



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

“Diversidad y abundancia de las especies de la Clase Ophiuroidea en la zona intermareal rocosa de las playas de Ballenita y Salinas en la provincia de Santa Elena ”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del título de:

Bióloga

**Autor**

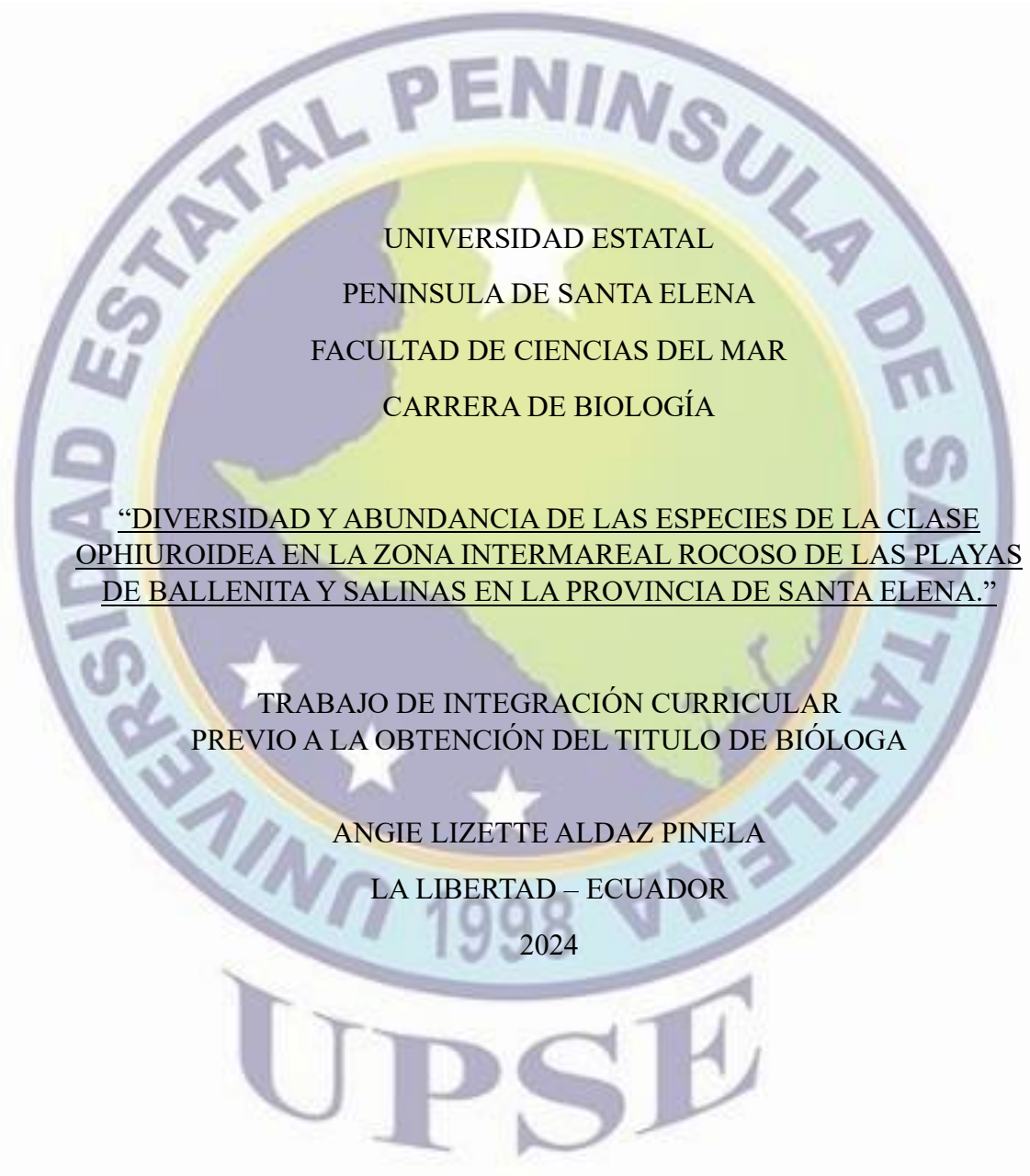
Angie Lizette Aldaz Pinela

**Tutor**

Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, Msc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA

“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE LA CLASE  
OPHIUROIDEA EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSO DE LAS PLAYAS  
DE BALENITA Y SALINAS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIÓLOGA

ANGIE LIZETTE ALDAZ PINELA

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE TUTOR

Es mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular, **“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE LA CLASE OPHIUROIDEA EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE LAS PLAYAS DE BALLENITA Y SALINAS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blga. Dadsania Rodríguez Moreira, MSc.

DOCENTE TUTOR

C.I: 0913042008

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

Es mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular, **“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE LA CLASE OPHIUROIDEA EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE LAS PLAYAS DE BALENITA Y SALINAS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Blgo. Carlos Andrade Ruiz, MSc.

**DOCENTE DE ÁREA**

C.I: 0910798750

## DECLARACIÓN EXPRESA

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



---

Angie Lizette Aldaz Pinela

C.I. 1726593674

## **DEDICATORIA**

Primero este trabajo se lo dedicó a Dios, Al universo y La vida por permitirme llegar a este momento y poder cumplir una de mis metas más soñadas.

Segundo les dedicó este trabajo a mis padres quienes con amor y esfuerzo supieron guiarme y apoyarme en cada paso en este camino llamado Universidad, se los dedico a mis hermanos quienes nunca dudaron de mis habilidades y esfuerzo, quienes con respeto y amor supieron guiarme y ayudarme con sus palabras de aliento.

Y por último se lo dedico a mis amigos que son mis pilares, quienes nunca me dejaron rendir quienes me apoyar en los momentos más complicados y los cuales ya no son solo amigos sino la familia que elegí.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Estatal Península De Santa De Elena la cual se convirtió en mi hogar en estos años, también a la Blga. Dadsania Rodríguez, Msc. Tutora de mi tesis por su guía y apoyo en este trabajo.

También agradezco a todos los docentes que formaron parte fundamental en mi formación académica, los cuales con su extenuante labor me han convertido en una estudiante amante de su carrera y con gran visión en un futuro profesional.

Y por último les agradezco a mi padres, hermanos y amigos quienes nunca se rindieron conmigo ese logro es de ustedes y mío.

## TRIBUNAL DE GRADUACION

Trabajo de Integración Curricular presentado por **ANGIE LIZETTE ALDAZ PINELA**, como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular: **APROBADO** el:



Escaneado desde el sistema por:  
RICHARD GONZALO  
DUQUE MARIN

---

Blgo. Richard Duque Marin. MSc

**DECANO  
FACULTAD CIENCIAS DEL MAR**



Escaneado desde el sistema por:  
JIMMY AGUSTIN  
VILLON MORENO

---

Ing. Jimmy Villon Moreno, MSc

**DIRECTOR  
CARRERA DE BIOLOGIA**

---

Blga. Dadsania Rodriguez Moreira, MSc.

**DOCENTE TUTOR**

---

Blgo. Carlos Andrade Ruiz, MSc.

**DOCENTE DE ÁREA**

---

Lcdo. Pascual Koca Silvestre, Mgrt..

**SECRETARIO DEL TRIBUNAL**



## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. PROBLEMÁTICA</b> .....	5
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	8
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	10
<b>4.1. Objetivo General</b> .....	10
<b>4.2. Objetivos Específicos</b> .....	10
<b>5. HIPÓTESIS</b> .....	11
<b>6. MARCO TEÓRICO</b> .....	12
<b>6.1. Equinodermos en el mundo</b> .....	12
<b>6.1.2. Clase Ophiuroidea</b> .....	13
<b>6.1.2. Morfología</b> .....	14
<b>6.1.3. Locomoción</b> .....	16
<b>6.1.4. Alimentación</b> .....	16
<b>6.1.5. Sistema Digestivo</b> .....	17
<b>6.1.6. Sistema circulatorio y Nervioso</b> .....	17
<b>6.1.7. Reproducción</b> .....	18
<b>6.1.8. Hábitat</b> .....	19
<b>6.1.9. Distribución</b> .....	19

6.2.	<b>Índices de Diversidad y Abundancia</b> .....	20
6.2.1.	<b>Índice que Simpson</b> .....	20
6.2.2.	<b>Índice de Shannon – Weiner</b> .....	20
7.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	22
7.1.	<b>Área De Estudio</b> .....	22
7.1.2.	<b>Localización Geográfica</b> .....	22
7.1.3.	<b>Ubicación de área de estudio</b> .....	24
7.1.4.	<b>Diseño gráfico de los transectos en las zonas de estudio</b> .....	26
7.1.5.	<b>Muestreo en las zonas de estudio</b> .....	26
7.2.1.	<b>Muestras biológicas</b> .....	27
7.2.2.	<b>Análisis taxonómico</b> .....	27
7.2.3.	<b>Parámetros físico-químico</b> .....	28
7.2.4.	<b>Análisis de datos</b> .....	28
7.2.3.	<b>Abundancia Relativa</b> .....	29
7.2.4.	<b>Índice de Diversidad</b> .....	29
7.2.5.	<b>Índice de dominancia</b> .....	30
7.	<b>RESULTADOS</b> .....	32
8.1.	<b>Especies de la clase Ophiuroidea identificadas</b> .....	32
8.1.1.	<b>Taxonomía y descripción de las especies de la clase Ophiuroidea</b> ...	33
8.1.2.	<b>Registro de especies encontradas en cada zona de estudio</b> .....	41

<b>7.3. Análisis de Diversidad y abundancia de las especies de la clase</b>	
<b>Ophiuroidea en la zonas intermareal rocosa de Ballenita y Salinas .....</b>	<b>42</b>
7.3.4. Abundancia relativa de las zonas Supra mareal – meso mareal e	
Infra mareal en la zona de Ballenita .....	42
<b>7.3.4.2. Abundancia Relativa por especie del área de estudio .....</b>	<b>44</b>
<b>7.3.4.3. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener .....</b>	<b>45</b>
<b>7.3.4.4. Índice que Simpson .....</b>	<b>46</b>
<b>Comparación entre los índices de Simpson y Shannon – Weiner en</b>	
<b>Ballenita.....</b>	<b>46</b>
7.3.5. Abundancia relativa de las zonas Supra mareal – meso mareal e	
Infra mareal en la zona de Salinas. ....	47
<b>7.3.5.2. Índice de Shannon-Wiener en Salinas .....</b>	<b>49</b>
<b>7.3.5.3. Índice de Simpson en Salinas .....</b>	<b>50</b>
<b>Comparación entre índices de Simpson y Shannon-Wiener en Salinas .....</b>	<b>50</b>
<b>7.4. Variables físico – químicas.....</b>	<b>51</b>
7.4.4. Temperatura.....	51
7.4.5. Salinidad.....	51
8.2.3. pH.....	52
8.2.4. Oxígeno Disuelto .....	53
<b>8. DISCUSIÓN .....</b>	<b>55</b>

<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>10. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>61</b>
<b>12. ANEXOS 1: TABLAS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS 2: Fotografías .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS: Figuras.....</b>	<b>73</b>

---

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Figura 1</b> Partes principales de una Ofiura.....	14
<b>Figura 2</b> Disco central vista oral.....	15
<b>Figura 3</b> Imagen satelital de las zonas de estudio.....	22
<b>Figura 4</b> Imagen satelital de la Zona A - Ballenita.....	23
<b>Figura 5</b> Imagen satelital de la zona B - Salinas.....	23
<b>Figura 6</b> Diseño Gráfico de los transectos.....	26
<b>Figura 7</b> <i>Ophiocomina nigra</i> . Abildgaard, Muller, 1789.....	33
<b>Figura 8</b> <i>Ophiocoma aethiops</i> ; Lutken, 1859.....	35
<b>Figura 9</b> <i>Ophiocoma aethiops</i> ; Lutken, 1859.....	37
<b>Figura 10</b> <i>Ophicoma alexandri</i> ; Lyman, 1860.....	39
<b>Figura 11</b> Abundancia Relativa de la zona supra mareal de Ballenita.....	43
<b>Figura 12</b> Abundancia relativa de la parte meso mareal de Ballenita.....	43
<b>Figura 13</b> Abundancia relativa de la parte infra mareal de Ballenita.....	44
<b>Figura 14</b> Abundancia Relativa por especie.....	45
<b>Figura 15</b> Índices de Shannon en la zona de Ballenita.....	45
<b>Figura 16</b> Índice de Simpson en la zona de Ballenita.....	46
<b>Figura 17</b> Abundancia relativa en la parte supra mareal de Salinas.....	47
<b>Figura 18</b> Abundancia relativa de la parte meso mareal de Salinas.....	48
<b>Figura 19</b> Abundancia relativa en la parte infra mareal de Salinas.....	48
<b>Figura 20</b> Abundancia relativa total de la zona intermareal rocosa de Salinas...	49
<b>Figura 21</b> Índice de Shannon en la zona de Ballenita.....	49
<b>Figura 22</b> Índice de Simpson en la zona de Salinas.....	50

<b>Figura 23</b> Temperaturas de Ballenita y Salinas.....	51
<b>Figura 24</b> Salinidad en Ballenita y Salinas .....	52
<b>Figura 25</b> pH de Ballenita y Salinas.....	53
<b>Figura 26</b> Oxígeno Disuelto de Ballenita y Salinas. ....	54
<b>Figura 27</b> Muestras de las diferentes especies identificadas. <i>O. aethiops</i> , <i>Ophiocomina nigra</i> y <i>O. alexandri</i> .....	68
<b>Figura 28</b> Selección e identificación de las muestras. ....	68
<b>Figura 29</b> Toma de parámetros Físico - Químicos en la zona de Ballenita.....	69
<b>Figura 30</b> Muestreo nocturno en la zona de Ballenita. ....	69
<b>Figura 31</b> Uso del cuadrante para datos de diversidad y abundancia. ....	70
<b>Figura 32</b> Zona Intermareal rocoso de Ballenita.....	70
Figura 33 Zona Intermareal rocosa de Salinas.....	71
Figura 34 <i>Ophiocoma aethiops</i> debajo de rocas con corales blandos. ....	71
<b>Figura 35</b> Especies de ofiuras observadas en muestreos nocturnos.....	72
<b>Figura 36</b> Ofiuras escondidas en corales blandos en Salinas.....	72
<b>Figura 37</b> Grafico de probabilidad de Simpson en Ballenita. ....	73
<b>Figura 38</b> Grafico de probabilidad de Shannon - Wiener en Ballenita. ....	73
<b>Figura 39</b> Prueba de variantes de equilibrio de Shannon y Simpson en Ballenita. .....	74
<b>Figura 40</b> Grafico de probabilidad de Shannon en Salinas.....	74
<b>Figura 41</b> Grafico de probabilidad de Simpson en Salinas.....	75
<b>Figura 42</b> Prueba de variantes de equilibrio de Shannon y Simpson en Salinas.	75
Figura 43 Prueba de Tukey zona A - Ballenita.....	76

<b>Figura 44</b> Prueba de Tukey Zona B – Salinas.....	76
<b>Figura 45</b> Análisis de Varianza de ANOVA zona A – Ballenita.....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Coordenadas geográficas de la Zona A - Ballenita.....	24
<b>Tabla 2</b> Coordenadas geográficas de la Zona B - Salinas .....	25
<b>Tabla 3</b> Lista Taxonómica de las especies de la Clase Ophiuroidea. ....	32
<b>Tabla 4</b> Especies encontradas en las Zonas A y B.....	42
<b>Tabla 9</b> registro de Temperaturas x día en Ballenita y Salinas.....	65
<b>Tabla 10</b> Datos registrados de Salinidad x día en Ballenita y Salinas.....	66
<b>Tabla 11</b> Datos registrados de pH x día en Ballenita y Salinas. ....	66
<b>Tabla 12</b> Datos registrados del Oxígeno disuelto x día en Ballenita y Salinas ....	67



## **GLOSARIO**

**Abisales:** Zona que se encuentra más allá de la talud continental y corresponde a profundidades de más de dos mil metros.

**Bentónico:** Región ecológica en el nivel más bajo de un cuerpo de agua como océano o un lago.

**Bioerosión:** Destrucción y remoción de material consolidado o sustrato lítico por la acción directa de organismos.

**Bioindicadores:** Es un indicador consistente en una especie vegetal o animal formado por un grupo de especies cuya presencia y características ecológicas.

**Bursas:** Bolsas ubicadas en el interior del disco central que tiene como función la misión respiratorio de la especie.

**Correlación:** Medida estadística que expresa hasta qué punto dos variables están relacionadas lineales.

**Data:** Información numérica que está ubicado en un documento señalando varios datos de un registro.

**Eutrofización:** Se refiere al aporte en exceso de nutrientes inorgánicos procedentes de actividades humanas en un ecosistema acuático.

**Invaginaciones:** Formación de una bolsa o pliegue en una membrana, hoja blastodérmica o capa de tejido hacia el interior.

**Laguna Hemal Oral:** Estructura situada muy próxima al canal prioral.

**Laguna Hemal Aboral:** Estructura que se coloca en el borde del disco, de esta estructura salen ramas que van de las bursas.

**Locomoción:** Desplazamiento de un lugar a otro.

**Macrofauna:** Grupo de organismos mayormente invertebrados del suelo mayores a 2mm de diámetro, es un componente biológico.

**Mucosa:** Membrana del organismo que elabora una sustancia densa y pegajosa.

**Nicho Ecológico:** Hace referencia a la función, papel y respuesta que una especie animal o vegetal cumple en un hábitat teniendo en cuenta los factores bióticos.

**Ofiopluteus:** Larvas de Ofiuras que en fase temprano son llamadas ofiopluteus.

**Reptar:** Desplazarse arrastrándose por el suelo como los reptiles.

**Sucos Ambulacrales:** Depresión perforada por donde salen los pies ambulacrales al exterior a través de unos poros.

**Viabilidad:** Cualidad de llevarse a cabo o de concretarse gracias a sus circunstancias o características.

## RESUMEN

Los equinodermos son el grupo más abundante registrado en todo el mundo, y la clase Ophiuroidea no es la excepción, se registran especies pertenecientes a esta clase en todas partes del océano, este especies se diferencia de los equinodermos por su forma porque consta de un disco central del cual sobresalen 5 o 6 brazos dependiendo la especie, las ofiuras son especies ágiles las cuales se las pueden encontrar desde profundidades de 10 hasta los 350 m y en las zonas intermareal rocosa de varias playas.

Este trabajo se realizó para determinar la diversidad y abundancia de la clase Ophiuroidea en zonas concurridas de la provincia siendo las playas de Ballenita y Salinas, donde se realizaron 7 muestreos en los meses de mayo, junio y julio en marea baja para recorrer los transectos seleccionados y determinar la abundancia y diversidad en la cual se pudieron registrar 3 especies siendo: *Ophiocomo Alexandri*, *Ophicoma aethiops* y *Ophiocomina nigra* y determinaron dos morfotipos de las especies *O. aethiops* y *O. alexandri*, esta identificación se realizó gracias a guías taxonómicas. La diversidad y abundancia en las zonas de estudio se determinó mediante índice como: Shannon – Wiener y Simpson y la prueba paramétrica de Anova para la comparación de los sitios, como resultados nos determinó una abundancia y diversidad normal en las zonas de estudio sin dejar de lado que estos ecosistemas son afectados por varios problemas como la contaminación y en los

últimos meses la llegada del fenómeno de El Niño el cual crea alteraciones climáticas en las aguas y el clima.

**Palabras claves:** Abisales, Bentónicos, Bioerosión, Bioindicadores.

## ABSTRACT

Echinoderms are the most abundant group recorded worldwide, and the class Ophiuroidea is no exception, there are species belonging to this class in all parts of the ocean, this species differs from echinoderms by its shape because it consists of a central disk from which protrudes 5 or 6 arms depending on the species, the brittle stars are agile species which can be found from depths of 10 to 350 m and in the rocky intertidal zones of various beaches.

This work was conducted to determine the diversity and abundance of the class Ophiuroidea in crowded areas of the province being the beaches of Ballenita and Salinas, where 7 samplings were conducted in the months of May, June, and July at low tide to go through the selected transects and determine the abundance and diversity in which 3 species were recorded: *Ophiocomo Alexandri*, *Ophicoma aethiops*, and *Ophiocomina nigra* and determined two morphotypes of the species *O. aethiops* and *O. alexandri*, this identification was made thanks to taxonomic guides. The diversity and abundance in the study zones were determined by means of indexes such as Shannon - Wiener and Simpson and the parametric test of Anova for the comparison of the sites, as results we determined a normal abundance and diversity in the study zones without leaving aside that these ecosystems are affected

by several problems such as contamination and in the last months the arrival of the El Niño phenomenon which creates climatic alterations in the waters and clima.

**Keywords:** Abyssal, Benthic, Bioerosion, Bioindicators

## 1. INTRODUCCIÓN

Las ofiuras son el grupo de especies de equinodermos con mayor parecido a las estrellas de mar, siendo el grupo más evolucionado de los equinodermos, estas especies se las pueden encontrar en los fondos arenosos, rocosos y en toda la zona intermareal de las playas y en zonas profundas, tienen un amplio aspecto alimentario. Estas especies se caracterizan por rápidos movimientos en sus brazos y su facilidad de esconderse por las rocas y grietas que se forman en las zonas intermareales. Las ofiuras generalmente reptan sobre las rocas sin embargo en varios estudios se han registrado especies que excavan formando agujeros que se vuelven su único hábitat en toda su vida, el agujero es recubierto por una sustancia mucosa que protege a la especie y solo se puede verificar que la especie está en ese lugar por la exposición de sus brazos que se asoman (Menendez, 2006).

En Diferentes estudios los equinodermos tienen una relevancia ecológica tanto en arrecifes rocosos como en arrecifes coralinos, cumpliendo importantes papeles en la cadena trófica como depredadores, al consumir organismos de varios niveles tróficos, y como filtradores, lo que a su vez influye en la estructura comunitaria, densidad y composición de las comunidades, donde se desarrollan; así como también participan en procesos de bioerosión y pueden llegar a ser bioindicadores en zonas costeras. Además, estos ejemplares constituyen con el aumento de la producción de los océanos llegando al 90% de la biomasa bentónica de aguas profundas (BONILLA, 2022).

Encontrar una ofiura no es una tarea sencilla, pues se encuentran en las profundidades de los océanos, a partir de los 10 metros hasta los 350 metros de profundidad y también se los pueden encontrar escondidos en las zonas rocosas de las playas. Estos equinodermos habitan únicamente en sitios de aguas saladas. Por lo general, se los puede encontrar en zonas donde cohabitan con arrecifes de coral. Son animales muy tímidos que pasan la mayoría de su tiempo escondidos en grietas, agujeros, algas y rocas (Brogger, 2010).

En diversos estudios realizados por (Wakita & Hitoshi, 2022) se muestra que en las costas de Japón se inclinan por la locomoción de los brazos en las diferentes especies de ofiuras de cinco brazos en términos cualitativos así como en términos cuantitativos. Se nos describe que ocurren en varios modos de locomoción incluso en una sola especie, en muchas ocasiones esta locomoción puede ayudar a la identificación de algunas especies de ofiuras, como lo indica el estudio la locomoción o el movimiento de sus brazos no es el mismo para todas las especies.

La clase Ophiuroidea es una de las más ricas dentro del Phylum Echinodermata, con 2000 especies descritas. Este grupo se considera uno de los más prósperos entre los equinodermos debido a su movilidad, su diversidad de hábitos alimentarios y sus escasas dimensiones, lo que les permite explorar hábitats inalcanzables para otros equinodermos. A esta clase pertenecen los equinodermos conocidos comúnmente como estrellas canasta y estrellas quebradizas o frágiles las cuales se pueden encontrar en todos los océanos desde el Ártico y el Antártico hasta



las zonas tropicales. En algunas áreas, como Los Cayos De La Florida, los ofiuras constituyen del 27 al 52% de la macrofauna que se encuentra bajo escombros arrecifales (Serrato, Pérez, & Sanchez, 2011).

La clase Ophiuroide es el grupo vivientes más abundantes y con mayor número de especies en todo el mundo, encontradas en todos los tipos de ambientes bentónicos (Menendez, Ofiuroideos, 2006), sin embargo poco conocidas, actualmente se registran investigaciones en México sobre asteroideos, ofiuroideos y equinoideos en la bahía de Mazatlán, en Argentina detallan el crecimiento, reproducción y alimentación de las ofiuras, en Panamá sobre la aproximación morfológica y molecular de las ofiuras y en Asia sobre su locomoción y comportamiento en su ambiente natural y sin embargo no se registran estudios o investigaciones referentes a su biodiversidad, aspectos biológicos, descripción morfológica, diversidad, abundancia o impactos sobre la clases Ophiuroidea.

En Costa Rica se realizaron estudios que nos muestran como las ofiuras son los principales componentes de la macrofauna. En la mayor parte de los ecosistemas bentónicos forman parte importante de las cadenas tróficas del océano y ocupan los más diverso roles funcionales. A pesar de ello su conocimientos es incipiente en partes de Centro y Sudamérica y particularmente deficiente en especies como las ofiuras. Sin dejar de lado las pocas publicaciones dedicadas a los equinodermos de la Vertiente Pacífica. La mayor data registrada sobre estas especies está registrada por (Hernández-Herrejón & Laguarda-Figueras, 2008), donde se explica la

exhaustivas revisión de los ejemplares depositados en distintos museos y en diversas bases de datos, sorprendentemente a pesar de su importancia ecológica como reductores de la eutrofización y bioindicadores de la calidad de agua y de construir la clase de equinodermos más diversas y abundante, el número de trabajos sobre esta clase es escasa en varias partes del mundo (Alvarado, y otros, 2017).

En el Ecuador se registran alrededor de 5 a 6 especies de ofiuras en toda la zona costera, sin embargo son limitados los registros y estudios sobre su identificación, diversidad o abundancia en la costa ecuatoriana continental, en la provincia de Santa Elena se han descrito varios trabajos de investigación sobre equinodermos donde hacen referencia a la clase Ophiuroidea pero no se registran datos con exactitud sino que toman a las ofiuras como especies comunes en los nicho ecológico formados en las zonas intermareales o en las zonas profundas.

El presente trabajo pretende relacionar la presencia o ausencia de estas especies mediante parámetros físico – químicos como: temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto puede generar una correlación con respecto a la abundancia y diversidad que se pueden encontrar en las zonas que se deseen estudiar.

## 2. PROBLEMÁTICA

Los cambios en la temperatura, la salinidad, pH y varios parámetros tienen un impacto sobre la abundancia y diversidad generando aspectos diferentes sobre su viabilidad y éxito reproductiva, pudiendo provocar alteraciones. Todos estos impactos determinan cambios en la eficacia biológica de los organismos descritos, y por lo tanto generan respuestas demográficas, como cambios en el tamaño de los organismos y el crecimiento de la población de cada especie que se pueda registrar. Estos cambios en las poblaciones, junto con las modificaciones en el hábitat en el que se encuentran, generan cambios en las relaciones entre los diferentes componentes de los ecosistemas (Nisperuza, 2021).

En el Ecuador las especies de ofiuras y varias especies marinas han sufrido un impacto importante por el cambio climático y el resiente efecto del Niño, las actividades humanas, la contaminación por empresas, refinerías, la pesca y las lluvias de interior del continente han provocado una reducción en varias especies como es el caso de las ofiuras, estas problemas registradas en el Ecuador y con registros de investigación pasadas de varias partes del continente dan una perspectiva sobre porque se da este cambio o esta reducción en la demografía de varias especies marinas y como estas actividades pueden ser las causas principales en el cambio en las zonas rocosas intermareales de las costas ecuatorianas (Hernández-Herrejón & Laguarda-Figueras, 2008).

A diferencia de las clases Crinoidea y Asteroidea, para la clase Ophiuroidea no existen monografías o trabajos específicos que registren la diversidad de esta clase para el Atlántico Occidental. La información más reciente se refiere a los listados presentados para el Golfo de México y el mar Caribe (Alvarado, y otros, 2017) con datos más actualizados los cuales registran un total de 199 y 148 especies en el mar caribe, mientras que el mar del pacifico no se conoce con detalle el total de especies que se puede registrar en el fondo o en las zonas rocosas (Serrato, Pérez, & Sanchez, 2011).

El tamaño de las especies, la agilidad de movimiento en sus brazos y su capacidad de escondite suele ser los principales problemas para determinar ciertos estudios o resultados sobre esta clase, en ciertos lugares del Ecuador continental y la zona Insular, a pesar de ser animales con una gran importancia como ser indicadores ecológicos, su estudio e investigaciones se limitan en temas como animales de apoyo para la ecología de otras especie o en recopilaciones de macroinvertebrados en algunas zonas específicas, dejando de lado investigación con respecto a su reproducción, alimentación, distribución, diversidad y abundancia las cuales escasas con respecto a trabajos realizados en la provincia de Santa Elena.

La presencia de las ofiuras en las zonas rocosas de la península se podrían generar por una relación con respecto a los parámetros físico-químicos y su variación provocados por la presencia de turistas, contaminación por desechos

sólidos que afecta la presencia o ausencia de la clase Ophiuroidea en las zonas rocosas de Ballenita y Salinas.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Los equinodermos son uno de los principales componentes de la macrofauna. En la mayor de ambientes bentónicos, forman parte importante de las cadenas tróficas del océano y ocupan los más diversos roles funcionales. A pesar de ello, su conocimiento es todavía muy incipiente en países como Panamá y particularmente deficiente en el caso de las ofiuras. Igualmente, son muy pocas las publicaciones dedicadas a los equinodermos de la Vertiente Pacífica de Costa Rica, ninguna referida específica a la clase Ophiuroidea. Los datos aportados sobre este grupo se proceden de la exhaustiva revisión de los ejemplares depositados en distintos museos y en diversas bases de datos (Varela-Sánchez, Templado, & Machordom, 2020).

Sorprendentemente, a pesar de su importancia ecológica como reductores de la eutrofización y bioindicadores de la calidad del agua entre otros, y de constituir la clase de equinodermos más diversa, el número de publicaciones sobre este grupo es muy inferior con respecto a las clases Asteroidea (estrellas de mar) o Echinoidea (erizos) (Alvarado, y otros, 2017).

Las ofiuras son especies que se caracterizan por su morfología y sus colores oscuros los cuales los pueden encontrar en profundidades de 10 m hasta los 350 m o en zonas rocosas de las playas. Las ofiuras son fundamentales para el desempeño de los nichos, así como tienen la capacidad de modificar las condiciones del

substrato en el que viven, además de su importancia ecológica en el medio. Al ser especies indicadoras de calidad de agua es importante saber cuáles son los parámetros fisicoquímicos adecuados para su proliferación, la temperatura, salinidad, pH, y el oxígeno disuelto.

Es muy importante conocer la distribución y abundancia de la Clase Ophiuroidea en relación a los factores fisicoquímicos y la presencia o ausencia directamente proporcional a esta clase, con la finalidad de analizar el estado en el que se encuentran su población en nuestras playas, porque estos son indicadores de calidad de agua e indicadores ecológicos y como referencia para futuras investigaciones.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Determinar la diversidad y abundancia de las especies de la clase Ophiuroidea mediante la técnica de naGisa en las zonas intermareales rocosas de Ballenita y Salinas para la comparación de los sitios de estudio.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Identificar las especies de la clase Ophiuroidea encontradas en las zonas de estudio mediante guías y método de observación.
- Comparar la abundancia y diversidad de la clase Ophiuroidea de las zonas seleccionadas mediante los índices de Simpson y Shannon- Wiener.
- Analizar las variables físico – químicos como temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto con la presencia de especies para el registro de datos en las zonas de estudio.



## 5. HIPÓTESIS

**Hi:** En la zona intermareal rocosa de la playa de Ballenita existe una mayor diversidad y abundancia de la clase Ophiuroidea en relación a la zona intermareal rocosa de la playa de Salina.

**Ho:** En la zona intermareal rocosa de las playas de Ballenita y Salinas no hay una diferenciación entre la diversidad y abundancia de la clase Ophiuroidea.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Equinodermos en el mundo

El Phylum Echinodermata es uno de los más abundantes y son animales marinos bentónicos, como generalidades se conoce que las larvas del Phylum Echinodermata cuentan con simetría bilateral pero en adultos su simetría cambia a radial o pentarradial en algunos casos, estas especies cuentan con un endoesqueleto calcáreo de origen mesodérmico, una característica es la aparición de púas o espinas y se debe conocer su importancia y equilibrio ecológico como productores de oxígeno y ser parte fundamental de las cadenas alimentarias.

Los Equinodermos se caracterizan con su esqueleto externo de origen calcáreo es decir su estructura se basa en placas formadas de carbonato de calcio, en algunas especies varía su forma como en las estrellas de mar y los erizos de mar donde se forma un caparazón con púas que protegen los órganos de los erizos. Una de las varias características de los equinodermos es que estas especies no tienen cabeza y carecen de cerebro, sin embargo estas especies pueden percibir todo lo que sucede en su entorno, este Phylum también carece de un corazón por eso ellos tienen un sistema circulatorio abierto y su reproducción es sexual o asexual y por varias razones en especial su complejo ciclo de vida, sin embargo en muchas ocasiones se describe dos de las maneras más conocidas para su reproducción en este caso la reproducción sexual es dada por el intercambio de gametos con organismos del sexo

opuesto, mientras que en la reproducción asexual se da por la fragmentación del individuo generando una copia del original (Valdepeña, 2022).

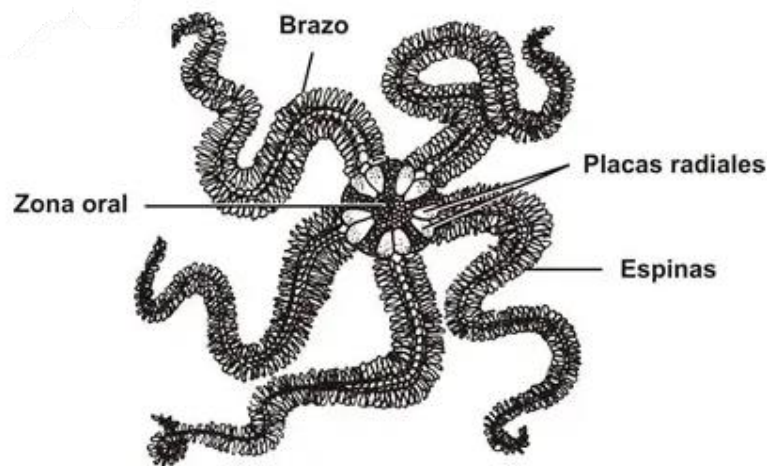
Estos invertebrados suelen pasar mayor parte de su vida en el fondo marino y su distribución esta digerida a todo el mundo según (Valdepeña, 2022) se tiene registrados cerca de 7000 especies sobrevivientes, 13000 se han extinguido y los organismos más conocidos del Phylum Echinodermata, los cuales se dividen en erizos, estrellas, galletas, pepinos, ofiuras y los lirios de mar.

#### **6.1.2. Clase Ophiuroidea**

En varios estudios se registra que la Clase Ophiuroidea es la más diversa de Phylum Echinodermata con alrededor de 2064 especies registradas hasta el 2012, donde se pueden encontrar en las zonas rocosas de las playas hasta profundidades abisales. A nivel mundial se han realizado varias investigaciones donde especies de ofiuras que habitan zonas abisales tienen características biológicas que son fundamentales para el desarrollo de grandes bases de datos y han ayudado al desarrollo de modelos de identificación a fin de encontrar patrones de diversidad del mar profundo (Laguada, Solis, Garcia, & Vasquez, 2020).

### 6.1.2. Morfología

Las ofiuras son especies que se caracterizan por su forma que consta de un disco central que variando las especies puede cambiar su forma a circular, en forma de flor, pentagonal, su disco también suele variar ya que en varias especies se han registrado tener un disco aplanado, abultado, liso, con rugosidades, de su disco central sobresalen cinco brazos largos y finos con articulaciones desde el disco central y cada uno de sus brazos, los brazos tiene placas y espinas las cuales son fundamentales para la identificación de varias especies de ofiuras.



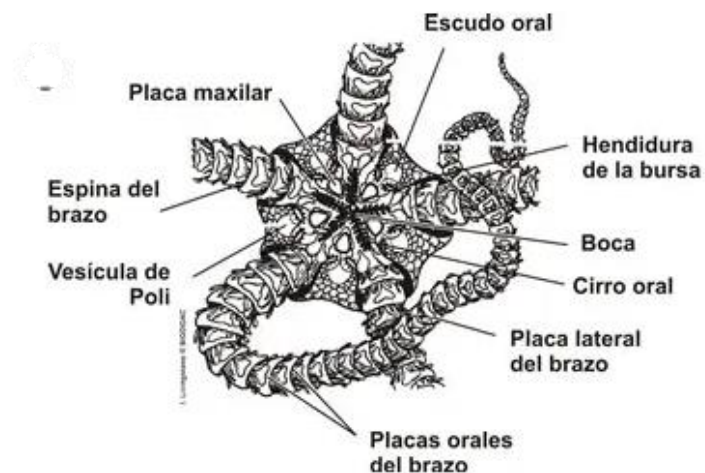
**Figura 1** Partes principales de una Ofiura.

*Fuente: Menéndez, 2006*

Su disco central está formado por 5 placas las cuales cumplen la función de ser las mandíbulas, estas se construyen por osículos rodeados de cinco placas, su disco también está constituido por placas que rodean la boca y forman un sistema

masticador con 5 mandíbulas que forman la papila dental, en su disco también se encuentran los sistemas corporales y una especie de sacos llamados bursas que son invaginaciones de la pared del disco que comunica al exterior mediante unas hendiduras situadas a los márgenes de los brazos (Menendez, 2006).

El disco también está conformado por cinco articulaciones de las cuales sobresalen sus brazos, estos brazos tienen características diferentes dependiendo de la especie varían formas, colores y texturas (Serrato, Pérez, & Sanchez, 2011). Los brazos de la ofiuras poseen segmento y cada de una de ellas está formada por placas dorsales, ventrales y laterales, los segmentos están articulados en las vértebras mediante músculos y ligamentos. Los brazos esta formados por espinas de entre 2 y 10 espinas dispuestas en forma vertical, de esta forma esta clase carece de surcos ambulacrales abierto.



*Figura 2 Disco central vista oral.*

*Fuente: Menéndez, 2006*

### **6.1.3. Locomoción**

Con respecto a la locomoción de los Equinodermos se han realizado estudios donde las ofiuras son los únicos equinodermos en realizar movimientos rápidos y esta locomoción se da por el uso de sus brazos y pies ambulatorios que los ayudan a tener este tipo de movimiento, uno de los movimientos mayor captando es cuando colocan uno o dos brazos hacia a delante y otros hacia atrás simulando un movimiento en remo, estas especies en su mayoría se las encuentra en zonas rocosas y su mayor medio de conservación es el esconderse entre las rocas y cuando detectando algunas vibraciones son capaces de generar movimientos tan rápidos que en muchas ocasiones es imposible ver a estas especies en el medio (Menendez, 2006).

### **6.1.4. Alimentación**

En la clase Ophiuroidea se encuentran especies carnívoras y filtradoras teniendo varios métodos de alimentación, en el caso de las especies filtradoras estas en muchas ocasiones pueden obtener los nutrientes necesarios por medio de la piel y por medio de las partículas de alimento del medio, este proceso lo realizan con ayuda de sus brazos y pies ambulacrales las cuales capturan las partículas y las dirigen hacia la boca, en otras especies el alimento es recolectado por las columnas de agua de manera que las ofiuras atrapan el alimento que se dirige directo a su boca por el movimiento del agua. En el caso de las ofiuras carnívoros o carroñeros

estos captura su alimento con ayuda de sus brazos en su dieta se pueden encontrar especies como peces de tamaño pequeño y crustáceos (Serrato, Pérez, & Sanchez, 2011).

#### **6.1.5. Sistema Digestivo**

El sistema digestivo de las ofiuras es simple o incompleto ya que no tienen una abertura de salida, solo de entrada que se encuentra en el disco central, en el disco central se encuentra la cavidad oral la cual conduce al esófago donde en varias investigaciones nos indica que tiene células ciliadas la que facilita el tránsito del alimento, después de eso el alimento procede a llegar al estómago que es una cavidad amplia la cual cubre la mayor parte del disco central, en el estómago se presentan una serie de lóbulos laterales que ayudan a la absorción de nutrientes de los alimentos consumidos (Lopez, 2020).

#### **6.1.6. Sistema circulatorio y Nervioso**

El sistema circulatorio y nervioso de la clase Ophiuroidea es bastante sencillo con respecto al sistema nervioso se conoce que está formado por un anillo nervioso que está ubicado en el disco central del cual emergen fibras nerviosas las cuales se distribuyen por todos los brazos, con relación al sistema circulatorio este se divide en dos partes del anillo nervioso llamado laguna hemal oral y laguna hemal aboral con diámetros iguales al disco central, este sistema está encargado de

emitir vasos sanguíneos que irrigan órganos como las gónadas y el estómago (Lopez, 2020).

### **6.1.7. Reproducción**

La reproducción en el phylum es asexual y sexual y en el caso de la clase Ophiuroidea no es la excepción, la diferencia entre estos dos tipos de reproducción en las ofiuras es el intercambio de células sexuales o gónadas que al unirse se concibe un nuevo individuo, mientras que la reproducción asexual solo se necesita un progenitor.

La reproducción asexual en el caso de las ofiuras se ve mayor determinada por la fragmentación, la cual consiste en que el individuo pierde un brazo y parte del disco central es posible la regeneración de un nuevo individuo con las mismas características de la ofiura que fue fragmentada, mientras que la reproducción sexual es uno de los métodos con mayor frecuencia registrado, se basa en la fecundación externa que comienza cuando el cuerpo de la hembra y el macho producen gametos que son liberados por las gónadas que se encuentran en el interior de las bolsas, una vez realizado ese procesos se fusionan y se forma un huevo el cual puede ser incubado después de un tiempo el huevo eclosiona con una larva llamada ofiopluteus (Lopez, 2020).



### **6.1.8. Hábitat**

La zonas intermareal rocosa es un área ubicada en los hábitats marinos y terrestres la cual es más visible cuando la marea es baja, en la zona intermareal rocosa a simple vista parece una zona sin vida o sin algún tipo de ecosistemas, nada más alejado de la realidad, porque en esta zona se encuentran un millón de ecosistemas, especies y hábitats diversos, en las cuales su pueden encontrar especies con adaptaciones fisiológicas y anatómicas las cuales les han ayudado a sobrevivir a este tipo de condiciones. Las áreas intermareales son hábitats de importancia ecológica en especies como algas y animales marino, en esta área se encuentran cadenas alimentarias completas, según investigaciones realizadas la zona intermareal rocoso es una franja protectora que evita la erosión de la zona costera, al ser una granja protectora en efectos naturales como El niño, esta plataforma es afectada volviéndola más sensible al degradado (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica , 2022).

### **6.1.9. Distribución**

la clases Ophiuroidea es una de las más abundantes y su distribución no es la excepción ya que se encuentran en todo el mundo desde zonas profundas del océano hasta zonas rocosas, sin embargo se registran mayor abundancia en la región Indo-pacífica y en menor proporción en las zonas cercanas a los círculos polares y Sudamérica (Gonzales, 2022).

## **6.2. Índices de Diversidad y Abundancia**

Los índices de diversidad y abundancia son herramientas que nos permiten evaluar la cantidad de especies e individuos que se puedan encontrar en una zona determinada de estudio (Salazar, Vallejo, & Salazar, 2019). Estos índices serán los encargados de indicar la riqueza y dominancia de cada especie e individuo en las zona A y B respectivamente.

### **6.2.1. Índice que Simpson**

El índice que Simpson nos ayuda a conocer la tendencia más pequeña cuando las comunidades son diversas, nos ayuda a interpretar la probabilidad de diversidad de dos o más especies. Mientras más alta llega a ser la probabilidad menos diversa es la comunidad, para conocer esta diversidad es preciso conocer su fórmula (Espinosa, 2019).

### **6.2.2. Índice de Shannon – Weiner**

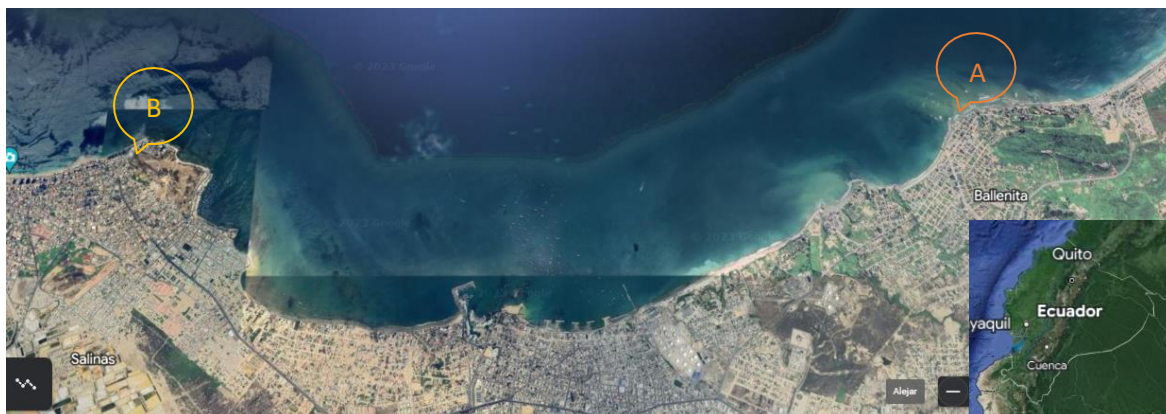
Por otro lado en índice se Shannon-Weiner nos ayuda a medir o a interpretar a más detalle la dominancia. Esto hace que su interpretación sea un poco menos intuitiva, los valores normales para este índice está en el rango de (1 y 4.5) como datos estandarizados.

Estas ecuaciones e índices son indispensables para la estadística y más en trabajos de investigación que involucren diversidad y abundancia de las especies (Espinosa, 2019).

## 7. MARCO METODOLÓGICO

### 7.1. Área De Estudio

#### 7.1.2. Localización Geográfica



**Figura 3** Imagen satelital de las zonas de estudio

*Fuente: GoogleEarth, 2023 - Modificado: Aldaz, 2023*

Las zonas de estudio se realizaron en la Provincia de Santa Elena en el Cantón Santa Elena siendo la primera zona de estudio en la playa de Ballenita y en el Cantón Salinas la segunda zona de estudio en la playa de San Lorenzo, las dos zonas de estudio están situadas en el Océano Pacífico la Zona A (Ballenita) está ubicada en las coordenadas  $-2.199667, -80.871305$ , mientras que la Zona B (Salinas) en las coordenadas  $-2.201934, -80.956712$ .

## Zona A – Ballenita



*Figura 4 Imagen satelital de la Zona A - Ballenita*

*Fuente: GoogleEarth, 2023 - Modificado: Aldaz, 2023.*

En la Figura 4 se muestra la zona A ubicada en la playa de Ballenita en la zona intermareal rocosa, en el Cantón Santa Elena

## Zona 2. Salinas



*Figura 5 Imagen satelital de la zona B - Salinas.*

*Fuente: GoogleEarth - Modificado: Aldaz, 2023*

La zona B del estudio está localizada en la playa de San Lorenzo en el cantón Salinas, en la zona llamada puntilla de San Lorenzo en la zona intermareal rocosa.

### 7.1.3. Ubicación de área de estudio

El estudio se realizó en las Zonas rocosas de las playas de Ballenita y Salinas, donde en cada zona se establecieron 9 transectos en cada zona desde la parte supra mareal, meso mareal e infra mareal. Donde cada transecto se detalla con coordenada extractas en la Tabla 1 y Tabla 2.

Zona 1: Ballenita		
T1= -2.199716 - 80.871297	T2= -2.199654 - 80.871254	T3= -2.199612 - 80.871206
T4= -2.199705 - 80.871359	T5= -2.199649 - 80.871313	T6= -2.199585 - 80.871260
T7= -2.199684 - 80.871418	T8= -2.199630 - 80.871383	T9= -2.199587 - 80.871345

**Tabla 1** Coordenadas geográficas de la Zona A - Ballenita

*Fuente: Aldaz, 2023*

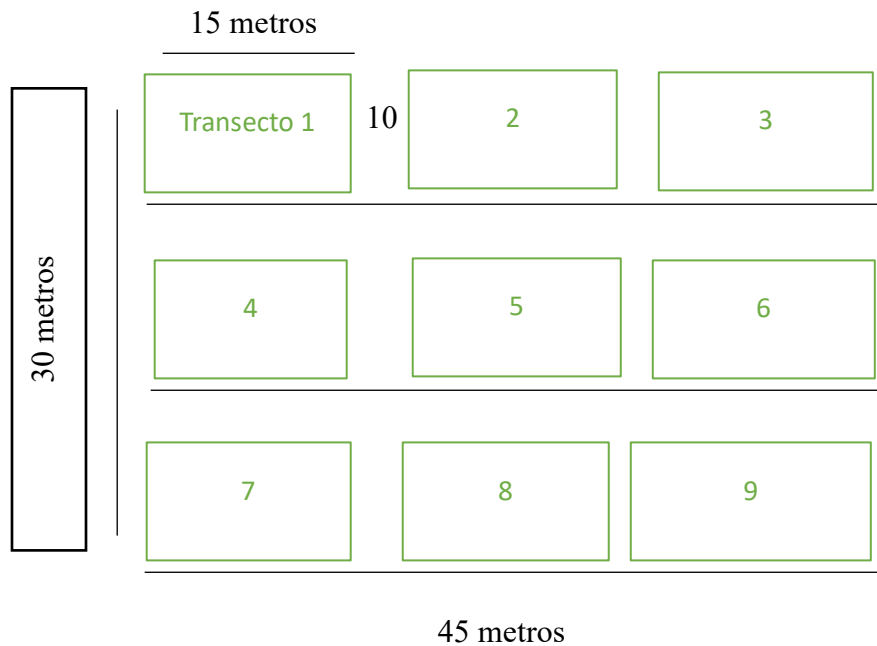
<b>Zona 2: Salinas</b>		
T1= -179.598989064- 87.837021647	T2= -175.84925508- 87.838251313	T3= -175.84849266- 87.838654673
T4= -175.845243212- 87.838203477	T5= -175.84568453- 87.838266522	T6= -169.84540410- 87.838346936
T7= -163.843324907- 87.838237852	T8= -169.84374703- 87.838336718	T9=-169.84441140- 87.838426809

**Tabla 2** *Coordenadas geohráficas de la Zona B - Salinas*

*Fuente: Aldaz, 2023*

En las áreas de estudio de tomo las misma longitud siendo 45x30 metros área total en la zona intermareal rocosa de las playas de Ballenita y Salinas, en cada zona tanto A como B se dividieron en 9 transectos totales los cuales de dividieron en 3 en la parte supra mareal, 3 en meso mareal y 3 en infra mareal.

#### 7.1.4. Diseño gráfico de los transectos en las zonas de estudio



*Figura 6* Diseño Gráfico de los transectos

*Fuente: Aldaz, 2023*

#### 7.1.5. Muestreo en las zonas de estudio

Para las zonas de muestreo que se realizaron tanto en las zonas intermareales rocosas de las playas de Ballenita y Salinas se utilizaron materiales que fueron fundamentales para el desarrollo del estudio como: cuadrante de 1x1, cuerda para delimitar las zonas y trazar cada uno de los transectos, para los datos de los parámetros físico- químico se utilizó el quipo llamada multiparámetro de la marca Hanna (HI 9829) MULTIPARAMETER y para la toma de coordenada de utilizo GPS de la marca Garmin (MONTANA 650), para el momento de la extracción de las especies se utilizó pinzas, frascos para el almacenamiento. Cada uno de estos materiales se utilizó tanto como en la zona de Ballenita y Salinas.



Después de la obtención de todos los materiales necesarios para el muestreo se considero el tiempo del mismo siendo desde los meses de Mayo, Junio y Julio, en los primeros meses se hizo un conteo de las especies que se encontró, se identificó solo con registro fotográfico y en los últimos muestreos se tomaron las muestras de las especies encontradas en las dos zonas de estudio.

### **7.2.1. Muestras biológicas**

Después de la recolección de las muestras estas fueron almacenadas para su posterior identificación en el laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar de la UPSE, donde para la manipulación de las especies se requirió material como guantes de látex, kit de disección, charolas y el estereoscopio el cual nos ayuda a visualizar con mayor detalle cada parte de las especies que se necesitaba identificar.

La toma de las muestras se dio en los últimos días de muestreo ya con la autorización del ministerio del ambiente y agua (MAATE), las cuales se congeló hasta el momento en que se identificó, después de ello las especies se las conservó en agua con etanol al 99% o también se las pudo conservar en formol al 2%.

### **7.2.2. Análisis taxonómico**

El análisis taxonómico se realizó en la zona de los laboratorios de la Facultad de Ciencias del Mar, mediante guías y tesis se logró la identificación de las especies de la Clase Ophiuroidea, con ayuda del estereoscopio se pudo capturar

fotografías de varias partes del cuerpo de las ofiuras que fueron fundamentales para determinar a qué especies pertenecía cada uno de las muestras.

Las tesis, guías y catálogos que se utilizaron para la identificación de las especies fueron:

- Guía de Equinodermos de Galápagos, Cleveland P. Hickman Jr.
- Elaboración de un catálogo de Equinodermos, José Ramírez.
- Catálogo de Equinodermos, INVEMAR.

### **7.2.3. Parámetros físico-químico**

Los parámetros físico químico que se utilizaron para esta investigación son: la temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto los cuales fueron tomados en las dos zonas de muestreo, estos parámetros se los tomo cuando la marea estaba en su punto más bajo por ello fue necesario ir a la parte supra mareal para obtener datos de la corrientes y no de las pozas de agua que se forman en la zona rocosa.

### **7.2.4. Análisis de datos**

Se analizaron los datos recopilados en el lugar de estudio utilizando índices ecológicos, específicamente el índice de Shannon-Weaver (1949) para evaluar la riqueza de especies (cobertura) y el índice de Simpson (1960) para evaluar la dominancia de especies (cobertura) .

### 7.2.3. Abundancia Relativa

Para obtener la abundancia relativa se utilizó la relación del número de individuos de las especies identificadas y el total de todos los individuos, esta abundancia relativa se determinó por la siguiente fórmula:  $AR=(ni/N)*100$

Donde:

- AR= Abundancia Relativa
- ni= Número de especies
- N= Número total de todas las especies

Se determinó la abundancia relativa para obtener el número de especies como también el número total dentro de la zona de estudio, los datos se analizaron con el programa Minitab.

### 7.2.4. Índice de Diversidad

Para evaluar la Diversidad de las especies en las zonas de estudio se utilizó el índice Shannon-Weiner (1949), el cual se expresa como un número positivo, su rango se encuentra entre 2 y 3, los valores inferiores a este rango se consideran bajos en diversidad y si son mayores a 3 se consideran de alta diversidad, para el cálculo de este índice se utiliza la fórmula:  $H' = -\sum p_i \times \log_2 p_i$

Donde:

- $P_i$ = proporción de individuos por especies,  $i$  hace referencia a abundancia relativa de la especie.
- $n_i$ = número de individuos por especie
- $N$ = número de todos los individuos

Este índice muestra la cantidad de especies presentes en las áreas de estudio tanto en la zona intermareal rocosa de Ballenita y Salinas, y la cantidad relativa de los individuos de las especies encontradas.

#### 7.2.5. Índice de dominancia

Para determinar la dominancia se utiliza el índice de Simpson (1960), este índice calcula la probabilidad de que dos individuos o muestras seleccionados al azar de una zona de estudio sean de la misma especie, es probabilidad se toma en cuenta cuando la especie tiene un mayor grado de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies, esto quiere decir que mientras más se acerque a uno existirá mayor dominancia de esa especie y de una población y cuando se acerca más a cero se puede determinar que no predomina la especie en el hábitat, para determinar la Dominancia se utiliza la siguiente formula:  $D = \frac{\sum_i^s n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$

Donde:

- $D$ = Índice de dominancia
- $S$ = número de especies

- N= número total de individuos
- n= número de individuos por especies

Después de obtener los datos de las coberturas durante los muestreos, se verificó su normalidad mediante la prueba de Anderson-Darling. Además, se llevó a cabo una prueba para evaluar la igualdad de varianzas, utilizando el enfoque de homocedasticidad de Levene's. Para comparar las medias entre las diferentes zonas de estudio, donde se aplico el análisis de varianza de una vía (ANOVA) con un nivel de significancia establecido en  $p < 0.05$ .

Todas las pruebas estadísticas mencionadas fueron realizadas utilizando el software MINITAB versión 19.0. También se utilizaron programas con Excel para la realización de barras y pasteles que nos indican los valores obtenidos en los muestreos.

## 7. RESULTADOS

### 8.1. Especies de la clase Ophiuroidea identificadas

En los monitoreos realizados en 7 semanas se identificó 5 especies pertenecientes a la clase Ophiuroidea las cuales fueron obtenidas en las zonas intermareales de Ballenita y Salinas, las cuales fueron identificadas por medio de guías, catálogos y tesis

Los muestreos fueron realizados en marea baja tanto en la Zona A y como en la Zona B.

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie
Ophiuroidea	Ophiacanthida	Ophiocomidae	Ophiocoma	Aethiops
				Alexandri
	Ophiurida	Ophiodermatidae	Ophiocomina	Nigra

*Tabla 3 Lista Taxonómica de las especies de la Clase Ophiuroidea.*

### 8.1.1. Taxonomía y descripción de las especies de la clase Ophiuroidea

#### *Ophiocomina nigra*



*Figura 7 Ophiocomina nigra. Abildgaard, Muller, 1789*

#### **Taxonomía**

**Reino:** Animal

**Filum:** Echinodermata

**Clase:** Ophiuroidea

**Orden:** Ophiurida

**Familia:** Ophiocomidae

**Género:** Ophiocomina

**Especies** *Ophiocomina nigra*.

Abildgaard, Muller, 1789.

## **Descripción**

Especie de ofiura con una coloración totalmente negra desde su disco central, brazos y espinas, su disco central tiene forma de flor con líneas marcadas, su disco no es plano ya que cuenta con abultamiento, cuenta con cinco brazos y sus espinas son relativamente largas y pegadas entre ella, dando al parecer que tiene más de las que aparenta, sus pies ambulatorios tiene un color pardo claro tanto en fresco como conservado. Su longitud total es de 11 cm con respecto a la especies capturada.



*Ophiocoma aethiops*



*Figura 8 Ophiocoma aethiops; Lutken, 1859*

**Taxonomía**

**Reino:** Animalia

**Filum:** Echinodermata

**Clase:** Ophiuroidea

**Orden:** Ophiacanthida

**Familia:** Ophiocomidae

**Género:** Ophiocoma

**Especie:** *Ophiocoma aethiops*;

*Lutken, 1859*

## **Descripción**

Esta especie posee largos brazos con tonos negros y grises en la zona ventral son delgados desde la articulación en su disco hasta las puntas su coloración en la zona aboral es más claro de un color celeste a blanco en algunos casos, su disco central tiene textura granulosa y con abultamientos, sus espinas son pequeñas en los brazos, esta especie se caracteriza por tener manchas más claras en todos sus brazos ese patrón en su exoesqueleto es la principal forma de identificación en esta especie.

***Ophiocoma aethiops* (Morfotipo I)**



**Figura 9** *Ophiocoma aethiops*; Lutken, 1859.

**Taxonomía**

**Reino:** Animalia

**Filum:** Echinodermata

**Clase:** Ophiuroidea

**Orden:** Ophiacanthida

**Familia:** Ophiocomidae

**Género:** *Ophiocoma*

**Especie:** *Ophiocoma aethiops*;

*Lutken, 1859*

## **Descripción**

Esta especie se caracteriza por su disco central plano y en tonos negros y grises, su disco central cuenta con una forma irregular al no ser un círculo totalmente de donde sobresalen sus cinco brazos largos en colores negros con franjas blanquecinas con espinas pequeñas del mismo tono que rodean cada uno de sus brazos, su disco central tiene una característica notoria la cual es el patrón de manchas blancas en todo su disco las cuales son visibles a simple vista.

*Ophiocoma alexandri*



*Figura 10 Ophiocoma alexandri; Lyman, 1860.*

**Taxonomía**

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Echinodermata

**Clase:** Ophiuroidea

**Orden:** Ophiura

**Familia:** Ophiocomidae

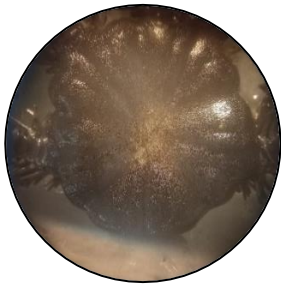
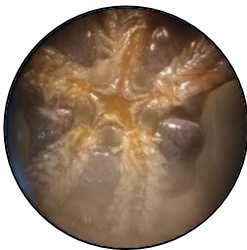
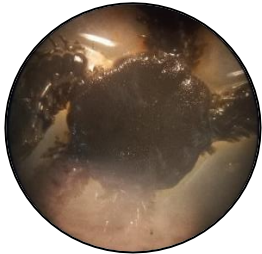


**Género:** Ophiocoma

**Especie:** *Ophicoma alexandri*; Lyman,  
1860.

### **Descripción**

Esta estrella quebradiza la cual se diferencia mucho de las especies anteriores por sus tonos claros entre verdes y amarillos con su disco central negro con cierta textura granulosa, sus brazos son delgados y largos, sus espinas con pequeñas del mismo color de sus brazos las cuales son muy pegadas a los brazos, su disco central de vista aboral es blanco con una forma pentagonal muy marcada con cierto relieve en su centro.

**8.1.2. Registro de especies encontradas en cada zona de estudio**

<b>Zona A – Ballenita</b>	<b>Zona B – Salinas</b>
<p data-bbox="438 831 699 869"><i>Ophiocomina nigra</i></p> 	<p data-bbox="962 831 1238 869"><i>Ophiocoma aethiops</i></p> 
<p data-bbox="432 1261 708 1299"><i>Ophiocoma aethiops</i></p> 	<p data-bbox="957 1261 1243 1299"><i>Ophiocoma alexandri</i></p> 
<p data-bbox="424 1630 716 1668"><i>Ophiocoma alexandri</i></p> 	

<p><b><i>Ophiocoma Aethiops</i> (Morfotipo I)</b></p> 	
---	--

**Tabla 4** Especies encontradas en las Zonas A y B.

### **7.3. Análisis de Diversidad y abundancia de las especies de la clase**

#### **Ophiuroidea en la zonas intermareal rocosa de Ballenita y Salinas**

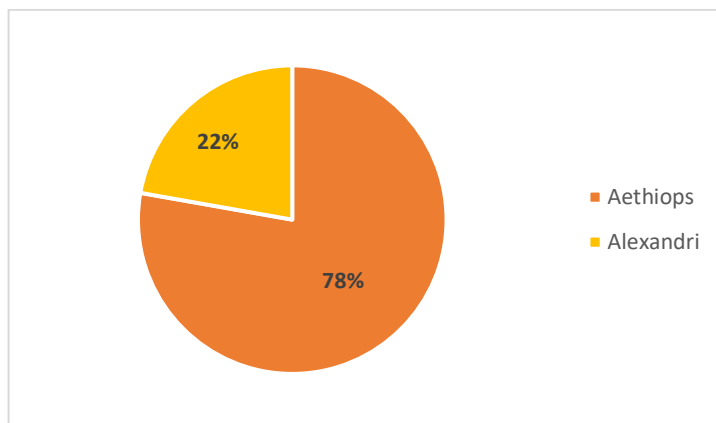
#### **7.3.4. Abundancia relativa de las zonas Supra mareal – meso mareal e Infra mareal en la zona de Ballenita**

##### 7.3.4.1.Zona A - Ballenita

En la figura 12, se representa la abundancia relativa de la zona intermareal rocosa de Ballenita en la parte supra mareal donde se muestra que la especie *Ophiocoma aethiops* predomina con un 78% y después le sigue la especie *Ophiocoma alexandri* con un 22%.

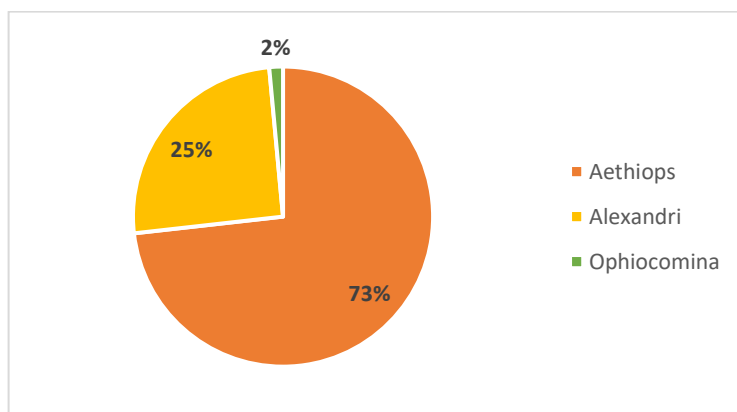
En la zona supra mareal se observó que diferencia de las otras partes de la zona rocosa existe una mayor abundancia relativa de la especie *O. aethiops*.





**Figura 11** Abundancia Relativa de la zona supra mareal de Ballenita.

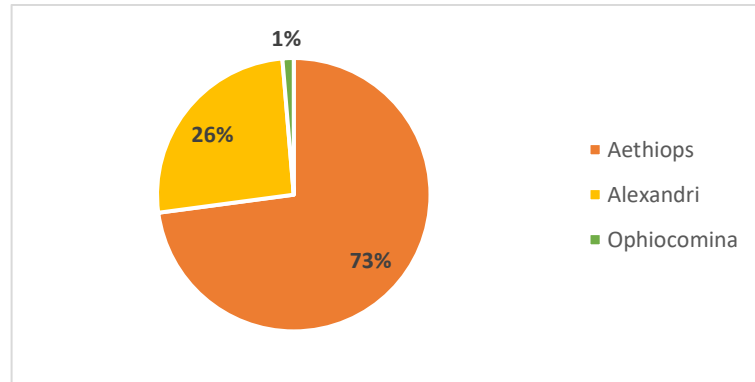
En la zona meso mareal se registraron 3 especies de la clase Ophiuroidea donde la especie *Ophiocomo aethiops* tuvo 73% de las cuales se encontraron morfotipos de esa especie las cuales fueron contabilizadas en ese mismo número de individuos, con relación a la especies *Ophiocomo alexandri* tuvieron 25% y de la especies *Ophiocomina nigra* un 2% en toda la parte meso mareal de Ballenita. .



**Figura 12** Abundancia relativa de la parte meso mareal de Ballenita.

En esta figura 14 se muestra la zona infra mareal de la playa de Ballenita, donde se describe 3 especies de la clase Ophiuroidea. Los porcentajes de

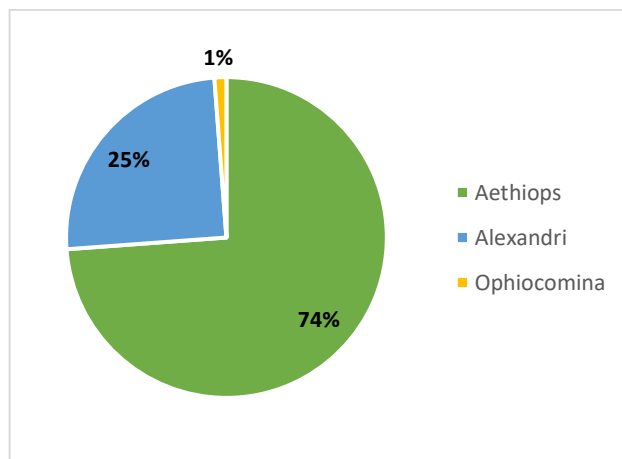
abundancia se describen en *Ophiocoma aethiops* con un 73%, mientras que para la *Ophiocoma Alexandri* un 26% y por último la especie *Ophiocomina nigra* con tan solo el 1%.



**Figura 13** Abundancia relativa de la parte infra mareal de Ballenita.

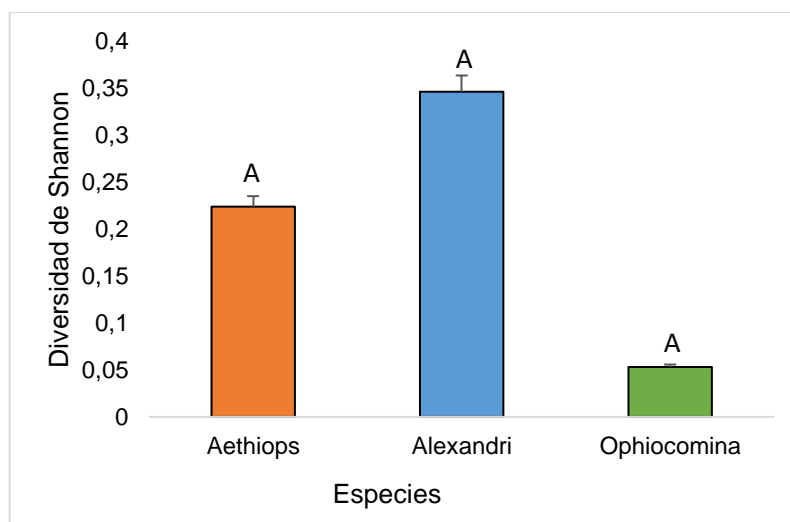
#### 7.3.4.2. Abundancia Relativa por especie del área de estudio

Se realizó una abundancia relativa total del todo el área de estudio y como se muestra en la Figura 15 se obtuvo un 74% para la especie *Ophiocoma aethiops*, 25% para *O. alexandri* y el 1% para *Ophiocomina nigra* teniendo una menor abundancia a comparación de las otras especies que se encontraron en esa zona.



**Figura 14** Abundancia Relativa por especie.

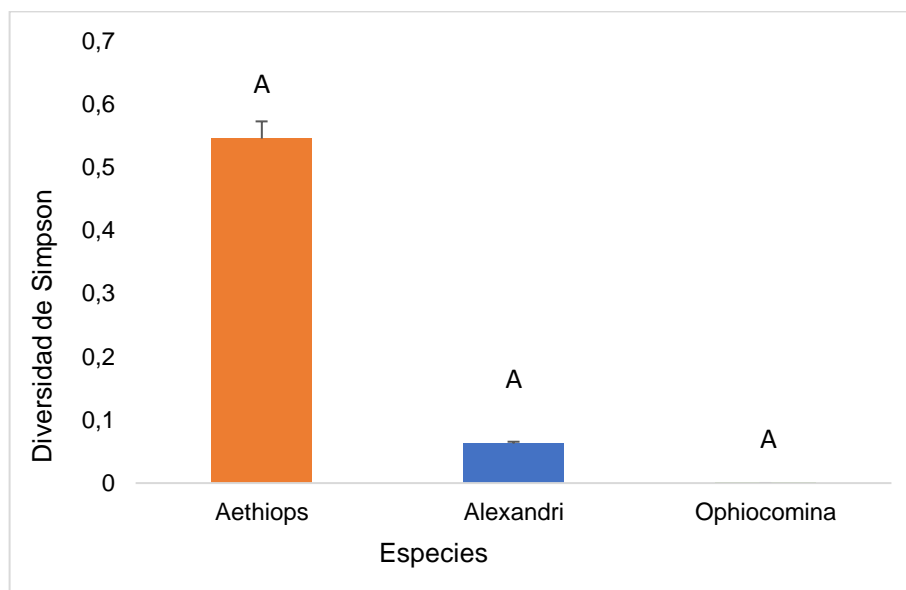
### 7.3.4.3. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener



**Figura 15** Índices de Shannon en la zona de Ballenita.

Con el índice de Shannon nos ayuda a determinar la riqueza de las especies obtenidas en los muestreos, y como se muestra en la Figura 16 la especie que tuvo una mayor riqueza fue la especie *Ophiocoma alexandri* en la zona A - Ballenita.

#### 7.3.4.4. Índice que Simpson



**Figura 16** Índice de Simpson en la zona de Ballenita.

El índice de Simpson se realizó para conocer la dominancia de los individuos obtenidos en los muestreos resultando dominante la especie *Ophiocoma aethiops* en la zona A – Ballenita lo que indica que en esta zona se encuentra con mayor facilidad esta especie, mientras que la especie *Ophiocomina nigra* no muestra una dominancia alta a comparación de la primera especie.

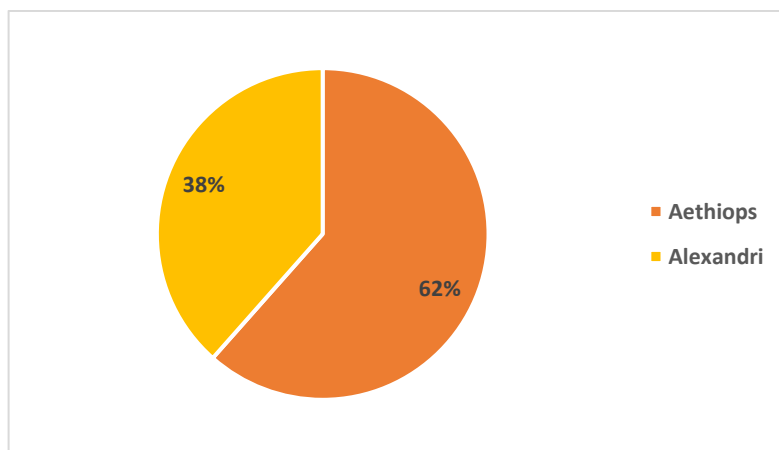
#### **Comparación entre los índices de Simpson y Shannon – Weiner en Ballenita.**

Mediante las pruebas de Tukey y Levene's utilizados para la comprobación de los índices se determinó que tiene una normalidad y homocedasticidad de datos la cual se corroboró con la utilización de la prueba paramétrica de ANOVA de una vía con el test posterior de Tukey lo que nos indica que no existe diferencias significativas.

### 7.3.5. Abundancia relativa de las zonas Supra mareal – meso mareal e Infra mareal en la zona de Salinas.

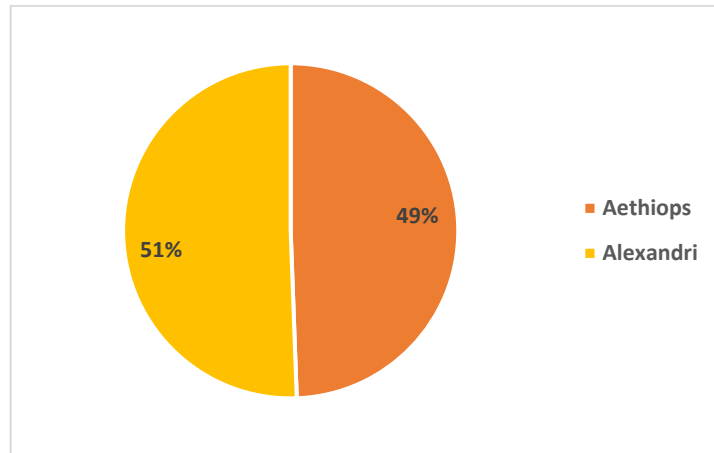
#### 7.3.5.1. Zona B – Salinas

En la Figura 18 nos muestra la abundancia relativa de la parte supra mareal de la zona rocosa de playa de Salinas, teniendo 62% de la especie *Ophiocoma aethiops* y 38% de la especies *Ophiocoma alexandri*.



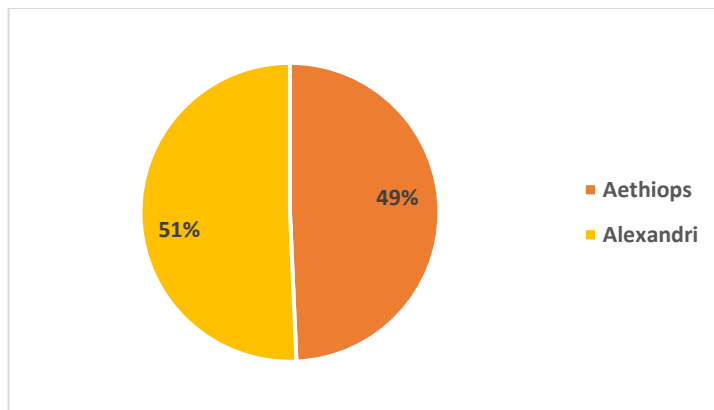
**Figura 17** Abundancia relativa en la parte supra mareal de Salinas.

Siguiendo con la parte meso mareal se muestra la abundancia relativa donde la especie *Ophiocoma aethiops* tiene un valor de 49% mientras la especies *Ophiocoma alexandrin* tiene un valor de 51%.



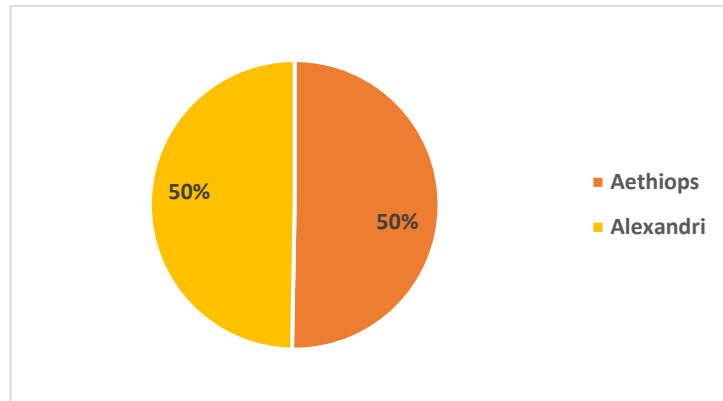
**Figura 18** Abundancia relativa de la parte meso mareal de Salinas.

En la zona infra mareal se registraron valores de 49% de la especies *Ophiocoma aethiops* y 51% de la especie *Ophiocoma alexandri*, se tiene que tomar en cuenta que los valores en las dos partes de la zona intermareal rocosa en Salinas son similares.



**Figura 19** Abundancia relativa en la parte infra mareal de Salinas.

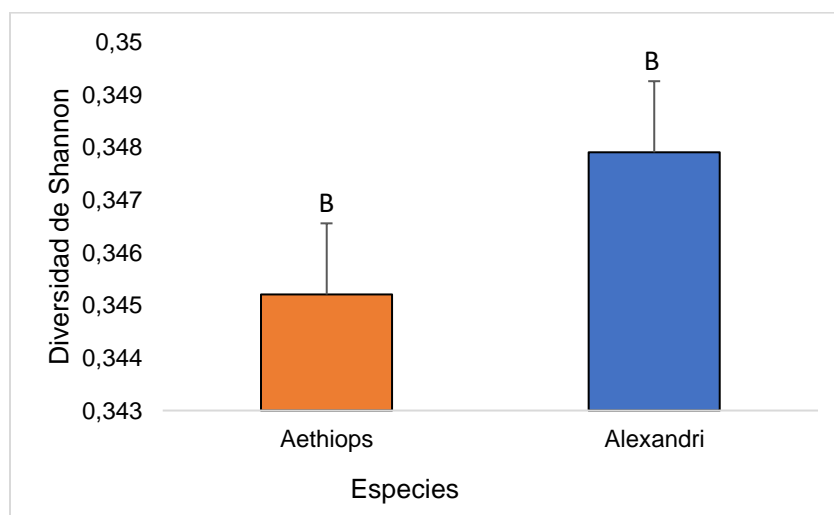
En la Figura 21 se muestra la abundancia relativa total de la zona intermareal rocosa de Salinas y nos indica que tanto la especie *Ophiocoma Aethiops* como *Ophiocoma Alexandri* tienen valores del 50%.



**Figura 20** Abundancia relativa total de la zona intermareal rocosa de Salinas.

### 7.3.5.2. Índice de Shannon-Wiener en Salinas

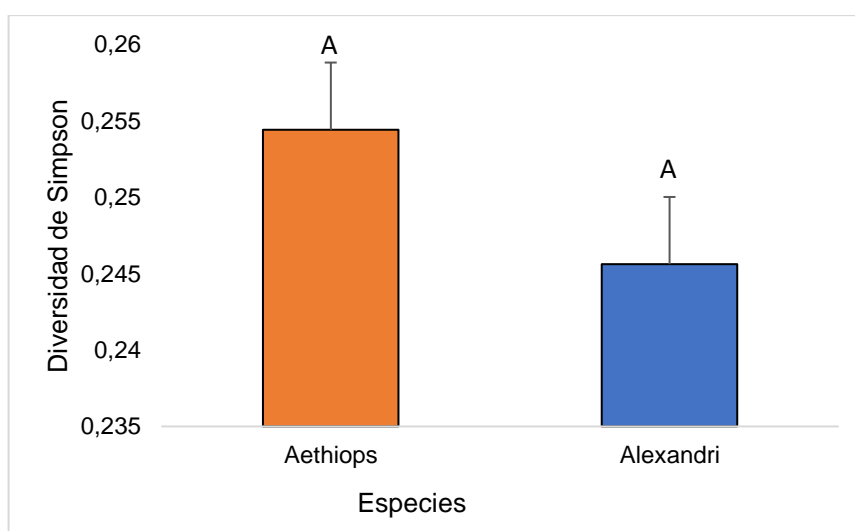
Mediante este índice de diversidad de Shannon en la zona B – Salinas, nos da como resultado que la especie *Ophiocoma aethios* tiene una menor riqueza específica y se considera que la dominancia en cuanto a la distribución y riqueza de especies se da en la especie *Ophiocoma alexandri*.



**Figura 21** Índice de Shannon en la zona de Ballenita.

### 7.3.5.3. Índice de Simpson en Salinas

Mediante el uso del índice de Simpson para la dominancia se observa que *Ophiocoma aethiops* es la especie con mayor predominancia, mientras que con la especie *Ophiocoma alexandri*. Los valores son menores por eso se puede determinar que tiene menos dominancia en la zona intermareal rocosa de Salinas.



**Figura 22** Índice de Simpson en la zona de Salinas.

### Comparación entre índices de Simpson y Shannon-Wiener en Salinas

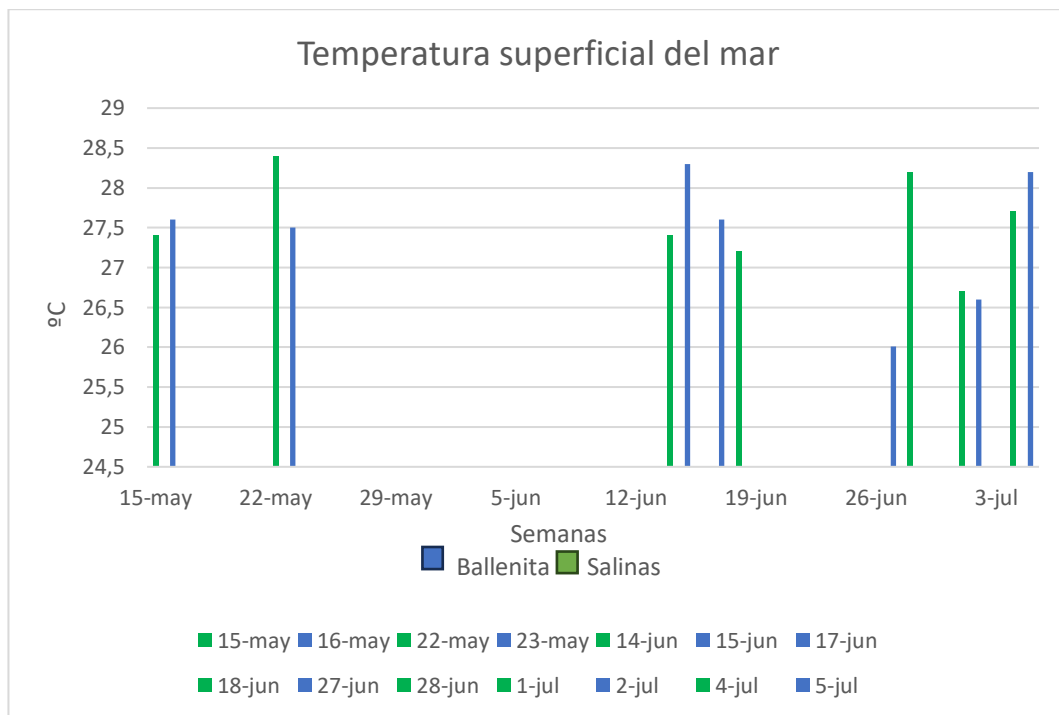
Mediante esta varianza se determina la normalidad y homocedasticidad de datos en la zona de Salinas, determinando una normalidad y homocedasticidad de datos con las pruebas de Tukey y Levene's y mediante la prueba de ANOVA de una vía se corrobora que si existe diferencias significativas entre los índices estudiados en la zona B – Salinas.



## 7.4. Variables físico – químicas

### 7.4.4. Temperatura

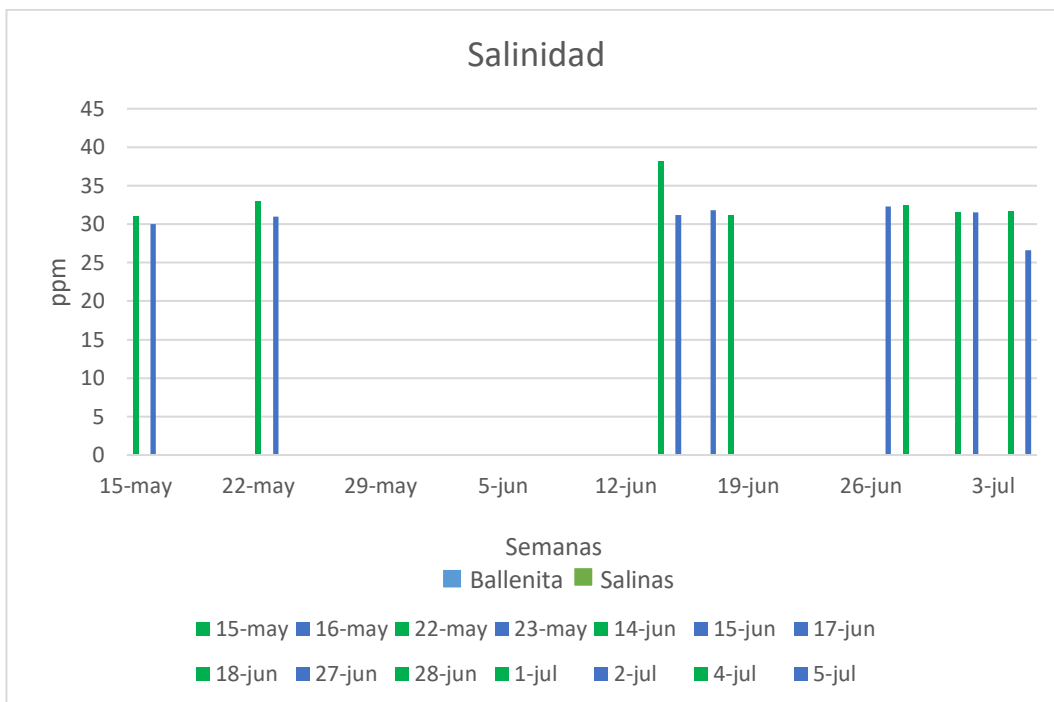
Se registro la temperatura del agua en la zona intermareal rocoso de Ballenita y Salinas. oscilando en temperaturas desde 26°C, siendo su temperatura más baja y 28,6 su temperatura más alta, tanto en Ballenita como en Salinas.



**Figura 23** Temperaturas de Ballenita y Salinas

### 7.4.5. Salinidad

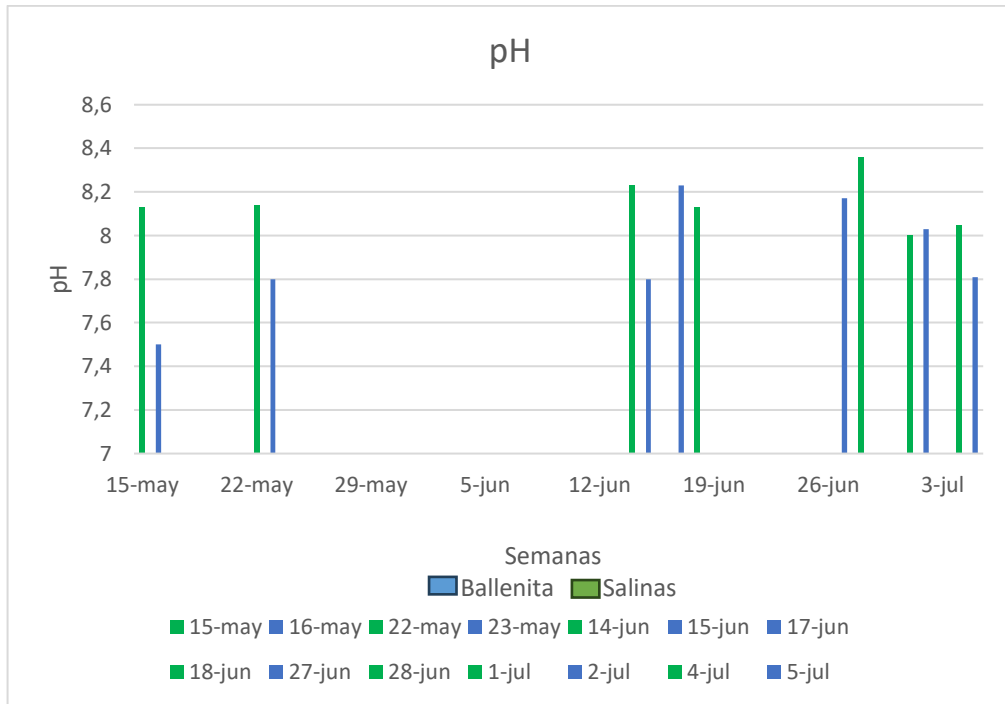
La salinidad se tomó en la zona intermareal rocoso de Ballenita y Salinas teniendo rangos constantes entre 30 a 32 ppm, sin embargo encontró un valor bajo de 26,6 ppm en Ballenita y un valor de 38,1 ppm en salinas siendo esos los únicos datos no constantes en los muestreos.



**Figura 24** Salinidad en Ballenita y Salinas

### 8.2.3. pH

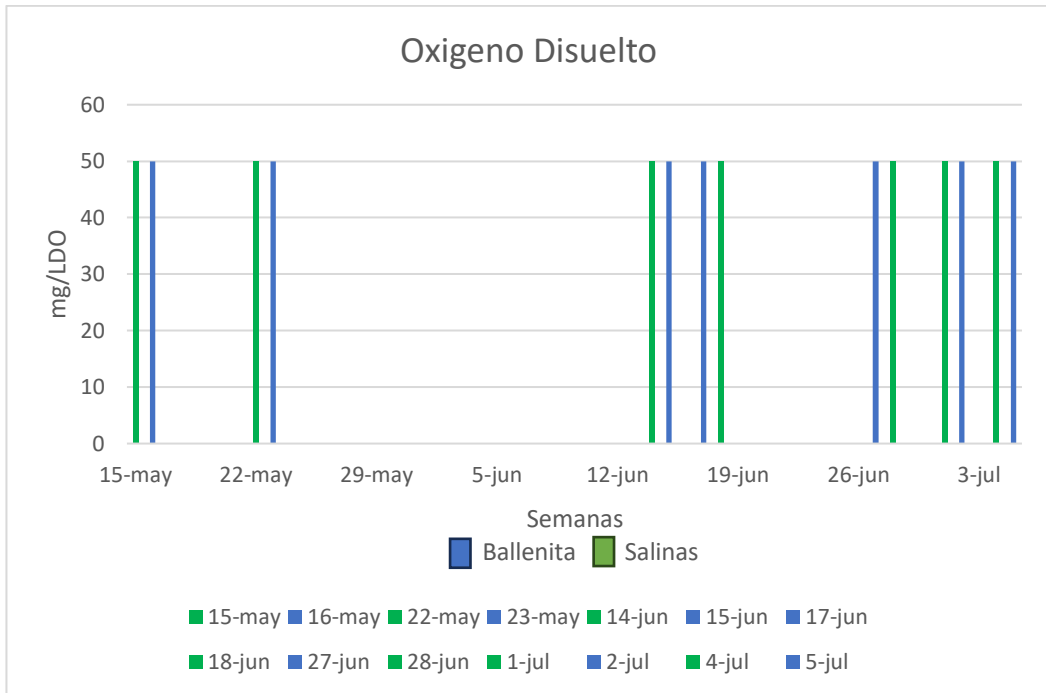
El registro de pH en la zona rocosa de Ballenita se registraron valor entre 7 a 8 siendo valores no elevados y considerándose un poco alcalino, mientras que en Salinas todo los valores registrados tienen un rango de 8 no muy lejano al rango del pH por eso se puede denominar poco alcalino.



**Figura 25** pH de Ballenita y Salinas

#### 8.2.4. Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto en las zonas rocoso intermareal por el constante movimientos y choque de las olas con las rocas generan un intercambio elevando de oxígeno sin embargo los datos en este parámetros tienen un valor constante de 50,00 mg/LDO en todos los días de muestreo tanto en Ballenita como en Salinas y se desconoce si es valor es por un error de calibración, por el equipo descompuesto o una falla al tomar los datos.



**Figura 26** Oxígeno Disuelto de Ballenita y Salinas.

## 8. DISCUSIÓN

En varias investigación realizadas en partes de Latinoamérica como (Laguarda, Solis, Garcia, & Vasquez, 2020) nos describió una diversidad de especies de la clase Ophiuroidea, alrededor de 2755 ejemplares de la clase Ophiuroidea donde se clasificaron en 18 familias, 28 géneros y 43 especies solo en el golfo de México, mientras que autores como (Trujillo & Vallejo, 2006) determinan esta abundancias y diversidad de especies como resultados insuficientes como para ser publicados, lo que hace referencia que muchas de las investigaciones se muestra una variabilidad en sus diversidades, sin embargo aquí en el Ecuador a pesar de tener climas parecidos con países de América Central no se encuentra tal diversidad porque solo se han registrado de 5 a 6 especies ofiuras en todo la costa ecuatoriana y en la provincia de Santa Elena en la presente investigación solo se registraron 3 especies de Ofiuras con dos de ellos con morfotipos.

En tesis realizadas en el Ecuador sobre equinodermos de (BONILLA, 2022) hacen referencias a la clase Ophiuroidea además de la clase Asteroidea, Echinoidea, Holoturoidea y Concentricycloidea sobre su diversidad, abundancia y estructura comunitaria de todo el Phylum Echinodermata donde solo se mencionan dos especies de Ofiuras que se encuentran en la provincia de Santa Elena, mientras que en esta investigación que abarca solo a la clase ophiuroiea se pudo identificar 3 especies y un morfotipo en la Provincia, mientras que en diferentes investigaciones realizadas solo se pueden encontrar 2 especies de la clase Ophiuroidea y no tiene la

misma relevancia o descripción como otros ordenes o especies que se encuentran en la zona intermareal rocosa.

Esta variabilidad con respecto a la diversidad de especies de la clase Ophiuroidea se pudo determinar por varias problemáticas que rodea el sitio de estudio como lo determino (Nisperuza, 2021), donde detalló que el cambio climático, el turismo, la contaminación por basura, hidrocarburos entre otros pueden afectar la distribución geográfica y demográfica de varias especies, sin dejar de lado que en la actualidad se está pasando por el Fenómeno de El Niño que también causó cambios drásticos en muchos ambientes y ecosistemas en el país.

Según (Serrato, Pérez, & Sanchez, 2011) quienes han estudiado a los Equinodermos de las costas colombianas factores como la alimentación también pueden hacer que la diversidad de especies cambie en relación a los lugares, para determinar o realizar un registro más exacto sobre la diversidad y abundancia de especies de Ofiuras es necesario investigar en todas las profundidades donde se encuentren este tipo de especies, en varias investigaciones realizadas en México, Colombia y Argentina su punto de inicio fue la zona rocosa de los golfos o playas de sus ciudades y después se extendieron más para corroborar la existencia de más especies que se puedan registran en cada uno de sus países.

En los presentes estudios realizados en las costas peninsulares autores como (MALAVÉ, 2015) detalla solo 2 especies de ophiuroideos como máximo de especies de esta clase, mientras que estudios de (Vaca, Bonilla, & Caiza, 2022) los

cuales fueron realizados 7 años después de igual manera solo determinan 2 especies de esta clase por motivo que dé que se estudian los equinodermos en forma superficial sin darle el estudio correcto a ninguna de las clases de los equinodermos y dejando de lado especies con poca abundancia pero igual de importante que las especies como *Ophiocoma aethiops* y *Ophiocoma alexandri*.

## 9. CONCLUSIONES

En base a los análisis realizados en esta investigación sobre especies de la clase Ophiuroidea se identificaron morfológicamente 3 especies encontradas en las zonas de estudios, las cuales mediante guías y trabajos se lograron identificar, las especies que fueron descritas son: *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocoma alexandri* y *Ophiocomina nigra*. Donde se describió un morfotipo de *Ophiocoma aethiops* y *Ophiocoma alexandri*.

Se concluyó que en Ballenita la especie con mayor abundancia es la *O. alexandri* mientras que la especie con mayor índice de diversidad es la *O. aethiops*, mientras que en la zona de Salinas la especie *O. alexandri* porque fue la que se encontró más veces en el sitio de estudio, mientras que la especie *O. aethiops* tiene un mayor índice de diversidad. En la investigación también se determinaron los parámetros físico- químicos, teniendo registro de la temperatura, salinidad, pH, y oxígeno disuelto todos los días correspondiente a los muestreos tanto en Ballenita y Salinas, con relación a los datos recolectados en los muestreos y mediante la observación se pudo determinar que la temperatura y la salinidad a rangos de 28°C y la salinidad a 31 ppm, se observan más especies de ofiuras dependiendo las zonas de estudio sea la zona intermareal rocosa de las de Ballenita o Salinas.

Por lo cual se determinó que si existe una variación en sus parámetros pero no son tan significativos, la diferencia en temperaturas es de un grado, mientras que en la salinidad el rango está entre (26-32) ppm entre las dos zonas de estudio, con el pH sucede lo mismo los datos no sobrepasan el rango determinado (7-8.7) y en



relación al oxígeno disuelto los datos fueron los mismo en cada muestreo siendo 50 mg/LDO el parámetro que resulto.

## 10. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar más las investigaciones sobre los equinodermos y en especial sobre las ofiuras, generando investigaciones en zonas profundas de las costas al igual que en las zonas rocosas de toda la costa Ecuatoriana.

Es recomendable realizar estudios de dominancia de las especies de Ofiuras, también investigar sobre aspectos biológico, comportamientos, locomoción entre otros, generando un amplio estudio sobre estas especies en el Ecuador así se podrá generar una equivalencia investigativa con nuestros vecinos países y generar artículos sobre las ofiuras en el Ecuador y la zona insular.

En base a los muestreos, parámetros físico-químicos se recomienda realizarlos en la noche y con temperaturas de 28°C porque hay se genera mayor visualización, comportamiento y abundancia a comparación de los días en horas tempranas y temperaturas frías, se pueden encontrar pero es más complicada su visualización ya que se esconden con más empeño entre las rocas.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J. J., Chacón-Monge, J. L., Marín, F. A., Pineda-Enríquez, T., Caballero-Ochoa, A. A., Rivera, S. S., & Chaves, R. R. (2017). Equinodermos del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica. *International Journal of tropical Biology and conservation*, 1.
- BONILLA, A. E. (2022). *COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA COMUNITARIA DEL PHYLUM ECHINODERMATA EN LA ZONA ROCOSA INTERMAREAL DE LA PLAYA DE SAN LORENZO –SALINAS, JULIO A OCTUBRE 2021*. Santa Elena: Publicaciones UPSE.
- Brogger, M. (2010). *Crecimiento, reproducción y alimentación del ofiuroideo *Ophioplocus januarii* en las costas de Patagonia, Argentina*. Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires.
- Espinosa, C. I. (Noviembre de 2019). *Medidas de Alpha Diversidad*. Obtenido de <https://ciespinosa.github.io/AlphaDiversidad/index.html>
- Gonzales, C. (22 de Octubre de 2022). *¿Qué son las ofiuras?* Obtenido de mis animales: <https://misanimales.com/que-son-las-ofiuras/>
- Hernández-Herrejón, & Laguarda-Figueras, S.-M. &. (2008). *Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicanas del golfo de Mexico* . Obtenido de Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44920273008>

Laguarda, A. D., Solis, F., Garcia, A., & Vasquez, A. R. (2020 de Septiembre de 2020). *Biodiversidad de ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) del talud de la Península de Yucatán, México*. Obtenido de Scielo:

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v69s1/0034-7744-rbt-69-s1-132.pdf>

Lopez, B. (18 de Diciembre de 2020). *Ophiuroideos: características, hábitat, especies representativas*. Obtenido de Liferder:

<https://www.liferder.com/ofiuroides/>

MALAVÉ, M. A. (2015). “*BIODIVERSIDAD DE LOS EQUINODERMOS EN LOS BAJOS DEL ISLOTE EL PELADO DE LA REMAPE*”. Obtenido de UPSE:

<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2128/UPSE-TBM-2015-013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Menendez, J. L. (11 de Noviembre de 2006). *Los Ophiuroideos*. Obtenido de Asturnatura, biología :

<https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/equinodermos/ofiuras>

Menendez, J. L. (6 de Noviembre de 2006). *Ophiuroideos*. Obtenido de Las Ofiuras:

<https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/equinodermos/ofiuras>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica . (24 de Mayo de 2022).

*MONITOREO DE BIODIVERSIDAD DEL INTERMAREAL ROCOSO Reservas Marinas: El Pelado, Bajo Copé y Cantagallo – Machalilla.*

Obtenido de MAATE:

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

Nisperuza, C. A. (2021). *Efecto del cambio climatico en la distribucion geografica potencial de estrellas quebradizas(ECHINODERMATA: OPHIUROIDEA) en el sul del golfo de Morrosquillo, caribe Colombiano*. Caribe Colombiano: Universidad de cordoba- sue caribe.

Rivera, C. (2014). *Ophiotrichidae*. Obtenido de Guia de Equinodermos: <https://copro.com.ar/Ophiotrichidae.html>

Salazar, M., Vallejo, F., & Salazar, F. (2019). *Inventarios e índices de diversidad agrícola en fincas campesinas de dos municipios del Valle del Cauca, Colombia*. Valle del Cauca : Signatoryof DORA.

Serrato, M. B., Pérez, G. H., & Sanchez, C. M. (2011). *Equinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea*. Santa Marta: Instituto de investigaciones Marinas y Costeras "Jose Benito Vives de Andrés" .

Trujillo, L., & Vallejo, G. (2006). Echinodermos (Echinodermata) de la coleccion de referencia de bentos costeros de ECOSUR. *Universidad y ciencia*, 5-6.

Vaca, A. G., Bonilla, A. E., & Caiza, C. A. (2022). *Composición y estructura comunitaria delPhylumEchinodermataen la zona rocosa intermareal de SanLorenzo-Salinas, Ecuador*. Obtenido de UPSE: <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/670/5>

Valdepeña, A. R. (8 de Marzo de 2022). *Equinodermos* . Obtenido de Portal

Comunicacion Veracruzana :

<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1641-equinodermos>

Varela-Sánchez, A., Templado, J., & Machordom, A. (Septiembre de 2020).

*Aproximación morfológica y molecular al conocimiento de las ofiuras (Echinodermata: Ophiuroidea) en el Parque Nacional Marino Las Baulas (Pacífico Norte, Costa Rica)*. Obtenido de Scielo:

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442020000300803&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442020000300803&script=sci_arttext)

Wakita, & Hitoshi. (2022). *Un modelo general de locomoción de estrellas frágiles*

*con un número variable de brazos*. Obtenido de The ophiuroids

(Echinodermata) recorded from the Hiroshima Prefecture, Japan:

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/aquaticanimals/2023/0/2023\\_AA2023-6/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/aquaticanimals/2023/0/2023_AA2023-6/_pdf/-char/en)

## 12. ANEXOS 1: TABLAS

Se anexan tablas de los parámetros físico – químicos con los datos obtenidos en los muestreos realizados en la zona intermareal rocosa de Ballenita y Salinas.

### Temperatura

Ballenita				Salinas		
Muestreos	Fechas	Hora	temperatura	fechas	Hora	Temperatura
1	16/may	19:49	27,4 °c	15/may	17:56	27,6 °c
2	23/may	23:53	27,5 °c	22/may	11:48	28,4 °c
3	15/jun	20:18	27,4 °c	14/jun	18:57	28,3 °c
4	17/jun	7:58	27,6 °c	18/jun	10:05	27,2 °c
5	28/jun	18:34	28,2 °c	27/jun	15:58	26,01 °c
6	2/jul	21:31	26,6 °c	1/jul	6:24	26,7 °c
7	5/jul	23:53	28,2 °c	4/jul	10:14	27,7 °c

*Tabla 5 registro de Temperaturas x día en Ballenita y Salinas.*

## Salinidad

Ballenita				Salinas		
Muestreos	Fechas	Hora	Salinidad	fechas	Hora	Salinidad
1	16/may	19:49	30 ppm	15/may	17:56	31,01 ppm
2	23/may	23:53	31 ppm	22/may	11:48	33 ppm
3	15/jun	20:18	31,2 ppm	14/jun	18:57	38,2 ppm
4	17/jun	7:58	31,8 ppm	18/jun	10:05	31,2 ppm
5	28/jun	18:34	32,4 ppm	27/jun	15:58	32,33 ppm
6	2/jul	21:31	31,5 ppm	1/jul	6:24	31,5 ppm
7	5/jul	23:53	26,6 ppm	4/jul	10:14	31.61 ppm

*Tabla 6 Datos registrados de Salinidad x día en Ballenita y Salinas.*

## pH

Ballenita				Salinas		
Muestreos	Fechas	Hora	pH	fechas	Hora	pH
1	16/may	19:49	7,5	15/may	17:56	8,13
2	23/may	23:53	7,8	22/may	11:48	8,14
3	15/jun	20:18	7,8	14/jun	18:57	8,23
4	17/jun	7:58	8,23	18/jun	10:05	8,13
5	28/jun	18:34	8,36	27/jun	15:58	8,17
6	2/jul	21:31	8,03	1/jul	6:24	8,00
7	5/jul	23:53	7,81	4/jul	10:14	8,05

*Tabla 7 Datos registrados de pH x día en Ballenita y Salinas.*



## Oxígeno disuelto

Ballenita				Salinas		
Muestreos	fechas	Hora	O. disuelto	fechas	Hora	O. disuelto
1	16/may	19:49	50.00mg/LDO	15/may	17:56	50.00mg/LDO
2	23/may	23:53	50.00mg/LDO	22/may	11:48	50.00mg/LDO
3	15/jun	20:18	50.00mg/LDO	14/jun	18:57	50.00mg/LDO
4	17/jun	7:58	50.00mg/LDO	18/jun	10:05	50.00mg/LDO
5	28/jun	18:34	50.00mg/LDO	27/jun	15:58	50.00mg/LDO
6	2/jul	21:31	50.00mg/LDO	1/jul	6:24	50.00mg/LDO
7	5/jul	23:53	50.00mg/LDO	4/jul	10:14	50.00mg/LDO

*Tabla 8 Datos registrados del Oxígeno disuelto x día en Ballenita y Salinas*

## ANEXOS 2: Fotografías



**Figura 27** Muestras de las diferentes especies identificadas. *O aethiops*,  
*Ophiocoma nigra* y *O. alexandri*



**Figura 28** Selección e identificación de las muestras.



*Figura 29 Toma de parámetros Físico - Químicos en la zona de Ballenita.*



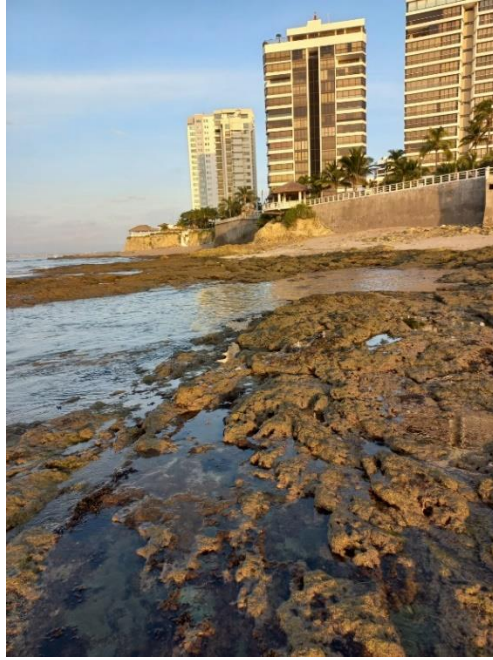
*Figura 30 Muestreo nocturno en la zona de Ballenita.*



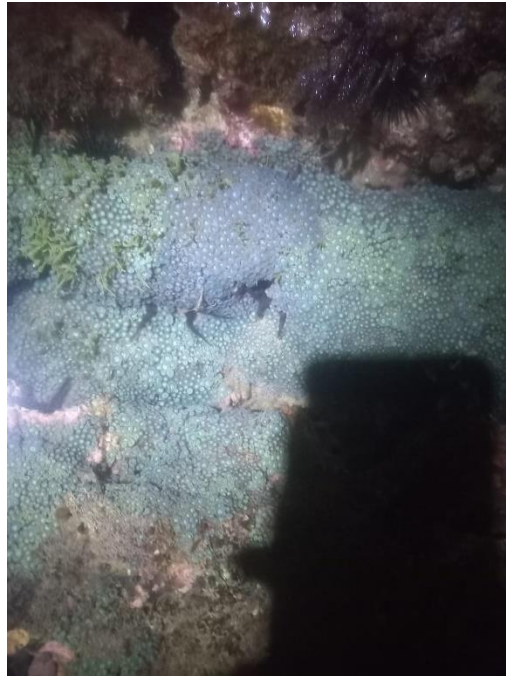
*Figura 31* Uso del cuadrante para datos de diversidad y abundancia.



*Figura 32* Zona Intermareal rocoso de Ballenita.



*Figura 33 Zona Intermareal rocosa de Salinas.*



*Figura 34 Ophiocoma aethiops debajo de rocas con corales blandos.*



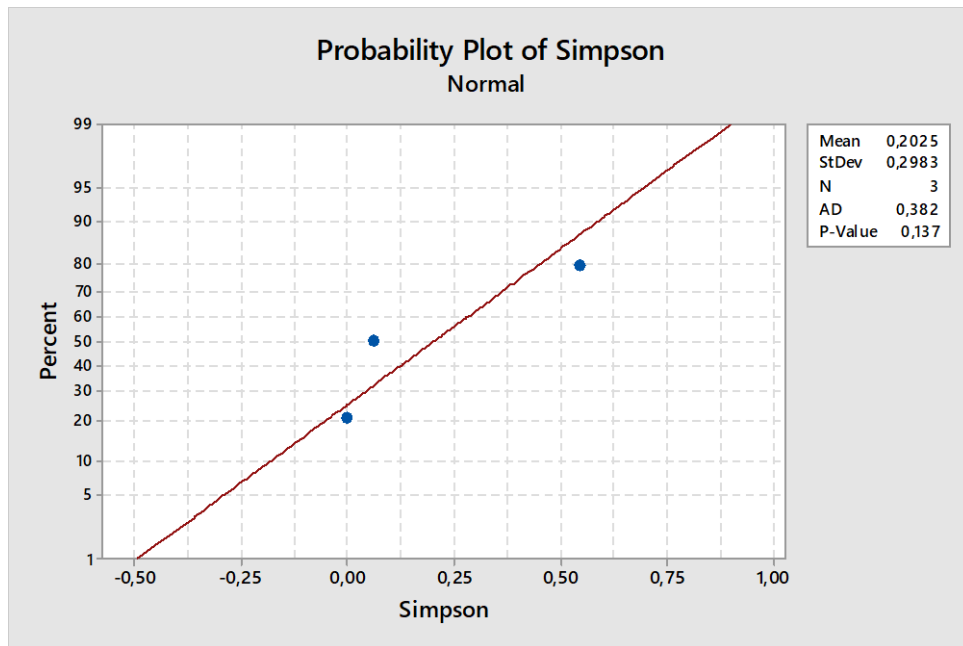


*Figura 35* Especies de ofiuras observadas en muestreos nocturnos.

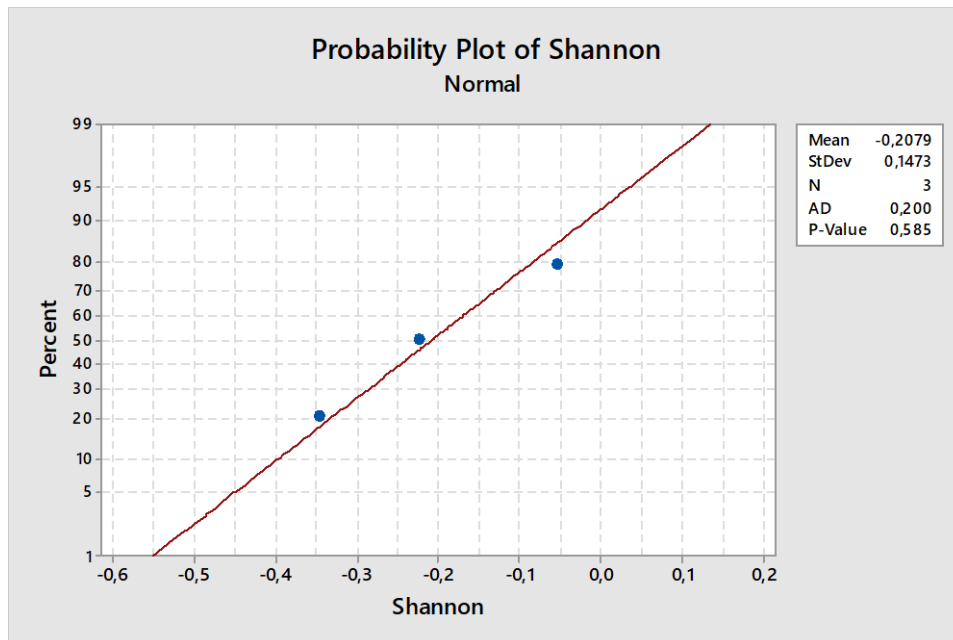


*Figura 36* Ofiuras escondidas en corales blandos en Salinas.

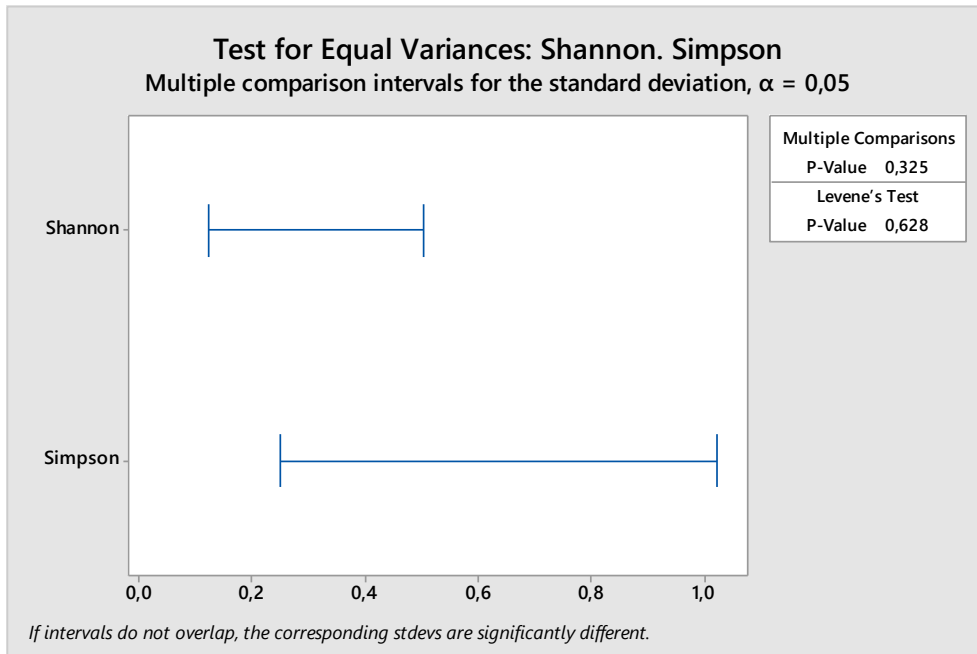
## ANEXOS: Figuras



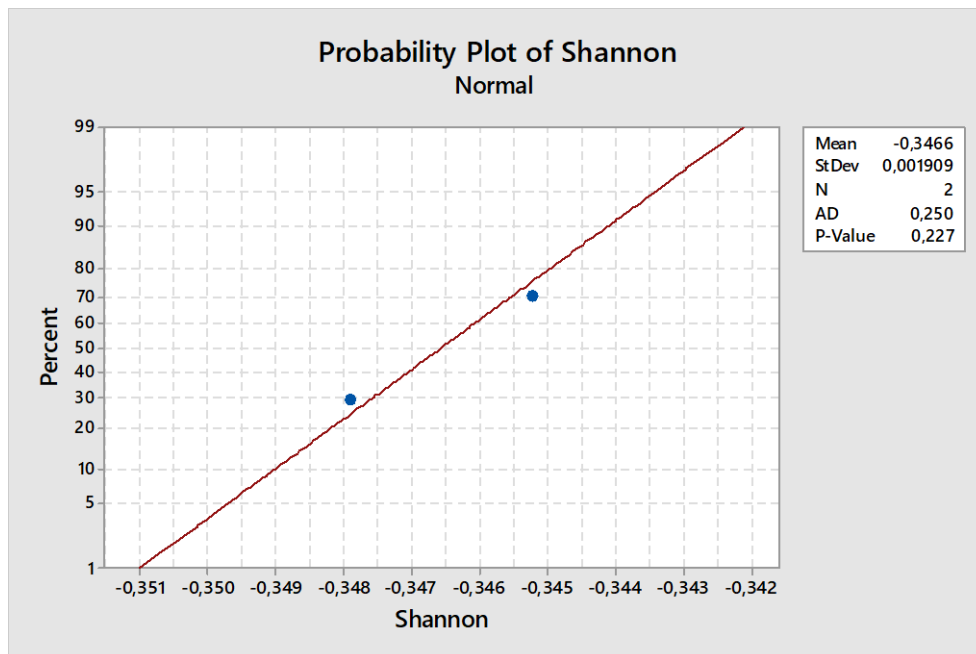
*Figura 37 Grafico de probabilidad de Simpson en Ballenita.*



*Figura 38 Grafico de probabilidad de Shannon - Wiener en Ballenita.*

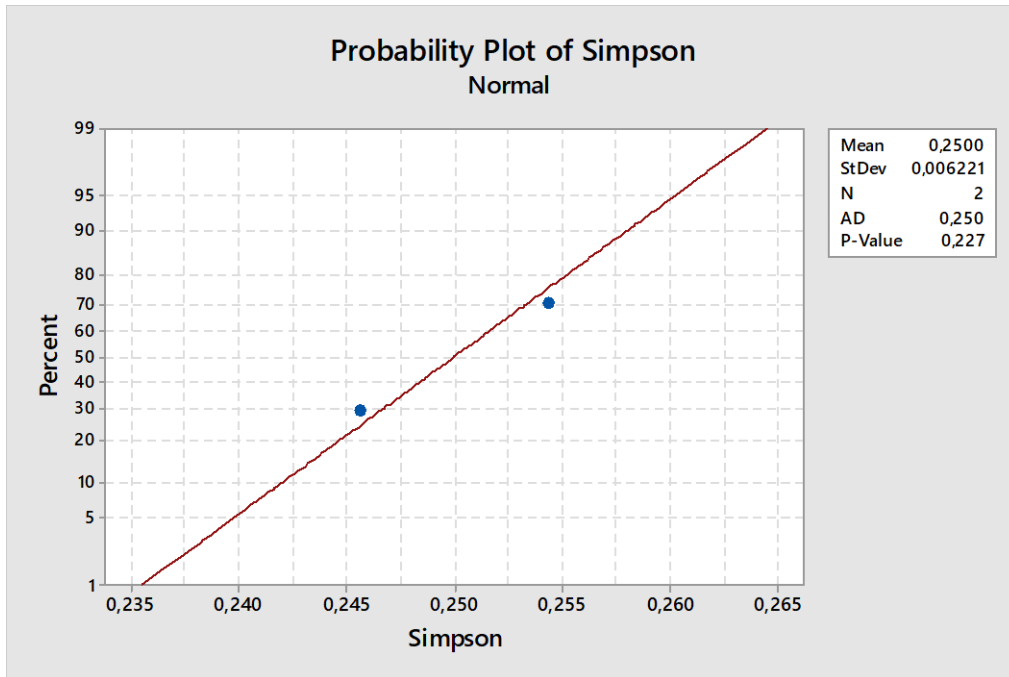


*Figura 39 Prueba de variantes de equilibrio de Shannon y Simpson en Ballenita.*

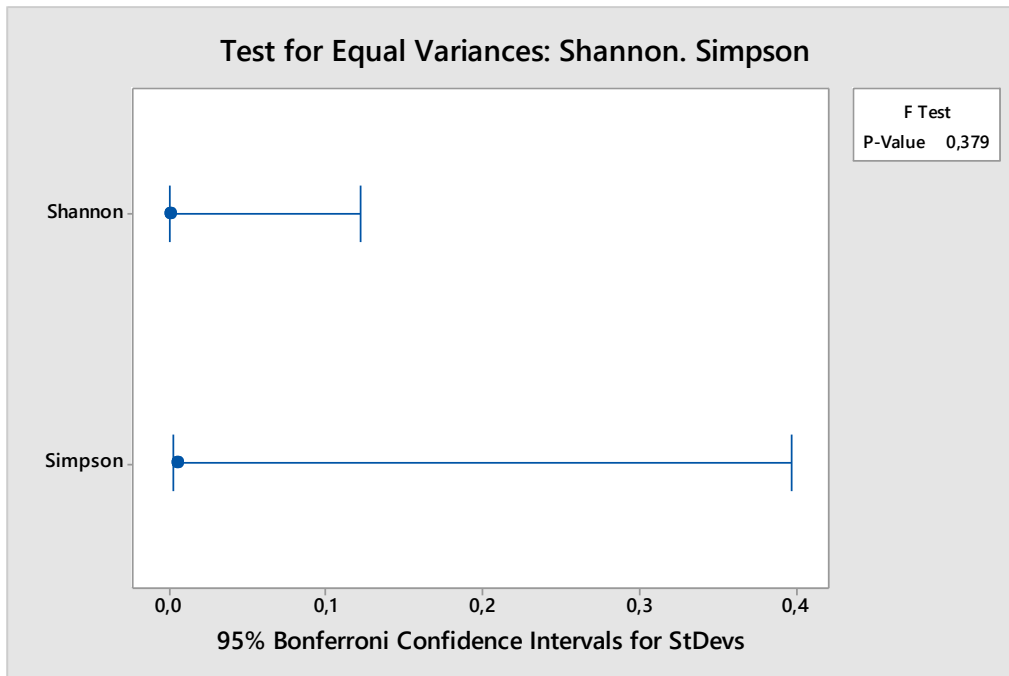


*Figura 40 Grafico de probabilidad de Shannon en Salinas.*





*Figura 41 Grafico de probabilidad de Simpson en Salinas.*



*Figura 42 Prueba de variantes de equilibrio de Shannon y Simpson en Salinas.*

---

## Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Simpson	3	0,203	A
Shannon	3	-0,2079	A

Means that do not share a letter are significantly different.

*Figura 43 Prueba de Tukey zona A - Ballenita*

## Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Factor	N	Mean	Grouping
Simpson	2	0,25002	A
Shannon	2	-0,34655	B

Means that do not share a letter are significantly different.

*Figura 44 Prueba de Tukey Zona B – Salinas*

## Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	1	0,2526	0,25262	4,56	0,099
Error	4	0,2214	0,05535		
Total	5	0,4740			

*Figura 45 Análisis de Varianza de ANOVA zona A – Ballenita*