



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

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA**

**ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE BIVALVOS PERFORADORES DE  
ROCAS DE LA ZONA INTERMAREAL DE AYANGUE, SANTA ELENA,  
ECUADOR.**

**Previo a la obtención del título de**

**BIÓLOGO**

**AUTOR**

**MARLON ALEXANDER MENDOZA SUÁREZ**

**TUTOR**

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

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2022**

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

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA**

**ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE BIVALVOS PERFORADORES DE  
ROCAS DE LA ZONA INTERMAREAL DE AYANGUE, SANTA ELENA,  
ECUADOR.**

**Previo a la obtención del título de**

**BIÓLOGO**

**AUTOR**

**MARLON ALEXANDER MENDOZA SUÁREZ**

**TUTOR**

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

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a Dios por darme salud y sabiduría para poder cumplir uno de mis grandes logros, a mis padres por siempre estar presente en cada etapa de mi vida, a mis hermanos que fueron pilar fundamental para el primer triunfo profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) por las bases y por formarme en esta gran institución como investigador y gran profesional.

En particular a la Blga. María Herminia Cornejo, PhD, y a mis tutores por guiarme en el transcurso de mi investigación y siempre contar con el apoyo de cada uno de ellos en cada momento

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



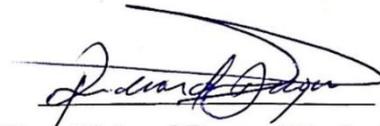
**Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.**  
Decano  
Facultad Ciencias del Mar



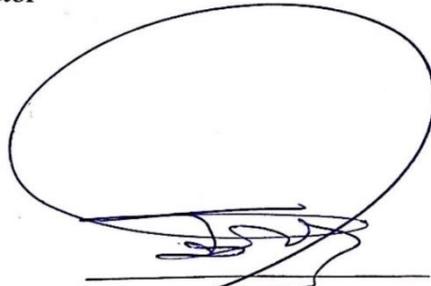
**Ing. Jimmy Villon Moreno, M.Sc.**  
Director de Carrera  
Facultad Ciencias del Mar



**Blga. Maria Herminia Cornejo, Ph.D.**  
Docente Tutor



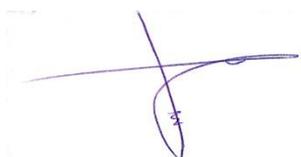
**Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.**  
Docente de Área



**Abg. Luis Alberto Castro Martínez, Mgs.**  
Secretario General - Procurador

# DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por las ideas, hechos, investigación y resultados expuestos en este Trabajo de Integración Curricular pertenece al autor, el patrimonio intelectual de la misma, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que pueda ser utilizada en la Biblioteca como documento de lectura y consulta.



---

**Marlon Alexander Mendoza Suárez**

C.I. 2350507584

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	12
ÍNDICE DE ANEXOS.....	13
GLORARIO Y TERMINOLOGIA.....	14
ABREVIATURAS.....	15
RESUMEN.....	16
ABSTRAC .....	17
1. INTRODUCCIÓN .....	18
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	21
4. OBETIVOS.....	23
4.1. Objetivo General:.....	23
4.2 Objetivos Específicos. ....	23
5. HIPÓTESIS .....	23
6. MARCO TEÓRICO .....	24
6.1. BIVALVIA.....	24
6.2. FAMILIA MYTILIDAE. ....	25
6.3. FAMILIA PETRICOLIDAE. ....	26
6.4. FAMILIA PHOLADIDAE.....	26
6.5. FAMILIA ARCIDAE. ....	27
7. MARCO METODOLÓGICO .....	28
7.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN. ....	28
7.2. IDENTIFICACIÓN DE MADRIGUERAS .....	29
7.4. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS .....	30

7.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	31
8.	RESULTADOS .....	32
9.1	Clasificación taxonómica y biología de las especies .....	39
9.2	Posición taxonómica: <i>Lithophaga aristata</i> .....	39
9.3	Características morfológicas.....	39
9.4.	Distribución. – .....	39
9.5	Hábitat. - .....	39
9.6	Tipo de madriguera en la zona de estudio .....	40
9.7	Posición taxonómica: <i>Lithophaga Hastasia</i> .....	41
9.8	Características morfológicas.....	41
9.9	Distribución. ....	41
9.10	Hábitat. ....	41
9.11	Tipo de madriguera en la zona de estudio .....	41
9.12	Posición taxonómica: <i>Petricola</i> .....	43
9.13	Características morfológicas.....	43
9.14	Distribución. ....	43
9.15	Hábitat. ....	43
9.16	Tipo de madriguera en la zona de estudio .....	43
9	Índice de Shannon–Weaver e índice de Simpson. ....	47
10	DISCUSIÓN .....	57
11	CONCLUSIÓN .....	59
12	RECOMENDACIÓN .....	59
14.	ANEXOS.....	60
15.	BIBLIOGRAFÍAS .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación geográfica de la playa de Ayangue (C), zona norte de la provincia de Santa Elena (B), País Ecuador (A). Fuente: Google Earth.....	28
<b>Figura 3</b> Distribución de especies vivas encontradas en los puntos de estudio. ....	34
<b>Figura 4</b> Distribución de especies muertas encontradas en los puntos de estudio. ....	35
<b>Figura 9.</b> <i>Lithophaga (Myoforceps) aristata</i> (Dillwyn, 1817). Longitud 2.5 cm, Ancho 0,7 cm. (a), valva izquierda interna, (b), valva derecha interna .....	40
<b>Figura 10</b> <i>Lithophaga (Rupiphaga) Hastasia</i> (Olsson, 1961); Longitud 1,4 cm, ancho 0,6 cm. A, Tipo de madriguera en forma de gota (Fischer, 1990).....	42
<b>Figura 11</b> <i>Petricola (Rupellaria) Denticulata</i> (Sowerby, 1834); longitud 2,7 cm, ancho 1,5. A, Valva izquierda interna y valva derecha interna,.....	44
<b>Figura 12</b> Baja presencia de macroalgas en las zonas de estudio, puntos A, B y C, a diferencia de los puntos D, E y F, donde muestra una gran cobertura de Macroalgas y erizos de mar, círculos rojos madrigueras de erizos de mar.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS DE GRÁFICOS

<b>Figura 2</b> Porcentaje de abundancia de organismos en los puntos de muestro con las respectivas especies encontradas .....	33
<b>Figura 5</b> Análisis de caja de bigotes, muestra de diferencia de abundancia según el tipo de sustrato, la cantidad de muertos es relacionada en la especie <i>P. Denticulata</i> , es la especie más abundante en relación con muerte.....	36
<b>Figura 6</b> la caja de bigotes muestra un análisis de la cantidad de abundancia que se encuentra en relación, la más abundante es <i>L. Aristata</i> , que promedia en la estación E, con un alto porcentaje de abundancia ante la diversidad de las demás especies.....	36
<b>Figura 7.</b> Gráfico de Bray-Curtis mostrando diferencia de correlación con el tipo de sustrato y cobertura de macroalgas con erizos de mar, mostrando las estaciones.....	37
<b>Figura 8.</b> Gráfico de Bray-Curtis mostrando diferencia de correlación con el tipo de sustrato, de macroalgas y de la perturbación turística, mostrando las estaciones .....	38
<b>Figura 13</b> Nivel de erosión de cada estación, contado por cada metro cuadrado en la zona más baja de la zona intermareal.....	46
<b>Figura 14</b> Nivel de cobertura de las estaciones. Porcentaje de todas las estaciones.....	46
<b>Figura 15</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación A.....	47
<b>Figura 16</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación B.....	48
<b>Figura 17</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación C.....	49
<b>Figura 18</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación D.....	49
<b>Figura 19</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación E.....	50
<b>Figura 20</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación F.....	51
<b>Figura 21</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación A.....	52

<b>Figura 22</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación B. ....	53
<b>Figura 23</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación C. ....	54
<b>Figura 24</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación B. ....	54
<b>Figura 25</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación E. ....	55
<b>Figura 26</b> datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación F. ....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Coordenadas y distancias de las seis zonas situadas en la zona rocosa intermareal de la bahía de Ayangue.....	28
<b>Tabla 2.</b> Número total de bivalvos vivos recolectados e identificados, clasificados por familia e identificados por a nivel de especie .....	32
<b>Tabla 3</b> Número total de bivalvos muertos recolectados e identificados, clasificados por familia e identificados por a nivel de especie.....	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 2</b> , Madrigueras de bivalvos perforados, con presencia de macroalgas al su alrededor. ..60	
<b>Anexo 1</b> Visita de tutor a la zona de estudio, Marlon Mendoza (2022) .....	60
<b>Anexo 3</b> Identificación de madrigueras con el método del cuadrante .....	61
<b>Anexo 4</b> Referencia de punto de medición .....	61
<b>Anexo 5</b> dirigiéndome a la zona de estudio .....	62
<b>Anexo 6</b> Presencia de macroalgas en zona de perforadores. ....	62
<b>Anexo 7</b> Identificación de bivalvos con respectiva medición e identificación del sustrato.....	63
<b>Anexo 8</b> Anotaciones de lo observado y clasificando los sustratos.....	63
<b>Anexo 9</b> Manual para identificación de organismos. Mayra Keen (1974) .....	64
<b>Anexo 10</b> .....	64
<b>Anexo 11</b> Datos de organismos muertos también dio resultados no paramétricos, con datos de una probabilidad asociada de 0,02678 y también indicando una probabilidad de permutaciones de 0,02302.....	65
<b>Anexo 12</b> Permiso de investigación del Ministerio del Ambiente para la recolección de muestras en la bahía de Ayangue. ....	65

## GLORARIO Y TERMINOLOGIA

**Diversidad:** Conjunto de organismos o cosas diversas.

**Estaciones:** Se entiende como el cambio de tiempo en cuanto al clima, pero también se hace referencia a un lugar de muestreo.

**Índices:** Expresan el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas.

**Intermareal:** Es la parte del litoral situada entre los niveles conocidos de las máximas y mínimas mareas.

**Dominancia:** Se refiere al grado en que un taxón es más numeroso o tiene mayor biomasa que sus competidores en una comunidad ecológica.

## ABREVIATURAS

**C1:** Cuadrantes uno, Etc.

**Fig.** Figuras.

**T4:** Tablazo nivel cuatro

**cm:** centímetros

**m<sup>2</sup>:** metro cuadrado

**Ind.** Individuos

## RESUMEN

Los estudios de bivalvos perforadores en los últimos años han demostrado la importancia en la relación ecológica que estos tienen, es por esta razón que este trabajo tiene como objetivo investigar la diversidad y la abundancia de estos organismos perforadores de rocas, para la ejecución de este trabajo, se usó una metodología por medio de transectos y por cuadrantes, donde se identificaba la especie que se encontraba en el cuadrante, dando como resultado, especie por metro cuadrado, seguido sería llevada al laboratorio (UPSE) para la limpieza de sus valvas y seguido la identificación taxonómica de la especie encontrada y así para la clasificación de sus madrigueras. Los resultados obtenidos demostraron la presencia de tres especies de bivalvos perforadores, *L. aristata*, *L. Hastasia* y *P. Denticulata*. la cual la especie *L. aristata* obtuvo una gran distribución en las zonas de monitoreo, dando más abundante en la zona E seguido la especie *P. Denticulata*, siendo una de las especies más distribuidas en la zona A, pero en relación con la cantidad de organismos muertos. Para la abundancia y dominancia se usó análisis de índices como el de Shannon- Weaver y el de Simpson, por lo la especie *L. aristata* es la dominante y la más abundante en las zonas de estudio, en consideración el tipo de sustrato depende mucho de la presencia de estos organismos donde desean perforar, pero no obstante esto puede causar problemas para el perfil costero con la gravedad de las erosiones que estas especies pueden provocar, por eso el porcentaje de erosión que se obtuvo fue de un 35% a nivel de la estación E.

**Palabra clave:** Bivalvos perforadores, sustratos, dominancia, diversidad, correlación, estaciones.

## ABSTRAC

Perforating bivalve studies in recent years have demonstrated the ecological importance of their relationships. For this reason, this work aims to investigate the diversity and abundance of these rock-boring organisms. The methodology used involved transects and quadrants, where the species in each quadrant were identified, resulting in a species per square meter count. The organisms were then taken to the laboratory (UPSE) for the cleaning of their valves, taxonomic identification of the species found, and classification of their burrows. The results showed the presence of three species of perforating bivalves: *L. aristata*, *L. Hastasia*, and *P. Denticulata*. *L. aristata* was the most widely distributed species in the monitoring zones, being most abundant in zone E. *P. Denticulata* was one of the most widespread species in zone A, but mainly found in dead organisms. Abundance and dominance were analyzed using indices such as Shannon-Weaver and Simpson. *L. aristata* was found to be the dominant and most abundant species in the study zones. The type of substrate greatly depends on the presence of these organisms, as they prefer to bore in certain substrates. However, this can cause problems for the coastal profile due to the severity of the erosions that these species can cause. The percentage of erosion observed was 35% at station E.

**Keywords:** Perforating bivalves, substrates, dominance, diversity, correlation, stations.

## INTRODUCCIÓN

La zona intermareal rocosa es uno de los hábitats que forman parte de la región marina costera, el mismo que es considerada como uno de los ecosistemas más diversos entre los ambientes marinos Torreblanca-Ramírez et al., (2012). En este ambiente, la distribución de los organismos, está determinada por el sustrato y por parámetros ambientales específicos descritos ampliamente por Stevenson ya en 1949 y Newell en 1976 Contreras Román et al., (1991). Estos ecosistemas albergan una fauna y flora características que comprenden anélidos, crustáceos, cnidarios, equinodermos, bivalvos entre otros, la misma que es relativamente conocida a nivel mundial como organismos bioindicadores de las condiciones ambientales Echeverría & Paiva, (2006), las mismas que incluyen también el tipo de sustrato con el que se encuentran en contacto del cual se alimentan o el cual utilizan como refugio contra depredadores. Algunos de estos organismos pasan solo parte de su vida sobre él, mientras que otros son permanentes, sea sobre la superficie o en cuevas que ellos mismos crean que son creadas por otros y aprovechadas por los otros, Cedeño Arias, (2012).

Los organismos que viven en estas zonas rocosas del intermareal representan una fase trófica muy importante, entre ellos los epibentónicos degradan nutrientes al ecosistema, haciéndolos disponibles para otros niveles tróficos. Los invertebrados tienen una amplia distribución, y una alta capacidad de adaptación; ya que son capaces de fijarse sobre distintos sustratos como madera, rocas, o vivir enterrados en la arena; también tienen una alta movilidad, que puede ser por medio de su pie o hacerlo aprovechando las corrientes Moran et al., (2014). Los moluscos perforadores, que como su nombre lo indica, son capaces de perforar madera y rocas de diverso tipo pero que se alimentan mediante filtración. Corgos et al., (2013), mencionan que los moluscos constituyen el eslabón de unión de procesos pelágicos y bentónicos, porque filtran materia orgánica y fitoplancton de la columna de agua y sus restos indigeridos, expulsados como mucus o pseudoheces, pasan a formar parte del sedimento.

Cruz (2013), comenta en su trabajo que realizo en el Golfo de Guayaquil que hay especies de moluscos bivalvos que pueden vivir también en la zona infralitoral como es el caso de *Petricola parallela* la que ha sido colectada entre los 14 a 18 m. de profundidad cuyas dimensiones fueron largo 31,5 cm. y alto 11 mm. Así como también el trabajo de Caiche Ramirez, (2017) que en su estudio en la zona intermareal rocosa de ballenita (rocas sedimentarias detríticas, arenisca y lutitas) identifico 4 familias de litófagos (Mollusca: Bivalvia), 6 géneros y 10 especies.

En la actualidad el estudio de moluscos bivalvos perforadores es más amplia a comparación a años pasados, la última revisión de moluscos perforades de rocas se hizo hace aproximadamente 10 años y fue descrita por Cruz, (2013) en la bahía de Ayangue, es así que este trabajo tiene como actualizar los datos descritos por Cruz, para poder determinar la abundancia de estos y así saber la distribución de los moluscos bivalvos perforadores. Entre las especies encontradas en las zonas el intermareal están, *L. Aristata*, *L. Attenuata*, *P. Denticulata*. *L. Hastasia*.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Puesto que los moluscos bivalvos son un grupo de invertebrados de amplia distribución en el planeta, poseen una variedad de adaptaciones morfológicas con las cuales han logrado explotar una diversidad de ambientes, en que puedan hallarse fijos a sustratos como en las raíces de los manglares u otras estructuras rígidas, además pueden gozar de movilidad en la superficie de este y ser arrastrados por las corrientes o deslizándose lentamente. Se conoce poco sobre la importancia de este grupo los cuales presentan diferencias morfométricas, probablemente como resultado de la adaptación a esas condiciones Delahoz (2009).

Los bivalvos, como las almejas y las ostras, son especies filtradoras por lo cual en el ecosistema marino estos organismos juegan un papel único e imprescindible dentro de la trama trópica. Además, estos son perforadores de rocas por lo que Daval et al. (2020), mencionan que la bioerresion es una estrategia común, que consiste en perforar sustratos duros de diversos orígenes, incluidos materiales biológicos (por ejemplo, madera, dependiendo de la naturaleza de la conchas y huesos), barro, rocas e incluso materiales sintéticos. Por lo que la presencia de moluscos perforadores puede causar que los sedimentos marinos y estuarinos de una matriz ambiental, produzcan cambios geoquímicos introduciendo los primeros a la columna de agua y al suelo. Estudios de mediano y largo plazo de la distribución y presencia de estos moluscos pueden aportar interesantes antecedentes en la historia de alteración de un área.

La zona intermareal es el principal hábitat de moluscos perforadores que están distribuidos desde las zonas polares hasta los trópicos. Siendo en las lagunas litorales tropicales donde alcanzan su máxima abundancia y diversidad; aunque dada la presión por depredación, estos organismos son potencialmente algunos de los más vulnerable. Por otro lado, este grupo tiene una gran habilidad para soportar oleajes y largos periodos de desecación; al mismo tiempo que causan erosiones que afectan el perfil costero, debilitando la infraestructura costera, sea de origen natural o antrópico. En ambientes naturales, la roca se vuelve quebradiza y finalmente erosionable; incorporando sedimento

en suspensión a la columna de agua y, por otro lado, al morir dejan “espacios libres” que son colonizados por otros organismos, de ahí su importancia en el ecosistema.

En base a lo anterior se considera la relevancia de la actual investigación, dentro de la cual se plantean analizar la diversidad y abundancia de estos organismos en intermareal rocoso de la zona de Ayangue, al fin de determinar el nivel de vulnerabilidad en el área en cuanto al proceso de erosión que alteren al perfil costero, así como también, la posibilidad de estos procesos pudiera afectar la infraestructura de origen antrópico.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Corgos et al. (2013), comentan que la importancia de moluscos como recurso pesquero y acuícola es bien conocida, ya que existen pesquerías enormemente desarrolladas y productivas de pulpo, calamar, sepia, numerosas especies de bivalvos y algunos gasterópodos. Sin embargo, no todos son considerados como organismos beneficiosos para el ser humano, ya que entre estos moluscos están también aquellos que son capaces de perforar roca, madera e inclusive afectan a ciertas medidas de estructuras de cemento que forman parte de los muelles y muros de soporte como se mencionó anteriormente

Se conocen que los bivalvos perforadores generan un impacto regional en el ecosistema marino costero. Según Ansell & Nair (1969), los mecanismos de perforación de los grupos de bivalvos tienen diferente tipo de perforación esto es a sus principales medios que tienen, pueden ser mecánicos o químicos.

Las perforaciones que realizan estos bivalvos son distintas, dependientes del grupo al que pertenece la especie; algunas de ellas son densamente empaquetadas, verticales y en forma de matraz. - la superficie del lecho litificado es erosionado durante todo el proceso de perforación Lewy, (1985). Cabe indicar que los moluscos perforadores son organismos sésiles que perforan estos huecos como madrigueras para

vivir y no cambian de lugar de vivienda, es decir que en todo el trascurso de su vida pasan en éstas, las mismas que con el pasar del tiempo son aprovechadas por otros organismos, que las usan principalmente, como zona de refugio contra los depredadores.

En ambientes naturales son capaces de erosionar los litorales rocosos por lo que el conocimiento de la presencia y abundancia de especies perforadoras y de la erosión que estas producen, así como también su actividad filtradora es importante para la caracterización de los ecosistemas. Por otro lado, la actividad perforadora de los moluscos favorece la descomposición y posterior aporte de nutrientes que benefician a otros organismos marinos, las cavernas que provocan sirven para la protección y hábitat. Con esto nos indica que presenta una gran importancia ecológica debido a sus relaciones tróficas.

El estudio de diversidad y abundancia de los bivalvos perforadores de roca determina una importancia ecológica que ellos tienen en la creación de hábitats.

### **3. OBJETIVOS**

#### **4.1. Objetivo General:**

Analizar la abundancia y diversidad de bivalvos perforadores describiendo el tipo de madrigueras para definir el nivel de erosión de estos organismos en el intermareal rocoso.

#### **4.2 Objetivos Específicos.**

- Identificar los bivalvos perforadores presentes en la zona intermareal rocosa mediante observación directa y claves taxonómicas.
- Describir el tipo de madriguera de bivalvos perforadores presentes en el intermareal rocoso.
- Determinar la abundancia y diversidad de especies de bivalvos perforadores en el intermareal rocoso.

### **4. HIPÓTESIS**

Los bivalvos perforadores afectan el intermareal rocoso dando a la creación de sus madrigueras con sustratos diferentes.

## **5. MARCO TEÓRICO**

La diversidad de bivalvos perforadores fue reconocida desde los inicios de los primeros trabajos realizados en la comuna de Zapotitlán, México, a partir del siglo XIX, es por esta razón que a mediados del siglo XX la investigadora Gloria Alencaster, inicio con la clasificación de algunos bivalvos perforadores Barroso, (2012). En la actualidad algunos investigadores iniciaron la recolección de datos de la distribución y análisis de abundancia de bivalvos perforadores tanto de rocas como de madera.

El trabajo de identificación de las especies de bivalvos demuestras que la familia Mytilidae es una de las más abundantes a nivel mundial así presentan en su trabajo López-Rojas et al., (2023) como describió en sus trabajo en “Bivalvos endolíticos de Punta Maldonado, Guerrero, México (Océano Pacífico Oriental)”; también en el trabajo de Caiche Ramirez, (2017) identifico especies de bivalvos perforadores en ballenita, Santa Elena y Cruz, (2013) que identifico especies con abundancia en la bahía de Ayangue la familia Mitilidae, ambas familias presentas abundancia en los dos sitios de estudio.

### **5.1. BIVALVIA**

Los bivalvos (Mollusca: Bivalvia) se encuentran entre los invertebrados más conocidos y fáciles de reconocer. Económicamente, incluyen mariscos comercialmente importantes en la acuicultura o la recolección silvestre, algunas de las especies más amenazadas del planeta, así como algunas de las plagas más problemáticas del mundo. Popularmente, han proporcionado al ser humano ornamentación en forma de conchas y perlas, así como símbolos de pureza y devoción, Bieler & Mikkelsen, (2006).

Durante los últimos años, su marco filogenético inicial ha sido revisado y ampliado en gran medida a través de la colaboración con muchos estudiantes de biología y paleontología de bivalvos Carter et al., (2011), muchos de los cuales son coautores, demostrando que los bivalvos tienen años en la tierra, tanto así como evolución y adaptaciones en su morfología.

## **5.2. FAMILIA MYTILIDAE.**

La familia Mytilidae, constituye un grupo de bivalvos que apareció en el Devónico y que incluye numerosos géneros y especies actuales. El registro de la familia es continuo, Genta Iturrería, (2014). La familia Mytilidae está totalmente limitada, esto porque tiene una de las características que lo identifican, el tipo de branquias que son en forma de filibranquias, la forma morfológica de esta es que su cochinilla es elongada con umbones anteriores terminales o subterminales. Los músculos aductores a simple vista se observan que son desiguales, esto también puede demostrar una ausencia.

las familias Mytilidae han ayudado a la descripción y el reconocimiento de otras especies, Pagani, (2005). Según Distel, (2000) en las pruebas de Kishino-Hasegawa respaldan estas relaciones no tradicionales, lo que sugiere que los planes corporales mitiliformes y/o moniliformes han evolucionado de forma independiente en al menos dos linajes de mitílidos, lo que demuestra que la especie es de suma importancia en la descripción e identificación de especies similares.

### **5.3. FAMILIA PETRICOLIDAE.**

El género *Petricola* Lamarck, 1801, comprende 25 especies recientes de todo el mundo. Estas especies tienen la capacidad de vivir en grietas o agujeros que son provocados por ellos mismos, este tipo de agujeros o madrigueras están hechas por medio de reacción química o uso mecánico, estas se adhieren en superficies duras como son rocas, corales, caparazones de moluscos o en comunidades de poliquetos coloniales (Araya et al., 2019). Bieler & Mikkelsen, (2006) indican que Cooperellidae ha sido considerado sinónimo de Petricolidae en la literatura reciente Coan, Valentich Scott & Bernard, (2000). Dos familias adicionales, Turtoniidae W. Clark, (1855) y Neoleptonidae Thiele, (1934); También se han atribuido a Veneroidea, cada una con cierto grado de controversia. Bieler & Mikkelsen, (2006) nos indica que los análisis filogenéticos sobre el género *Petricola* aborda un gran trabajo para las bases morfológicas y análisis moleculares, es así como los datos que se relacionan con las composiciones entre presuntos parientes de la superfamilia Veneroidea.

### **5.4. FAMILIA PHOLADIDAE.**

La familia pholadidae incluye los bivalvos que actúan como agentes de erosión; estos, establecidos en ciertas localidades del Pacífico de América, donde se presentan erosión de origen físicas o químicas, Evans, (1968). Según Tajima & Kondo, (2003), el tipo de sustrato que prefieren este tipo de organismos foladidos es el de roca volcánica, roca sedimentaria consolidada, roca sedimentaria semiconsolidada y sedimento no consolidado; clasificación que depende del grado de consolidación de los sedimentos.

La clasificación de la superfamilia Pholadidae Lamarck, (1809) se ha modificado a lo largo de los años, es así que la descripción morfológica es emblemática para la clasificación e identificación de esta familia. Delfino & Signorelli, (2021) citan que en términos generales la característica de la concha es de forma aragonítica frágil, forma

ovada y alargada es ampliamente abierta; en la zona de dorso-anterior con reflejos umbonal, su superficie es muy esculpida con espinas reticuladas o imbricadas y separada por un surco radial.

## **5.5. FAMILIA ARCIDAE.**

Existe una estimación que la antigua y geológicamente familia Arcidae, es aquella que comprende más de mil cien especies y subespecies, la mayoría se encuentran es estado fósil, obviamente han sido clasificada sobre base de los caracteres de la concha, lo mismo que ocurre con otras especies Heath, (1941).

Según Reinhart, (1943) en su libro “*Mesozoic and Cenozoic Arcidae From the Pacific Slope of North America*” los Arcidae se presenta en el océano Pacífico, de lo que se conocen alrededor 85 subespecies de las cuales 41 están vivas; Esta variación estándar ayuda a la comparación de nomenclaturas; algunos autores describen su morfología pero hay algo en particular que se vuelve muy difícil a la hora de la identificación ya que tienen nombres distintos además de la a diferencia de la posición geográfica y de los tipos de sustrato que estén adheridos estos organismos.

## 6. MARCO METODOLÓGICO

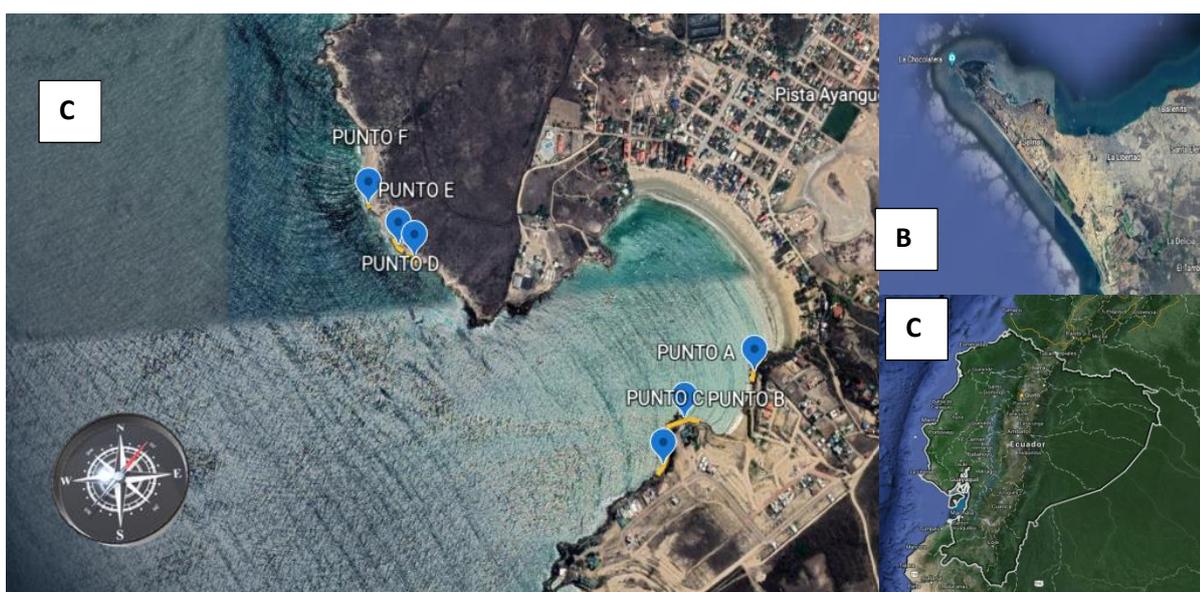
### 6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo de investigación se realizó en la zona intermareal rocosa de la playa de Ayangue, con las coordenadas (Lat. 1°58'49" S, Long. 80°45'49"W) a 32,45 kilómetros de la cabecera municipal de Santa Elena (Fig. 1). Se establecieron seis zonas de muestreos denominadas como A, B, C, D, E y F (Tabla1). Estas actividades se llevaron a cabo durante tres meses, entre En periodos de tiempo de tres meses entre noviembre, diciembre y enero.

**Tabla 1** Coordenadas y distancias de las seis zonas situadas en la zona rocosa intermareal de la bahía de Ayangue.

Estaciones de muestreo	PUNTO A	PUNTO B	PUNTO C	PUNTO D	PUNTO E	PUNTO F
Latitud	-1.9854592	-1.9871012	-1.9881571	-1.9809539	-1.9821796	-1.9821796
Longitud	-80.7544203	-80.7557796	-80.7569291	-80.7556376	-80.756416	-80.756416

Distancia de del punto A al punto B es de 152m, del Punto B al punto C la distancia es de 300m, del punto D al punto E, la distancia es de 50m y del punto E al punto F, es de 142m.



**Figura 1** Ubicación geográfica de la playa de Ayangue (C), zona norte de la provincia de Santa Elena (B), País Ecuador (A). Fuente: Google Earth (2022)

## **6.2. IDENTIFICACIÓN DE MADRIGUERAS**

Para la identificación de madrigueras se trabajó usando la metodología descrita por Fischer (1990), que consiste en la observación de los agujeros, usando herramientas robustas como martillo y cincel, con estas herramientas ayudaran a la identificación del tipo de la madriguera, la simetría de esta, dependiendo de la especie que se encuentre en la madriguera. La misma metodología fue usada en el trabajo de investigación de Caiche Ramírez (2017), que uso la misma metodología para la clasificación de madrigueras, en su trabajo de tesis sobre litófagos presentes en la zona intermareal de Ballenita, Santa Elena.

## **6.3. NIVEL DE EROSIÓN**

Para determinar el nivel de erosión, se determinó la abundancia de los moluscos en la zona de estudio, se usó la metodología del cuadrante de un metro cuadrado, donde se tomó en cuenta el número de huecos perforados para determinar el grado de erosión que esta posee, se cuenta la cantidad de madrigueras que se encuentran y se saca un porcentaje por el total para así determinar el grado de erosión. Se llevo el registro por medio de fotografías. Se midió la profundidad y ancho de la madriguera, así como también, se observó la presencia y cantidad de sedimento dentro de estos agujeros, metodología descrita por Caiche, la cual nos dará una valoración del 100% o menos del 100% de erosión del sedimento del total de la roca y así para el total del área de estudio.

#### **6.4. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS**

Se realizaron las observaciones en el supra, meso e infralitoral durante los periodos de bajamar, estableciendo transectos de 10m, paralelo a la línea de costa.

Para la determinación de la abundancia y distribución de los bivalvos se utilizó el método del cuadrante; de un metro cuadrado descrito en la metodología de ecología por Mostacedo & Fredericksen, (2000). Se colocaron tres cuadrantes al azar por cada transecto; se colectaron solo aquellos organismos que no se pudieron identificar en el campo. Las muestras se colocaron en recipientes debidamente etiquetados y preservados en formalina al 4%, antes de su traslado al laboratorio de la Facultad Ciencias del Mar.

En el laboratorio se procedió a la limpieza de las valvas con ayuda un cepillo de cerdas suaves en un recipiente de agua, para no dañar las estructuras de carácter taxonómico. Las valvas fueron medidas con el calibrador Vernier, posteriormente revisadas al estero microscopio marca BOEGO, para así destacar las características. La identificación se realizó usando las claves y catálogos de moluscos bivalvos Rios-Jara et al.( 2011) y Muñoz Caro et al. (2019). Además de Mayra Keen (1971), y la publicación de Caiche Ramírez, (2017).

Las características de sus túneles de perforación se revisaron en cuanto a la forma y profundidad y se midieron con un calibrador Vernier. Solo en casos necesarios, de no poder hacer la medición en el lugar se procedió a la extracción de la sección, las mismas que fueron fotografiadas.

## 6.5. TIPO DE SUSTRATOS

En los puntos de muestreos se pudo identificar dos tipos de sustratos el sustrato que se lo idéntico fue clasificado como tablazo (T4) y el otro tipo de sustrato se clasifico como Basalto - arenisca calcárea, rica en sílice, roca volcánica mezclada con arenisca con el apoyo del Ing. Gastón Proaño y el técnico de laboratorio el ingeniero Roger Magallanes, quienes colaboraron con la identificación del tipo de sustrato en el laboratorio de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Para representar el nivel de erosión se tomó en cuenta la presencia de los cuadros dentro de los cuadrantes, para determinar su nivel de erosión (**Gráfico 5**). También se realizó un análisis de porcentaje de cobertura tanto en erizos como en macroalgas.

## 6.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información se almacenó en una hoja de cálculo Excel y para el análisis de estas se usó el programa de estadístico PAST. Se aplico el ANOVA, por lo cual se demostró sí que se debía trabajar con pruebas no paramétricas. (p-value < 0,05) Anexo10 y 11.

Se aplico la prueba de Kruskal-Wallis para probar si los organismos vivos o muertos encontrados en la zona de estudio pertenecías a la misma población.

Posteriormente se aplicó prueba de Bray-Curtis, para cuantificar la similitud composicional entre los seis sitios; esto se basa en los conteos en cada sitio, así como también en las diferentes estaciones.

Se determinó la abundancia de los organismos a través de caja de bigotes para conocer la dispersión de los datos. Se calculó la diversidad de los organismos en los puntos de estudio (A, B, C, D, E y F), a través de los índices de diversidad de Shannon – Weaver y de Simpson. Se realizaron comparaciones entre los transectos establecidos en base a esta abundancia y diversidad de los bivalvos perforadores.

## 7. RESULTADOS

Se obtuvieron 35 muestras de bivalvos perforadores, pertenecientes a dos familias, familia de Lithophagas y Petricola. Los organismos se clasificaron entre encontrados vivos y (Tabla 2) y organismos muertos, (Tabla 3).

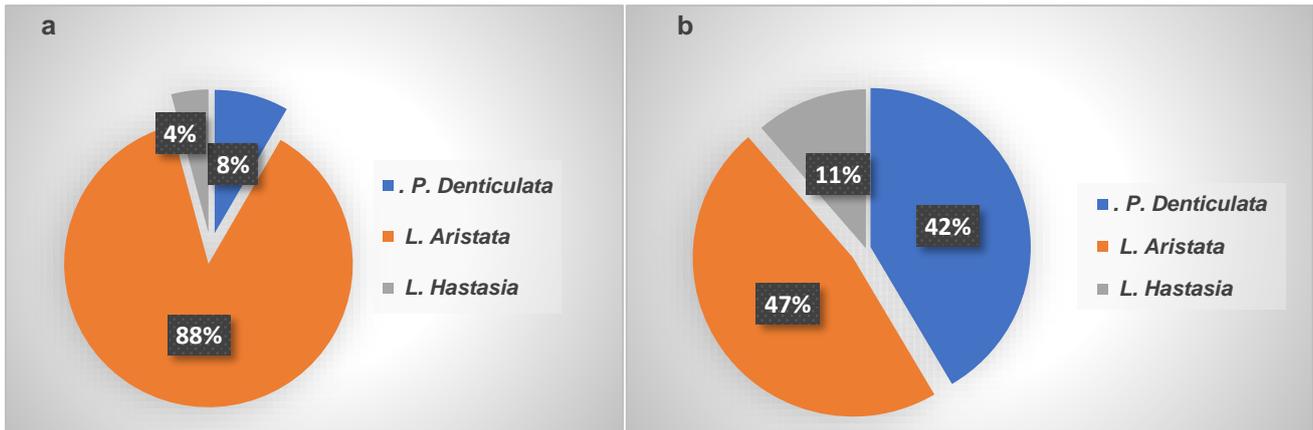
**Tabla 2.** Número total de bivalvos vivos recolectados e identificados, clasificados por familia e identificados por a nivel de especie

<b>Litófagos Vivos.</b>	<b>N° De especies por estación</b>						<b>Total</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Familia</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>		
<b>Petricolidae</b>								
<i>Petricola Denticulata</i>	4	4	-	-	-	-	8	2
<b>Mytilidae</b>								
<i>Lithophaga Aristata</i>	15	16	13	9	17	4	84	6
<i>Lithophaga Hastasia</i>	4	-	-	-	-	-	4	1
<b>Total</b>							<b>96</b>	

**Tabla 3** Número total de bivalvos muertos recolectados e identificados, clasificados por familia e identificados por a nivel de especie.

<b>Litófagos Muertos.</b>	<b>N° De especies por estación</b>						<b>Total</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Familia</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>		
<b>Petricolidae</b>								
<i>Petricola Denticulata</i>	15	6	1	0	0	0	22	3
<b>Mytilidae</b>								
<i>Lithophaga Aristata</i>	4	6	4	5	5	1	25	6
<i>Lithophaga Hastasia</i>	2	1	2	1	0	0	6	4
<b>Total</b>							<b>53</b>	

La especie más abundantes es la *Lithophaga aristata* con el 88% total de los organismos encontrados y registra en todas las estaciones (**Frecuencia = 6; Tabla 1**) seguida de *Petricola Denticulata* 8%, *Lithophaga hastasia* 4%. (**Figuro 2a**) Mientras que entre los organismos muertos encontrados también fue la misma especie la más abundante *L. aristata* 47%, *L. Hastasia* 11%, *P. Denticulata* 42%. (**Figura 2b**).



**Figura 2** Porcentaje de abundancia de organismos en los puntos de muestro con las respectivas especies encontradas en la bahía de Ayangue noviembre del 2022 a enero de 2023; **(a)** vivos, **(b)** muertos.

En los tres primeros puntos o estaciones de muestro, mediante observaciones directas, se pudo determinar la presencia de mayor número *Lithophaga Aristata*, presente en los puntos A, B y C, en el punto B, la presencia de la especie *P. Denticulata* estuvo asociada a un tipo de sustrato en particular, el tipo de sustrato se lo identifico como Basalto - arenisca calcárea. En las zonas de estudio dispuesta por diferentes estaciones, (**Figura 1**), se puede determinar que la presencia de algas en el lugar puede dar afectaciones a la diversidad y abundancia de las especies perforadores de rocas, es tal así que se pudo identificar las familias a que pertenecen estas macroalgas, estas son las siguientes, Phaeophyceae, Clorophytas y Rodophytas.

Se registró una mayor presencia de *lithophaga Aristata* en la zona intermareal, se pudo, el mismo que registro el tipo de sustrato muy antiguo conocido por los geólogos como suelo tablazo 4 (T4). Por lo cual se acepta la hipótesis sobre el nivel de incidencia

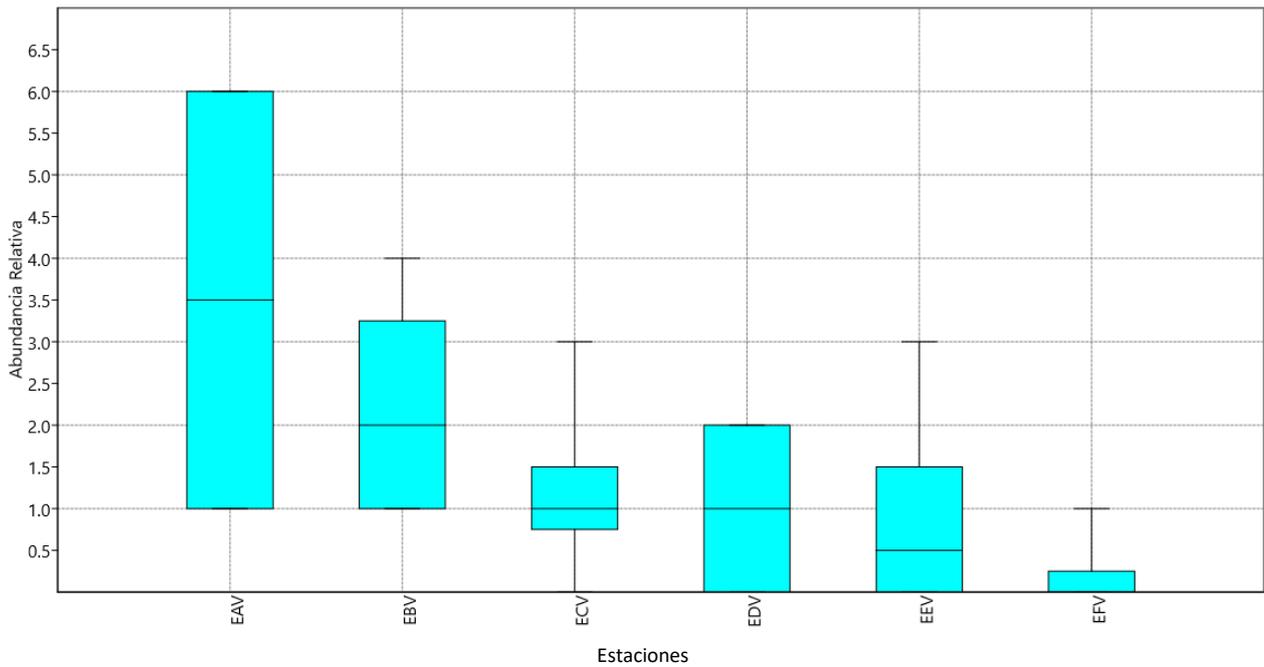




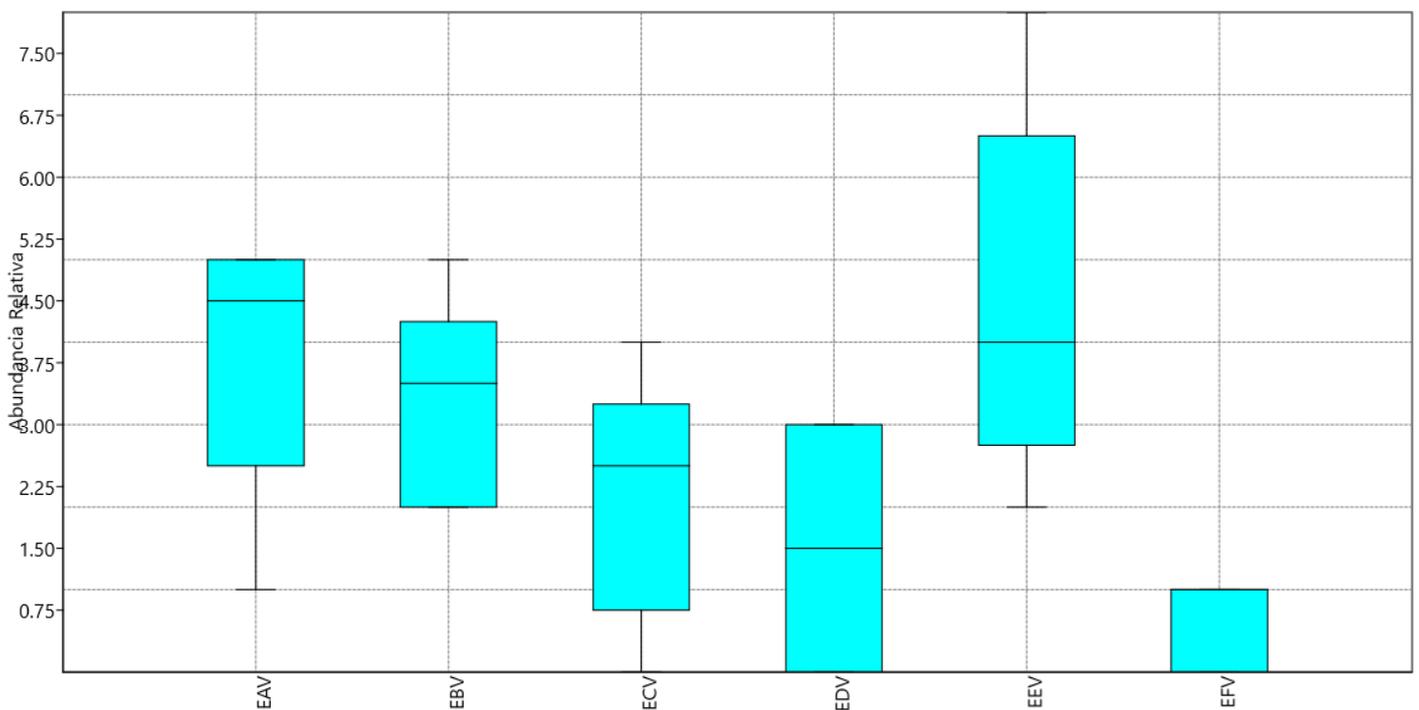
**Figura 4** Distribución de especies muertas encontradas en los puntos de estudio.

A través de la prueba Kruskal-Wallis se determinó que hubo diferencias significativas entre las medianas de las muestras en diferencia de estaciones, entre la densidad registrada durante los periodos de estudio para el caso de organismos vivos ( $P=1,013E-13$ ) y para las valvas encontradas ( $P=0,03374$ ). Los datos negativos que dieron en la prueba de Kruskal-Wallis demuestran que no todas las medianas de población son iguales es por esta razón los datos negativos son estadísticamente significativas con relación a la mediana.

La diferencia de abundancia de organismos muertos, depende de la relación con el tipo de sustrato, que en la estación A tiene valores significativos con la estación F, esto demuestra que la cantidad de organismos muertos depende según el tipo de sustrato tal cual como indica en el **Figura 5**. A comparación con el **Figura 5** a presencia de organismos vivos da como resultado la más abundante la estación E, con una alta cantidad y diferencia de abundancia con otros organismos presentes en la zona de estudio, también la correlación que tienen esta depende mucho del tipo de sustrato en el que se encuentran.



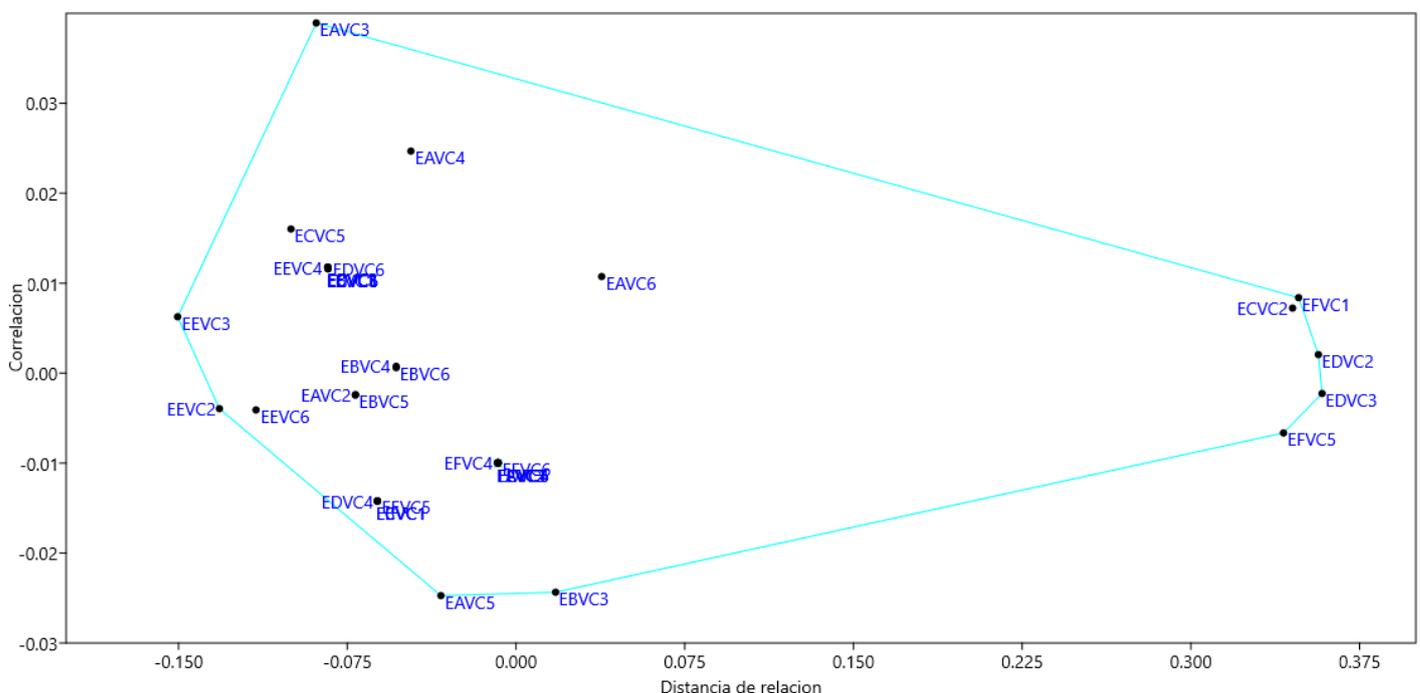
**Figura 5** Análisis de caja de bigotes, muestra de diferencia de abundancia según el tipo de sustrato, la cantidad de muertos es relacionada en la especie *P. Denticulata*, es la especie más abundante en relación con muerte.



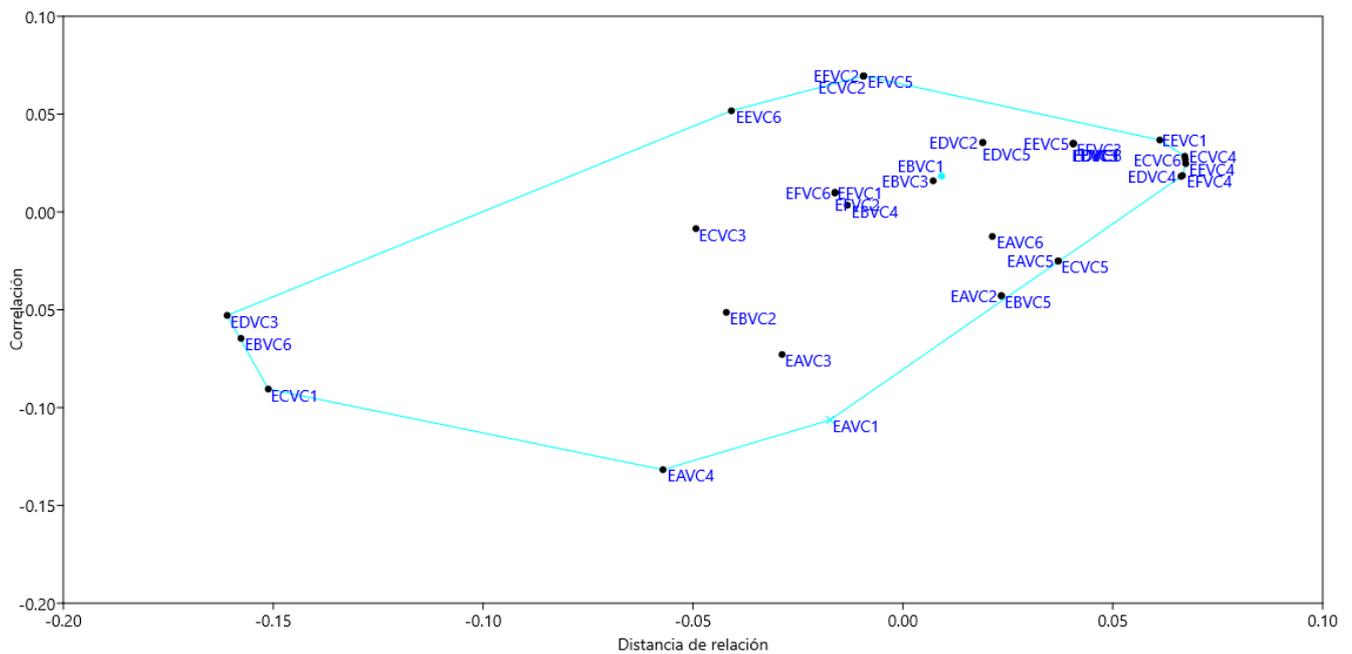
**Figura 6** la caja de bigotes muestra un análisis de la cantidad de abundancia que se encuentra en relación, la más abundante es *L. Aristata*, que promedia en la estación E, con un alto porcentaje de abundancia ante la diversidad de las demás especies.

Prueba de Bray-Curtis, mediante una envolvente convexa, se estableció que con estas estaciones más alejadas de la envolvente demuestra que existen una diferencia con aquellas que están más unidas, considerándose que entre las posibles causas de diferencia de estas la presencia de macroalgas y erizos de mar y se suma a lo anterior, la diferencia en el tipo de sustrato que otorga la zona intermareal de los puntos de estudio (**Figura 7**).

Cuando se analizó la presencia de los bivalvos la envolvente convexa demostró una diferencia con más cantidad de estaciones involucradas en la diferencia de la correlación, esto se pudo deber a diferencias en el tipo de sustrato, la presencia de macroalgas. (**Figura 8**). Cabe indicar, que, aunque no se propuso hacer una evaluación de la presencia de turistas en la zona, la presencia de estos parece afectar su abundancia y distribución.



**Figura 7.** Gráfico de Bray-Curtis mostrando diferencia de correlación con el tipo de sustrato y cobertura de macroalgas con erizos de mar, mostrando las estaciones EAVC3, EFVC1, EDVC2, EDCV3, EFVC5, EBVC3, EAVC5, EEVC2 y EEVC3, en la estación ECVC2 se aproxima como en algunos casos como es el EEVC6, existe una gran diferencia de correlación y distancia entre las estaciones. Bivalvos vivos



**Figura 8.** Gráfico de Bray-Curtis mostrando diferencia de correlación con el tipo de sustrato, de macroalgas y de la perturbación turística, mostrando las estaciones EDVC3, EEVC6, EEVC2, ECVC2, EFVC5, EEVC1, ECVC6, ECVC4, EEVC4, EFVC4, EDVC4, ECVC5, EAVC5, EAVC1, EAVC4, ECVC1, EBVC6, una gran diferencia de correlación y distancia entre las estaciones, a comparación con las que están dentro de la envoltura convexa. Esto es en el caso de los bivalvos Muertos.

## **9.1 Clasificación taxonómica y biología de las especies encontradas en la zona de estudio**

### **9.2 Posición taxonómica: *Lithophaga aristata***

Orden: Mytiloida

Familia: Mytilidae

Género: *Lithophaga*

Especie: *Lithophaga (Myoforceps) aristata* (Dillwyn, 1817)

### ***Lithophaga (Myoforceps) aristata***

#### **9.3 Características morfológicas.**

La morfología de esta no es lisa y delgada, tiene parte posterior redonda, la parte anterior es ovalada; las valvas están envueltas de depósito calcáreo, por lo que hace que sean frágiles y semitransparentes que puedan traspasar la luz del sol, a parte superior de las valvas están invertida, en forma de uña, la parte derecha pasa a la izquierda y la izquierda a la derecha. Es una concha cilíndrica y en su interior es un poco nacarado, (Figuera 9).

#### **9.4. Distribución. –**

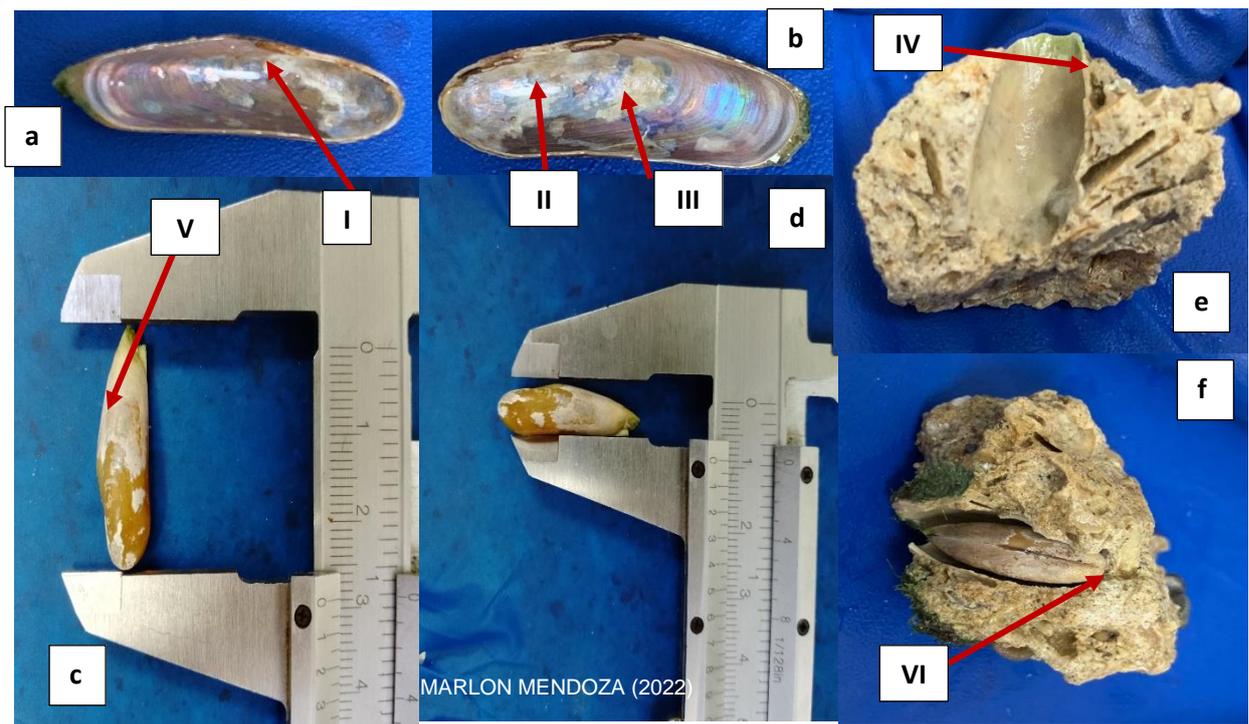
Ha sido encontrada en el litoral ecuatoriano desde Esmeraldas a Playas de Villamil (Guayas), según indica Cruz (2013). También ha sido observada en las costas de Río de Janeiro y São Paulo, Brasil Simone & Gonçalves, (2006).

#### **9.5 Hábitat. -**

Este tipo de organismo se encuentran en la zona intermedia del intermareal, se la puede encontrar en sedimento detríticas (arenisca), es donde más abundante se encuentran, siempre se encuentran en grupo de cuatro o más.

## 9.6 Tipo de madriguera en la zona de estudio

El tipo de madriguera según la clasificación de Caiche 2017 y Manuel Cruz 2013, la forma de la madriguera se la clasifica en forma ovoide, la simple razón es que contiene una estructura en forma de gota descrito en la **figura 9, (e)**.



**Figura 9.** *Lithophaga (Myoforceps) aristata* (Dillwyn, 1817). Longitud 2.5 cm, Ancho 0,7 cm. (a), valva izquierda interna, (b), valva derecha interna, (c), Longitud total, (d), ancho total, (e), tipo de madriguera en forma de gota, (Fischer. 1990), (f), lithophafa Aristata, en su madriguera natraul en tipo de sustrato T4. (I), ligamento interno, (II), Musculo aductor, (III), Nacarada, (IV), tubo calcáreo, vista sin organismo presente (V), deposito calcáreo incrustado en las valvas, (VI), orificio de madriguera con organismos dentro.

### **9.7 Posición taxonómica: *Lithophaga Hastasia***

Orden: Mytiloidea

Familia: Mytilidae

Género: *Lithophaga*

Especie: *Lithophaga (Rupiphaga) hastasia* (Olsson, 1961)

### ***Lithophaga (Rupiphaga) Hastasia***

#### **9.8 Características morfológicas.**

Tiene una punta que sobresale en la valva, recubierto por depósito calcáreo, es delgada y puede ser de color café rojizo, (**Figura 10**).

#### **9.9 Distribución.**

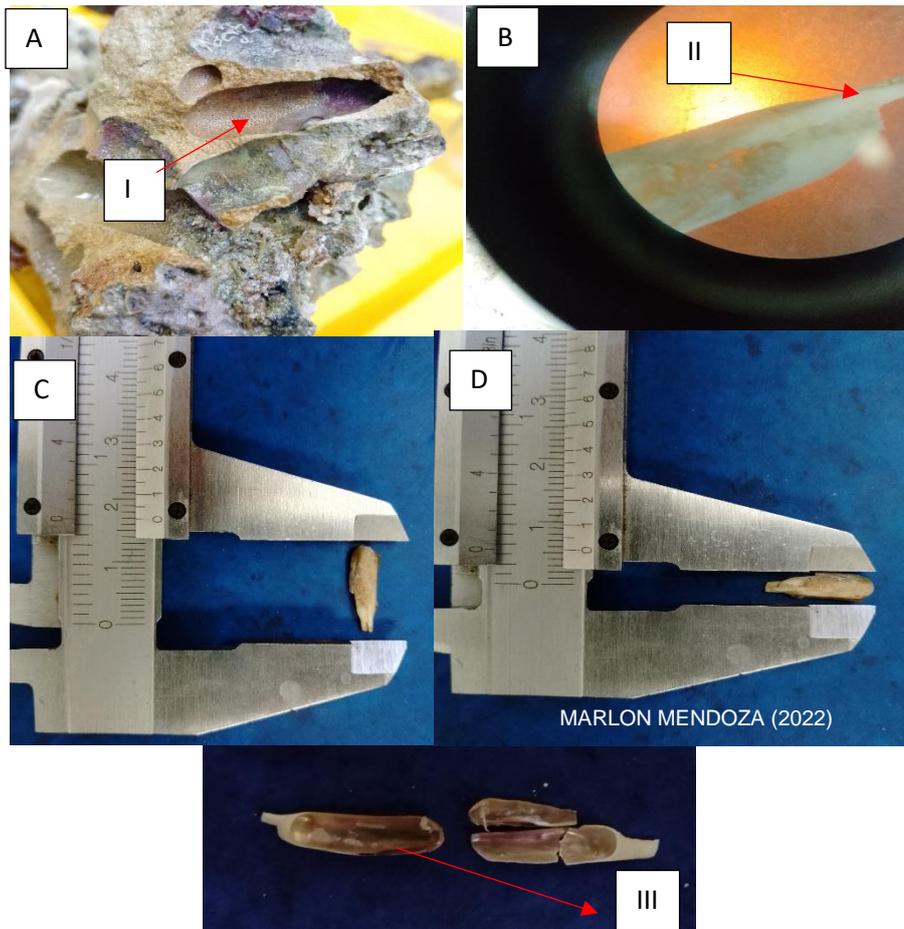
Es considerada un poco rara ya que se encuentra restringida en pedernales, se distribuye en Manabí, también se encuentra por cosas peruanas como en costas de Costa Rica, es movida por las corrientes tropicales que vienen del norte Manuel Cruz, (2013)

#### **9.10 Hábitat.**

Este tipo de organismo se encuentran en la zona intermedia del intermareal, se la puede encontrar en sedimento detríticas (arenisca).

#### **9.11 Tipo de madriguera en la zona de estudio**

El tipo de madriguera según la clasificación de Caiche (2017) y Manuel Cruz (2013), la forma de la madriguera se la clasifica en forma ovoide descrita por Fischer (1990), la simple razón es que contiene una estructura en forma de gota descrito en la **figura 10, (a)**, a diferencia de la *L. Aristata*, estas poseen una profundidad de 3 a 3,5 cm.



**Figura 10** *Lithophaga (Rupiphaga) Hastasia* (Olsson, 1961); Longitud 1,4 cm, ancho 0,6 cm. A, Tipo de madriguera en forma de gota (Fischer, 1990), B, Valva izquierda con deposito calcáreo (I), C, D, medida de longitud y ancho de la muestra con un calibrador vernier, E, Valva izquierda con deposito calcáreo en las puntas (II), musculo aductor (III).

### **9.12 Posición taxonómica: *Petricola***

Orden: Mytiloida

Familia: Mytilidae

Género: *Lithophaga*

Especie: *Petricola (Rupellaria) Denticulata* (Sowerby, 1834)

### ***Petricola (Rupellaria) Denticulata***

#### **9.13 Características morfológicas.**

regiones posteriores de las valvas redondeadas, la forma anterior termina en forma de puntiaguda, color blanco, con líneas muy bien marcadas, presenta dos músculos aductores. Las costillas radiales poco notorias debido al desgaste de la fricción que hace en las madrigueras. Parte interior en el seno paleal presenta un color marrón violáceo, **(Figura 11)**.

#### **9.14 Distribución.**

Se distribuye en el golfo de California Rios-Jara et al., (2011), México, Ecuador, Cruz & Mair, (2009).

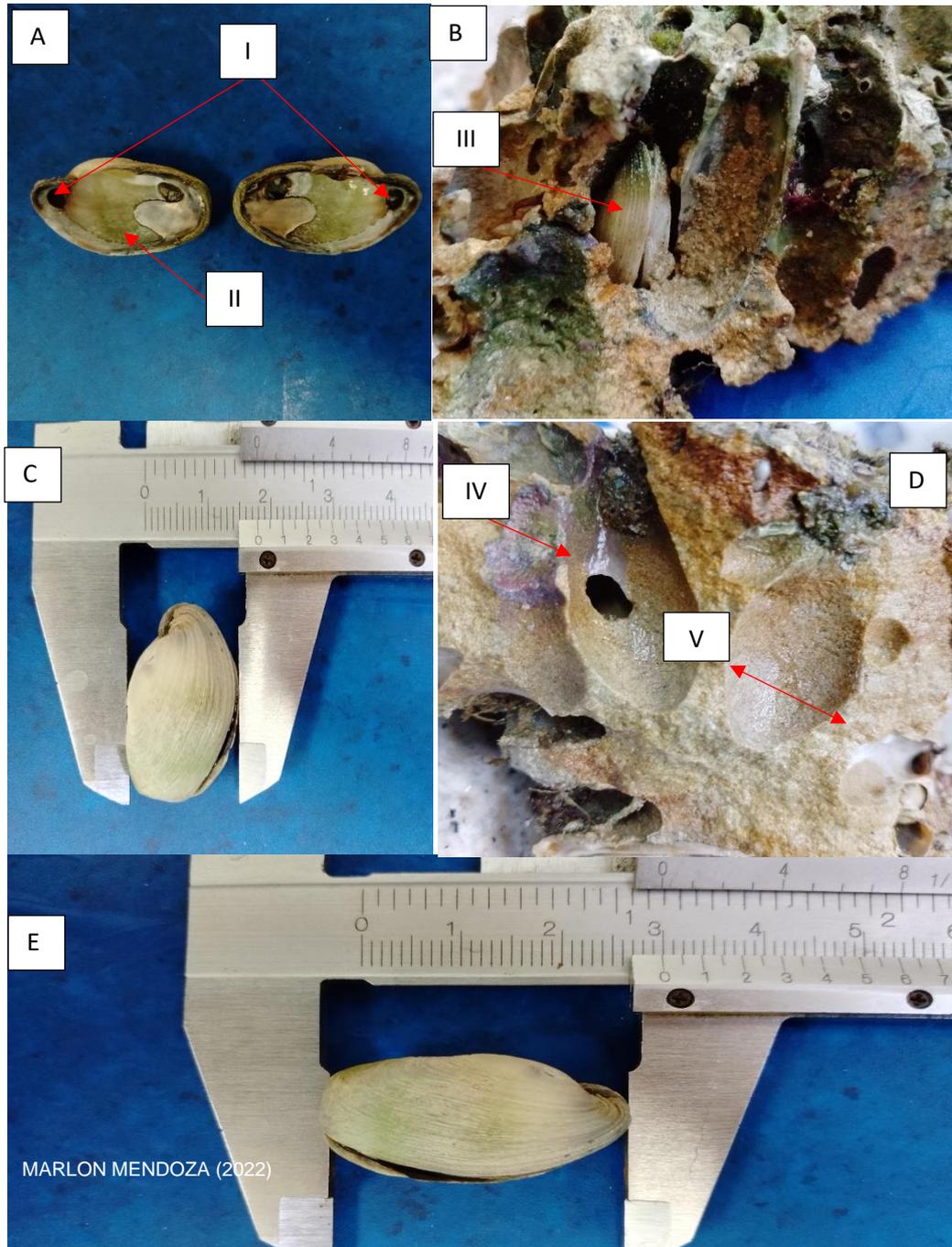
#### **9.15 Hábitat.**

Esta especie se la encontró en rocas de Basalto - arenisca calcárea en la zona intermareal media, donde realiza su madriguera con profundidades de 3,5 a 4 cm.

#### **9.16 Tipo de madriguera en la zona de estudio**

El tipo de madriguera según la clasificación de Caiche 2017 y Manuel Cruz 2013, la forma de la madriguera se la clasifica en forma ovada descrita por Fischer (1990), la

simple razón es que contiene una estructura en forma de circular descrito en la **figura 11**, (B, (IV y V)), a diferencia de la *L. Aristata*, y *L. Hastasia*, estas poseen una profundidad de 3 a 3,5 cm y una anchura en medio en la forma circular de 1,5 a 2 cm.



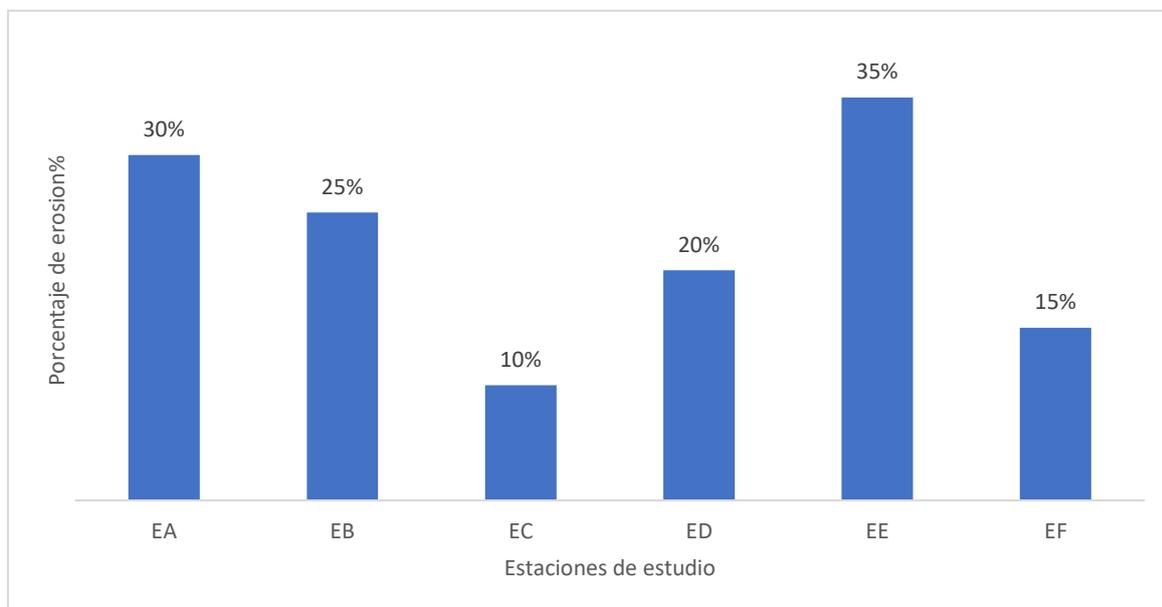
**Figura 11** *Petricola (Rupellaria) Denticulata* (Sowerby, 1834); longitud 2,7 cm, ancho 1,5. A, Valva izquierda interna y valva derecha interna, (I), músculos aductores, (II), Seno Paleal, B, Tipo de sustrato es *Basalto* - arenisca calcárea, (III), *Petricola Denticulata* en madriguera natural, C, Anchura total, E, longitud total, D, madrigueras en forma ovada, (IV), madriguera con una profundidad de 3,5 cm, (V), ancho de la madriguera 1,5 cm.

La presencia de *L. Aristata* en los puntos de estudio tiene una alta distribución a lo largo de la zona intermareal, la presencia de *L. Hastasia* y *P. Denticulada* es menor, esto se debe a la presencia de macroalgas, erizos de mar y sobre todo el diferente tipo de sustrato, en el caso de las estaciones A, B y C hay una baja cobertura de macroalgas y de erizos de mar, un porcentaje mejor a la de las zonas D, E y F (**Figura 12**)

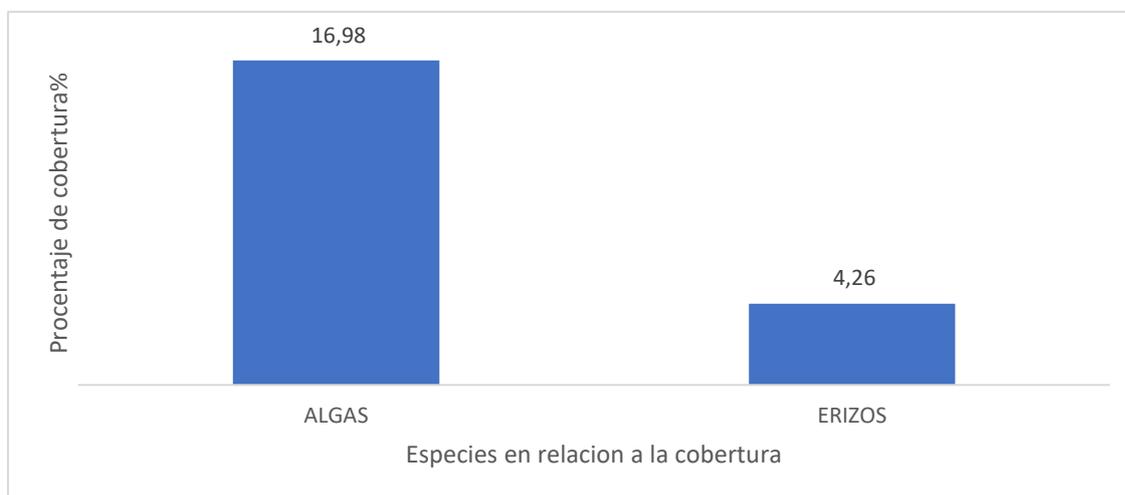


**Figura 12** Baja presencia de macroalgas en las zonas de estudio, puntos A, B y C, a diferencia de los puntos D, E y F, donde muestra una gran cobertura de Macroalgas y erizos de mar, círculos rojos madrigueras de erizos de mar.

En la figura 13 y 14 se registra el porcentaje de cobertura tanto en erizos como en macroalgas, en la zona intermedia con valores de 16,98% y de 4,26%, respectivamente.



**Figura 13** Nivel de erosión de cada estación, contado por cada metro cuadrado en la zona más baja de la zona intermareal.

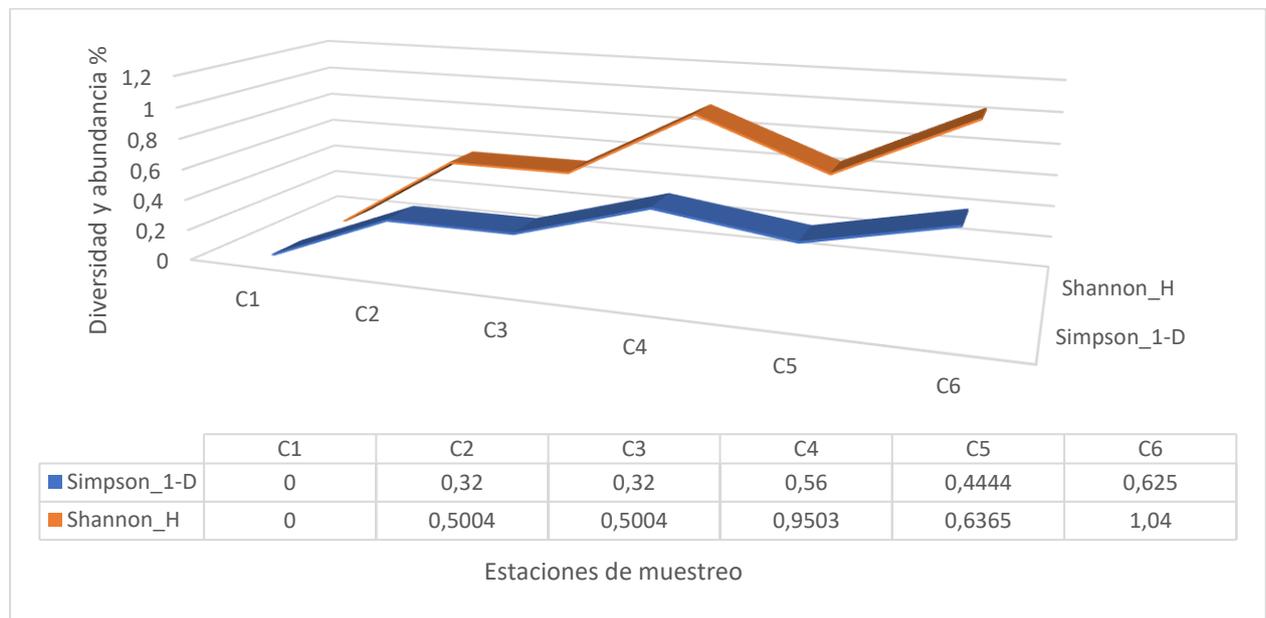


**Figura 14** Nivel de cobertura de las estaciones. Porcentaje de todas las estaciones.

## 9 Índice de Shannon–Weaver e índice de Simpson.

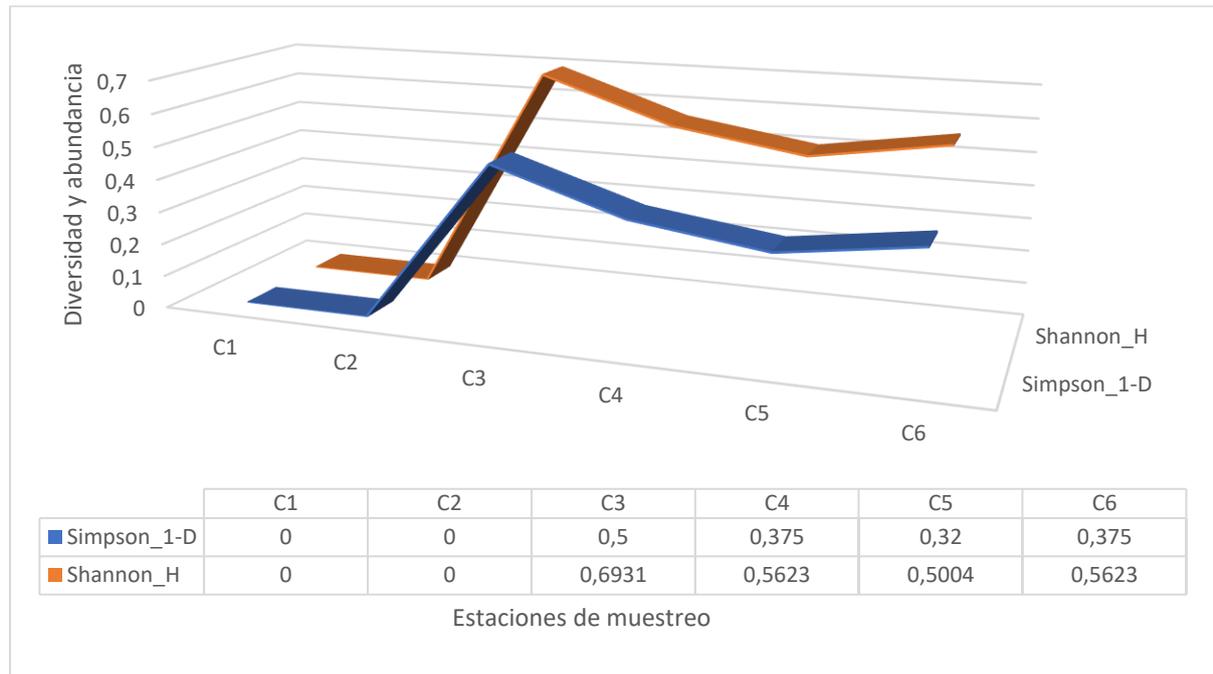
Para determinar la diversidad como la dominancia de estos organismos en cada estación de muestreo se hizo los análisis en el software Past que nos arrojó los siguientes datos, tanto como para vivos como para muertos.

En la estación A el índice de Shannon - Wiener que sirve para medir la diversidad demuestra que existe una gran diferencia entre el cuadrante seis que es de 1,04 bits/Ind en comparación con el cuadrante 1 que es cero bits/Ind mientras para que el índice de Simpson que mide la dominancia demuestra que en el cuadrante seis hay una dominancia de la especie *L. aristata* con un valor de 0,625bits/Ind a comparación del cuadrante uno que no presento valores de dominancia. **(Figura 15)**



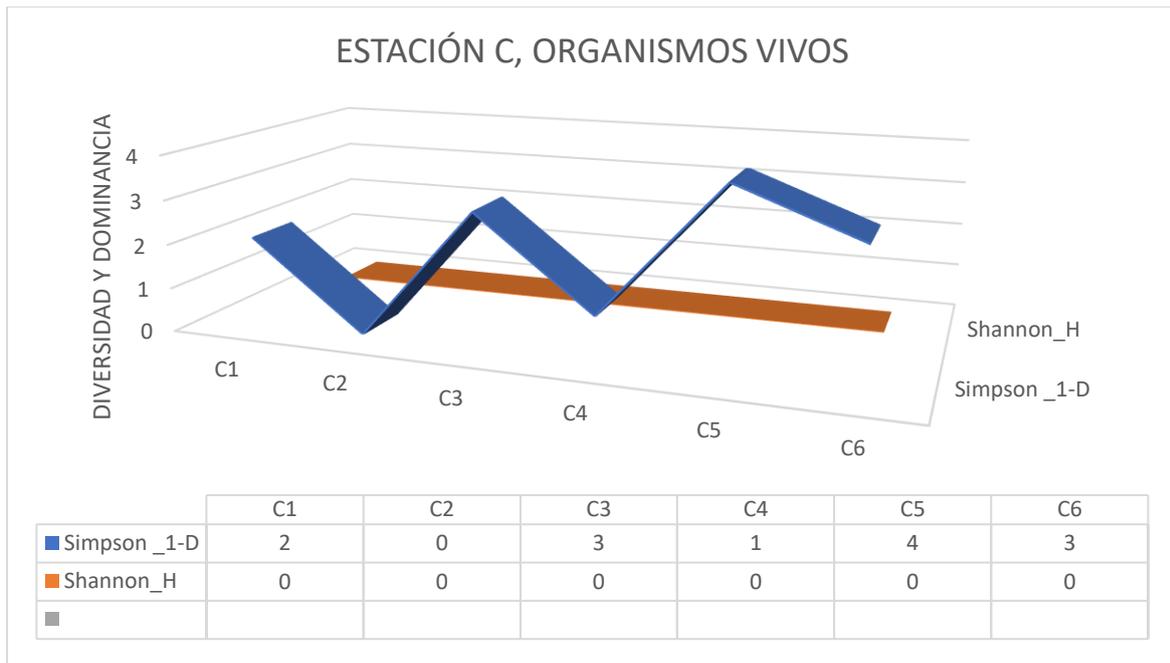
**Figura 15** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación A.

En la estación B, el índice de Shannon - Wiener demuestra una diferencia de diversidad en el cuadrante tres con un dato de 0,6931 bits/Ind a comparación con el cuadrante uno que no tiene diversidad, el índice de Simpson en la dominancia sigue destacando la especie *L. aristata* donde existen dominancia en los cuadrantes cuatro y seis con datos similares de 0,375 bits/Ind a comparación del cuadrante tres que tiene datos de 0,5 Bits/Ind, (**Figura 16**).



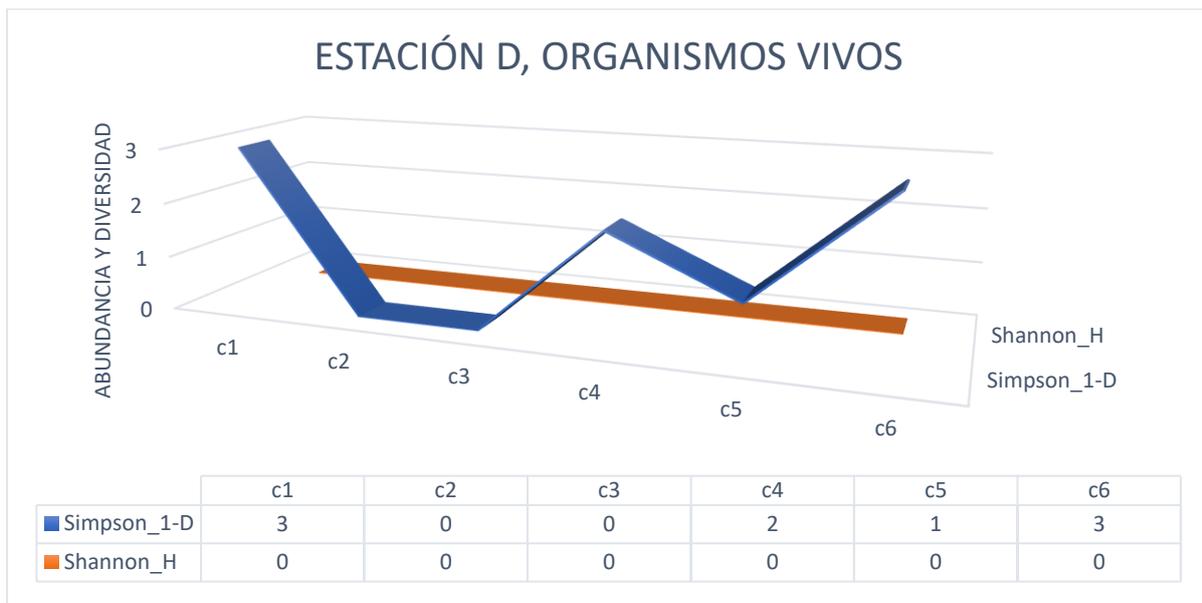
**Figura 16** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación B

En la estación C, el índice de Shannon - Wiener no muestran diversidad en todos los cuadrantes presentes, pero en el caso de dominancia del índice de Simpson demuestran dominancia en los cuadrantes cinco con datos de 4 bits/Ind, pero similares en el cuadrante tres y seis con datos de 6 bits/Ind para la especie *L. aristata*. (**Figura 17**)



**Figura 17** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación C.

En la estación D, no muestra índices de diversidad en todos los cuadrantes presentes, pero en el caso del índice de dominancia muestra que en los cuadrantes uno y seis con datos de 3bits/Ind, esta dominancia la sigue teniendo la especie *L. aristata*. (Figura 18).



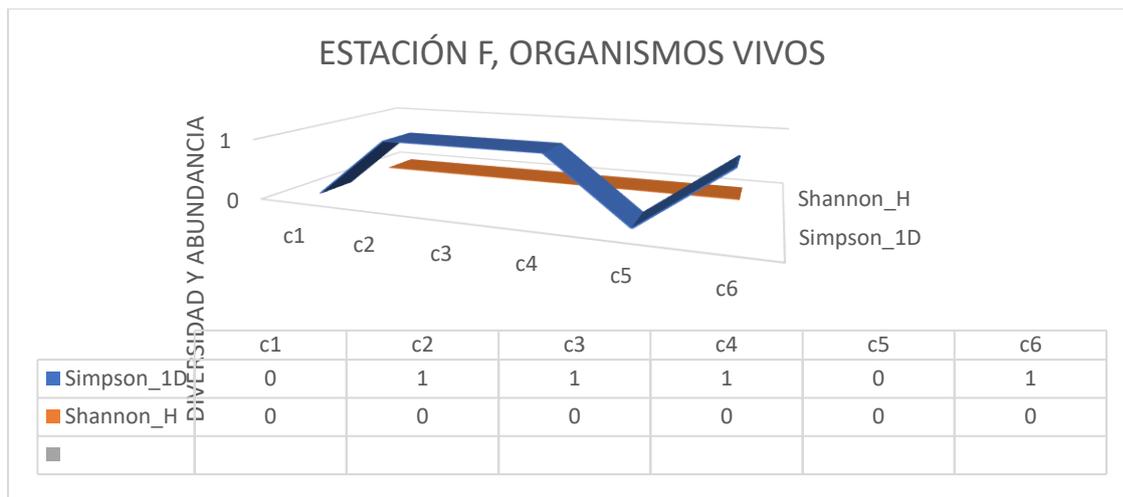
**Figura 18** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación D.

En la estación E la diversidad es totalmente cero, no existe diversidad en estos cuadrantes, pero en comparación de dominancia sigue estando *L. aristata*, con una gran abundancia en el cuadrante tres con un dato de ocho bits/Ind, seguido del cuadrante dos con 6 bits/Ind y cuadrante seis con 5 bits/Ind. (Figura 19).



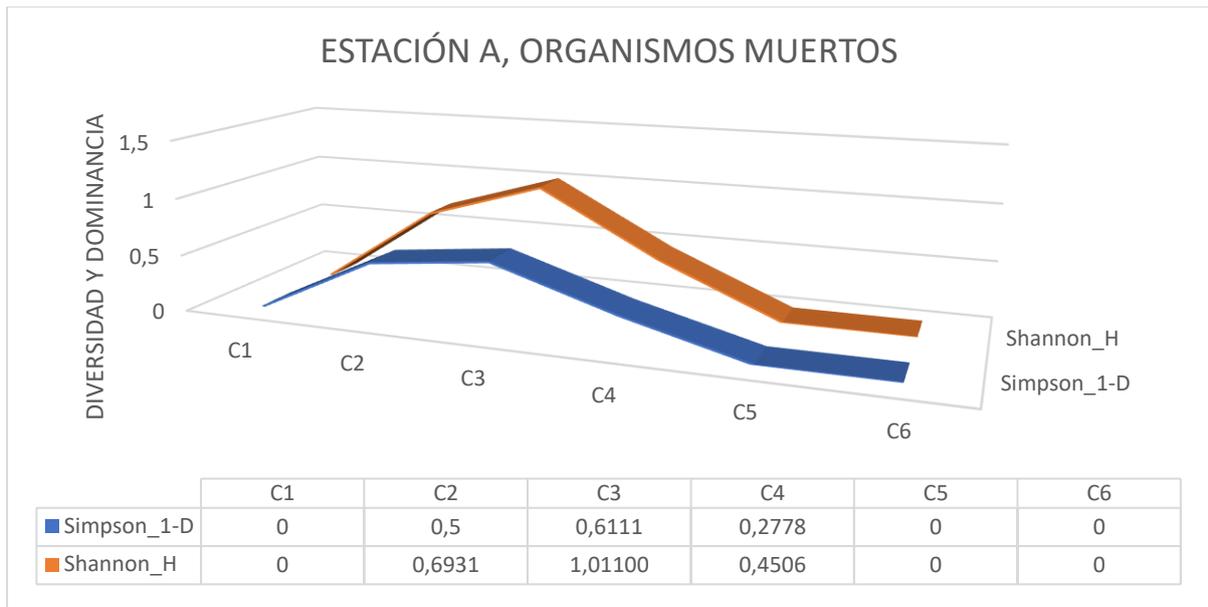
**Figura 19** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación E.

En la estación F la diversidad es nula, sigue estando en dominancia la especie *L. aristata*, a en los cuadrantes dos, tres, cuatro y cinco con un dato de 1bit/Ind. (Figura 20)



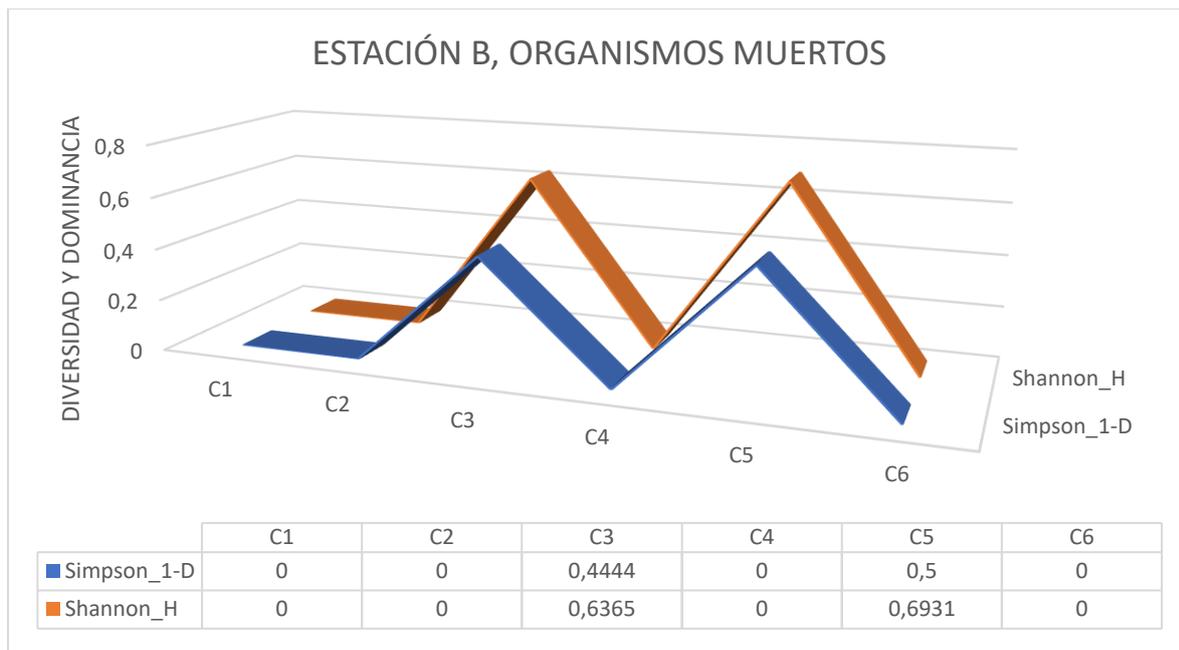
**Figura 20** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación F.

Para el caso de los organismos muertos también se determinó los índices de Shannon -Weaver. En el caso de los organismos muertos encontrados en las zonas de estudio se pudo determinar que en las estación A existe una presencia de diversidad pero en caso de organismos muertos, en este caso la diversidad presenta más en el cuadrante tres con un dato de 1,011 Bits/Ind, seguido del cuadrante dos que presenta un dato de 0,693 bits/Ind, en el caso de la dominancia de organismos muertos es la de *Denticulata* que presenta datos en el cuadrante tres con un 0,611 bits/Ind y en el cuadrante cuatro con un dato de 0,277 bits/Ind. **(Figura 21).**



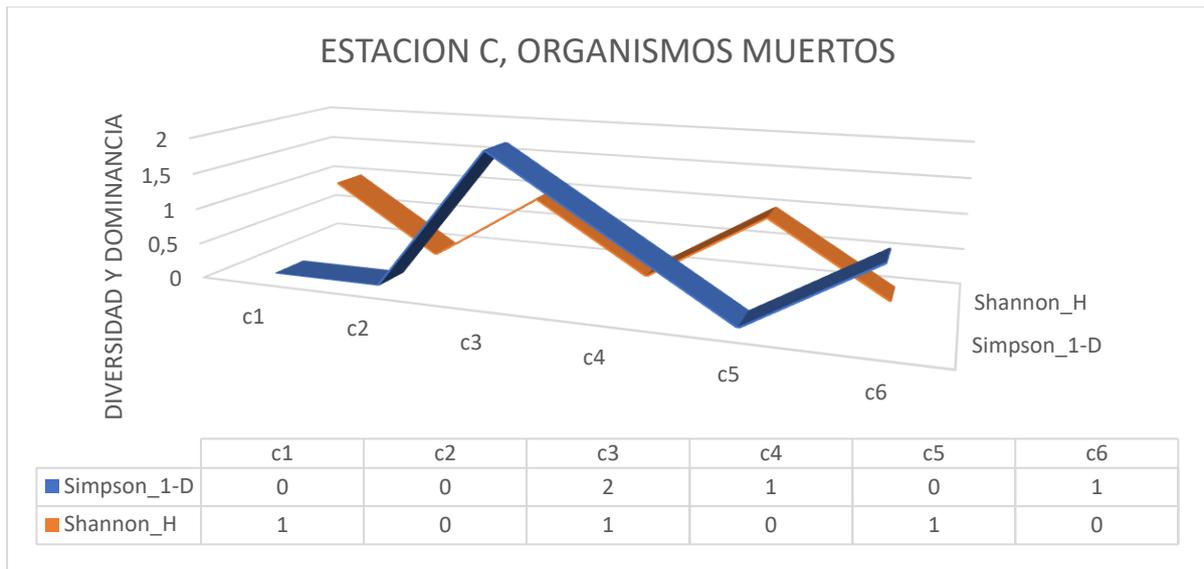
**Figura 21** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación A.

En la estación B, la cantidad de diversidad de organismos se presentó en el cuadrante tres con un dato de 0,44 bits/Ind a comparación del cuadrante cinco con un dato de 0,5 bits/Ind, el cuadrante con más dominancia fue en le cinco con un dato de 0,6931 bits/Ind seguido del cuadrante 0,6363 bits/Ind, la dominancia la sigue teniendo la especie *P. Denticulata*. (**Figura 22**).



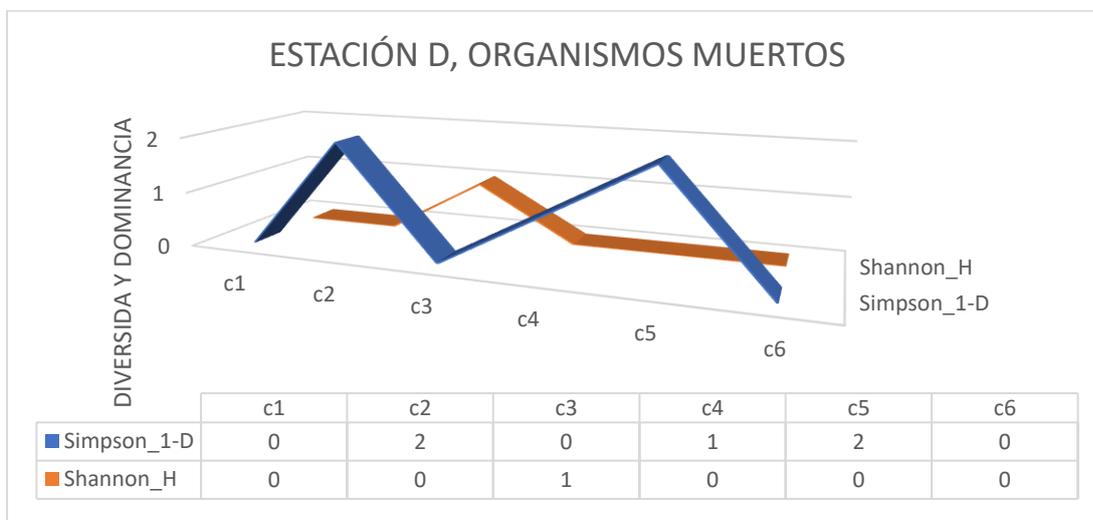
**Figura 22** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación B.

En la estación C se pudo observar un cambio en la diversidad, esto indicando que en los cuadrantes uno, tres, y cinco contienen los mismos datos de 1bits/Ind, mientras que la dominancia la tiene la especie *L. aristata* esto se demuestra en el cambio de tipos de sustratos que otorga la zona intermareal, el cuadrante que más obtuvo dominancia fue el cuadrante tres con un dato de 2 bits/Ind seguido del cuadrante cuatro y seis con los mismos datos de 1 bits/Ind. **(Figura 23)**



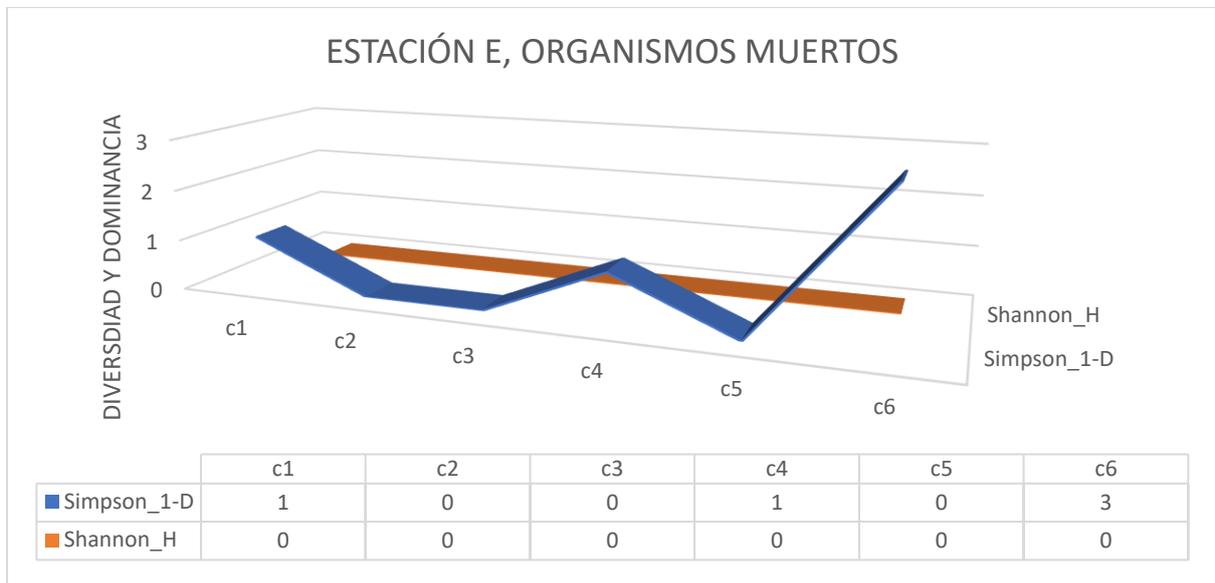
**Figura 23** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación C.

En la estación D es similar en el caso de la diversidad, los demás cuadrantes presentan 0 bits/Ind, a diferencia del cuadrante tres que tiene un dato de 1 bits/Ind, en el caso de la dominancia el cuadrante dos y el cinco presentaron los mismos datos de 2 bits/Ind a comparación del cuadrante cuatro que tiene dato de 1bits/Ind, es así como aquí la dominancia la tiene la sigue teniendo la especie *L. aristata*. **(Figura 24).**



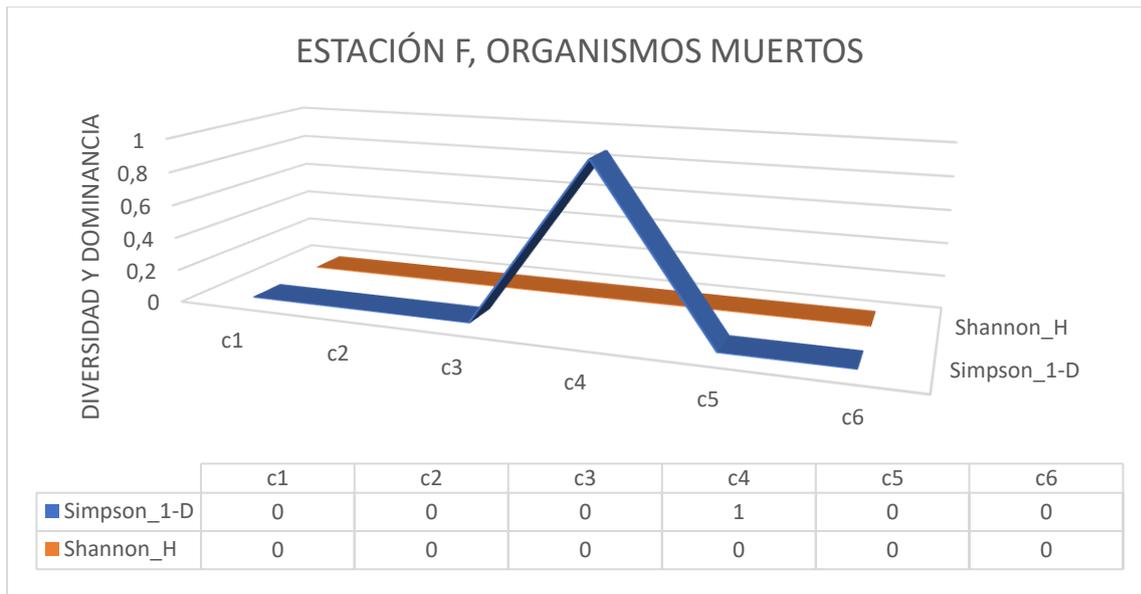
**Figura 24** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación B.

En la estación E la diversidad es totalmente nula, en cambio la dominancia de la especie *Aristata* está presente más en el cuadrante seis con un dato de 3bits/Ind a comparación del cuadrante uno y cuatro que tienen datos de 1 bits/Ind. (**Figura 25**).



**Figura 25** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación E.

En la estación F la diversidad es totalmente es nula, en cambio la dominancia de la especie *Aristata* está sola presente en el cuadrante cuatro, con un dato de 1 bits/Ind. (**Figura 26**).



**Figura 26** datos graficados para el análisis de dominancia y diversidad en la estación F.

## 10 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran una gran diferencia de bivalvos perforadores comparado con el trabajo de Manuel Cruz, (2013) ya que considero que la especie más abundante es *L. Attenuata*, pero en este caso de estudio presento una baja abundancia comparada al trabajo de Cruz, los datos para comprobar la más abundante es la *L. aristata*. Moran et al., (2014) Indica que los bivalvos perforadores son de gran distribución a nivel mundial, por lo cual este trabajo también comprueba la información dada, que son organismos adaptables, la dependencia de los efectos que tiene el sustrato sobre la distribución de ciertas especies se debe principalmente al tipo de sedimento.

Manuel Cruz (2002, 2005) registró en la Provincia de Esmeraldas Ecuador, moluscos bivalvos perforadores de rocas que pertenecen a tres familias: Mytilidae, Petricolidae y Pholadidae. Cruz (2000, 2005) reporta para el Ecuador cuatro especies que pertenecen a la familia Mytilidae: *Gregariella coarctata*, *Lithophaga aristata*, *L. attenuata* y *L. Hastasia*, en este trabajo se identificó dos especies de litófagos (Mollusca; Bivalvia) durante los tres meses de muestreo, (noviembre del 2022 a enero del 2023) en la provincia de Santa Elena, (Ayangué) donde las especies fueron identificadas en el trabajo anterior.

La única especie de la familia Petricola fue la especie *P. Denticulata* que fue estudiada anteriormente y que tiene millones de años en las zonas intermareales, esta especie fue estudiada por Willett, (2022), Fisher (1990) estudio los tipos de madrigueras que coinciden con los organismos identificados, como son la forma Ovoide y Ovada, Ovoide para la lithophagas y Ovada para la Petricola.

El tipo de sustrato marino, fue muy dependiente para la creación de las madrigueras como menciona Tejada Medina et al.,(2014), que dependiendo de la especie se puede encontrar tipos de madrigueras en la diferencia de los tipos de sustratos, como fue encontrada en las estaciones de estudio en Ayangué, cabe recalcar que con esta información que corroboró el sustrato y los tipos de madrigueras como también lo indica Fisher (1990)

La erosión presente en las zonas de estudio que es provocado no solo por los golpes de las olas y los vientos, sino que también la presencia de estos organismos incrustantes como es los bivalvos perforadores, demostraron ser unos de los principales causantes de erosión, no solo en la actualidad si no que millones de años atrás como lo menciona Lorenzo, (2004) en sus tema de bioerosión de moluscos marinos, esto con respecto a la Formación Villa Soriano, del Pleistoceno tardío – Holoceno Preciozzi et al., (1988), existen algunas menciones sobre icnofósiles, dos referentes a sustratos blandos y dos sobre icnofósiles de sustratos duros. Es por esta razón que los bivalvos perforadores tienen años erosionando sustrato marino.

La erosión es significativa en estos casos, como demuestra Stearley & Ekdale, (1989) que esta no es solo provocada por los golpes de las olas, sino que también por organismo invertebrados, y entre ellos están los bivalvos perforadores e rocas. La influencia de vida de estos organismos como indica Ramos Luna, (2017) que la mortalidad de estos organismos puede ser por medio del crecimiento, agentes externos como son contaminantes o parásitos que se incrustan en las valvas, es por esta razón que los organismo de *Petricola Denticulata* tiene una abundancia de mortalidad en dos estaciones, sea por organismos parasitarios o por agentes contaminantes.

## 11 CONCLUSIÓN

En este estudio de la zona intermareal de la bahía de Ayangue se pudo hacer la identificación de dos familias, la familia Mytilidae y Petricola, en la familia Mytilidae se obtuvo la identificación de *L. aristata* y *L. Attenuata* en la familia Petricola se idéntico la especie *Denticulata*, siendo la *L. aristata* la más abundante en las seis estaciones, con un alto valor de dominancia, también se pudo determinar los tipos de madrigueras y el tipo de sustrato a que estas se adhieren, en el caso de los organismos muertos presentes en las seis estaciones, la que más domino en dos sitios fue la especie *P. Denticulata*, que fue en los sitios A y B, en las demás estaciones la que predomino igual fue *L. aristata*, es decir que la que tiene un alto valor de abundancia y dominancia es la especie *L. aristata*.

## 12 RECOMENDACIÓN

Se recomienda hacer investigación sobre la influencia de las macroalgas, calidad de agua y sobre todo la abundancia de erizos de mar, la simple razón es que estos factores tienen relación a la abundancia y diversidad de diferentes especies de bivalvos perforadores, es así que también es recomendable hacer un análisis de la macrofauna que esta alrededor de estos organismos, distinguir los diferentes tipos de sustratos existentes en la bahía de Ayangue para determinar con exactitud la influencia de la erosión en la zona costera de Ayangue, la presencia de turistas y la afectación en la contaminación del agua.

## 14. ANEXOS

### METODOLOGÍA FASE CAMPO



**Anexo 1** Visita de tutor a la zona de estudio, Marlon Mendoza (2022)



**Anexo 2**, Madrigueras de bivalvos perforadas, con presencia de macroalgas al su alrededor.



**Anexo 3** Identificación de madrigueras con el método del cuadrante



**Anexo 4** Referencia de punto de medición



**Anexo 5** dirigiéndome a la zona de estudio



**Anexo 6** Presencia de macroalgas en zona de perforadores.

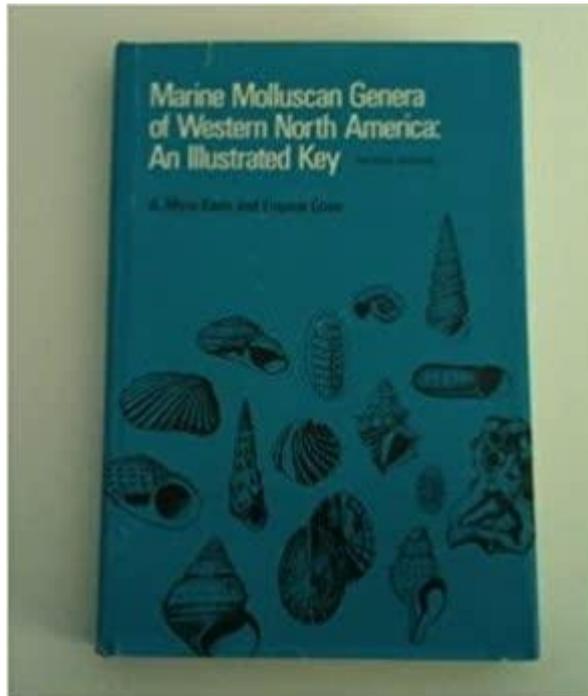
## METODOLOGÍA FASE LABORATORIO



**Anexo 7** Identificación de bivalvos con respectiva medición e identificación del sustrato



**Anexo 8** Anotaciones de lo observado y clasificando los sustratos



**Anexo 9** Manual para identificación de organismos. Mayra Keen (1974)

**Test for equal means**

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	$p$ (same)
<b>Between groups:</b>	112,889	2	56,4444	47,88	1,665E-15
<b>Within groups:</b>	123,778	105	1,17884		<b>Permutation <math>p</math> (n=99999)</b>
<b>Total:</b>	236,667	107			1E-05

**Components of variance (only for random effects):**

<b>Var(group):</b>	1,53516	<b>Var(error):</b>	1,17884	<b>ICC:</b>	0,565645
--------------------	---------	--------------------	---------	-------------	----------

**omega<sup>2</sup>:** 0,4647

<b>Levene's test for homogeneity of variance, from means</b>	<b><math>p</math> (same):</b>	2,194E-12
<b>Levene's test, from medians</b>	<b><math>p</math> (same):</b>	1,054E-11

**Welch F test in the case of unequal variances:**  $F=26,19$ ,  $df=63,19$ ,  $p=5,195E-09$

**Anexo 10** datos no paramétricos, con unos resultados de una probabilidad asociada de 1,665E-15 y también indicando una probabilidad en permutaciones con datos de 1E-05, dando, interpretando como datos no paramétricos en el caso de los bivalvos vivos.

Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	5,7963	2	2,89815	3,748	0,02678
Within groups:	81,1944	105	0,77328		Permutation p (n=99999)
Total:	86,9907	107			0,02302

Components of variance (only for random effects):

Var(group):	0,0590241	Var(error):	0,77328	ICC:	0,0709165
-------------	-----------	-------------	---------	------	-----------

$\omega^2$ : 0,04842

Levene's test for homogeneity of variance, from means	p (same):	6,875E-06
Levene's test, from medians	p (same):	0,02678

Welch F test in the case of unequal variances:  $F=6,669$ ,  $df=56,96$ ,  $p=0,002499$

**Anexo 11** Datos de organismos muertos también dio resultados no paramétricos, con datos de una probabilidad asociada de 0,02678 y también indicando una probabilidad de permutaciones de 0,02302.



GUILLERMO LASSO  
PRESIDENTE

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 2774**

**ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)**

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA**

**2.- CÓDIGO**  
MAATE-ARSFC-2022-2774

**3.- DURACIÓN DEL PROYECTO**

FECHA INICIO	FECHA FIN
2022-12-26	2023-05-26

**4.- COMPONENTE A RECOLECTAR**

Animal

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

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

Nº de C.I.Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
090626081	CORNELIO RODRIGUEZ MARIA HERMINIA	Ecuatoriana	4383R-11-2078	INVESTIGADORA	Bivalvia

**6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:**  
Nombre del Proyecto: ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE BIVALVOS PERFORADORES DE ROCAS DE LA ZONA INTERMAREAL DE AYANGUE SANTA ELENA ECUADOR

**7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:**

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica  
Dirección: Calle Madrid 1159 y Andalucía  
Código postal: 170525 / Quito Ecuador  
Teléfono: +593 2 398 7600  
www.ambiente.gob.ec



**Anexo 12** Permiso de investigación del Ministerio del Ambiente para la recolección de muestras en la bahía de Ayangue.

## 15. BIBLIOGRAFÍAS

- Ansell, A. D., & Nair, N. B. (1969). A Comparative Study of Bivalves Which Bore Mainly by Mechanical Means. *American Zoologist*, 9(3), 857-868.  
<https://doi.org/10.1093/icb/9.3.857>
- Araya, J. F., Osorio, C., Araya, J. F., & Osorio, C. (2019). A new Petricola (Bivalvia: Veneridae) from central Chile, southeastern Pacific. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2510>
- Barroso, S. Q. (2012). DE LA TAXONOMÍA A LA PALEOECOLOGÍA EVOLUTIVA, EL CASO DE LOS BIVALVOS CRETÁDICOS DE LA FORMACIÓN SAN JUAN RAYA, PUEBLA, MÉXICO. *Paleontología Mexicana*, 1(1), Art. 1.
- Biler, R., & Mikkelsen, P. M. (2006). Bivalvia—A look at the Branches. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 148, 223-235. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2006.00255.x>
- Caiche Ramirez, W. J. (2017). *LITÓFAGOS (MOLLUSCA: BIVALVIA) DE LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE BALENITA, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR*". [Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4268/1/UPSE-TBM-2017-041.pdf>
- Carter, J. G., Altaba, C. R., Anderson, L. C., Araujo, R., Biakov, A. S., Bogan, A. E., Campbell, D. C., Campbell, M., Jin-hua, C., Cope, J. C. W., Delvene, G., Dijkstra, H. H., Zong-jie, F., Gardner, R. N., Gavrilova, V. A., Goncharova, I. A., Harries, P. J., Hartman, J. H., Hautmann, M., ... Yancey, T. (2011). A

Synoptical Classification of the Bivalvia (Mollusca). *Paleontological Contributions*, 2011(4), 1-47. <https://doi.org/10.17161/PC.1808.8287>

Cedeño Arias, E. (2012). “ESTADO ACTUAL DE LA DIVERSIDAD DE MOLUSCOS BIVALVOS PERFORADORES DE MADERA EN LA PUNTILLA DE SANTA ELENA (SALINAS)”.

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1749/1/Estado%20actual%20de%20la%20diversidad%20de%20moluscos%20bivalvos%20perforadores%20de%20madera%20en%20la%20Puntilla...%20Arias%20Cedeño,%20Evelyn.%20%20Tesis%20de%20grado.pdf>

Contreras Roman, R., Abrego Cruz, F., & Ibáñez Aguirre, A. (1991).

*OBSERVACIONES ECOLOGICAS DE LOS MOLUSCOS DE LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE LA BAHÍA DE CHAMELA, JALISCO, MEXICO.*

<https://www.redalyc.org/pdf/458/45862104.pdf>

Corgos, A., González-Sánchez, T., Juan Ramón, F.-O., Esqueda-González, M. del C., & Domínguez, E. (2013). *Moluscos bentonicos del submaeal de la bahía Navidad, Jalisco.* (pp. 33-45).

Cruz, M. (2013). *MOLUSCOS BIVALVOS PERFORADORES DE ROCAS EN LA ZONA INTERMAREAL DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS-ECUADOR, 2002-2005.*

[https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas\\_oceanograficas/acta18/OCE1801\\_12.pdf](https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta18/OCE1801_12.pdf)

Cruz, M., & Mair, J. (2009). *Ecología y distribución de los moluscos bivalvos perforadores de rocas (Familia Mytilidae) en la costa ecuatoriana del 2000 al 2005.* <https://aquadocs.org/handle/1834/3368>

- Daval, D., Guyot, F., Bolotov, I. N., Vikhrev, I. V., Kondakov, A. V., Lyubas, A. A., Bychkov, A. Y., Yapaskurt, V. O., Cabié, M., & Pokrovsky, O. S. (2020). Symbiotic cooperation between freshwater rock-boring bivalves and microorganisms promotes silicate bioerosion. *Scientific Reports*, *10*(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70265-x>
- Delahoz, M. (2009). De La Hoz, V. M. 2009. Density, size distribution and fishing exploitation of the bivalve *Polymesoda solida* in a lagoon system of the Colombian Caribbean. *Bol. Centro Invest. Biol.* *43* (1): 1 - 27. *boletín del centro de investigaciones biológicas LUZ*, *43*, 1-27.
- Delfino, M., & Signorelli, J. H. (2021). Taxonomic Revision of Living Boring Bivalves Belonging to the Family Pholadidae Lamarck, 1809, (Bivalvia: Myida) from the Southwestern Atlantic. *Zoological Studies*, *60*, e28. <https://doi.org/10.6620/ZS.2021.60-28>
- Distel, D. L. (2000). Phylogenetic Relationships among Mytilidae (Bivalvia): 18S rRNA Data Suggest Convergence in Mytilid Body Plans. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *15*(1), 25-33. <https://doi.org/10.1006/mpev.1999.0733>
- Echeverría, C. A., & Paiva, P. (2006). ¿idiosincrasias del bentos antártico? *Oecologia Brasiliensis*, *10*(2), 4.
- Evans, J. W. (1968). The Role of *Penitella penita* (Conrad 1837) (Family Pholadidae) as Eroders Along the Pacific Coast of North America. *Ecology*, *49*(1), 156-159. <https://doi.org/10.2307/1933574>
- Genta Iturrería, S. F. (2014). *Revisión de la familia Mytilidae en el Cenozoico de Patagonia: Sistemática, paleoecología y paleobiogeografía* [Tesis, Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/38124>

- Heath, H. (1941). The Anatomy of the Pelecypod Family Arcidae. *Transactions of the American Philosophical Society*, 31(5), 287-319.  
<https://doi.org/10.2307/1005609>
- Lewy, Z. (1985). Paleoecological Significance of Cretaceous Bivalve Borings from Israel. *Journal of Paleontology*, 59(3), 643-648.
- López-Rojas, Víctor I., Flores-Garza, R., Ruiz-Campos, G., Torreblanca-Ramírez, C., García-Ibáñez, S., Flores-Rodríguez, P., & Violante-González, J. (2023). Bivalvos endolíticos de Punta Maldonado, Guerrero, México (Océano Pacífico Oriental). *Caldasia*, 45(1), Art. 1.  
<https://doi.org/10.15446/caldasia.v45n1.95071>
- Lorenzo, N. (2004). Estructuras de bioerosión en moluscos marinos de la Formación Villa Soriano (Pleistoceno Tardío-Holoceno) de Uruguay. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7(3), 319-328. <https://doi.org/10.4072/rbp.2004.3.03>
- Manuel Cruz. (2013). *Bivalvos perforadores*.  
[https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas\\_oceanograficas/acta18/OCE1801\\_10.pdf](https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta18/OCE1801_10.pdf)
- Moran, L., Severeyn, H., & Barrios-Garrido, H. (2014). Moluscos bivalvos perforadores de rocas coralinas submareales de la alta Guajira, Golfo de Venezuela. *Interciencia*, 39, 136-139.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). *MANUAL DE METODOS BÁSICOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS EN ECOLOGÍA VEGETAL*.
- Muñoz Caro, C., Suárez, L. F., & Benavides, M. A. (2019). Caracterización taxonómica de la especie *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), plaga del cultivo de rosa para exportación. *INVENTUM; Vol. 3 Núm. 4 (2008): enero-junio*; 89-93. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.3.4.2008.89-93>

- Pagani, M. A. (2005). Los bivalvos carboníferos y pérmicos de la Patagonia (Chubut, Argentina). Parte III: Familias Mytilidae, Pterineidae, Limidae, Leptochondriidae, Etheripectinidae, Euchondriidae y Streblochondriidae. *Ameghiniana*, 42(3), 579-596.
- Ramos Luna, J. (2017). *Rastros fósiles de bivalvos del Mioceno en la Formación Concepción, Plan del Río, Veracruz; Implicaciones Paleoambientales*.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28338.73921>
- Reinhart, P. W. (1943). *Mesozoic and Cenozoic Arcidae From the Pacific Slope of North America*. Geological Society of America.
- Rios-Jara, E., Esqueda-González, M. del C., & Barrientos-Luján, N. A. (2011). Reseña Libro: Bivalve Seashells of Tropical West America. Coan and Valentich-Scott, 2011. *Ciencia y Mar*, XV, 65-67.
- Simone, L. R. L., & Gonçalves, E. P. (2006). Anatomical study on *Myoforceps aristatus*, an invasive boring bivalve in S.E. Brazilian coast (Mytilidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 46, 57-65. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492006000600001>
- Stearley, R. F., & Ekdale, A. A. (1989). Modern Marine Bioerosion by Macroinvertebrates, Northern Gulf of California. *PALAIOS*, 4(5), 453-467.  
<https://doi.org/10.2307/3514589>
- Tajima, T., & Kondo, Y. (2003). The relationship between functional shell morphology and nature of the bored substratum in the family Pholadidae (Bivalvia). *Fossils*, 73, 5-19.
- Tejada Medina, L. M., Chacaltana Budiel, C. A., & Valdivia Vera, W. (2014). Primera evidencia de bivalvos fósiles perforadores de madera (teredínidos xilótrofos) e icnofacies de teredolites en la Formación Yumaque de la Cuenca Pisco (Ica,

Perú). *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET*.

<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2718>

Torreblanca-Ramírez, C., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., García-Ibáñez, S., & Galeana-Rebolledo, L. (2012). Riqueza, composición y diversidad de la comunidad de moluscos asociada al sustrato rocoso intermareal de playa Parque de la Reina, Acapulco, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(2), 283-294. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572012000200010>

Willett, G. (2022). PSEPHIS (PETRICOLA) TELLIMYALIS (CPR.) NOT THE YOUNG OF PETRICOLA DENTICULATA SBY. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 30(2), 39. <https://doi.org/10.3160/0038-3872-30.2.39>