



**UNIVERSIDAD ESTATAL**

**PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS SIFÓNOFOROS EN TRES  
ESTACIONES FIJAS COSTA AFUERA DE LA PROVINCIA DE SANTA  
ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previo a la obtención del título de**

**BIÓLOGA**

**AUTOR**

**MIRIAM DAYANA BELTRÁN CHIQUITO**

**TUTOR**

**BLGO. CARLOS ANDRADE RUÍZ, MSc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024 - 1**

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

**“ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS SIFONÓFOROS  
EN TRES ESTACIONES FIJAS COSTA AFUERA DE LA  
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del título de:

**BIÓLOGA**

**AUTOR**

**MIRIAM DAYANA BELTRÁN CHIQUITO**

**TUTOR**

**BLGO. CARLOS ANDRADE RUÍZ, MSc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024-1**

## **DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR**

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS SIFONÓFOROS EN TRES ESTACIONES FIJAS COSTA AFUERA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, elaborado por **BELTRÁN CHIQUITO MIRIAM DAYANA**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente

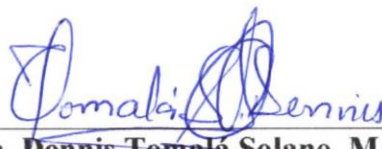


**Blgo. Carlos Andrade Ruíz, M.Sc.**  
**DOCENTE TUTOR**  
**C.I. 0910798750**

## **DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA**

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS SIFONÓFOROS EN TRES ESTACIONES FIJAS COSTA AFUERA DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, elaborado por **BELTRÁN CHIQUITO MIRIAM DAYANA**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



---

**Blga. Dennis Tomala Solano, M.Sc.**  
**DOCENTE DE ÁREA**  
**C.I. 0922584982**

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de integración curricular se la dedico de manera especial a las personas y seres queridos que han estado conmigo durante el proceso de mi carrera universitaria, brindándome siempre su amor y apoyo incondicional. Además, de sus grandes enseñanzas que han sido de gran aporte para mi crecimiento personal. A Dios, por darme la vida, la fuerza y la fortaleza para seguir adelante, ante las dificultades que se han presentado durante mi carrera, concediéndome siempre la sabiduría para enfrentar cada una de ellas.

A mis padres Miriam Chiquito y Galo Beltrán por la dedicación y el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi etapa académica, siendo mi motivo principal para seguir adelante, por ser mi ejemplo de perseverancia y lucha, motivándome a no rendirme nunca hasta cumplir mis objetivos, porque al final de cada sacrificio siempre habrá una gran recompensa.

A mis hermanos por darme la mano en mis momentos difíciles y ser quienes me enseñaron el valor de la hermandad, y que a pesar de todo siempre estaremos para apoyarnos mutuamente. Dedicado también para mis sobrinos, quienes se han convertido en una parte importante de mi vida, que con solo una sonrisa u ocurrencia me han recordado el valor de la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por su guía incondicional durante toda mi vida, brindándome su amor y gracia para enfrentar los momentos de dificultad.

A las autoridades y personal de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, especialmente a la Facultad Ciencias del Mar, por liderar el proceso de formación profesional.

Al Blgo. Carlos Andrade Ruiz M.Sc., por la paciencia y el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación. Además, de su orientación y conocimientos valiosos que me ayudaron a obtener resultados claves en mi trabajo.

A mi padre Galo Beltrán, por el apoyo económico que me ha brindado siempre y del cual estaré agradecida eternamente, ya que fue una parte importante para la obtención de mi título universitario. A mi madre Miriam Chiquito, por los consejos que me brindó y que me ayudaron a motivarme para seguir adelante, y por enseñarme que puedo ser capaz de lograr grandes cosas. A mis hermanos, sobrinos y familiares por su apoyo moral que fueron importante en mi día a día, y por sus enseñanzas de las cuales aprendí y llevaré para toda la vida.

A mis amigos y compañeros de la universidad, con quienes compartí momentos de diversión y alegría durante nuestra trayectoria universitaria.

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **BELTRÁN CHIQUITO MIRIAM DAYANA** como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el 16 de julio de 2024.

---

**Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.**  
**DIRECTOR DE CARRERA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Blga. Dennis Tomalá Solano, M.Sc.**  
**DOCENTE DE ÁREA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Blgo. Carlos Andrade Ruiz, M.Sc.**  
**DOCENTE TUTOR**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Blgo. Richard Duque Marín, Mgtr.**  
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Lcd. Pascual Roca Silvestre, Mgtr.**  
**SECRETARIO DEL TRIBUNAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y, el patrimonio intelectual de la misma compartido con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

*Miriam Beltrán*

---

**Miriam Dayana Beltrán Chiquito**  
**C.I. 2450008210**

## INDICE DE CONTENIDO

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 1.- RESUMEN .....                            | 1  |
| 2.- INTRODUCCIÓN .....                       | 3  |
| 3.- PROBLEMÁTICA .....                       | 7  |
| 4.- JUSTIFICACIÓN .....                      | 10 |
| 5.- OBJETIVOS .....                          | 12 |
| 5.1.- OBJETIVO GENERAL: .....                | 12 |
| 5.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....           | 12 |
| 6.- HIPÓTESIS .....                          | 12 |
| 7.- MARCO TEÓRICO .....                      | 13 |
| 7.1.- ANTECEDENTES .....                     | 13 |
| 7.2.- GENERALIDADES DEL ZOOPLANCTON .....    | 14 |
| 7.3.- GENERALIDADES DE LOS SIFONÓFOROS ..... | 15 |
| 7.4.- TAXONOMÍA .....                        | 17 |
| 7.5.- ANATOMÍA .....                         | 17 |
| 7.6.- ALIMENTACIÓN .....                     | 19 |
| 7.7.- REPRODUCCIÓN .....                     | 19 |
| 7.8.- DISTRIBUCIÓN .....                     | 20 |
| 7.9.- INDICADORES DE MASAS DE AGUA .....     | 20 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.- MATERIALES Y MÉTODOS .....                                         | 21 |
| 8.1.- ÁREA DE ESTUDIO.....                                             | 21 |
| 8.2.- FASE DE CAMPO.....                                               | 22 |
| 8.3.-FASE DE LABORATORIO .....                                         | 23 |
| 8.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....                                       | 23 |
| 8.4.1- ÍNDICES ECOLÓGICOS .....                                        | 25 |
| 8.4.2.- CLASIFICACIÓN CLÚSTER CON EL ALGORITMO DE<br>BRAY CURTIS ..... | 27 |
| 8.4.3.- ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA .....                     | 27 |
| 8.4.4.- MDS - MULTIDIMENSIONAL SCALING .....                           | 27 |
| 8.4.5.- SIMPER (SIMILARITY PERCENTAGE).....                            | 28 |
| 8.4.6.- ANOSIM .....                                                   | 28 |
| 9.- RESULTADOS .....                                                   | 29 |
| 9.1.- COMPOSICIÓN DE SIFONÓFOROS.....                                  | 29 |
| 9.2.- SIFONÓFOROS A NIVEL SUPERFICIAL .....                            | 29 |
| 9.2.1.-VARIABILIDAD SUPERFICIAL DE SIFONÓFOROS .....                   | 34 |
| 9.3.- SIFONÓFOROS EN LA COLUMNA DE AGUA (0-25m).....                   | 37 |
| 9.3.1.-VARIABILIDAD VERTICAL DE SIFONÓFOROS.....                       | 43 |

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.4.- INTERPRETACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS:<br>SHANNON – WEAVER, SIMPSON Y PIELOU EN LA COMUNIDAD DE<br>SIFONÓFOROS..... | 46 |
| 9.4.1.- SIFONÓFOROS A NIVEL SUPERFICIAL.....                                                                                 | 46 |
| 9.4.2.- SIFONÓFOROS A NIVEL VERTICAL (0-25m) .....                                                                           | 49 |
| 9.5.- RELACIÓN DE LAS ESPECIES DE SIFONÓFOROS CON LAS<br>VARIABLES AMBIENTALES MEDIANTE ANÁLISIS MULTIVARIADO.<br>.....      | 53 |
| 9.5.1- VARIABLES AMBIENTALES.....                                                                                            | 53 |
| 9.6.- SIMILITUD DE BRAY CURTIS ENTRE ESPECIES. ....                                                                          | 58 |
| 9.6.1.- SIFONÓFOROS A NIVEL SUPERFICIAL.....                                                                                 | 58 |
| 9.6.2.-SIFONÓFOROS A NIVEL VERTICAL (0 - 25 m) .....                                                                         | 59 |
| 9.7.-ANÁLISIS DEL ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL,<br>ANOSIM Y SIMPER.....                                                     | 60 |
| 9.8.- ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA.....                                                                              | 63 |
| 10.- DISCUSIONES .....                                                                                                       | 66 |
| 11.- CONCLUSIONES .....                                                                                                      | 69 |
| 12.- RECOMENDACIONES.....                                                                                                    | 70 |
| 13.- BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                                      | 71 |
| ANEXO.....                                                                                                                   | 76 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 1: .....                                                                   | 21        |
| <i>Ubicación del área de las estaciones 1, 2 y 3. ....</i>                        | <i>21</i> |
| Figura 2: .....                                                                   | 31        |
| <i>Distribución superficial de sifonóforos en el mes de marzo. ....</i>           | <i>31</i> |
| Figura 3: .....                                                                   | 32        |
| <i>Distribución superficial de sifonóforos en el mes de abril. ....</i>           | <i>32</i> |
| Figura 4: .....                                                                   | 33        |
| <i>Distribución superficial de sifonóforos en el mes de mayo.....</i>             | <i>33</i> |
| Figura 5: .....                                                                   | 37        |
| <i>Distribución temporal y abundancia de sifonóforos a nivel superficial. ...</i> | <i>37</i> |
| Figura 6: .....                                                                   | 39        |
| <i>Distribución vertical de sifonóforos en el mes de marzo. ....</i>              | <i>39</i> |
| Figura 7: .....                                                                   | 40        |
| <i>Distribución vertical de sifonóforos en el mes de abril. ....</i>              | <i>40</i> |
| Figura 8: .....                                                                   | 42        |
| <i>Distribución vertical de sifonóforos en el mes de mayo. ....</i>               | <i>42</i> |
| Figura 9: .....                                                                   | 45        |
| <i>Distribución temporal y abundancia de sifonóforos a nivel vertical. ....</i>   | <i>45</i> |
| Figura 10: .....                                                                  | 47        |
| <i>Índices ecológicos de los sifonóforos en el mes de marzo. ....</i>             | <i>47</i> |
| Figura 11: .....                                                                  | 48        |
| <i>Índices ecológicos de los sifonóforos en el mes de abril. ....</i>             | <i>48</i> |

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 12: .....                                                                    | 49        |
| <i>Índices ecológicos de los sifonóforos en el mes de mayo.....</i>                 | <i>49</i> |
| Figura 13: .....                                                                    | 50        |
| <i>Índices ecológicos de los sifonóforos a nivel vertical en el mes de marzo</i>    | <i>50</i> |
| Figura 14: .....                                                                    | 51        |
| <i>Índices ecológicos de los sifonóforos a nivel vertical en el mes de abril. .</i> | <i>51</i> |
| Figura 15: .....                                                                    | 52        |
| <i>Índices ecológicos de los sifonóforos a nivel vertical en el mes de mayo..</i>   | <i>52</i> |
| Figura 16: .....                                                                    | 53        |
| <i>Valores de temperatura registrados durante los monitoreos.....</i>               | <i>53</i> |
| Figura 17: .....                                                                    | 54        |
| <i>Valores de salinidad registrados durante los monitoreos.....</i>                 | <i>54</i> |
| Figura 18: .....                                                                    | 55        |
| <i>Valores de oxígeno disuelto registrados durante los monitoreos. ....</i>         | <i>55</i> |
| Figura 19: .....                                                                    | 55        |
| <i>Valores de pH registrados durante los monitoreos. ....</i>                       | <i>55</i> |
| Figura 20: .....                                                                    | 56        |
| <i>Valores de turbidez registrados durante los monitoreos. ....</i>                 | <i>56</i> |
| Figura 21: .....                                                                    | 57        |
| <i>Valores de nitritos registrados durante los monitoreos. ....</i>                 | <i>57</i> |
| Figura 22: .....                                                                    | 57        |
| <i>Valores de nitratos registrados durante los monitoreos. ....</i>                 | <i>57</i> |
| Figura 23: .....                                                                    | 58        |

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Valores de fosfato registrados durante los monitoreos.</i>                                                               | 58 |
| Figura 24:                                                                                                                  | 59 |
| <i>Dendrograma basado en la similitud de Bray – Curtis entre abundancia de especies de sifonóforos a nivel superficial.</i> | 59 |
| Figura 25:                                                                                                                  | 60 |
| <i>Dendrograma basado en la similitud de Bray – Curtis entre abundancia de especies de sifonóforos a nivel vertical.</i>    | 60 |
| Figura 26:                                                                                                                  | 61 |
| <i>Ordenación zonal de la abundancia de sifonóforos en las estaciones fijas, A) nivel superficial y B) nivel vertical.</i>  | 61 |
| Figura 27:                                                                                                                  | 64 |
| <i>Análisis de correspondencia canónica.</i>                                                                                | 64 |
| Figura 28:                                                                                                                  | 65 |
| <i>Análisis de correspondencia canónica a nivel vertical.</i>                                                               | 65 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1:</b> .....                                                                                                                       | 21 |
| Coordenadas del área de estudio. ....                                                                                                       | 21 |
| <b>Tabla 2:</b> .....                                                                                                                       | 22 |
| Distribución de los meses y numero de muestras. ....                                                                                        | 22 |
| <b>Tabla 3:</b> .....                                                                                                                       | 30 |
| Densidad (100m <sup>3</sup> )-1, abundancia relativa, afinidad ecológica y hábitat de las especies de sifonóforos a nivel superficial. .... | 30 |
| <b>Tabla 4:</b> .....                                                                                                                       | 38 |
| Densidad (100m <sup>3</sup> )-1, abundancia relativa, afinidad ecológica y hábitat de las especies de sifonóforos a nivel vertical. ....    | 38 |
| <b>Tabla 5:</b> .....                                                                                                                       | 62 |
| Porcentaje de contribución de las principales especies de sifonóforos nivel superficial. ....                                               | 62 |
| <b>Tabla 6:</b> .....                                                                                                                       | 63 |
| Porcentaje de contribución de las principales especies de sifonóforos a nivel vertical. ....                                                | 63 |
| <b>Tabla 7:</b> .....                                                                                                                       | 81 |
| Densidad (100m <sup>3</sup> )-1 y abundancia relativa de las especies por estación a nivel vertical. ....                                   | 81 |
| <b>Tabla 8:</b> .....                                                                                                                       | 82 |
| Densidad (100m <sup>3</sup> )-1 y abundancia relativa de las especies por estación a nivel superficial. ....                                | 82 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 9:</b> .....                                                  | 83 |
| Registro de parámetros ambientales por estación del mes de marzo. .... | 83 |
| <b>Tabla 10:</b> .....                                                 | 83 |
| Registro de parámetros ambientales por estación del mes de abril. .... | 83 |
| <b>Tabla 11:</b> .....                                                 | 83 |
| Registro de parámetros ambientales por estación del mes de mayo. ....  | 83 |
| <b>Tabla 12:</b> .....                                                 | 84 |
| Valores de nutrientes en el mes de marzo. ....                         | 84 |
| <b>Tabla 13:</b> .....                                                 | 84 |
| Valores de nutrientes en el mes de abril. ....                         | 84 |
| <b>Tabla 14:</b> .....                                                 | 84 |
| Valores de nutrientes en el mes de mayo. ....                          | 84 |

## INDICE DE ANEXOS

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1: Nectóforo de <i>Chelophyes contorta</i> , A) Vista anterior (lateral) ..               | 76 |
| Anexo 2: Nectóforo de <i>Sulculeolaria chuni</i> , A) Vista anterior (lateral) ....             | 76 |
| Anexo 3: Nectóforo de <i>Sulculeolaria chuni</i> , B) Vista posterior (lateral)...              | 76 |
| Anexo 4: Nectóforo de <i>Nanomia bijuga</i> , A) Vista ventral.....                             | 77 |
| Anexo 5: Nectóforo de <i>Sulculeolaria quadrivalvis</i> , A) Vista posterior<br>(lateral) ..... | 77 |
| Anexo 6: Nectóforo de <i>Sulculeolaria monoica</i> , A) Vista posterior (lateral)<br>.....      | 77 |
| Anexo 7: Nectóforo de <i>Muggiaea atlantica</i> , A) Vista anterior (lateral).....              | 77 |
| Anexo 8: Nectóforo de <i>Diphyes dispar</i> , A) Vista posterior (lateral).....                 | 78 |
| Anexo 9: Preparación para arrastre a nivel vertical. ....                                       | 78 |
| Anexo 10: Recolección de muestras a nivel vertical y superficial.....                           | 79 |
| Anexo 11: Muestras de zooplancton .....                                                         | 79 |
| Anexo 12: Neutralización con formaldehído al 4%. ....                                           | 80 |
| Anexo 13: Preparación para proceso de filtración y análisis de nutrientes<br>.....              | 80 |

## GLOSARIO

**Densidad:** cantidad de masa en un determinado volumen.

**Biomasa:** cantidad total de la materia orgánica en un área en específico.

**Somatocisto:** estructura gástrica encargada de almacenar sustancias nutritivas, principalmente lípidos. Se visualizan en el grupo calicóforos.

**Toxinas:** sustancia química producida por organismos vivos, de tipo como mecanismo de acción y efectos diversos.

**Neumatóforo:** flotador conformado por tres capas: neumatocodon, neumatosaco y neumadenia.

**Nectóforo:** medusoide especializado en la propulsión, que constituye estructuralmente una medusa.

**Zooides:** individuo de que forman colonias. Pueden ser pólipos o medusas.

**Gonóforos:** estructura medusoide especializada en la reproducción.

**Medusoides:** uno de los tipos de zooides cnidarios, con forma de medusa verdadera.

**Gastrozoides:** polipoide encargado de la alimentación. Conocido también como sifón.

**Polipoide:** Tipo de zooides cnidarios.

**Distribución:** espacio geográfico donde habitan las poblaciones de una especie.

**Abundancia:** se refiere al número de individuos encontrados en una muestra.

## **ABREVIATURAS**

**%:** abundancia relativa

**Ups:** salinidad

**m:** metros

**ind:** individuos

**TS:** Tropical - Subtropical

**T:** Tropical

**TT:** Tropical – templadas

**o:** oceánica

**n:** nerítica

**°C:** grados Celsius

**r:** radio

**°:** grados.

## 1.- RESUMEN

El orden sifonóforos, es un conjunto de organismos zooplanctónicos de gran importancia para investigaciones científicas. Por ende, este trabajo tuvo como objetivo determinar los aspectos ecológicos de los sifonóforos en tres estaciones fijas costa afuera de la Provincia de Santa Elena, durante los meses de marzo, abril y mayo. La metodología estuvo dividida en dos fases; en la fase de campo se utilizó una malla de 335  $\mu\text{m}$  con una boca de red de 30 cm de diámetro y una longitud de 1 m, tanto para arrastres superficiales como verticales, las muestras extraídas fueron invertidas en frascos de 500 ml y fijadas con formalina al 4%; en la fase de laboratorio se utilizó el Manual de sifonóforos de Marques Araujo para la correcta identificación de las especies. Los análisis estadísticos como el MDS, ANOSIM y SIMPER evidenciaron las posibles asociaciones y diferencias significativas entre las estaciones fijas. Se logró identificar 7 especies de sifonóforos: *Sulculeolaria chuni*, *Nanomia bijuga*, *Sulculeolaria monoica*, *Sulculeolaria quadrivalvis*, *Chelophyes contorta*, *Diphyes dispar* y *Muggiaea atlantica*. La especie más abundante a nivel superficial fue *Sulculeolaria chuni*, mientras que a nivel vertical fue *Muggiaea atlantica* en marzo y mayo, y *Sulculeolaria chuni* en abril. El índice de diversidad de Shannon – Weaver evidenció que la mayor diversidad fue a nivel vertical con un valor de 1.12 bits/ ind. El análisis de Bray Curtis registró afinidades entre diferentes especies relacionadas a sus máximas abundancias. El análisis de correspondencia canónica demostró las correlaciones significativas entre las especies y las variables ambientales.

**Palabras claves:** sifonóforos, densidad, abundancia, variables ambientales.

## ABSTRACT

The order siphonophores is a set of zooplanktonic organisms of great importance for scientific research. Therefore, this work aimed to determine the ecological aspects of siphonophores in three fixed stations offshore the Province of Santa Elena, during the months of March, April and May. The methodology was divided into two phases; in the field phase, a 335  $\mu\text{m}$  mesh with a net mouth of 30 cm in diameter and a length of 1 m was used, both for surface and vertical drags, the samples extracted were inverted in 500 ml vials and fixed with 4% formalin; in the laboratory phase, Marques Araujo's Siphonophore Manual was used for the correct identification of the species. Statistical analyses such as the MDS, ANOSIM and SIMPER showed the possible associations and significant differences between the fixed stations. It was possible to identify 7 species of siphonophores: *Sulculeolaria chuni*, *Nanomia bijuga*, *Sulculeolaria monoica*, *Sulculeolaria quadrivalvis*, *Chelophyes contorta*, *Diphyes dispar* and *Muggiaea atlantica*. The most abundant species at the surface level was *Sulculeolaria chuni*, while at the vertical level it was *Muggiaea atlantica* in March and May, and *Sulculeolaria chuni* in April. The Shannon-Weaver diversity index showed that the greatest diversity was at the vertical level with a value of 1.12 bits/ind. The Bray Curtis analysis recorded affinities between different species related to their maximum abundances. The analysis of canonical correspondence demonstrated the significant correlations between species and environmental variables.

**Keywords:** siphonophores, density, abundance, environmental variables.

## **2.- INTRODUCCIÓN**

El zooplancton es un conjunto de organismos ampliamente conocidos como plancton animal, que abarca un amplio rango de tamaños. Dentro de este grupo, podemos encontrar organismos diminutos de tamaño micrométrico denominados microplancton y otros que pueden alcanzar grandes metros de longitud conocidos como megaplancton (Landeira, 2011). Por lo que, en la actualidad estos organismos se han convertido en uno de los principales objetos de estudio, que sirven de ayuda para las investigaciones dedicadas a responder diferentes interrogantes que se generan alrededor de la existencia de la fauna marina.

Estos organismos zooplanctónicos desempeñan un papel importante en los ecosistemas marinos, ya que actúan como conexiones entre los productores primarios y los consumidores secundarios, que los convierte en una parte fundamental de la cadena trófica, puesto a que permite que la materia y la energía generadas en la base de la red alimentaria fluyan y sean aprovechadas por una variedad de invertebrados y vertebrados heterótrofos presentes en los ecosistemas marinos. Además, estos animales tienen representantes en el plancton. Algunos de ellos son parte del plancton de manera temporal, es decir durante ciertas etapas de su vida, conocidos como meroplancton mientras que también existen aquellos que permanecen en el plancton durante toda su vida, y se los conoce como holoplancton (Ávila, Dueñas, Sánchez & Villatorio, 2022).

El holoplancton está formado por organismos que se encuentran presentes a lo largo de todo el año en la columna de agua. Entre estos organismos se encuentran los sifonóforos, los cuales se caracterizan por ser animales coloniales fascinantes, mismos que desempeñan un papel importante como depredadores dentro los ecosistemas costeros y abiertos. Los sifonóforos son organismos planctónicos pertenecientes al filo Cnidaria. Este grupo está conformado por colonias de hidrozoarios nadadores o flotadores compuestas por individuos polipoides y medusoides de diferentes clases, que además representan el máximo nivel de polimorfismo encontrado en este Phylum (Gasca, 1985).

Han logrado describir alrededor del mundo 190 especies distintas de sifonóforos, por lo cual constituyen uno de los grupos más abundantes dentro de la biomasa zooplanctónica (Schuchert, 2022). Estos fascinantes organismos representan algunos de los seres más destacados en el reino animal, siendo importante destacar que algunas de estas especies pueden llegar a medir hasta los 50 metros, como es el caso de la especie *Praya dubia*, que puede medir entre los 40 y 50 metros de longitud, por lo que presenta una estructura principal en forma de tubo, de la cual se desprenden numerosos tentáculos filamentosos. Por otra parte, la alimentación de los sifonóforos consiste en huevos y larvas de peces, copépodos, anfípodos, y otros organismos, lo que produce que compitan por alimento con otros grupos zooplanctónicos.

Los sifonóforos abarcan una amplia variedad de especies que se encuentran en diversos ecosistemas marinos, que parten desde la misma superficie oceánica hasta los fondos marinos. Algunas especies, como *Muggiae atlántica*, *Eduoxoide spiralis* y *Eudoxia russeli*, habitan en la superficie del océano, en comparación a otras, como *Lensia reticulada* y *Lensia achiles*, que tienen la capacidad de desplazarse desde las capas superficiales hasta los fondos marinos. La gran parte de las especies de sifonóforos se caracterizan por habitar en el espacio pelágico e incluir tanto el epiplancton, el mesoplancton como batiplancton. Por ejemplo, *Chelophyes contorta*, *Vogtia aspinosa* y *Diphyopsis mitra* son especies pelágicas; *Lensia ajax*, *Lensia conoidea*, *Physophora hidrostatica* son ejemplos de especies mesopelágicas; mientras que *Ceratocymba dentata* es una especie batipelágica (Alvariño, 1967 como se citó en Ramírez, 1988).

Ecuador posee una gran diversidad de fauna marina, gracias a su ubicación geográfica y a la presencia de corrientes marinas favorables. En este sentido, el estudio de los sifonóforos representa una valiosa oportunidad para continuar con investigaciones previas, debido a que los sifonóforos se encuentran en todos los océanos del mundo y exhiben una amplia variedad de formas y tamaños. Dada la extensa costa del Ecuador en el océano Pacífico, es probable que sus aguas alberguen diversas especies de sifonóforos. Esto nos permitirá realizar comparaciones con otras investigaciones previas y mantener un registro actualizado de las especies presentes, así como los posibles cambios a lo largo del tiempo.

Por tal motivo, este trabajo pretende dar a conocer sobre los aspectos ecológicos de los sifonóforos en tres estaciones fijas costa afuera de la Provincia de Santa Elena. Se abordará aspectos como composición, distribución y abundancia en dicha área. Además, se establecerá una relación entre las especies de sifonóforos y las variables ambientales, de esta manera se logrará comprender como las diferentes especies pueden ser afectadas o no, por las condiciones climáticas durante el periodo de tiempo en el que se llevara a cabo este trabajo.

### **3.- PROBLEMÁTICA**

Los sifonóforos son organismos importantes en los ecosistemas, debido a su papel ecológico como depredadores e indicadores de agua. Sin embargo, se han caracterizado por su sensibilidad a las variaciones de temperatura, debido a que su fisiología está adaptada a condiciones específicas y dependen incluso de la circulación oceánica, puesto a que si existen cambios de las corrientes marinas, esto puede alterar la composición, distribución y abundancia en las diferentes áreas del océano en donde se encuentren presentes este grupo, afectando así su interacción con otros organismos y su funciones principales en los ecosistemas marinos.

Las diversas especies de sifonóforos se pueden ver afectadas por este cambio, he incluso por otros factores o variables ambientales como la salinidad, nutrientes, oxígeno, etc. La variabilidad de la salinidad puede ser un factor clave en la disponibilidad de presas, puesto a que si existen cambios esto puede influir en la distribución y concentración del zooplancton, principal fuente de alimentación de los sifonóforos, debido a que algunas especies de este grupo tienen preferencias específicas y pueden estar concentradas en altos o bajos niveles de salinidad, por lo tanto, si la salinidad no es adecuada para las especies de este grupo zooplanctónico estás buscaran distribuirse a otros lugares aptos para su supervivencia, generando de esta manera una dispersión de presas e inclusive una distribución de sifonóforos a otras zonas marinas, provocando una alteración en el ecosistema marino.

El cambio de los parámetros físicos químicos también puede afectar la disponibilidad de nutrientes en el agua, los cuales son necesarios para el crecimiento y la reproducción de estos organismos, dado que esta situación puede afectar de varias formas como, por ejemplo, la estratificación del agua, que limita el intercambio de nutrientes entre las capas superficiales y profundas del fondo marino. En condiciones de estratificación fuerte, los nutrientes pueden quedarse atrapados en las capas más profundas, por lo cual no habrá disponibilidad de nutrientes importantes no solo para los sifonóforos sino también para el resto de organismos fotosintéticos que existen en la superficie marina. Por ende, cualquier desequilibrio o alteración de estos factores puede afectar su ciclo de vida, su reproducción y su capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos a otras especies.

Por otro lado, uno de los desafíos que presentan los sifonóforos en el medio acuático, es la variabilidad en la composición de especies en las diferentes zonas marinas. Las diferencias que se pueden observar al realizar esta investigación, nos servirán para conocer si los factores ambientales pueden influir en la presencia y diversidad de estas especies; que a su vez generaran interrogantes sobre el equilibrio de las comunidades marinas y su capacidad de adaptación. Además, de saber o conocer si la interacción de los sifonóforos con otros organismos marinos puede verse afectada, debido a que en algunos casos este grupo de estudio son la fuente de alimento para otras especies marinas; por eso cualquier disminución puede afectar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos locales. Además,

el área de estudio presenta diferentes factores que pueden influir en la distribución y composición de este grupo, como lo son la pesca, descarga de hidrocarburos, turismo y corrientes oceánicas.

## **4.- JUSTIFICACIÓN**

Generalmente los sifonóforos son una parte fundamental en los ecosistemas marinos, debido a que cumplen el rol como depredadores a tope y sirven como alimentación para otros organismos, regulando el equilibrio de las poblaciones de estos ecosistemas. El propósito de este trabajo de investigación es determinar la composición, abundancia y distribución de los sifonóforos, interpretando la ecología y su relación con las variables ambientales en las zonas establecidas. Con la selección del área de estudio se ampliará el conocimiento sobre la diversidad de especies presentes, empleando a la vez diversos índices de diversidad que ayuden a comprender este estudio.

La relación entre las variables ambientales y los sifonóforos se puede justificar debido a la sensibilidad que presentan estos organismos a las variaciones de temperatura, salinidad, etc. Siendo importante estudiar la relación entre la distribución y las variables ambientales, que ayudarán a proporcionar información primordial sobre los efectos de la variación de la temperatura del mar en el Ecuador y como pueden verse afectados estos organismos.

Por otro lado, la ubicación de la Provincia de Santa Elena, representa un área de estudio relevante debido a su riqueza y diversidad biológica marina. Sin embargo, existen conocimientos e información limitada sobre los sifonóforos en el área seleccionada, por lo que es necesario realizar estudios que sean de gran aporte y

que ayuden a contrastar si existen diferencias significativas entre las estaciones establecidas, y si su distribución es un aspecto que contribuye en la composición de las diferentes especies de sifonóforos. Comprendiendo los aspectos ecológicos de los sifonóforos en las tres estaciones fijas, que proporcionara información importante sobre las condiciones oceanográficas y disponibilidad de recursos. Además, se podrá conocer la distribución espacial y temporal de estos organismos.

## **5.- OBJETIVOS**

### **5.1.- OBJETIVO GENERAL:**

Determinar los aspectos ecológicos de sifonóforos en tres estaciones fijas costa afuera de la provincia de Santa Elena por medio de arrastres superficiales y verticales, para el estudio de su relación con las variables ambientales.

### **5.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar la composición, abundancia y distribución de los sifonóforos por análisis cuali- cuantitativo por el método de Boltovskoy.
- Interpretar la ecología de los sifonóforos mediante los índices de diversidad de Shannon-Wiver, Pielou y Simpson.
- Relacionar las especies de sifonóforos con las variables ambientales mediante análisis multivariado.

## **6.- HIPÓTESIS**

Las variables ambientales influyen en la distribución y abundancia de los sifonóforos.

## 7.- MARCO TEÓRICO

### 7.1.- ANTECEDENTES

El título de este proyecto de investigación surgió como resultado de diferentes investigaciones y actas oceanográficas realizadas en el Ecuador, de las cuales tenemos:

Andrade (2012), realizó una investigación basada en el análisis de los sifonóforos de aguas superficiales alrededor de la Isla Santa Clara, durante septiembre y noviembre del 2007, en dónde identifico 15 especies de sifonóforos, mismas que fueron los primeros registros para esta isla, teniendo como resultado la identificación de especies como *Chelophyes appendiculata*, *Muggiaea atlantica*, *Lensia hotspur*, *Diphyes dispar*, etc.

Mujica (2016), realizó un proyecto de investigación sobre la distribución y ecología de medusas y sifonóforos en la zona marino costera de Ancón, Anconcito y Punta Carnero, durante la época húmeda desde diciembre del 2015 a mayo del 2016, teniendo como resultado la identificación de 14 especies, de hábitos neríticos y oceánicas. Asociando, las variables ambientales a la distribución y abundancia de las especies registradas.

Andrade (2020), publicó un acta oceanográfica sobre la variación estacional de las medusas y sifonóforos en las estaciones fijas 10 millas costa afuera de la Libertad

y Manta durante el año 2013, investigación que utilizo métodos de arrastres superficiales y verticales para observar la abundancia y distribución de las especies teniendo como factor principal la época húmeda y seca.

Autores como Montoya (2020), Reyes (2020), Andrade (2024), entre otros autores han realizado investigaciones sobre la composición, distribución y abundancia de los sifonóforos en diferentes áreas de estudios, que se han caracterizado principalmente por la presencia de factores que pueden influenciar en este orden, como lo son las épocas del año, corrientes oceánicas, etc.

## **7.2.- GENERALIDADES DEL ZOOPLANKTON**

El zooplancton es un conjunto de organismos de la comunidad planctónica; en su mayoría microscópicos heterótrofos que pueden flotar o nadar libremente en la columna de agua. En los ecosistemas marinos son una parte importante, que se encargan de transferir la energía de los productores hacia los consumidores, en donde por ende se generará una estabilidad secuencial en el medio marino.

Dentro de este grupo zooplanctónico se encuentran los copépodos, cuyos organismos se caracterizan por tener una composición numerosa de producción secundaria en el océano. Además, por otro lado, al existir una abundancia zooplanctónica, estos organismos podrían indicar que hay una zona con alta disponibilidad de nutrientes, considerándolos de esta manera indicadores biológicos, en donde también son relacionados a otras características físicas,

químicas y biológicas del medio donde habitan. (Quijije, Alió, Napa & Del Valle, 2020).

### **7.3.- GENERALIDADES DE LOS SIFONÓFOROS**

El orden sifonóforos son organismos complejos polimórficos, cuyas colonias están compuestas por una variedad de individuos denominados polipoides y medusoideos, sin embargo; tienen la capacidad de funcionar fisiológicamente como individuos únicos. Este orden es uno de los representantes del zooplancton gelatinosos, que son mayoritariamente holoplanctónicas, en donde las familias Physaliidae y Phodaliidae, son las únicas excepciones en relación a esta característica.

Los sifonóforos fueron descritos por primera vez a fines del siglo XVII. Su definición biológicamente son colonias formadas por zooides asexuados genéticamente, pero estructuralmente son distintos y tienen funciones en específico. Los zooides es el homólogo a un animal de vida libre (Marques de Araujo, 2012). Este grupo posee una gran riqueza específica, pueden llegar a medir más de 50 m de longitud. Su distribución va desde los océanos, mares y bahías hasta lo largo de la columna de agua (4.500 m de profundidad).

Se caracterizan principalmente por ser bioindicadores de las condiciones hidrológicas, mismas que se encuentran relacionadas a las regiones climáticas y

masas de agua, debido a que diferentes especies prefieren aguas más frías y profundas, mientras que otras pueden preferir aguas más cálidas y superficiales. Además, este grupo tienen una capacidad de movilidad, por lo que dependen en su mayoría de las corrientes oceánicas para su dispersión o distribución.

Autor como Márquez de Araujo (2012) mencionan que “Los sifonóforos tienen un comportamiento en la columna de agua cuya amplitud y frecuencia varían de distintos factores”, por lo que algunos investigadores proponen que podría existir una estrecha relación entre los patrones migratorios y sus presas potenciales. Puesto a que, muchas de las especies pelágicas se han caracterizado por llevar a cabo una migración vertical mientras que otras han presentado patrones en relación a la distribución barométrica.

Los sifonóforos pueden estar relacionados con las zonas de frentes (Graham *et al.* 2001), por lo que es muy probable que, debido a sus características, están lleguen a formar parte del grupo de especies que se benefician de estos eventos. Con el transcurso de los años, se han ido adquiriendo o modificando métodos que ayuden a un mejor estudio y colecta de muestras. Tales como observar los organismos en el ambiente y registrar su presencia mediante fotografías, además principalmente la creación de sumergibles tripulados y vehículos operados exclusivos para bajo el agua.

## 7.4.-TAXONOMÍA

Este orden presenta tres subórdenes que son: Calycophorae, Cystonectae y Physonectae. Su taxonomía según el sitio web World Register of Marine Species (WoRMS) es la siguiente:

**Reino:** Animalia

**Filo:** Cnidarios

**Subfilo:** Medusozoa

**Clase:** Hidrozoa

**Subclase:** Hidroidolina

**Orden:** Siphonophorae

## 7.5.- ANATOMÍA

Los sifonóforos principalmente se encuentran en colonias complejas, por lo que presentan el mayor grado de polimorfismos entre el reino animal. En este caso, las colonias se encuentran compuestas por una variedad de zooides o “individuos” de diferentes tipos, que comparten una función en específico, que en conjunto llega a funcionar en términos fisiológicos como una entidad única (Agüero, 2020).

Un sifonóforo es un pólipo que lleva otros pólipos jóvenes (gastrozoides, palpos y bracteas) y los pólipos sexuales (gonóforos o gonozoides), con los asexuales

(nectóforos). Estas formas crecen de un oozoide original de forma alargada, o de otros organismos que están en fase juvenil.

Estas estructuras presentan una simetría bilateral, en vez de tener una simetría radial como es el caso de las hidromedusas (Domínguez, 2002). En el desarrollo y organización de este grupo existen tres mecanismos distintos que se producen en relación a sus tres subórdenes: Cystonectae, Physonectae y Calycophorae.

En el suborden Cystonectae se presenta un pólipo larval, un gastrozoide primario, un tentáculo contráctil y un flotador denominado pneumatóforo. En la larva, la proliferación da origen a un eje que parte de la zona aboral del flotador o también puede presentar una proliferación confinada que comienza desde la parte central del flotador.

El suborden Physonectae posee un cuerpo esférico, cilíndrico u ovalado, en este grupo el flotador aumenta de tamaño, en varias ocasiones los nectóforos llegan a desaparecer. Por último, el suborden Calycophorae carece de pneumatóforo, pero posee nectóforos y brácteas. En este suborden, la parte aboral de la larva tiene atrofia. Además, los pólipos larvales tienen dos zonas de proliferación, sifosoma y nectosoma, en este suborden el nectóforo larval puede o no desaparecer (Alvariño, 1981).

## **7.6.- ALIMENTACIÓN**

Los sifonóforos se alimentan principalmente de pequeños crustáceos, larvas de peces, pequeños peces, copépodos entre otros organismos zoopláncteres. Para alimentarse capturan y paralizan inyectándoles las toxinas de sus penetrantes nematocitos, mismos que están ubicados en sus tentáculos. Estos nematocitos tienen una cápsula explosiva que está cargado de toxinas, que, al producir una respuesta a un estímulo químico o mecánico, esta dispara las toxinas en los tejidos de sus presas (Agüero, 2020).

Por otra parte, los sifonóforos son más abundantes en zonas templadas y cálidas por lo cual es de gran importancia los estudios tróficos, debido a que su instinto carnívoro los lleva a alimentarse de larvas y animales jóvenes. A su vez, se produce una competición con otros organismos del plancton que buscan capturar y alimentarse.

## **7.7.- REPRODUCCIÓN**

La reproducción de los sifonóforos se puede dar de forma asexual como sexual. Al momento de alcanzar la madurez reproductiva, estos organismos liberan al mar grandes cantidades de gametos, es decir, espermatozoides y óvulos; que al fusionarse dan origen a una larva que llevara a cabo su desarrollo en una nueva colonia. Autores como Agüero (2020) mencionan que, en “la reproducción asexual, la larva tiene la función de producir clones de sí misma en dos zonas de crecimiento:

zona nectosomal y la zona sifosomal”; con la fase madura, la liberación de gametos depende del suborden.

### **7.8.- DISTRIBUCIÓN**

Los sifonóforos se caracterizan por ser organismos que habitan los océanos, mares adyacentes, bahías y albuferas (Alvariño, 1971). Algunas especies presentan una distribución amplia, habitando los océanos Ártico, Antártico, Atlántico, Índico y Pacífico. Mientras que otras especies son exclusivas de las latitudes altas, boreal y austral. También, pueden estar restringidas a las regiones neríticas y a la región trópico – ecuatorial.

Tienen una distribución discontinua, debido a que son pocas las especies que aparecen consistentemente en las muestras de plancton; se pueden localizar desde la superficie hasta las grandes profundidades de más de 1000m (Domínguez, 2002). Se ha podido evidenciar que el mayor número de especies converge en el cinturón trópico – ecuatorial oceánico.

### **7.9.- INDICADORES DE MASAS DE AGUA**

Se han caracterizado por poseer una gran riqueza específica, por lo cual son considerados como bioindicadores de las condiciones hidrológicas asociadas a las principales regiones climáticas y masas de agua. También, establecen asociaciones simbióticas importantes con una gran variedad de organismos (Alvariño 1981, Véliz 1981 como se citó en Marques de Araujo).

## 8.- MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1.- ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la Provincia de Santa Elena, en los cantones La Libertad y Salinas; se seleccionaron tres estaciones fijas de monitoreo que se encuentran en relación a la Escollera de La Libertad y su Puerto Pesquero, a distancias de 1,2 y 5 millas náuticas. Las coordenadas de estas estaciones se presentan en la Tabla 1 y la ubicación de cada estación en la Figura 1.

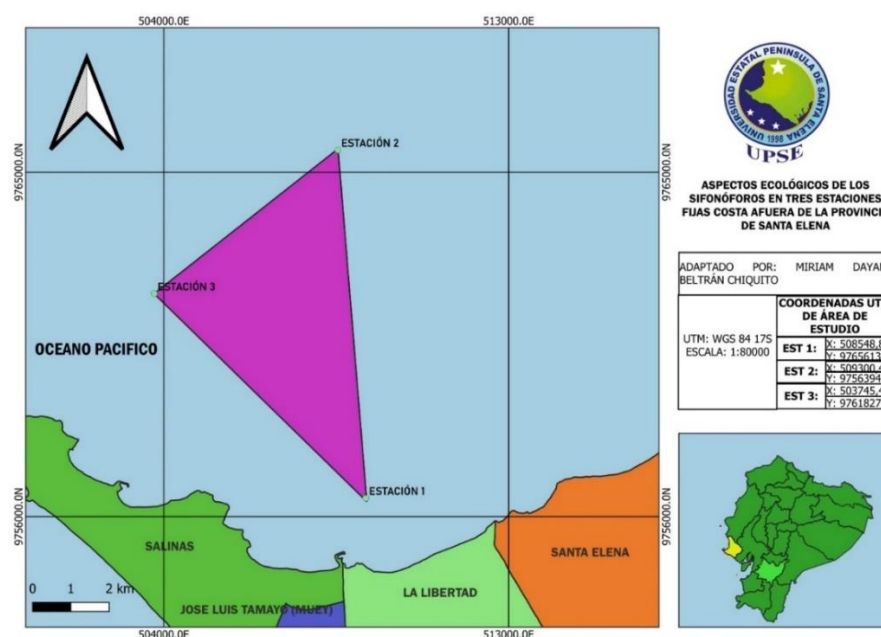
**Tabla 1:**

*Coordenadas del área de estudio.*

| Estaciones            | Latitud       | Longitud       |
|-----------------------|---------------|----------------|
| Estación 1 (1 milla)  | -2° 20' 39.64 | -80° 91' 63.58 |
| Estación 2 (5 millas) | -2° 12' 05.58 | -80° 92' 31.22 |
| Estación 3 (2 millas) | -2° 15' 48 11 | -80° 96' 6317  |

**Figura 1:**

*Ubicación del área de las estaciones 1, 2 y 3.*



## 8.2.- FASE DE CAMPO

Con un periodo mensual, las muestras fueron recolectadas en los meses de marzo, abril y mayo del 2024, en horarios matutinos. En cada estación, se extrajeron 5 muestras empleando arrastres superficiales y verticales (Tabla 2).

**Tabla 2:**

*Distribución de los meses y numero de muestras.*

| MESES DE MUESTREO         | TIPO DE ARRASTRE |          | # DE MUESTRAS |
|---------------------------|------------------|----------|---------------|
|                           | SUPERFICIAL      | VERTICAL |               |
| MARZO                     | 2                | 3        | 5             |
| ABRIL                     | 2                | 3        | 5             |
| MAYO                      | 2                | 3        | 5             |
| <b>TOTAL, DE MUESTRAS</b> |                  |          | 15            |

Los arrastres superficiales se llevaron a cabo con una red cónica simple, con una malla de 335  $\mu\text{m}$ , una boca de red de 30 cm de diámetro y una longitud de 1 metro, la cual se introdujo al agua para realizar el arrastre, a bordo de una embarcación fibra de vidrio en un periodo de tiempo de 10 minutos a una velocidad constante de 2 nudos. Esta red nos permitió capturar los organismos presentes en la capa superficial del agua. Por otro lado, los arrastres verticales se efectuaron utilizando un plomo, el cual estuvo amarrado a la cuerda de la malla, que permitió el descenso de la red a una profundidad, durante un minuto.

En cada estación se hicieron las mediciones de los parámetros físico – químicos con un multiparámetro YSI Hanna/ HI98194, se determinó la visibilidad al momento en que se dejó de observar el disco de Secchi.

Las muestras recolectadas durante los monitoreos mensuales, fueron colocadas en frascos plásticos de una capacidad de 500 ml. Cada frasco fue rotulado, con fecha, estación y tipo de arrastre. Posteriormente, las muestras biológicas fueron fijadas con formalina al 4% y neutralizadas con bórax (Andrade, 2010).

### **8.3.-FASE DE LABORATORIO**

En el laboratorio las muestras fueron divididas en submuestras, debido a su alta concentración de organismos, lo que dificultaba la identificación de los mismos. Para estas submuestras se utilizó el separador de Folsom empleando el método “1/2, 1/4, 1/8”, luego las submuestras fueron invertidas en la cámara de Bogorov, donde se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo (Boltovsky, 1981), los sifonóforos se separaron de la muestra original, y fueron teñidos con rosa de bengala para facilitar su identificación y poder llegar al menor taxón posible, utilizando un estereoscopio y microscopio de marca EUROMEX.

Para la identificación taxonómica se utilizaron las claves proporcionadas por Totton & Bargamann (1965), Pagés & Gili (1992) y Marques de Araujo (2012).

### **8.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para determinar el volumen de agua filtrada se utilizó la siguiente fórmula empleada por Andrade (2010), donde se usó un coeficiente de filtración de 0.9, con el objetivo de calcular el error de volumen de agua filtrada.

$V_f$  = Superficie de boca de red \* Distancia de arrastre (m) \* Eficiencia de filtración

Para el área de la red, se utilizó la formula del circulo empleada por Andrade (2010):

$$A = \pi(r^2)$$

**Donde:**

$r$  = radio boca red cónica simple.

$$\pi = 3.1416$$

Para el cálculo del volumen de agua filtrada a nivel vertical se utilizaron las fórmulas descritas en el estudio realizado por Tomalá (2015)

$$h = Z * \cos a$$

c) Volumen de agua filtrada (vertical):

$$V_f = \pi * r^2 * h$$

**Donde:**

$V_f$  = volumen de agua filtrada.

$$\pi = 3.1416$$

$r^2$  = radio al cuadrado.

$h$  = profundidad real de arrastre en metro.

$Z$  = longitud de la cuerda utilizada en el arrastre en metro.

**Cos a**= Coseno del ángulo de la cuerda.

Para el cálculo de la biomasa se utilizó la siguiente fórmula:

$$N = \frac{n(100)}{vf}$$

**Donde:**

**N**= número de individuos en 100 m<sup>3</sup>.

**n**= número de individuos en la muestra.

**vf**= volumen de agua filtrada en el arrastre.

#### **8.4.1- ÍNDICES ECOLÓGICOS**

##### **8.4.1.1- Índice de Shannon – Weaver**

El índice de Shannon – Weaver nos permitió evaluar la riqueza específica de la estacionalidad basándonos en el número de especies.

$$H = - \sum_{i=1}^s (P_i) (\log_2 P_i)$$

El valor de **P<sub>i</sub>**= 1 representa la probabilidad de ocurrencia de cada una de las especies, misma que es expresada en bits (Andrade, 2010):

**Donde:**

**H**= Índice de diversidad de especies de Shannon-Weaver.

**P<sub>i</sub>**= Proporción de la especie i

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

#### **8.4.1.2- Índice de Simpson**

Para la dominancia en la comunidad se valoró mediante el índice de Simpson.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N-1)}$$

**D**= Índice de dominancia.

**S**= Número de especie.

**N**= Número total de organismos presentes

**n**= Número de ejemplares por especie

#### **8.4.1.3.- Índice de equidad de Pielou**

Este índice se empleó para la repartición de individuos entre las especies.

$$J = \frac{H}{H_{\max}}$$

Donde

**J**= Equidad de Pielou

**H**= Índice de diversidad de Shannon-Weaver.

**H<sub>max</sub>**= log<sub>2</sub> S

#### **8.4.2.- CLASIFICACIÓN CLÚSTER CON EL ALGORITMO DE BRAY CURTIS**

Este análisis nos permitió identificar las relaciones de afinidad existentes entre las abundancias de las especies de sifonóforos a nivel superficial y vertical. Aplicando el algoritmo de Bray Curtis y la afinidad de la media no ponderada, se evaluó la similitud y se comparó las abundancias de las especies, permitiéndonos identificar si existen patrones de agrupamiento, y determinar que especies son similares.

#### **8.4.3.- ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA**

Para determinar la relación entre los parámetros abióticos y la abundancia de las especies de sifonóforos más frecuentes a nivel superficial se utilizó el análisis de correspondencia canónica, estableciendo un intervalo de confianza del 95% y nivel de significancia del 5% para las pruebas estadísticas, así como lo menciona Mujica (2016) en su investigación.

#### **8.4.4.- MDS - MULTIDIMENSIONAL SCALING**

Se utilizó en este estudio, para dar un enfoque estadístico empleado la representación visual de información, que a su vez ayuda a observar los datos que compartan similitudes en términos de distancia. Esta técnica constituye una forma de reducción de dimensionalidad no lineal que ayudará a conocer las similitudes o diferencias presentes en los datos (Hassan, 2023).

#### **8.4.5.- SIMPER (SIMILARITY PERCENTAGE)**

En este caso se usó el análisis de SIMPER porque nos permitió realizar comparaciones entre niveles de una variable categórica. En este caso, la matriz de respuesta se representa como una matriz de distancia, específicamente utilizando la medida de disimilitud de Bray-Curtis (Bakker, 2023).

#### **8.4.6.- ANOSIM**

Se trata de una prueba estadística que nos permitió saber si existen diferencias significativas en la composición de especies entre grupos o categorías de muestras. Sirvió para determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

## **9.- RESULTADOS**

Durante el período de muestreo realizados en los meses de marzo, abril y mayo se recolectaron y se analizaron 15 muestras zooplantónicas, de las cuales 9 corresponden a arrastres superficiales y 6 a nivel vertical.

### **9.1.- COMPOSICIÓN DE SIFONÓFOROS**

En el estudio realizado se identificaron un total de 7 especies de sifonóforos clasificadas en 1 orden, 2 subórdenes, 2 familias y 5 géneros, siendo importante recalcar que estos datos forman parte de los primeros registros para esta área de estudio.

### **9.2.- SIFONÓFOROS A NIVEL SUPERFICIAL**

A nivel superficial, se recolectó un total de 1079 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y mediante el análisis taxonómico se identificaron 7 especies de sifonóforos, distribuidas en 2 subórdenes. El suborden de mayor abundancia relativa fue Calycophorae, con un 69%, mientras que Physonectae representó un porcentaje del 31% (Tabla 3). La máxima abundancia se observó en el mes de abril con 726 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , evidenciando mayor densidad en la estación E1 (Ver anexo Tabla 7).

**Tabla 3:**

*Densidad (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, abundancia relativa, afinidad ecológica y hábitat de las especies de sifonóforos a nivel superficial.*

| Especies<br>Siphonophora                                | Superficial                           |       | Afinidad<br>Ecológica | Hábitat |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------|-----------------------|---------|
|                                                         | ind(100m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> | %     |                       |         |
| <b>Physonectae</b>                                      |                                       |       |                       |         |
| <i>Nanomia bijuga</i> (delle Chiaje, 1841)              | 338                                   | 31.31 | T - T                 | o       |
| <b>Calycophorae</b>                                     |                                       |       |                       |         |
| <i>Sulculeolaria chuni</i> (Lens & van Riemsdijk, 1908) | 665                                   | 61.65 | T - S                 | n-o     |
| <i>Sulculeolaria monoica</i> (Chun, 1888)               | 8                                     | 0.73  | T - S                 | o       |
| <i>Sulculeolaria quadrivalvis</i> (Blainville, 1834)    | 5                                     | 0.49  | T - S                 | o       |
| <i>Chelophyes contorta</i> (Lens & van Riemsdijk, 1908) | 16                                    | 1.46  | T - T                 | o       |
| <i>Diphyes dispar</i> (Chamisso & Eysenhardt, 1821)     | 29                                    | 2.67  | T - T                 | o       |
| <i>Muggiaea atlantica</i> (Cunningham, 1892)            | 18                                    | 1.70  | T - T                 | n       |
|                                                         | 1079                                  | 100   |                       |         |

**Simbología:** n=nerítica, o= oceánica, T - S= Tropical – Subtropical, T - T= Tropical -Templadas,

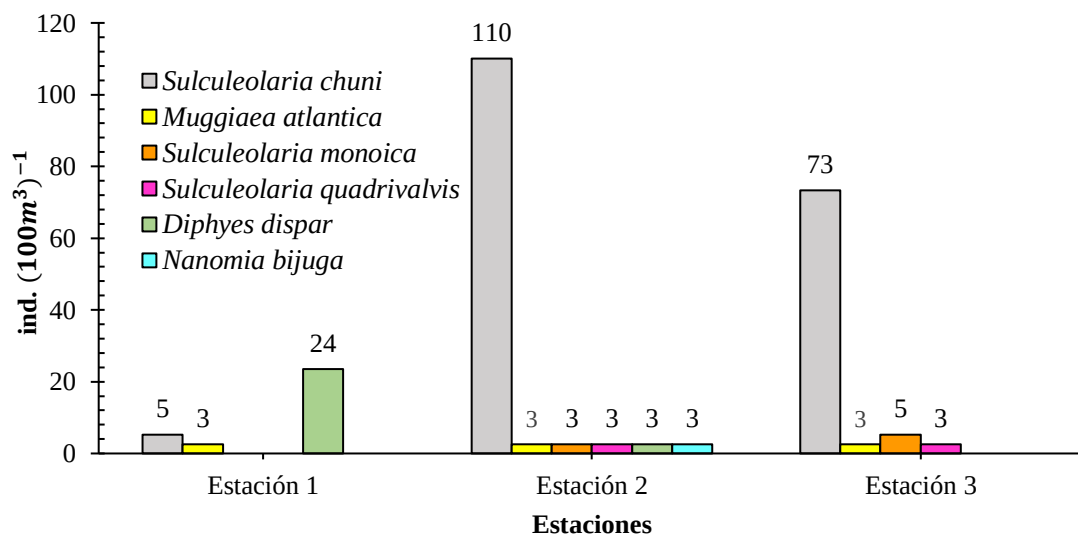
%= abundancia relativa.

Con los datos expuestos en la Tabla 3 se determinó que la densidad de organismos a nivel superficial obtuvo un valor mínimo de 5 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> y un máximo de 665 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. El valor máximo de densidad se registró para la especie *Sulculeolaria chuni*, seguida de *Nanomia bijuga* con 338 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, *Diphyes dispar* con 29 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, *Muggiaea atlantica* con 18 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, *Chelophyes contorta* con 16 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, *Sulculeolaria monoica* con 8 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> y *Sulculeolaria quadrivalvis* con 5 ind. (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. Las especies *Sulculeolaria chuni* y *Muggiaea atlantica* se registraron en los tres meses de estudio, a diferencia de las demás especies. En el mes de marzo, se identificaron 6 especies de sifonóforos, representados por *Nanomia bijuga*, *Sulculeolaria chuni*,

*Sulculeolaria monoica*, *Sulculeolaria quadrivalvis*, *Diphyes dispar* y *Muggiaea atlantica* con un total de 238 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . En donde, se determinó una densidad mínima de 3 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y una máxima de 189 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La máxima estuvo representada por *Sulculeolaria chuni* con una abundancia relativa del 79.12%. (Ver anexo Tabla 7).

**Figura 2:**

*Distribución superficial de sifonóforos en el mes de marzo.*



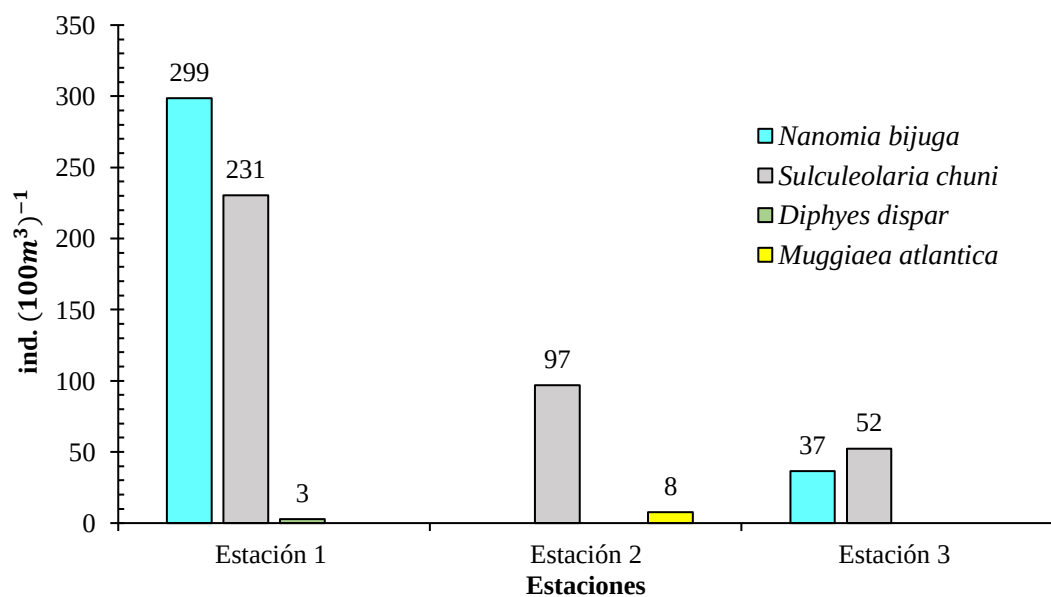
En la Figura 2, se observó que la especie *Sulculeolaria chuni* fue la más abundante en la estación 2 con 110 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y en la estación 3 con 73 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , a diferencia de *Diphyes dispar* que solo se registró en la estación 1 con una densidad de 24 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . Las densidades totales por estación indicaron que las estaciones 2 y 3 tuvieron una mayor diversidad de especies en comparación a la

estación 1. La estación 2 presentó una abundancia de 123 ind.  $(100m^3)^{-1}$  mientras que la estación 3 registró un valor de 84 ind.  $(100m^3)^{-1}$ .

Para el mes de abril, se identificaron 4 especies de sifonóforos, evidenciando a *Nanomia bijuga*, *Sulculeolaria chuni*, *Diphyes dispar* y *Muggiaea atlantica* con un total de 726 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , con una densidad mínima de 3 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y una máxima de 380 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , misma que corresponde a la especie *Sulculeolaria chuni* con una abundancia relativa de 52.35% (Ver anexo Tabla 7).

**Figura 3:**

*Distribución superficial de sifonóforos en el mes de abril.*



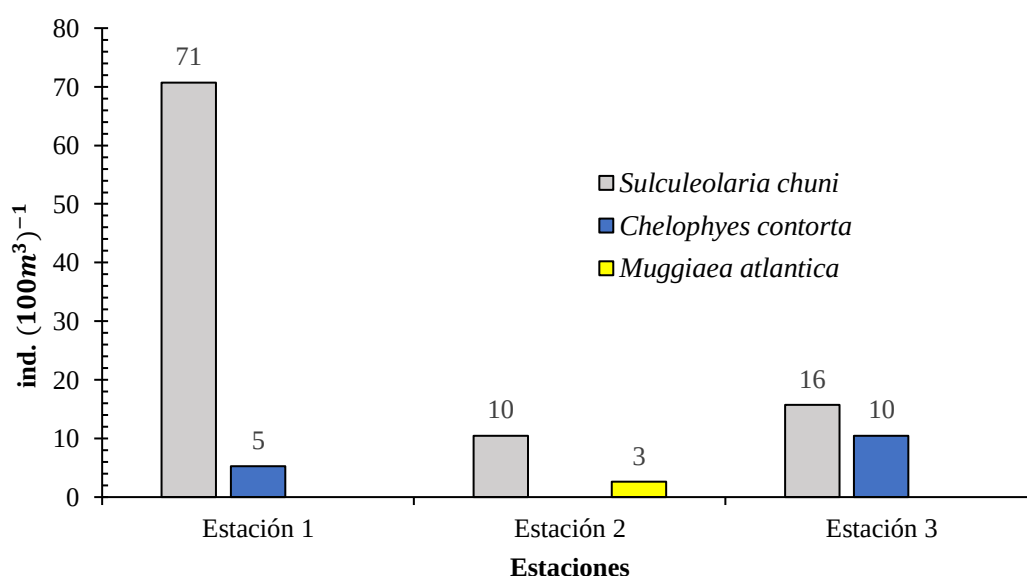
En la Figura 3, se observa que las densidades totales por estación fueron mayores en la estación 1 con 532 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y en la estación 2 con 105 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . En la estación 1 la mayor densidad correspondió a *Nanomia*

*bijuga* con 299 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , seguida de *Sulculeolaria chuni* con 231 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . Esta última especie disminuyó su densidad en las estaciones 2 y 3, a diferencia de *Nanomia bijuga* que no presentó ningún registro en la estación 2, mientras que en la estación 3 presentó una densidad menor de 37 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie *Diphyes dispar* se evidenció exclusivamente en la estación 1 con 3 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , mientras que la especie *Muggiaea atlantica* se registró solamente en la estación 2 con 8 ind.  $(100m^3)^{-1}$ .

Por otra parte, en el mes de mayo, se recolectaron 3 especies de sifonóforos con un total de 115 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , registrando a las especies *Sulculeolaria chuni*, *Chelophyes contorta* y *Muggiaea atlantica*. En este mes, se presentó una densidad mínima de 3 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y una máxima de 97 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La densidad máxima estuvo representada por *Sulculeolaria chuni* con una abundancia relativa del 84.09% (Ver anexo Tabla 7).

**Figura 4:**

*Distribución superficial de sifonóforos en el mes de mayo.*



La especie *Sulculeolaria chuni* en el mes de mayo presentó una mayor densidad en la estación 1 con 71 ind.  $\cdot (100m^3)^{-1}$ , disminuyendo notablemente en las estaciones 2 y 3. Por el contrario, la especie *Chelophyes contorta* registró su mayor densidad en la estación 3 con 10 ind.  $\cdot (100m^3)^{-1}$ . La especie *Muggiaea atlantica* solo se presentó en la estación 2 con una densidad de 3 ind.  $\cdot (100m^3)^{-1}$  (Figura 4).

### **9.2.1.-VARIABILIDAD SUPERFICIAL DE SIFONÓFOROS**

#### **9.2.1.1.- Distribución de *Nanomia bijuga***

Durante el período de muestreo, registró su máxima densidad poblacional en el mes de abril con 335 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , teniendo significativamente una mayor abundancia en la estación 1 con 299 ind.  $(100m^3)^{-1}$  asociada a una temperatura de 27.88°C, salinidad de 31.84 ups y visibilidad de 7 metros. La densidad fue menor en el mes de marzo, registrando una mínima de 3 ind.  $(100m^3)^{-1}$  en la estación 2, a una temperatura de 23.09°C, salinidad de 32.30 ups y una visibilidad de 8 metros. Cabe recalcar que en el mes de mayo no se presentó ningún registro para esta especie (Figura 5).

#### **9.2.1.2.- Distribución de *Sulculeolaria chuni***

Registró su mayor densidad poblacional en el mes de abril con 380 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , estableciendo su máxima abundancia en la estación 1 con 231 ind.  $(100m^3)^{-1}$  a una temperatura de 27.88°C, salinidad de 31.84 ups y visibilidad de 7 metros, que

a su vez tuvo valores menores en los meses de marzo y mayo; sin embargo, para el mes de mayo se registró la mínima densidad de  $97 \text{ ind}(100\text{m}^3)^{-1}$  siendo la estación 3 con menor abundancia, con  $16 \text{ ind.}(100\text{m}^3)^{-1}$ , a una temperatura de  $27.71^{\circ}\text{C}$ , salinidad de 31.05 ups y una visibilidad de agua de 7 metros. Enfatizando, que esta especie se evidenció en las tres estaciones de cada monitoreo mensual (Figura 5).

#### **9.2.1.3.-Distribución de *Sulculeolaria monoica***

Su densidad poblacional se evidenció únicamente en el mes de marzo con  $8 \text{ ind.}(100\text{m}^3)^{-1}$ , registrando en la estación 3 su mayor abundancia con  $5 \text{ ind.}(100\text{m}^3)^{-1}$  a una temperatura de  $23.62^{\circ}\text{C}$ , una salinidad de 32.18 ups y una visibilidad de 8 metros; en la estación 2 presentó una mínima de  $3 \text{ ind.}(100\text{m}^3)^{-1}$ , asociados a una temperatura  $23.09^{\circ}\text{C}$ , salinidad de 32.30 ups y una visibilidad de 8 metros, ausentándose completamente en los meses de abril y mayo (Figura 5).

#### **9.2.1.4.- Distribución de *Sulculeolaria quadrivalvis***

Presentó su densidad poblacional particularmente en el mes de marzo con  $5 \text{ ind.}(100\text{m}^3)^{-1}$ , su abundancia fue de  $3 \text{ ind.}(100\text{m}^3)^{-1}$  tanto para la estación 2 como para la estación 3, con un promedio de temperatura de  $23.62^{\circ}\text{C}$ , salinidad de 32.24 ups y una visibilidad del agua de 8 metros. Esta especie en los meses de abril y mayo no tuvo ningún registro (Figura 5).

#### **9.2.1.5 Distribución de *Chelophyes contorta***

Su densidad poblacional se reflejó únicamente en el mes de mayo con 16 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , registrando su máxima abundancia en la estación 3 con 10 ind.  $(100m^3)^{-1}$  asociada a una temperatura de 27.71°C, una salinidad de 31.05 ups y una visibilidad de 7 metros. La abundancia mínima fue en la estación 1 con 5 ind.  $(100m^3)^{-1}$  a una temperatura de 27.39 °C, una salinidad de 31.61 ups y una visibilidad de 5.3 metros. Esta especie no tuvo registros para los meses de marzo y abril (Figura 5).

#### **9.2.1.6.- Distribución de *Diphyes dispar***

Durante los monitoreos presentó su mayor densidad poblacional en el mes de marzo con 26 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La mayor abundancia fue en la estación 1 con 24 ind.  $(100m^3)^{-1}$  a una temperatura de 25.49 °C, una salinidad de 32.24 ups y una visibilidad de 3 metros, descendiendo para el mes abril, registrándose exclusivamente en la estación 1 con una mínima abundancia de 3 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , a una temperatura de 27.88°C, salinidad de 31.84 ups y una visibilidad de 7 metros. Esta especie no fue registrada para el mes de mayo (Figura 5).

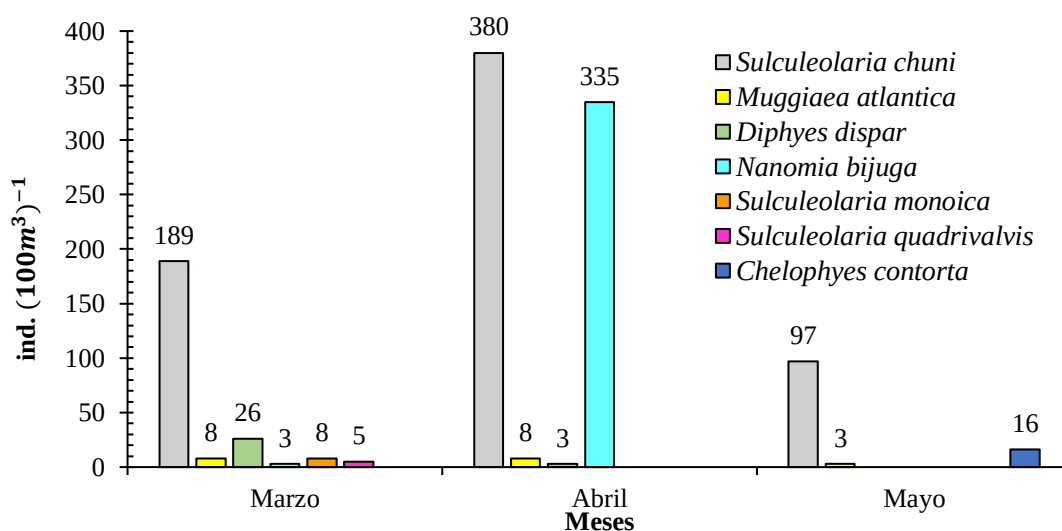
#### **9.2.1.7.- Distribución de *Muggiaea atlantica***

La máxima densidad poblacional tuvo uniformidad en los meses de marzo y abril. Sin embargo, en el mes de abril se registró solamente en la estación 2, con una abundancia de 8 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , a una temperatura de 27.61°C, salinidad de 31.87

ups y visibilidad del agua de 16 metros, a diferencia del mes de marzo que presentó una abundancia semejante en la estación 1, estación 2 y estación 3 con 3 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , con un promedio de temperatura de 24.07°C, salinidad de 32.24 ups y visibilidad del agua de 6.33 metros; disminuyendo evidentemente en el mes mayo con una mínima abundancia de 3 ind.  $(100m^3)^{-1}$  en la estación 2, asociadas a una temperatura de 27.63°C, salinidad de 31.35 ups y visibilidad de 12 metros. Su presencia se registró en los tres meses, pero no en todas las estaciones del área de estudio (Figura 5).

**Figura 5:**

*Distribución temporal y abundancia de sifonóforos a nivel superficial.*



### 9.3.- SIFONÓFOROS EN LA COLUMNA DE AGUA (0-25m)

A nivel vertical, se recolectaron un total de 11678 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , y por medio del análisis taxonómico se identificaron 6 especies de sifonóforos, mismas que estuvieron clasificadas en 2 subórdenes. El suborden con mayor porcentaje de abundancia relativa fue Calycophorae con un 93%, seguido de Physonectae con un

7% (Tabla 4). La máxima abundancia se registró en el mes de mayo con 5208 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , presentando mayor densidad en la estación 2 (Ver anexo Tabla 8).

A continuación, en la Tabla 4 se presenta una densidad mínima de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y una máxima de 5326 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie *Sulculeolaria chuni* presentó la mayor densidad de organismos, seguida en orden descendente por *Muggiaea atlantica* con 5284 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , *Nanomia bijuga* con 828 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , *Diphyes dispar* con 120 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y *Sulculeolaria quadrivalvis* y *Chelophyes contorta* con 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ .

**Tabla 4:**

*Densidad  $(100m^3)^{-1}$ , abundancia relativa, afinidad ecológica y hábitat de las especies de sifonóforos a nivel vertical.*

| Especies                                        | Vertical                              |       | Afinidad Ecológica | Hábitat |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|-------|--------------------|---------|
|                                                 | ind(100m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> | %     |                    |         |
| Siphonophora                                    |                                       |       |                    |         |
| Physonectae                                     |                                       |       |                    |         |
| Nanomia bijuga (delle Chiaje, 1841)             | 828                                   | 7.09  | T - T              | o       |
| Calycephorae                                    |                                       |       |                    |         |
| Sulculeolaria chuni (Lens & van Riemsdijk,1908) | 5326                                  | 45.61 | T - S              | n - o   |
| Sulculeolaria quadrivalvis (Blainville, 1834)   | 60                                    | 0.52  | T - S              | o       |
| Chelophyes contorta (Lens & van Riemsdijk,1908) | 60                                    | 0.52  | T - T              | o       |
| Diphyes dispar (Chamisso & Eysenhardt, 1821)    | 120                                   | 1.03  | T - T              | o       |
| Muggiaea atlantica (Cunningham,1892)            | 5284                                  | 45.24 | T - T              | n       |
|                                                 | 11678                                 | 100   |                    |         |

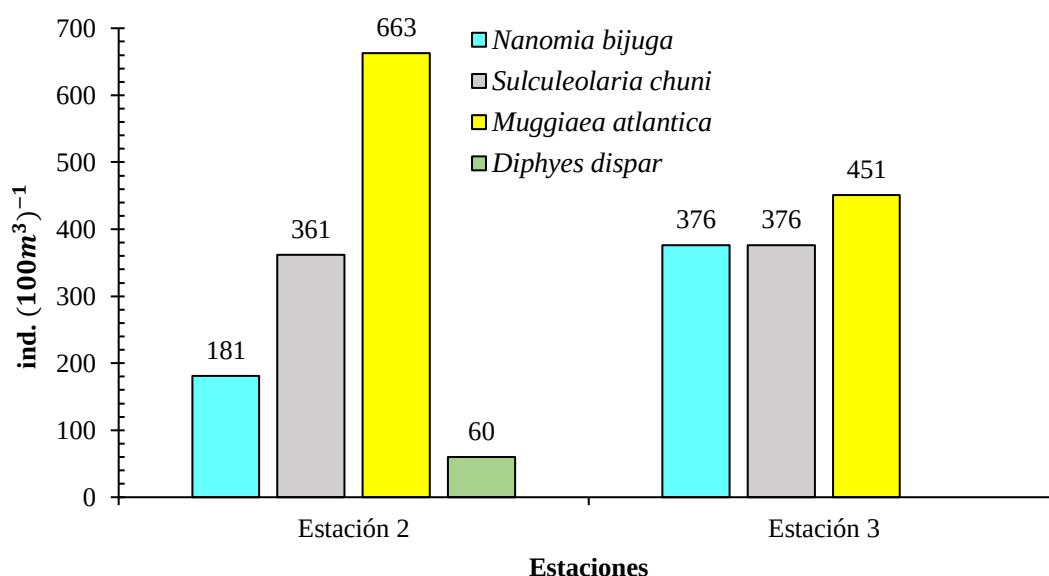
**Simbología:** n=nerítica, o= oceánica, T - S= Tropical – Subtropical, T - T= Tropical -Templadas,

%= abundancia relativa.

A nivel de columna de agua, en el mes de marzo, se registraron 4 especies de sifonóforos con un total de 2468 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . Las especies presentes fueron *Nanomia bijuga*, *Sulculeolaria chuni*, *Diphyes dispar* y *Muggiaea atlantica*. La densidad poblacional mostró un rango amplio, con un valor máximo de 1114 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y un mínimo de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . El valor con mayor rango, se evidenció para la especie *Muggiaea atlantica* con una abundancia relativa del 45.13% (Ver anexo Tabla 8).

**Figura 6:**

*Distribución vertical de sifonóforos en el mes de marzo.*



En la Figura 6, se observó que la estación 2 tuvo una mayor abundancia de sifonóforos, con un total de 1265 ind.  $(100m^3)^{-1}$  mientras que la estación 3 registró un valor de 1203 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie *Muggiaea atlantica* fue la más abundante para la estación 2 y la estación 3, con densidades de 663 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y de 451 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie *Nanomia bijuga* registró una

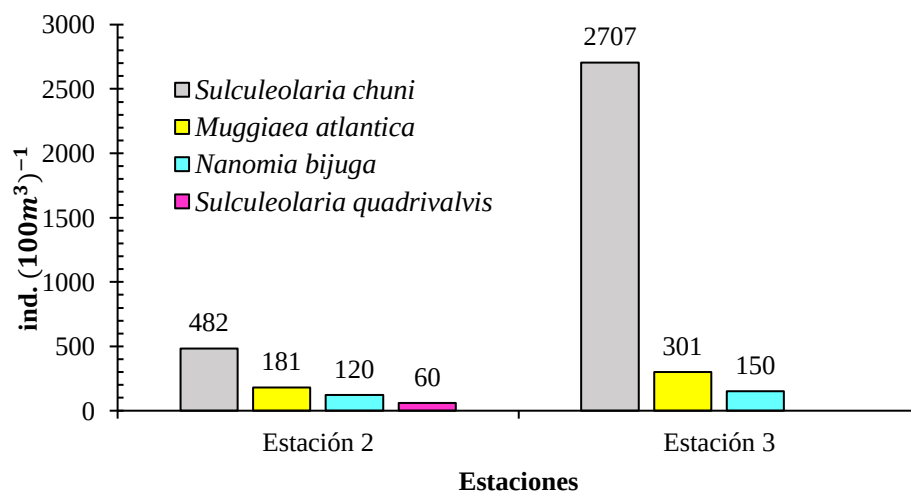
densidad de 181 ind.  $(100m^3)^{-1}$  en la estación 2, la cual incrementó a 376 ind.  $(100m^3)^{-1}$  en la estación 3.

Además, la densidad de *Sulculeolaria chuni* en la estación 2 fue de 361 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , misma que, en la estación 3 aumentó su densidad a 376 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . Cabe mencionar que en la estación 3 se presentó una uniformidad de densidades entre *Nanomia bijuga* y *Sulculeolaria chuni*. Por otro lado, *Diphyes dispar* solo se registró en la estación 2 con una densidad de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ .

En el mes de abril, se identificaron 4 especies de sifonóforos: *Nanomia bijuga*, *Sulculeolaria chuni*, *Sulculeolaria quadrivalvis* y *Muggiaea atlantica*, registrando un total de 4001 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La densidad mostró un valor máximo de 3189 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y un mínimo de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie con mayor densidad fue *Sulculeolaria chuni* con una abundancia relativa del 79.69% (Ver anexo Tabla 8).

### Figura 7:

*Distribución vertical de sifonóforos en el mes de abril.*



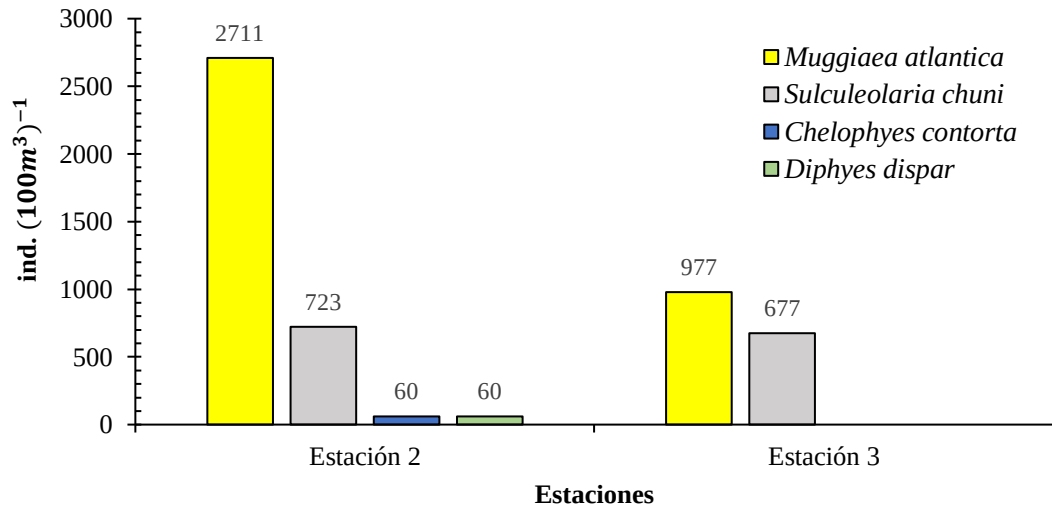
En la Figura 7, se evidenció que la densidad estacional fue mayor en la estación 3, con 3158 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , mientras que en la estación 2 solo se registraron un total de 843 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie *Sulculeolaria chuni* registró una mayor densidad en la estación 3, con 2707 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , sin embargo, en la estación 2 presentó una menor densidad con 482 ind.  $(100m^3)^{-1}$ .

La especie *Muggiae atlantica* en la estación 2 registró una densidad de 181 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , siendo diferente en la estación 3, puesto a que, presentó 301 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie *Nanomia bijuga* mostró una mayor densidad en la estación E3, con 150 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . Además, cabe mencionar que *Diphyes dispar* solo se registró en la estación 2, con una densidad de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ .

En mayo, se reportó una densidad total de 5208 ind.  $(100m^3)^{-1}$  representados por 4 especies de sifonóforos: *Sulculeolaria chuni*, *Chelophyes contorta*, *Diphyes dispar* y *Muggiaea atlantica*. La densidad poblacional a nivel de especie registró una máxima de 3688 ind.  $(100m^3)^{-1}$  y una mínima de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie *Muggiaea atlantica* representó el valor máximo con una abundancia relativa del 70.81% (Ver anexo Tabla 8).

**Figura 8:**

*Distribución vertical de sifonóforos en el mes de mayo.*



En la Figura 8, se observa que la estación 2 presentó una mayor densidad estacional con 3554 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , a diferencia de la estación 3, que presenta 1654 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . La especie *Muggiaea atlantica* registra la mayor densidad para ambas estaciones, con 2711 ind.  $(100m^3)^{-1}$  en la estación 2 y 977 ind.  $(100m^3)^{-1}$  en la estación 3. La especie *Sulculeolaria chuni* presentó una mayor abundancia en la estación 2 con 723 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , mientras que en la estación 3 se registró con 677 ind.  $(100m^3)^{-1}$ . Cabe recalcar que las especies *Chelophyes contorta* y *Diphyes dispar* solo se registraron en la estación 2, ambas con una abundancia de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ .

### **9.3.1.-VARIABILIDAD VERTICAL DE SIFONÓFOROS**

#### **9.3.1.1.- Distribución de *Nanomia bijuga***

Su densidad poblacional mayor se evidenció en el mes de marzo, con 557 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , siendo la estación 3 con su máxima abundancia asociada a una temperatura de 23.09 °C, una salinidad de 32.30 ups y una visibilidad del agua de 8 metros. En abril, la densidad de esta especie se redujo a 271 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , registrando en la estación 2 un valor de 120 ind.  $(100m^3)^{-1}$  mientras que en la estación 3 un valor mayor con 150 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , relacionada con un promedio de temperatura de 27.78 °C, una salinidad de 31.94 ups y una visibilidad de 15.5 metros. Es importante recalcar que esta especie no tuvo ningún registro en el mes de mayo (Figura 9).

#### **9.3.1.2.-Distribución de *Sulculeolaria chuni***

Presentó un amplio rango de densidad poblacional en el mes de abril, con 3189 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , mostrando una mayor abundancia en la estación 3, con 2707 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , asociados a una temperatura de 27.95°C, una salinidad de 32.01 ups y una visibilidad del agua de 15 metros. Esta especie presentó valores menores en los meses de marzo y mayo. Registrándose su menor densidad en marzo, siendo la estación 2 su mínima abundancia con 361 ind.  $(100m^3)^{-1}$  relacionada a una temperatura de 23.09°C, una salinidad de 32.30 y una visibilidad de 8 metros (Figura 9). Se registró en las dos estaciones de monitoreo durante los tres meses que se realizó el estudio.

#### **9.3.1.3.-Distribución de *Sulculeolaria quadrivalvis***

Durante los monitoreos, solo se registró una densidad poblacional en la estación 2 correspondiente al mes de abril con 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , a una temperatura de 27.61°C, una salinidad de 31.87 ups y una visibilidad de 16 metros. Cabe mencionar que en los meses de marzo y mayo no se registró la presencia de esta especie en ninguna de las estaciones (Figura 9).

#### **9.3.1.4.-Distribución de *Chelophyes contorta***

Esta especie se presentó únicamente en el mes de mayo, con una densidad poblacional de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , registrándose solo en la estación 2. La abundancia estuvo asociada a una temperatura de 27.63°C, una salinidad de 31.35 ups y una visibilidad del agua de 12 metros (Figura 9).

#### **9.3.1.5.- Distribución de *Diphyes dispar***

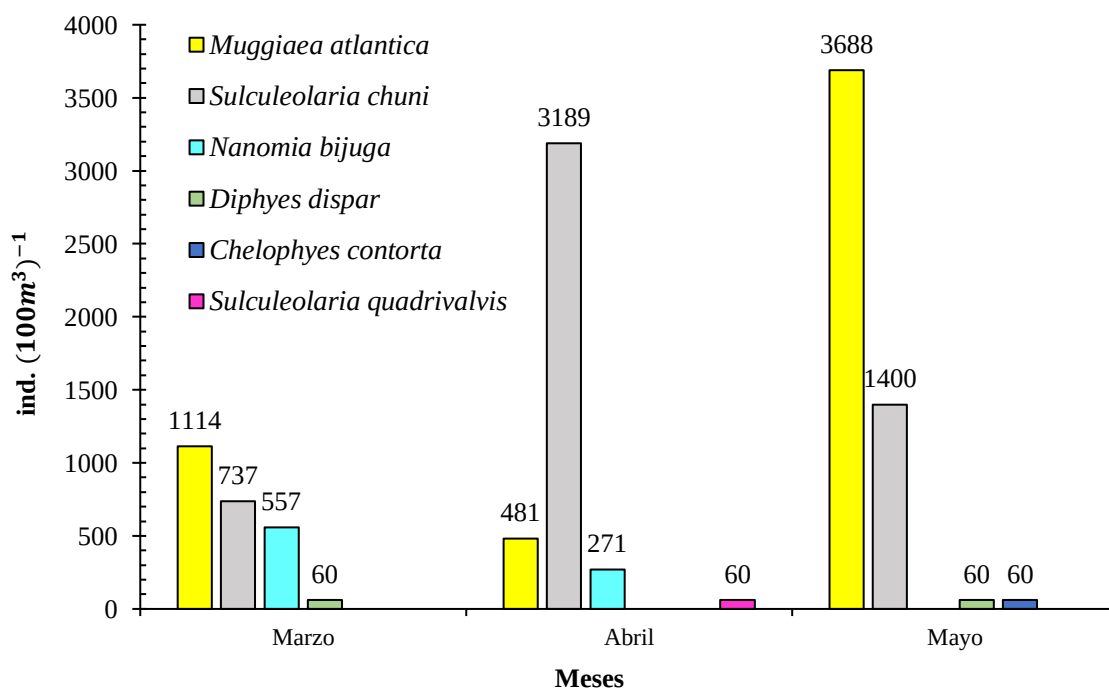
En los monitoreos, esta especie se presentó únicamente en los meses de marzo y mayo, con una densidad de 60 ind.  $(100m^3)^{-1}$  en cada mes. En ambos meses, se registró solo en la estación 2 (Figura 9). Las condiciones asociadas para el mes de marzo fueron a una temperatura de 23.09 °C, una salinidad de 32.30 ups y una visibilidad del agua de 8 metros, mientras que para el mes de mayo fue a una temperatura de 27.63°C, una salinidad de 31.35 ups y una visibilidad de 12 metros.

### 9.3.1.6.- Distribución de *Muggiaea atlantica*

La máxima densidad poblacional se presentó en el mes de mayo, con 3688 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , siendo la estación 2 con mayor abundancia, con 2711 ind.  $(100m^3)^{-1}$ , relacionadas a una temperatura de 27.63°C, salinidad de 31.35 ups y una visibilidad de 12 metros. La densidad fue menor en el mes de abril, con un mínimo de 181 ind.  $(100m^3)^{-1}$  en la estación 2, a una temperatura de 27.61°C, una salinidad de 31.87 ups y una visibilidad del agua de 16 metros. Esta especie se registró en cada estación durante los tres meses de monitoreo (Figura 9).

**Figura 9:**

*Distribución temporal y abundancia de sifonóforos a nivel vertical.*



#### **9.4.- INTERPRETACIÓN DE LOS ÍNDICES ECOLÓGICOS: SHANNON – WEAVER, SIMPSON Y PIELOU EN LA COMUNIDAD DE SIFONÓFOROS.**

##### **9.4.1.- SIFONÓFOROS A NIVEL SUPERFICIAL**

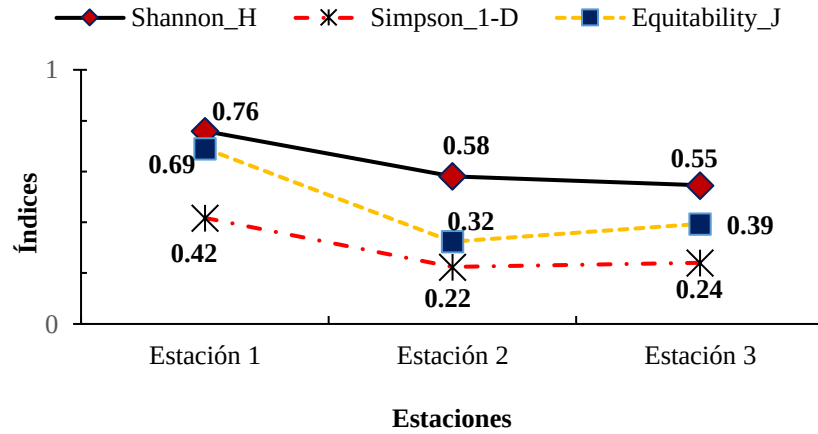
En el mes de marzo, la estación 1 obtuvo un índice de Shannon – Weaver de 0.76 bits/ind, lo que indicó una alta diversidad en la comunidad de sifonóforos. Por otro lado, el índice de Simpson registró un valor de 0.42 bits/ind, indicando una menor dominancia entre las especies. El índice de equidad de Pielou presentó un valor de 0.69 bits/ind, mostrando una distribución más equitativa. (Figura 10).

En la estación 2, el índice de Shannon – Weaver disminuyó a 0.58 bits/ind, mostrando una moderada diversidad de sifonóforos. El índice de Simpson registró un valor de 0.22 bits/ind, existiendo una dominancia notable de la especie *Sulculeolaria chuni*. En cuanto, al índice de equidad de Pielou, se redujo a un valor de 0.32 bits/ind, indicando una distribución menos equitativa en comparación con las otras estaciones.

Con los demás valores obtenidos, se indica que la estación 3 registró una diversidad evidentemente moderada con un índice de Shannon – Weaver de 0.55 bits/ind. El índice de Simpson presentó un valor de 0.24 bits/ind, siendo *Sulculeolaria chuni* todavía dominante para esta estación. Sin embargo, la equidad de Pielou mostró un valor de 0.39 bits/ind., lo que señala una equitatividad moderada en la distribución.

**Figura 10:**

*Índices ecológicos de los sifonóforos en el mes de marzo.*



En el mes de abril, la estación1 obtuvo un índice de Shannon -Weaver de 0.72 bits/ind, evidenciando una moderada diversidad en la comunidad de sifonóforos El índice de Simpson registró un valor 0.50 bits/ind. Por otra parte, el índice de Pielou con un valor de 0.65 bits/ ind, indica que existió cierta equitatividad en la distribución, aunque no en su totalidad.

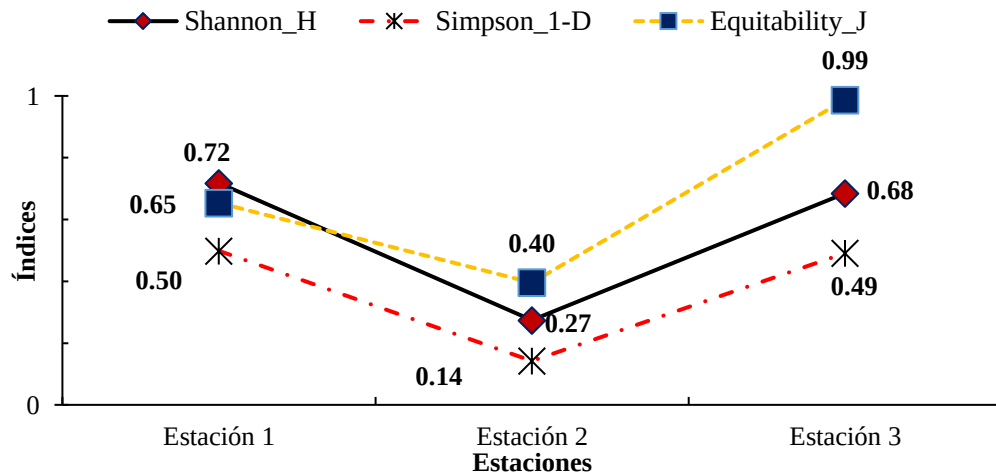
En la estación 2, se observó una baja diversidad, con un índice de Shannon – Weaver de 0.27 bits/ ind. El índice de Pielou registró un valor de 0.40 bits/ind, por lo que las especies no están equitativamente distribuidas. El índice de Simpson disminuyó a 0.14 bits/ind para esta estación.

En la Figura 12, se mostró que la estación 3 tuvo un índice de Shannon – Weaver de 0.68 bits/ind, registrando una diversidad moderada. Por otro lado, el índice de Pielou presentó un valor alto de 0.99 bits/ ind, indicando una distribución

equitativamente casi perfecta, mientras que el índice de Simpson aumentó a 0.49 bits/ind en comparación a la estación 2 (Figura 11).

**Figura 11:**

*Índices ecológicos de los sifonóforos en el mes de abril.*



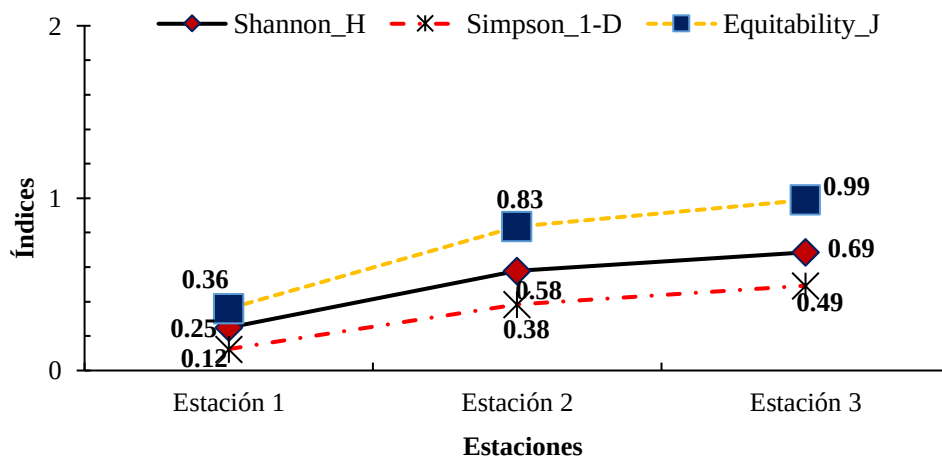
En el monitoreo realizado en mayo, se evidenció que la estación 1 presentó una baja diversidad con el índice de Shannon – Weaver (0.25 bits/ind), mientras que el índice de Pielou (0.36 bits/ind) indicó que las especies no están equitativamente distribuidas. El índice de Simpson reveló un valor de 0.12 bits/ind, indicando que existió una especie dominante en comparación a las demás, como fue *Sulculeolaria chuni*.

El índice de Shannon - Weaver en la estación 2 presentó un valor mayor de 0.58 bits/ind., en comparación a la anterior estación, lo que indicó una diversidad moderada. El índice de Simpson aumentó a 0.38 bits/ind mientras que el índice de Pielou (0.83 bits/ind) mostró que las especies están distribuidas equitativamente.

En la estación 3, el índice de Shannon – Weaver aumentó su valor a 0.69 bits/ind, indicando una diversidad mayor. El índice de Simpson (0.49 bits/ind) incrementó en esta estación mientras que el índice de Pieolu (0.99 bits/ind) mostró una distribución casi perfectamente equitativa de las especies (Figura 12).

**Figura 12:**

*Índices ecológicos de los sifonóforos en el mes de mayo.*



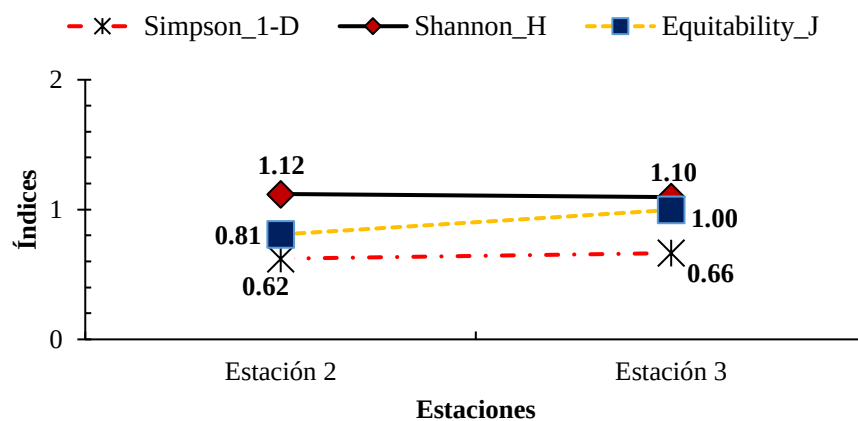
#### 9.4.2.- SIFONÓFOROS A NIVEL VERTICAL (0-25m)

En el mes de marzo, en la estación 2 se observó una alta diversidad de especies, con un índice de Shannon – Weaver de 1.12 bits/ind. La equitatividad de Pielou (0.81 bits/ind) reveló una distribución equitativa entre las especies. El índice de Simpson de 0.62 bits/ind., indicó que en esta estación hubo una o más especies relativamente dominantes.

En la estación 3, el índice de Shannon – Weaver se redujo a un valor de 1.10 bits/ind., sin embargo, presentó una alta diversidad de especies (Figura 13). Además, la equitatividad de Pielou mostró que hubo una distribución equitativa entre las especies, como fue el caso de las especies *Nanomia bijuga* y *Sulculeolaria chuni*. El índice de Simpson incrementó a 0.66 bits/ind., indicando una dominancia de una o más especies. La especie que tuvo mayor dominancia en esta estación fue *Muggiaea atlantica*.

**Figura 13:**

*Índices ecológicos de los sifonóforos a nivel vertical en el mes de marzo*

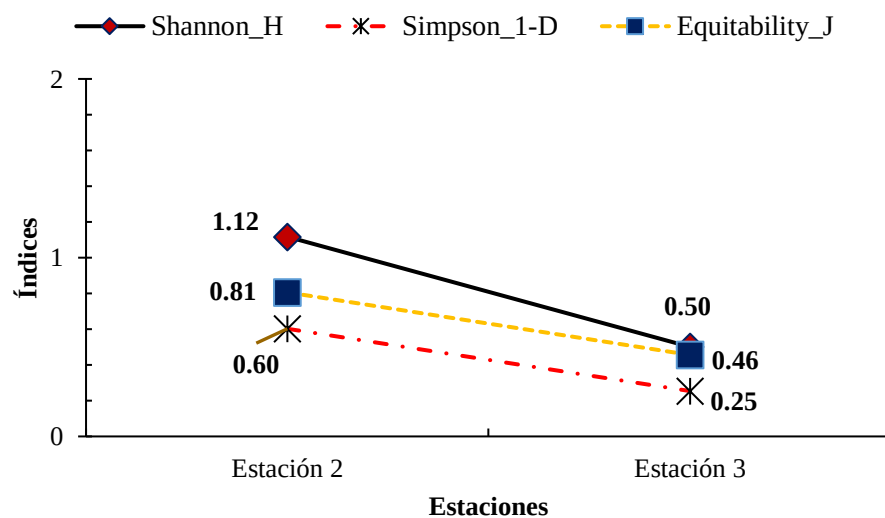


En abril, el índice de Shannon – Weaver (1.12 bits/ind) indicó que la estación 2 registró una alta diversidad de especies. Por lo tanto, el índice de Pielou con un valor de 0.81 bits/ind, mostró que la estación registró una distribución equitativa, pero no en su totalidad, mientras que el índice de Simpson presentó un valor de 0.60 bits/ ind (Figura 14).

El índice de Shannon-Weaver en la estación 3 decreció evidentemente a 0.50 bits/ind., mostrando una moderada diversidad de especies. El índice de Simpson (0.25 bits/ind) indicó que existieron una o más especies altamente dominantes. En este caso, la especie con más dominancia fue *Sulculeolaria chuni*. Además, con el índice de Pielou (0.46 bits/ind) se mostró que la distribución de las especies no fue equitativa y que algunas especies tuvieron una mayor abundancia que otras dentro del área.

**Figura 14:**

*Índices ecológicos de los sifonóforos a nivel vertical en el mes de abril.*



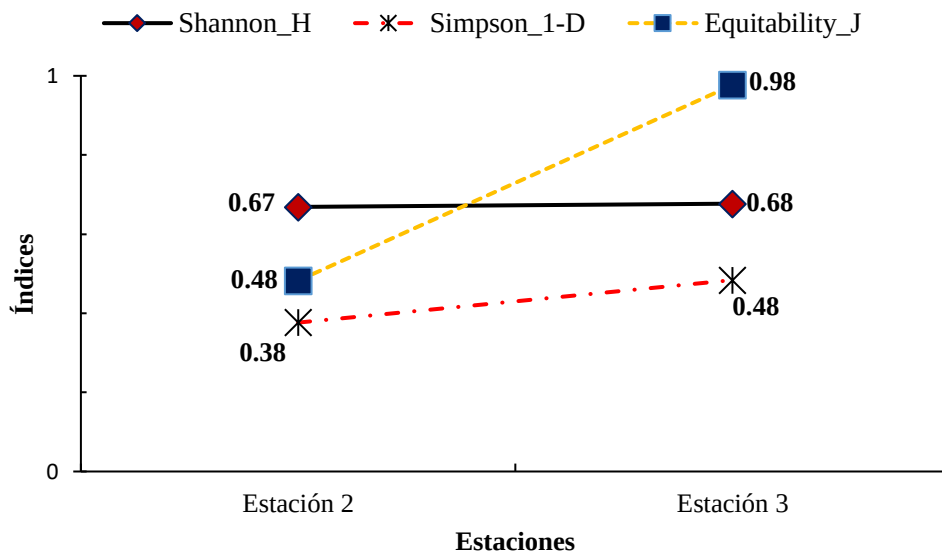
En el último mes de monitoreo, se exhibió que la estación 2 con el índice de Shannon – Weaver (0.67 bits/ind) tuvo una diversidad moderada. El índice de Simpson con un valor de 0.38 bits/ind., indicó que existieron una o más especies dominantes. En esta estación, la especie más dominante fue *Muggiaea atlantica*. Sin embargo, con el valor menor al índice de Shannon, este señala que existió cierta

diversidad en el área. La equidad de Pielou de 0.48 bits/ind., mostró que la distribución de las especies no fue de manera equitativa y que algunas especies registraron una abundancia mayor que otras.

El índice de Shannon – Weaver (0.68 bits/ ind) en la estación 3, indicó una diversidad moderada. El índice de Simpson (0.48 bits/ ind) indicó que hubo una mayor dominancia de una o varias especies, la especie con una mayor dominancia fue *Muggiaea atlantica*. El índice de equidad de Pielou con un valor de 0.98 bits/ind., indicó una distribución uniforme entre las especies (Figura 15).

**Figura 15:**

*Índices ecológicos de los sifonóforos a nivel vertical en el mes de mayo.*



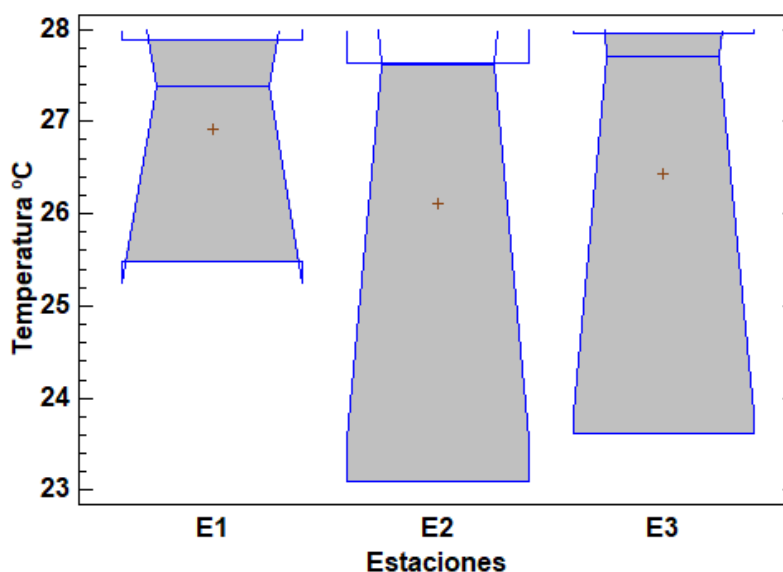
## 9.5.- RELACIÓN DE LAS ESPECIES DE SIFONÓFOROS CON LAS VARIABLES AMBIENTALES MEDIANTE ANÁLISIS MULTIVARIADO.

### 9.5.1- VARIABLES AMBIENTALES

Se registraron datos de las variables ambientales como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y turbidez. Además, de nutrientes como nitrito, nitrato y fosfato correspondientes a cada una de las estaciones establecidas. La temperatura superficial del mar oscilo entre valores mínimos de 23.09 – 25.49°C y máximos de 27.88 - 27.95°C (Figura 16), con un promedio de 26.48 °C, se obtuvo un valor de razón -F de 0.10 con valor  $p=0.90$  no existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre la media de temperatura. La prueba de KW registró un valor de 0.8 y  $p= 0.67$ , por lo que no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas.

**Figura 16:**

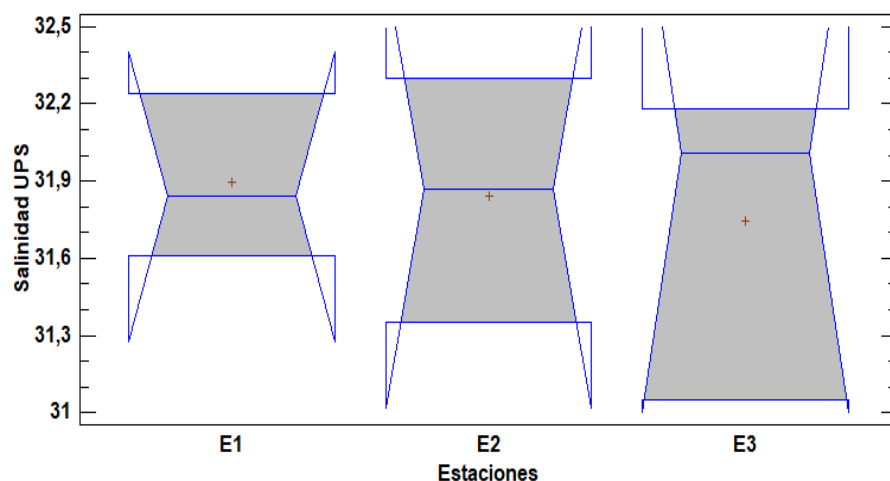
*Valores de temperatura registrados durante los monitoreos.*



La salinidad registró un promedio de 31.83 ups, con valores mínimos de 31.05 – 31.61 ups y un máximo de 32.18 – 32.30 (Figura 17), mostrando una razón de -  $F=0.07$  con un valor de  $p=0.93$ . Puesto a que, el valor de  $p$  de la razón - $F$  es mayor que 0.05, no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la salinidad. A partir de la prueba de Kruskal Wallis se obtuvieron valores de  $KW=0.08$  y  $p=0.96$ .

**Figura 17:**

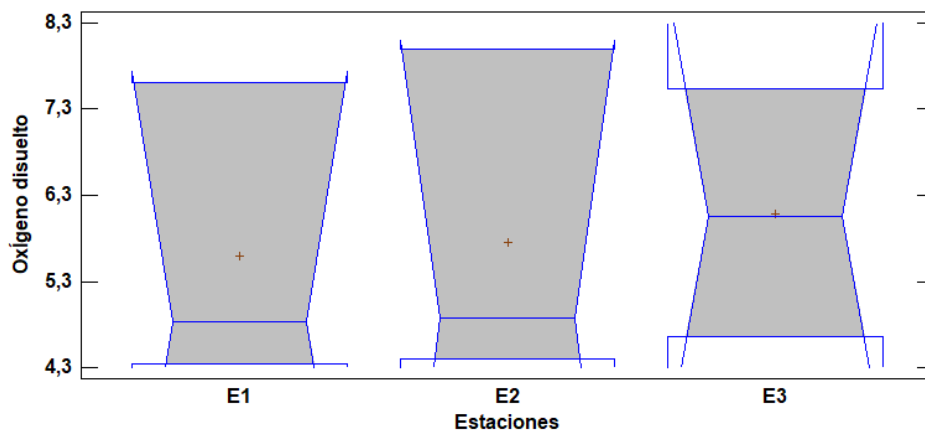
*Valores de salinidad registrados durante los monitoreos.*



El oxígeno disuelto registró valores mínimos de 4.35 – 4.66 mg/LDO y un máximo de 7.54 – 7.99 mg/L (Figura 18), con una media de 5.81 mg/LDO. En esta variable presentó un valor de -  $F=0.06$  con un valor de  $p=0.94$ , no existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre la media por estaciones. La prueba de Kruskal Wallis por estaciones mostró valores de  $KW=0.27$  y  $p=0.88$ , por lo cual no existe una diferencia estadísticamente entre las medianas.

**Figura 18:**

*Valores de oxígeno disuelto registrados durante los monitoreos.*



Para la variable del pH registró valores mínimos (8.53 – 8.55) y máximos (8.62- 8.65) con una media de 8.58 (Figura 19), esta variable mostró una razón de  $-F = 0.02$  con un valor de  $p = 0.98$ , siendo este valor mayor a 0.05, por lo que no existió una diferencia estadísticamente significativa entre la media. Con la prueba de Kruskal Wallis se mostraron valores de  $KW = 0.47$  y  $p = 0.79$ .

**Figura 19:**

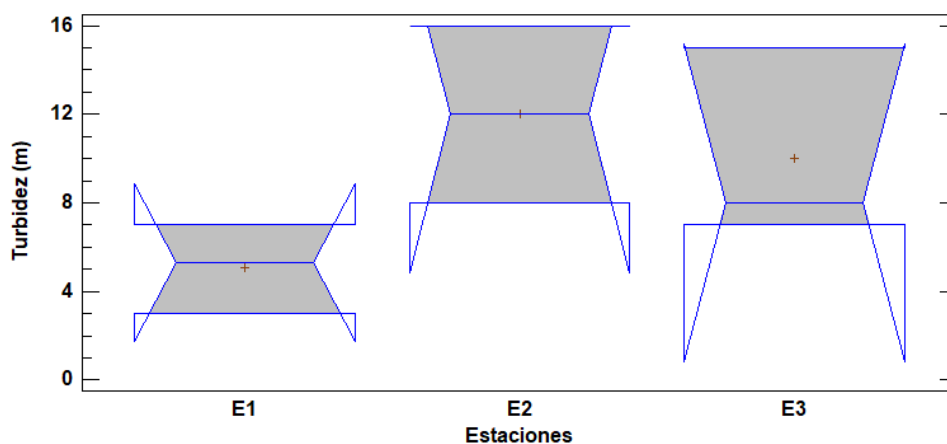
*Valores de pH registrados durante los monitoreos.*



La transparencia se evidenció un promedio de 9.03 metros, con valores mínimos que oscilaron entre 3 – 8 metros y un máximo entre 7- 16 metros (Figura 20). Esta variable registró una razón -F= 2.91 con un valor de  $p=0.13$ , mientras que la prueba de Kruskal Wallis no mostró diferencias significativas entre las medianas obteniendo un valor de  $KW= 5.36$  y  $p= 0.06$ .

**Figura 20:**

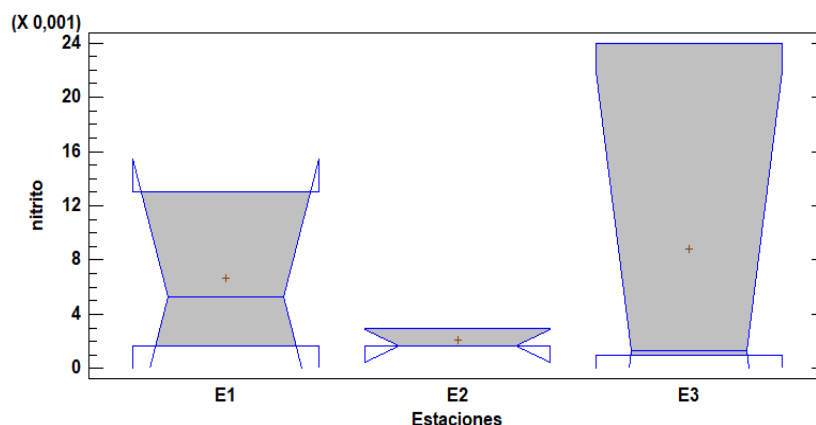
*Valores de turbidez registrados durante los monitoreos.*



Los valores de nitrito presentaron un promedio de 0.0058 mg/L con valores mínimos entre un rango de 0.00100 – 0.00167 mg/L y máximos entre 0.013 – 0.0024 mg/L (Figura 21). Este nutriente mostró una razón -F= 0.50 con un valor de  $p=0.63$ , no existió una diferencia estadísticamente significativa entre la media, mientras que la prueba de Kruskal – Wallis mostró un valor de  $KW=1.19$  y  $p=0.55$ , por lo que se entiende que no existió una diferencia significativa entre las medianas.

**Figura 21:**

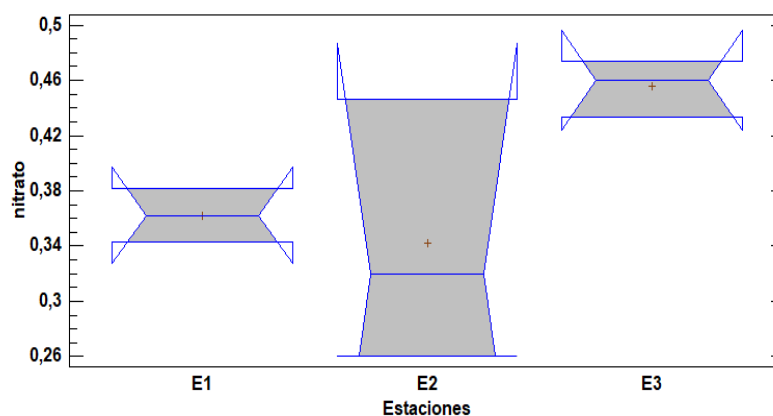
*Valores de nitritos registrados durante los monitoreos.*



El nitrato mostró una media de 0.3867 mg/L con valores mínimos de 0.26033 - 0.34267 mg/L y máximos de 0.38167 – 0.4740 mg/L (Figura 22). Se obtuvo una razón  $-F= 3.36$  con un valor de  $p=0.11$ , mayor a 0.05 no existiendo de esta manera una diferencia estadísticamente significativa entre la media de nitrato. A su vez, la prueba de Kruskal Wallis mostró que no hubo una diferencia entre las medianas obtenido un valor de  $KW=4.35$  y  $p=0.11$ .

**Figura 22:**

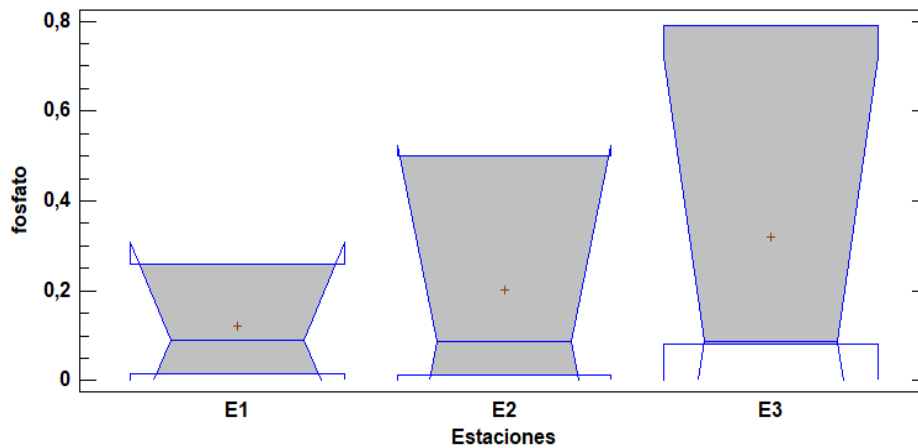
*Valores de nitratos registrados durante los monitoreos.*



Los valores de fosfato presentaron valores mínimos de 0.01367 – 0.8100 mg/L y máximos de 0.2600 – 0.7900 mg/L (Figura 23). El valor de la razón -F fue de 0.36 con un valor de  $p = 0.71$  mientras que la prueba de Kruskal Wallis mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas presentando valores de  $KW = 0.20$  y  $p = 0.90$ .

**Figura 23:**

*Valores de fosfato registrados durante los monitoreos.*



## 9.6.- SIMILITUD DE BRAY CURTIS ENTRE ESPECIES.

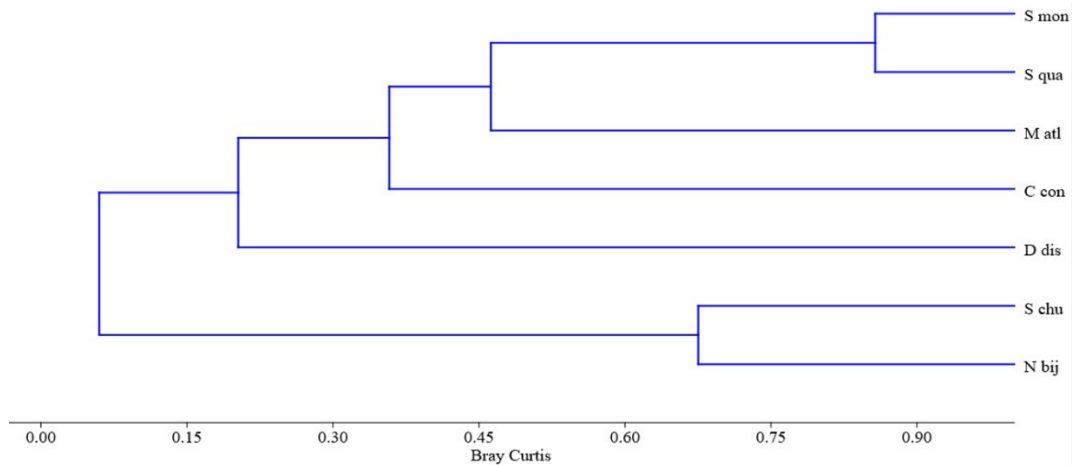
### 9.6.1.- SIFONÓFOROS A NIVEL SUPERFICIAL

El dendograma presenta dos grupos de aglomerados que compartieron similitud en común, pero de diferentes formas. El primer aglomera conformado por *Sulculeolaria monoica* y *Sulculeolaria quadrivalvis* tuvieron una similitud entre sus densidades en comparación con las demás, sin embargo, fueron menos abundantes en los meses de monitoreo, mientras que el segundo aglomerado formado por *Nanomia bijuga* y *Sulculeolaria chuni* fueron las más abundantes a nivel superficial

por lo que existió una similitud en cuanto abundancia (Figura 24). El grupo de *Muggiaea atlantica*, *Chelophyes contorta* y *Diphyes dispar* están más cercanas entre sí, aunque cada una forma su propio grupo antes de unirse.

**Figura 24:**

*Dendrograma basado en la similitud de Bray – Curtis entre abundancia de especies de sifonóforos a nivel superficial.*



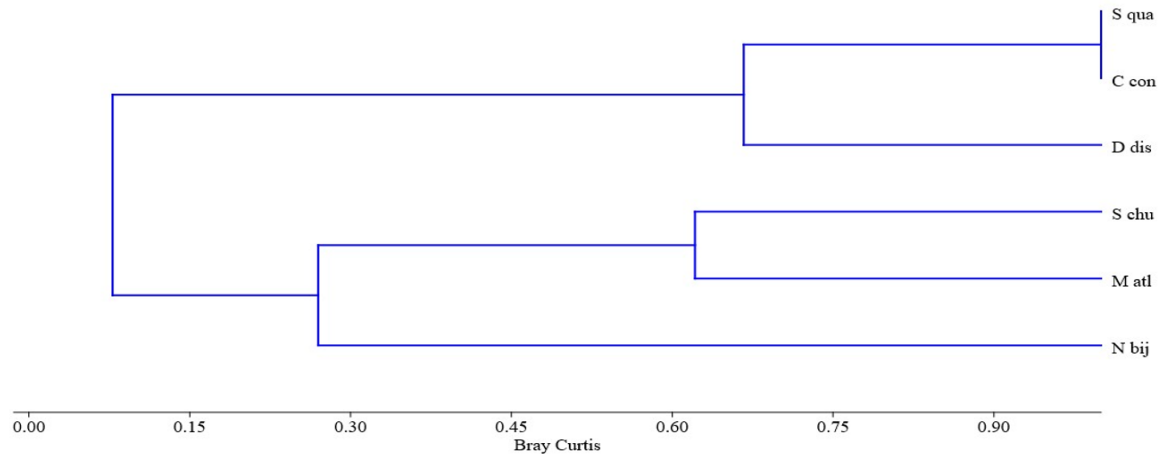
**Simbología:** **S mon** (*Sulculeolaria monoica*), **S qua** (*Sulculeolaria quadrivalvis*), **M atl** (*Muggiaea atlantica*), **C con** (*Chelophyes contorta*), **D dis** (*Diohyes dispar*), **S chu** (*Sulculeolaria chuni*), **N bij** (*Nanomia bijuga*).

### 9.6.2.-SIFONÓFOROS A NIVEL VERTICAL (0 - 25 m)

El primer aglomerado se formó con las especies *Sulculeolaria quadrivalvis* y *Chelophyes contorta*, puesto a que compartieron una similitud entre sus densidades teniendo un registro con abundancia mínima, de este grupo sale una rama que integra a *Diohyes dispar*. El otro aglomerado formado por *Sulculeolaria chuni* y *Muggiaea atlantica*, tuvieron una similitud referente a la abundancia moderada, uniéndose a esta rama *Nanomia bijuga*, (Figura 25).

**Figura 25:**

*Dendrograma basado en la similitud de Bray – Curtis entre abundancia de especies de sifonóforos a nivel vertical.*



**Simbología:** **S qua** (*Sulculeolaria quadrivalvis*), **C con** (*Chelophyes contorta*), **D dis** (*Diohyes dispar*), **S chu** (*Sulculeolaria chuni*), **M atl** (*Muggiaea atlantica*), **N bij** (*Nanomia bijuga*).

## 9.7.-ANÁLISIS DEL ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL, ANOSIM Y SIMPER

Las abundancias de los sifonóforos a nivel superficial mostraron diferencias significativas espaciales, obteniendo un nivel de stress de 0.0458; lo que indicó un buen ajuste del modelo MDS. En la gráfica se puede observar que las especies *Nanomia bijuga*, *Diphyes dispar* y *Sulculeolaria chuni* tuvieron más abundancia en la estación 1, por lo que se entiende que estas especies fueron más comunes debido a las condiciones ambientales que se presentaron en dicha estación. Las especies *Sulculeolaria quadrivalvis* y *Sulculeolaria monoica* están relacionadas a la estación 2, mientras que *Muggiaea atlantica* fue más abundante en esta estación, pero no estuvo correlacionada a las condiciones ambientales como la temperatura. Por otro

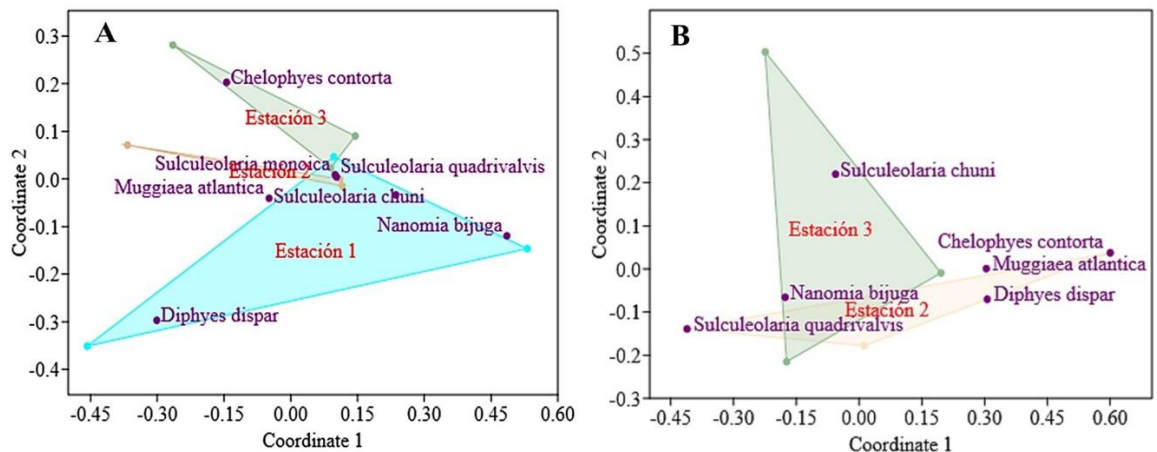
lado, *Chelophyes contorta* estuvo relacionada con la estación 3 siendo más abundante en ella. La distancia entre la estación 1 y la estación 3 indicó una gran diferencia en la composición de las especies de sifonóforos.

A nivel vertical el estrés tuvo un valor de 0.0401, presentando un ajuste de los datos. Las especies *Sulculeolaria quadrivalvis* *Chelophyes contorta*, *Diphyes dispar* y *Muggiaea atlantica* estuvieron relacionadas a la estación 2, mientras que *Sulculeolaria chuni* y *Nanomia bijuga* a la estación 3. Además, se observaron especies predominantes en las condiciones ambientales de ambas estaciones. Sin embargo, hay especies que se encuentran asociadas directamente a las condiciones específicas de esa zona (Figura 26).

**Figura 26:**

*Ordenación zonal de la abundancia de sifonóforos en las estaciones fijas,*

*A) nivel superficial y B) nivel vertical.*



El ANOSIM entre la abundancia de los cnidarios y las estaciones a nivel superficial puede registrarse una disimilitud entre ellas, sin embargo, esta diferencia puede ser no estadísticamente significativa. A nivel superficial se obtuvo un valor de R global de -0,81 con un valor de  $p= 0.81$ , mostrando que no hay una diferencia significativa entre las especies que se registraron en este tipo de arrastre. Por otro lado, a nivel vertical se registró un valor de R global de -0,22 y un valor de  $p= 1$ , indicando que no hay diferencia significativa entre las especies registradas.

El SIMPER, a nivel superficial presentó que la disimilitud entre las comunidades de la estación 1 y la estación 2 fue de un promedio de 31.45%, reportando a *Sulculeolaria chuni*, *Nanomia bijuga* y *Diphyes dispar*, a diferencia de la contribución de la disimilitud entre la estación 3 y la estación 2 que estuvo repartida entre *Sulculeolaria chuni* y *Nanomia bijuga* que evidenció un valor de 61. 42% (Tabla 5).

**Tabla 5:**

*Porcentaje de contribución de las principales especies de sifonóforos nivel superficial.*

| <b>Especies</b>            | <b>Av. dissim</b> | <b>Contribución</b> | <b>Acumulado</b> | <b>Estación 1</b> | <b>Estación 2</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Sulculeolaria chuni</i> | 36.37             | 54.75               | 54.75            | 102               | 72.3              |
| <i>Nanomia bijuga</i>      | 16.67             | 25.09               | 79.84            | 99.7              | 1                 |
| <i>Diphyes dispar</i>      | 9.63              | 14.51               | 94.35            | 9                 | 1                 |

| <b>Especies</b>            | <b>Av. dissim</b> | <b>Contribución</b> | <b>Acumulado</b> | <b>Estación 1</b> | <b>Estación 3</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Sulculeolaria chuni</i> | 30.66             | 45.26               | 45.26            | 102               | 47                |
| <i>Nanomia bijuga</i>      | 21.9              | 32.32               | 77.58            | 99.7              | 12.3              |

A nivel vertical, se registró una disimilitud de un 31.82%, evidenciando a las especies *Muggiaea atlantica*, *Sulculeolaria chuni* y *Nnaomia bijuga*, mismas que son las principales especies en contribuir mayoritariamente a la disimilitud (Tabla 6).

**Tabla 6:**

*Porcentaje de contribución de las principales especies de sifonóforos a nivel vertical.*

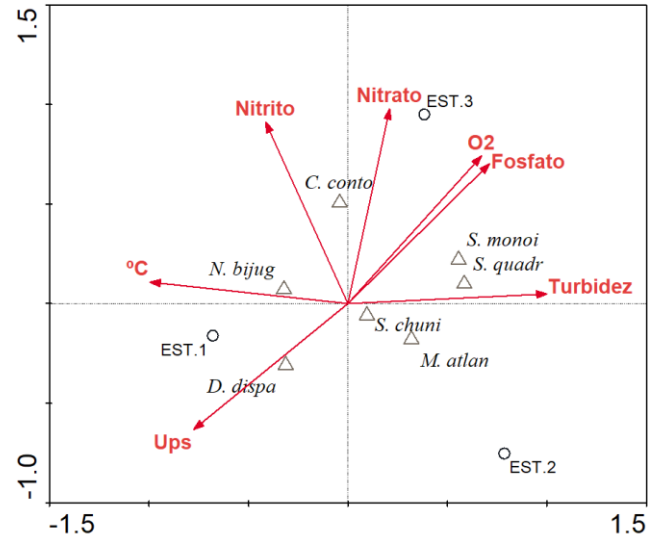
| <b>Especies</b>            | <b>Av. dissim</b> | <b>Contribución</b> | <b>Acumulado</b> | <b>Estación 2</b> | <b>Estación 3</b> |
|----------------------------|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Muggiaea atlantica</i>  | 21.37             | 45.2                | 45.2             | 1190              | 576               |
| <i>Sulculeolaria chuni</i> | 18.98             | 40.15               | 85.36            | 522               | 1250              |
| <i>Nanomia bijuga</i>      | 4.779             | 10.11               | 95.47            | 100               | 175               |

## 9.8.- ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA

El análisis de correspondencia canónica a nivel superficial, evidencia que las especies *Nanomia bijuga* y *Diphyes dispar* estuvieron más correlacionas con la temperatura del agua, a diferencia de *Muggiaea atlantica* que no tiene relación debido a que son indicadoras de aguas frías. La variable de salinidad se correlaciona con la especie *Diphyes dispar*. El nutriente de nitrito tiene una correlación positiva con la especie *Chelophyes contorta*, mientras que las especies *Sulculeolaria monoica* y *Sulculeolaria quadrivalvis* tienen una relacion con los niveles de fosfato. (Figura 27).

**Figura 27:**

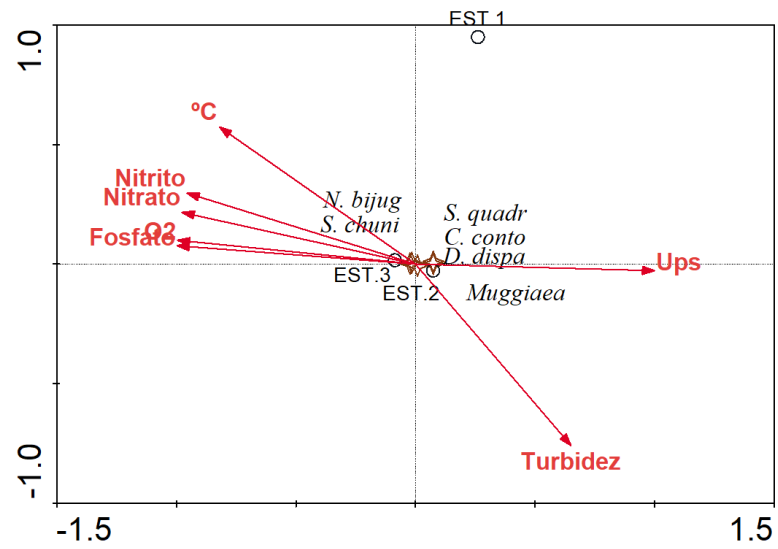
*Análisis de correspondencia canónica a nivel superficial.*



A nivel vertical, el análisis de correspondencia canónica evidencia notablemente que las especies registradas durante el monitoreo presentan una relación con los factores abióticos y nutrientes analizados durante el monitoreo. Las especies *Sulculeolaria chuni* y *Nanomia bijuga* tienen una correlación con temperatura y oxígeno disuelto, también relacionadas con los nutrientes de nitrito, nitrato y fosfato presentes en la estación 3, mientras que las especies *Sulculeolaria quadrivalvis*, *Chelophyes contorta* y *Diphyes dispar* tienen una correlación con salinidad. La variable de turbidez tiene una correlación con *Muggiaea atlantica* (Figura 28).

**Figura 28:**

*Análisis de correspondencia canónica a nivel vertical.*



## 10.- DISCUSIONES

Con los resultados obtenidos de esta investigación, se pretende brindar información importante sobre las especies de sifonóforos que se pueden encontrar o registrar en esta área de estudio, siendo esto un gran aporte científico tanto para la Provincia de Santa Elena como para el Ecuador.

El número de especies registradas en el presente estudio fue evidentemente inferior (7 especies de sifonóforos) comparadas con los trabajos realizados por Andrade (2010) en la Bahía de Santa Elena, Andrade (2012) de aguas superficiales alrededor de la Isla Santa Clara, Mujica & Andrade (2019) en tres estaciones de la zona marino – costera de la Península de Santa Elena, lo cual puede atribuirse a la época climática y a la cantidad de meses en que se realizaron estas investigaciones, puesto que, los muestreos se hicieron durante cinco meses o inclusive el año.

Las especies identificadas coinciden con los registros de Mujica & Andrade (2019), Andrade (2024) tanto para nivel superficial y vertical. Con el trabajo de Mujica & Andrade (2019) se evidencia que las especies *Nanomia bijuga*, *Sulculeolaria chuni*, *Diphyes dispar* y *Muggiaea atlantica* tienen una mayor abundancia relativa en comparación a las demás especies que se pueden registrar. Además, con este estudio se coincide que a nivel superficial las especies con mayor abundancia para el mes de marzo fue *Sulculeolaria chuni* mientras que para el mes de abril una de las especies fue *Nanomia bijuga*.

Por otro lado, las especies identificadas en esta investigación presentan una distribución amplia en zonas tropicales (Alvariño & Leira, 1986; Morales & Nowaczyck, 2006; Segura, Franco, Suárez, Gasca & Godínez, 2010), en donde el fenómeno del Niño se encuentra relacionado al aumento de especies tropicales (Aronés & Ayón, 2002).

Los valores de los parámetros abióticos como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH, tienen similitud con otros trabajos realizados anteriormente, como la investigación de Andrade (2024) a 1, 5 y 10 millas costa afuera de Anconcito. En esta investigación, se presenta una temperatura de 23.02 y 27.5°C, similar a la temperatura que se registró en nuestra investigación, misma que arroja valores entre 24.07 y 27.58°C.

En cuanto a la diversidad de la comunidad, se observó una mayor diversidad a nivel vertical, en los meses de marzo y abril con un índice de Shannon – Weaver de 1.12 bits/ind y una uniformidad igual de 0.81 bits/ind. Estos valores son discrepantes a los valores obtenidos en Mujica & Andrade (2019), que presentaron una mayor diversidad de Shannon – Weaver a nivel superficial.

El análisis de similitud de Bray Curtis entre las especies mostró que a nivel superficial las especies *Nanomia bijuga* y *Sulculeolaria chuni* fueron las más

abundantes mientras que a nivel vertical fueron *Nanomia bijuga*, *Sulculeolaria chuni* y *Muggiaea atlantica* siendo similar al análisis de la investigación realizada por Mujica & Andrade (2019).

## 11.- CONCLUSIONES

Se identificaron 7 especies de sifonóforos, de las cuales a nivel superficial la más abundante *Sulculeolaria chuni* con una abundancia relativa del 61.65% y menos abundante *Sulculeolaria quadrivalvis* con 0.49%. Mientras que a nivel vertical la más abundante *Sulculeolaria chuni* con una abundancia relativa del 45.61% y menos abundante *Sulculeolaria quadrivalvis* y *Chelophyes contorta* con 0.52%. Esto se debe a la asociación de hábitos neríticos y oceánicos.

Los índices ecológicos nos permitieron conocer las especies que tenían mayor abundancia y dominancia en cada una de las estaciones, dependiendo el mes en que se realizaron los monitoreos. Entre mayor diversidad, se registra una menor dominancia de una o más especies tanto para nivel superficial como vertical.

El análisis de Blay – Curtis, mostró la similitud entre las abundancias máximas de una o más especies, las cuales están representadas por *Sulculeolaria chuni*, *Muggiaea atlantica* y *Nanomia bijuga*. Además, con el análisis de correspondencia canónica se acepta la hipótesis establecida en este trabajo de integración curricular.

## **12.- RECOMENDACIONES**

Se recomienda los monitoreos desde enero hasta diciembre en este tipo de investigaciones, para así poder registrar e identificar otras especies que pueden encontrarse en esta área de estudio. Además, se realizaría una comparación con los datos ya obtenidos y los nuevos, y así verificar si existen diferencias significativas a nivel mensual.

Sería importante realizar un número alto de estaciones, para realizar una comparación estacional y observar si existe abundancia de una o más especies, considerando las variables ambientales, que ayudarán a correlacionar entre la presencia y abundancia de sifonóforos.

Los muestreos podrían realizarse en el día y en la noche, lo cual nos permitirá conocer sobre la distribución espacial de los sifonóforos u otros organismos, debido a que este grupo en específico, se caracteriza por realizar migraciones a nivel vertical durante la noche, mientras que en el día desciende a mayores profundidades.

### 13.- BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, J. (2020). Sifonóforos: los cnidarios más complejos. *Recursos naturales y Sociedad*, 6 (1), 13-24. Doi: [https://www.cibnor.gob.mx/revistas-rns/pdfs/vol6num1/2\\_SIFONOFOROS\\_CNIDARIOS.pdf](https://www.cibnor.gob.mx/revistas/rns/pdfs/vol6num1/2_SIFONOFOROS_CNIDARIOS.pdf)
- Alba, C. (2006). Composición, abundancia y distribución de sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) en el sur del Golfo de México. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/119254>
- Alvariño A, & Leira Ambrós M. J. (1986). El zooplancton del Pacífico Ecuatoriano. *Investigaciones CICIMAR*, 3(1), 69–110.
- Alvariño, A. (1981). Siphonophorae. In “Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental” (D. Boltovsky, ed.). pp. 383-441. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Argentina.
- Andrade, C. (2010). Sistemática y ecología de las medusas (Cnidarias: Hydrozoa) en la zona costera sur de la Bahía de Santa Elena durante el periodo (octubre 2004 – octubre 2005) [Tesis de Grado - Magister en Ciencias, Universidad de Guayaquil]. Repositorio UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11902/1/TESIS%20MEDUSAS%20DE%20SANTA%20ELENA%202004-2005.pdf>
- Andrade, C. (2012). Sifonóforos (Cnidaria, Hydrozoa) de aguas superficiales alrededor de la Isla Santa Clara, durante septiembre y noviembre del 2007. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 17(1), 139–146
- Andrade, C. (2014). Medusas y Sifonóforos del estuario del río Mataje – Bahía Ancón de Sardinas. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 19(2), 105 – 117

- Andrade, C. (2014). Variación estacional de las medusas y sifonóforos en las estaciones fijas de 10 millas costa afuera de La Libertad y Manta durante el 2013, 19(2), 44 – 62
- Aronés Flores, K., & Ayón Dejo, P. (2002). Effects of El Niño 1997-1998 on Copepod Community Structure at San José Coastal Station (Peru). *Investigaciones Marinas*, 30(1), 104–105. <http://doi.org/10.4067/S0717-71782002030100019>
- Ávila, G., Dueñas, P., Sánchez, R., & Villatorio, M. (2022). Manual de zooplancton: Ensenada de Gaira. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Repositorio UTADAO. [https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/25810/pdf-manual\\_zooplancton\\_ensenada\\_gaira-pag.\\_02-22.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/25810/pdf-manual_zooplancton_ensenada_gaira-pag._02-22.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bakker, J. (2023). *SIMPER*. Pressbooks. <https://uw.pressbooks.pub/appliedmultivariatestatistics/chapter/simper/>
- Boltovskoy, D. (1981). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata. Argentina., 5(3), 32–40.
- Domínguez, H. (2002). Hidromedusas y sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) de las aguas superficiales de la Bahía de Gaira, Caribe Colombiano: Taxonomía, abundancia y relación de la oferta alimenticia. [Tesis de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. Repositorio UTADAO. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1322/T619.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Gasca, R. (1985). Taxonomía, distribución y abundancia de los sifonóforos (Cnidaria – Siphonophorae) de la Costa Occidental de Baja California Sur. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3485506>
- Hassan, M. (2023). *Multidimensional Scaling – Types, Formulas and Examples*. ResearchMethod. <https://researchmethod.net/multidimensional-scaling/>
- Marques De Araujo, E. (2012). Sistemática y distribución de los sifonóforos (Cnidaria/Hydrozoa) del océano Atlántico Sudoccidental.
- Marqués de Araujo, E. (2012). Sistemática Y Distribución De Los Sifonóforos (Cnidaria/ Hydrozoa) Del Océano Atlántico Sudoccidental. Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).
- Menéndez, S. (2016). Distribución y áreas de abundancia del meroplancton en la costa de la provincia de Esmeraldas [ Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18508/1/tesis%2013%20%281%29.pdf>
- Morales-Ramírez, A., & Nowaczyk, J. (2006). El zooplancton gelatinoso del Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica, durante la transición de la estación lluviosa a la seca 1997-1998. *Revista de Biología Tropical*, 54(1), 201– 223
- Mujica, K & Andrade, C. (2019). Distribución y ecología de medusas y sifonóforos en tres estaciones de la zona marino costera de la Península de Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica Y Tecnológica UPSE*, 6(2 Dicbre.), 24-33. <https://doi.org/10.26423/rctu.v6i2.443>

- Mujica, K. (2016). Distribución y ecología de medusas y sifonóforos en la zona marino costera de Ancón, Anconcito y Punta Carnero [Proyecto de investigación, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4266/1/UPSE-TBM-2016-039.pdf>
- Pagès, F., & Gili, J.-M. (1992). Siphonophores (Cnidaria, Hydrozoa) of the Benguela Current (southeastern Atlantic). *Scientia Marina*, 56(1), 65–112
- Quijije, L., Alió, José., Napa, J., Del Valle, Dario. (2020). Abundancia, composición y diversidad del zooplancton en la zona de Cojimíes – Manabí, durante los meses de mayo a octubre del 2018. *Revista científica – Dominio de las Ciencias*, 6 (3), 735-756. Doi: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1427>
- Ramírez, L. (1988). Sistemática y distribución de los sifonóforos del Domo de Costa Rica. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/357281>
- Sánchez, E. (2010). Zooplancton gelatinoso (hidromedusas, sifonóforos y ctenóforos) del Golfo San Matías y zonas adyacentes; Patagonia, Argentina. [Trabajo tutelado de Investigación, Universidad de las Palmas de Gran Canaria]. Repositorio CSIC. <https://digital.csic.es/handle/10261/132481>
- Schuchert, P. 2022. World Hydrozoa Database. Siphonophorae. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1371>
- Segura-Puertas, L., Franco-Gordo, C., SuárezMorales, E., Gasca, R., & GodínezDomínguez, E. (2010). Summer composition and distribution of the

jellyfish (Cnidaria: Medusozoa) in the shelf area off the central Mexican Pacific. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 103–112.

- Silveyra, A. (2022). Cambios en la comunidad de zooplancton gelatinoso (Cnidaria, Ctenophora y Thaliacea) durante diferentes fases del ENSO en la parte sur de la Corriente de California. [Maestría en Ciencias en Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada]. Repositorio CICESE. [https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3742/1/tesis\\_Angel%20Antonio%20Silveyra%20Bustamante\\_29%20ago%202022.pdf](https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3742/1/tesis_Angel%20Antonio%20Silveyra%20Bustamante_29%20ago%202022.pdf)
- Tomalá, J. (2015). Distribución espacio – temporal de cladóceros *Penilia avirostris* y *Evadne tergestina* 10 millas costa afuera La libertad [Trabajo de titulación, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2201/1/UPSE-TBM-2015-028.pdf>
- Totton, A. K., & Bargmann, H. E. (1965). A synopsis of the Siphonophora. British Museum (Natural History) London, 232.

## ANEXOS

*Anexo 1: Nectóforo de Chelophyes contorta, A) Vista anterior (lateral)*



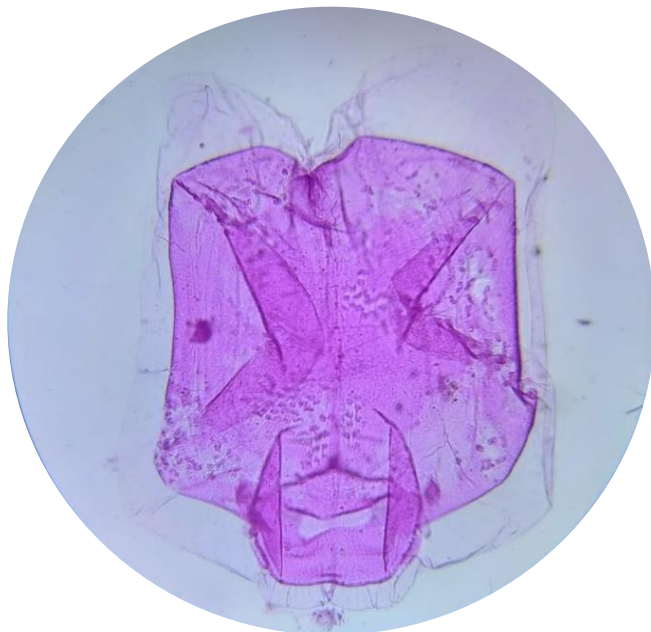
*Anexo 2: Nectóforo de Sulculeolaria chuni, A) Vista anterior (lateral)*



*Anexo 3: Nectóforo de Sulculeolaria chuni, B) Vista posterior (lateral)*



Anexo 4: Nectóforo de *Nanomia bijuga*, A) Vista ventral



Anexo 5: Nectóforo de *Sulculeolaria quadrivalvis*, A) Vista posterior (lateral)



Anexo 6: Nectóforo de *Sulculeolaria monoica*, A) Vista posterior (lateral)



Anexo 7: Nectóforo de *Muggiaea atlantica*, A) Vista anterior (lateral)



*Anexo 8: Nectóforo de *Diphyes dispar*, A) Vista posterior (lateral)*



*Anexo 9: Preparación para arrastre a nivel vertical.*



*Anexo 10: Recolección de muestras a nivel vertical y superficial.*



*Anexo 11: Muestras de zooplancton*



*Anexo 12: Neutralización con formaldehído al 4%.*



*Anexo 13: Preparación para proceso de filtración y análisis de nutrientes.*



**Tabla 7:**

*Densidad (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> y abundancia relativa de las especies por estación*

*a nivel superficial.*

| MUESTREO 1 - MARZO                                      | EST.1 | EST.2 | EST.3 | TOTAL | ABUN.<br>RELATIVA |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| <b>Physonectae</b>                                      |       |       |       |       |                   |
| <i>Nanomia bijuga</i> (delle Chiaje, 1841)              | 0     | 3     | 0     | 3     | 1.10              |
| <b>Calycophorae</b>                                     |       |       |       |       |                   |
| <i>Sulculeolaria chuni</i> (Lens & van Riemsdijk, 1908) | 5     | 110   | 73    | 189   | 79.12             |
| <i>Sulculeolaria monoica</i> (Chun, 1888)               | 0     | 3     | 5     | 8     | 3.30              |
| <i>Sulculeolaria quadri-valvis</i> (Blainville, 1834)   | 0     | 3     | 3     | 5     | 2.20              |
| <i>Diphyes dispar</i> (Chamisso & Eysenhardt, 1821)     | 24    | 3     | 0     | 26    | 10.99             |
| <i>Muggiaea atlantica</i> (Cunningham, 1892)            | 3     | 3     | 3     | 8     | 3.30              |
|                                                         | 31    | 123   | 84    | 238   | 100               |
| MUESTREO 2 - ABRIL                                      | EST.1 | EST.2 | EST.3 | TOTAL | ABUN.<br>RELATIVA |
| <b>Physonectae</b>                                      |       |       |       |       |                   |
| <i>Nanomia bijuga</i> (delle Chiaje, 1841)              | 299   | 0     | 37    | 335   | 46.21             |
| <b>Calycophorae</b>                                     |       |       |       |       |                   |
| <i>Sulculeolaria chuni</i> (Lens & van Riemsdijk, 1908) | 231   | 97    | 52    | 380   | 52.35             |
| <i>Diphyes dispar</i> (Chamisso & Eysenhardt, 1821)     | 3     | 0     | 0     | 3     | 0.36              |
| <i>Muggiaea atlantica</i> (Cunningham, 1892)            | 0     | 8     | 0     | 8     | 1.08              |
|                                                         | 532   | 105   | 89    | 726   | 100               |
| MUESTREO 3 - MAYO                                       | EST.1 | EST.2 | EST.3 | TOTAL | ABUN.<br>RELATIVA |
| <b>Calycophorae</b>                                     |       |       |       |       |                   |
| <i>Sulculeolaria chuni</i> (Lens & van Riemsdijk, 1908) | 71    | 10    | 16    | 97    | 84.09             |
| <i>Chelophyes contorta</i> (Lens & van Riemsdijk, 1908) | 5     | 0     | 10    | 16    | 13.64             |
| <i>Muggiaea atlantica</i> (Cunningham, 1892)            | 0     | 3     | 0     | 3     | 2.27              |
|                                                         | 76    | 13    | 26    | 115   | 100               |

**Tabla 8:**

*Densidad (100m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> y abundancia relativa de las especies por estación*

*a nivel vertical.*

| <b>MUESTREO 1 -MARZO</b>                               | <b>EST.2</b> | <b>EST.3</b> | <b>TOTAL</b> | <b>ABUN.<br/>RELATIV<br/>A</b> |
|--------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| <b>Physonectae</b>                                     |              |              |              |                                |
| <i>Nanomia bijuga</i> (delle Chiaje, 1841)             | 181          | 376          | 557          | 22.55                          |
| <b>Calycephorae</b>                                    |              |              |              |                                |
| <i>Sulculeolaria chuni</i> (Lens & van Riemsdijk,1908) | 361          | 376          | 737          | 29.88                          |
| <i>Diphyes dispar</i> (Chamisso & Eysenhardt, 1821)    | 60           | 0            | 60           | 2.44                           |
| <i>Muggiaea atlantica</i> (Cunningham,1892)            | 663          | 451          | 1114         | 45.13                          |
|                                                        | 1265         | 1203         | 2468         | 100                            |
| <b>MUESTREO 2 - ABRIL</b>                              | <b>EST.2</b> | <b>EST.3</b> | <b>TOTAL</b> | <b>ABUN.<br/>RELATIV<br/>A</b> |
| <b>Physonectae</b>                                     |              |              |              |                                |
| <i>Nanomia bijuga</i> (delle Chiaje, 1841)             | 120          | 150          | 271          | 6.77                           |
| <b>Calycephorae</b>                                    |              |              |              |                                |
| <i>Sulculeolaria chuni</i> (Lens & van Riemsdijk,1908) | 482          | 2707         | 3189         | 79.69                          |
| <i>Sulculeolaria quadrivalvis</i> (Blainville, 1834)   | 60           | 0            | 60           | 1.51                           |
| <i>Muggiaea atlantica</i> (Cunningham,1892)            | 181          | 301          | 481          | 12.03                          |
|                                                        | 843          | 3158         | 4001         | 100                            |
| <b>MUESTREO 3 -MAYO</b>                                | <b>EST.2</b> | <b>EST.3</b> | <b>TOTAL</b> | <b>ABUN.<br/>RELATIV<br/>A</b> |
| <b>Calycephorae</b>                                    |              |              |              |                                |
| <i>Sulculeolaria chuni</i> (Lens & van Riemsdijk,1908) | 723          | 677          | 1400         | 26.87                          |
| <i>Chelophyes contorta</i> (Lens & van Riemsdijk,1908) | 60           | 0            | 60           | 1.16                           |
| <i>Diphyes dispar</i> (Chamisso & Eysenhardt, 1821)    | 60           | 0            | 60           | 1.16                           |
| <i>Muggiaea atlantica</i> (Cunningham,1892)            | 2711         | 977          | 3688         | 70.81                          |
|                                                        | 3554         | 1654         | 5208         | 100                            |

**Tabla 9:**

*Registro de parámetros ambientales por estación del mes de marzo.*

| Estaciones      | Temperatura | Salinidad (ups) | Oxígeno disuelto (mg/LDO) | pH   | Turbidez (m) |
|-----------------|-------------|-----------------|---------------------------|------|--------------|
| Estación 1      | 25.49       | 32.24           | 7.60                      | 8.56 | 3            |
| Estación 2      | 23.09       | 32.30           | 7.99                      | 8.54 | 8            |
| Estación 3      | 23.62       | 32.18           | 7.54                      | 8.55 | 8            |
| <b>Promedio</b> | 24.07       | 32.24           | 7.71                      | 8.55 | 6.33         |

**Tabla 10:**

*Registro de parámetros ambientales por estación del mes de abril.*

| Estaciones      | Temperatura | Salinidad (ups) | Oxígeno disuelto (mg/LDO) | pH   | Turbidez (m) |
|-----------------|-------------|-----------------|---------------------------|------|--------------|
| Estación 1      | 27.88       | 31.84           | 4.35                      | 8.54 | 7            |
| Estación 2      | 27.61       | 31.87           | 4.40                      | 8.53 | 16           |
| Estación 3      | 27.95       | 32.01           | 4.66                      | 8.55 | 15           |
| <b>Promedio</b> | 27.81       | 31.91           | 4.47                      | 8.54 | 12.67        |

**Tabla 11:**

*Registro de parámetros ambientales por estación del mes de mayo.*

| Estaciones      | Temperatura | Salinidad (ups) | Oxígeno disuelto (mg/LDO) | pH   | Turbidez (m) |
|-----------------|-------------|-----------------|---------------------------|------|--------------|
| Estación 1      | 27.39       | 31.61           | 4.83                      | 8.62 | 5.3          |
| Estación 2      | 27.63       | 31.35           | 4.88                      | 8.65 | 12           |
| Estación 3      | 27.71       | 31.05           | 6.06                      | 8.64 | 7            |
| <b>Promedio</b> | 27.58       | 31.34           | 5.26                      | 8.64 | 8.10         |

**Tabla 12:**

*Valores de nutrientes en el mes de marzo.*

| Estaciones      | Nitrito<br>mg/L | Nitrato<br>mg/L | Fosfato<br>mg/L |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Estación 1      | 0.00533         | 0.34267         | 0.01600         |
| Estación 2      | 0.00167         | 0.44667         | 0.01367         |
| Estación 3      | 0.00100         | 0.47400         | 0.08833         |
| <b>Promedio</b> | 0.00267         | 0.42111         | 0.03933         |

**Tabla 13:**

*Valores de nutrientes en el mes de abril.*

| Estaciones      | Nitrito<br>mg/L | Nitrato<br>mg/L | Fosfato<br>mg/L |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Estación 1      | 0.00167         | 0.38167         | 0.09100         |
| Estación 2      | 0.00167         | 0.26033         | 0.08833         |
| Estación 3      | 0.00133         | 0.43367         | 0.08100         |
| <b>Promedio</b> | 0.00156         | 0.35856         | 0.08678         |

**Tabla 14:**

*Valores de nutrientes en el mes de mayo.*

| Estaciones      | Nitrito<br>mg/L | Nitrato<br>mg/L | Fosfato<br>mg/L |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Estación 1      | 0.01300         | 0.36217         | 0.26000         |
| Estación 2      | 0.00300         | 0.32000         | 0.50000         |
| Estación 3      | 0.02400         | 0.46000         | 0.79000         |
| <b>Promedio</b> | 0.01333         | 0.38072         | 0.51667         |



**Santa Elena 16 de julio 2024**

El suscrito **Blgo. Eufredo Carlos Andrade Ruiz., M.Sc.**, especialista en el campo de la Oceanografía Biológica y en calidad de Investigador-Oceanográfico, especialista en Cnidarios y Plancton en General, a petición de la Señorita

### **CERTIFICA:**

Que la señorita **Beltrán Chiquito Miriam Dayana** con **C.I. 2450008210** realizó su periodo de investigación desde el mes de marzo hasta abril 2024, con base al proyecto de Trabajo de Titulación propuesto cuyo tema de tesis es “**Aspectos ecológicos de los sifonóforos en tres estaciones fijas Costa afuera de la provincia de Santa Elena**”, el cual fue acogido por la señorita **Beltrán Chiquito Miriam Dayana**.

Que la señorita **Beltrán Chiquito**, solicitó la colaboración del suscrito en calidad de TUTOR y ASESOR DE INVESTIGACIÓN, para validar la determinación de este grupo de cnidarios en particular.

Para el estudio de los sifonóforos (Cnidarios), el suscrito validó la corroboración taxonómica de forma voluntaria, de las especies que fueron observadas por la señorita **Beltrán Chiquito** en forma presencial, contándose 7 especímenes diferentes, encontradas en la Zona Marino costera de la Bahía La Libertad. Este conocimiento es de gran valor ecológico para el sector.

Por lo que doy fé y testimonio de lo antes mencionado por solicitud de la interesada.

M.Sc. Eufredo Carlos Andrade Ruiz.

Investigador – Oceanografía Biológica