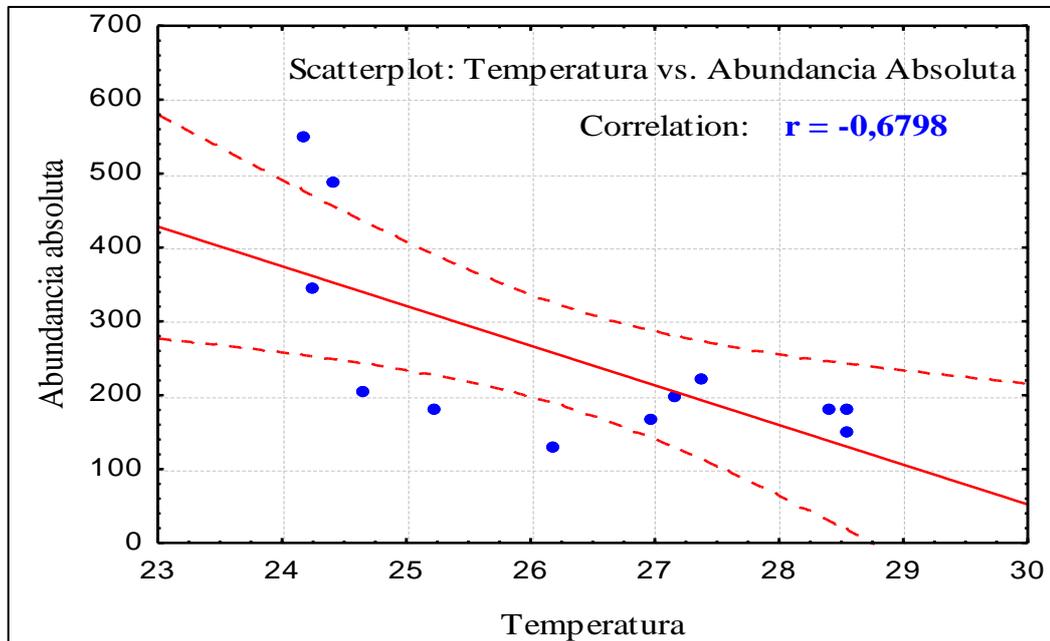


Figura 41. Correlación entre temperatura y abundancia absoluta

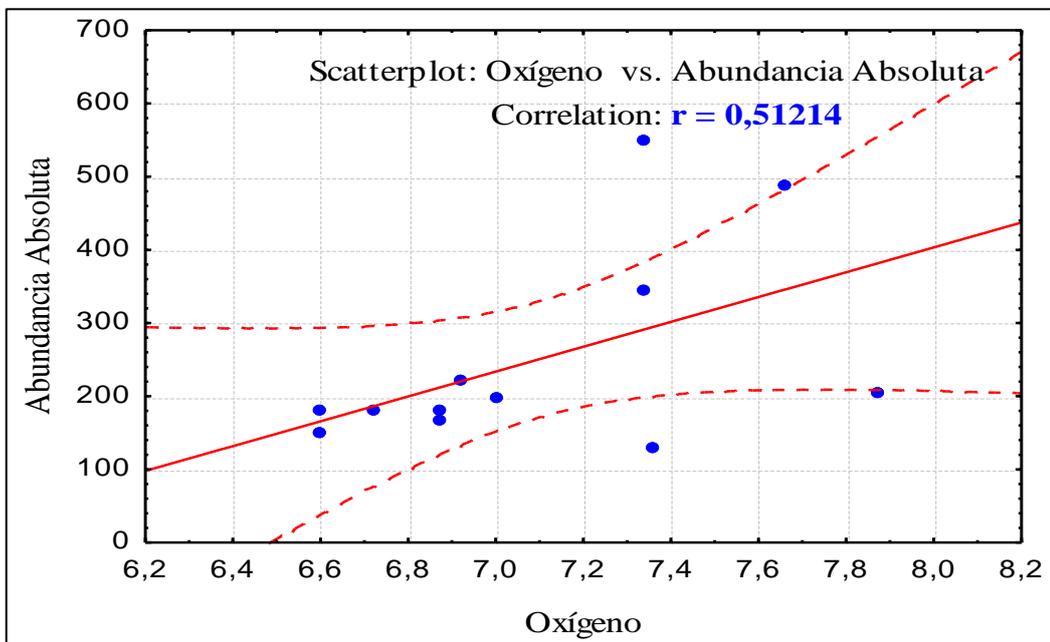
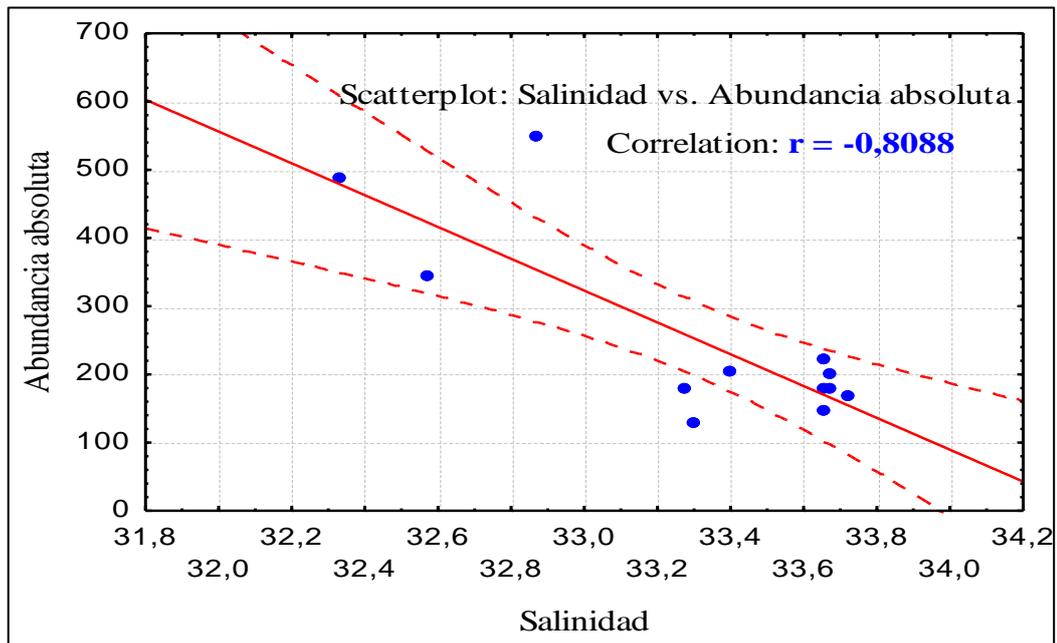
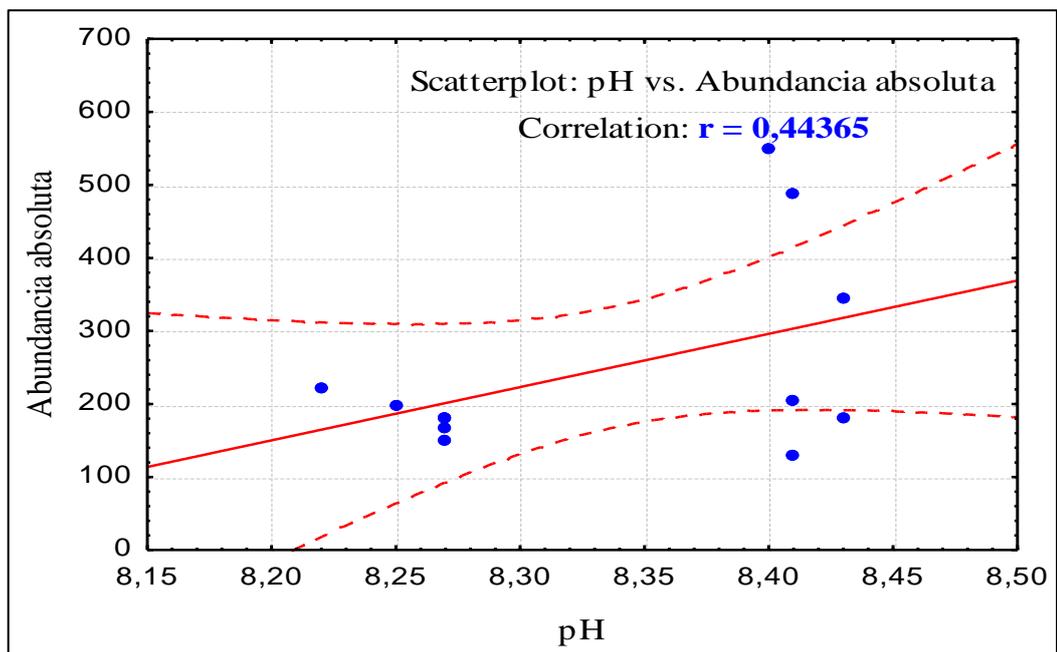


Figura 42. Correlación entre oxígeno y abundancia absoluta



**Figura 43.** Correlación entre Salinidad y abundancia absoluta



**Figura 44.** Correlación entre pH y abundancia absoluta.

#### Anexos 4



**Figura 45.** Zona intermareal superior de Ayangue.



**Figura 46.** Zona intermareal medio de Ayangue.



**Figura 47.** Búsqueda de opistobranquios en la zona intermareal de Ayangue.



**Figura 48.** Zona intermareal rocosa de La Entrada.



**Figura 49.** Sustrato rocoso de La Entrada.



**Figura 50.** Algas clorofíceas de La Entrada.



**Figura 51.** Búsqueda de opistobranquios en la zona intermareal rocosa de La Entrada.



**Figura 52.** Toma de parámetros ambientales.