



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

**“PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD DE
MEDUSAS (Cnidario:Hydrozoa) EN LA ZONA MARINO
COSTERA DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN FAUNÍSTICA
PUNTILLA DE SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA
ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTOR:

TOMALÁ LAÍNEZ KARLA GABRIELA

TUTOR:

Blgo. EUFREDO CARLOS ANDRADE RUÍZ, MSc

LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

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

**“PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD DE
MEDUSAS (Cnidario:Hydrozoa) EN LA ZONA MARINO
COSTERA DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN FAUNÍSTICA
PUNTILLA DE SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA
ELENA”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTOR:
TOMALÁ LAÍNEZ KARLA GABRIELA

TUTOR:
Blgo. EUFREDO CARLOS ANDRADE RUÍZ, MSc


LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“Patrones de Distribución de la Comunidad de Medusas (Cnidario:Hydrozoa) en la Zona Marino Costera de la Reserva de Producción Faunística Puntilla de Santa Elena, Provincia de Santa Elena”**, elaborado por la Srta. Karla Gabriela Tomalá Láinez 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 Biólogo/a, 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. Eufredo Carlos Andrade Ruiz, MSc.
DOCENTE TUTOR
C.I. 0910798750

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“Patrones de Distribución de la Comunidad de Medusas (Cnidario:Hydrozoa) en la Zona Marino Costera de la Reserva de Producción Faunística Puntilla de Santa Elena, Provincia de Santa Elena”**, elaborado por la Srta. Karla Gabriela Tomalá Láinez, 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 Biólogo, 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. Ana Gabriela Balseca Vaca, MSc.
DOCENTE DE ÁREA
C.I. 1717053308

DEDICATORIA

A Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este camino, por las bendiciones, sabiduría y paciencia que me ha permitido llegar hasta aquí. Su luz ha iluminado mi sendero en los momentos más difíciles, siendo mi refugio y mi esperanza.

Con el corazón lleno de emoción y profunda gratitud le dedico este trabajo a mi querida madre María, quien ha sido un apoyo inquebrantable durante todo mi proceso académico, por creer en mí y brindarme su amor incondicional. Sin olvidarme de mi querido padre Galo, sin sus palabras de aliento no habría llegado hasta aquí, por el apoyo que siempre me brindó desde mi niñez.

A mi mami Herlinda Rodríguez Rivera, por haber aportado con su granito de arena durante toda mi etapa estudiantil.

A mi mayor inspiración y motivo para salir adelante sin rendirme, por ti y para ti, mi querida hermana Briana, por compartir juntas los momentos más alegres de nuestras vidas, especialmente a mi mascota Kysa por ser mi apoyo emocional.

A mis tías Rosa Láñez y Karina Quimi, por sus palabras de aliento y motivación, por siempre recordarme que puedo con todo si me lo propongo. A mis primos Elizabeth, Jesús, Juan y Erick por extenderme la mano cada vez que la necesité, los aprecio con todo mi corazón.

Agradezco de todo corazón a quienes han sido pilares fundamentales en mi existencia, por su apoyo incondicional, su amor y constante presencia. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Karla Gabriela Tomalá Láñez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiar cada paso de este camino académico, por las bendiciones recibidas, por darme la perseverancia en los momentos difíciles, por iluminar mi mente y mi corazón cuando más lo necesitaba. Sin su presencia y su amor infinito, este logro no habría sido posible.

Agradezco de manera especial a mi familia, cuyo amor y apoyo incondicional han sido la base de mi fortaleza. Su sacrificio incansable y dedicación constante han sido fundamentales para mi crecimiento tanto académico como personal.

A David Gómez, su apoyo, paciencia y confianza en mí han sido fundamentales para que pudiera superar los desafíos de este camino, aprecio profundamente todo lo que contribuyó para que pueda alcanzar este objetivo. Mi cariño y agradecimiento más sincero.

Expreso mi profundo agradecimiento al Blg. Carlos Andrade Ruíz, MSc, tutor del trabajo de titulación cuya guía ha sido de gran apoyo en este proyecto, por cada conocimiento significativo, por su grata paciencia y dedicación a lo largo de esta investigación.

A mi querido amigo Joel Flores por su disposición y apoyo al acompañarme a los monitoreos en altamar, su colaboración fue invaluable para el desarrollo de este trabajo. Naomi y David M, su amistad ha sido reconfortante para mí. Además, por las experiencias vividas durante estos años de vida universitaria. Agradecida por ser mis curitas al corazón, los quiero mucho.

A las autoridades y personal académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por liderar el proceso de formación profesional. Al personal de REMACOPSE, en especial al Blg. Mar. Freddy Salinas por guiarme y apoyarme en todo el proceso de recolección de muestras, por sus palabras de aliento, las risas y momentos compartidos de aprendizaje y convivencia.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Tomalá Láinez Karla Gabriela** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 11/12/2024



Ing. Jimmy Agustín Villón Moreno, MSc.
DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Blga. Ana Gabriela Balseca Vaca, MSc.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Eufredo Carlos Andrade Ruiz, MSc.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Gonzalo Duque Marín, MSc.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lic. Pascual Alejandro Roca Silvestre, MSc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas, investigaciones y resultados expuestos en este Trabajo de Integración Curricular denominado: “PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD DE MEDUSAS (CNIDARIO:HYDROZOA) EN LA ZONA MARINO COSTERA DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN FAUNÍSTICA PUNTILLA DE SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”, pertenece exclusivamente al autor y el patrimonio intelectual de la misma, Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Karla Gabriela Tomalá Laínez

C.I. 0928235787

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| ABREVIATURAS | 13 |
| Resumen..... | 16 |
| Abstract | 15 |
| | |
| Capítulo I..... | 17 |
| 1.1. Introducción | 17 |
| 1.2. Justificación..... | 19 |
| 1.3. Objetivos | 20 |
| 1.3.1. Objetivo general | 20 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 20 |
| 1.4. Hipótesis..... | 20 |
| | |
| Capítulo II | 21 |
| 2.1. Marco Teórico..... | 21 |
| 2.1.1. Aspectos generales | 21 |
| 2.1.2. Clasificación taxonómica | 21 |
| 2.1.3. Características morfológicas | 22 |
| 2.1.4. Reproducción..... | 24 |
| 2.1.5. Alimentación | 25 |
| 2.1.6. Ecología..... | 26 |
| 2.1.7. Patrones de distribución | 27 |
| | |
| Capítulo III..... | 28 |
| 3.1. Área de estudio..... | 28 |

| | |
|--|----|
| 3.2. Ubicación geográfica del área de estudio | 29 |
| | 29 |
| 3.3. Fase de campo | 29 |
| 3.4. Fase de laboratorio | 31 |
| 3.5. Análisis de datos obtenidos | 31 |
| 3.6. Identificación de Hidrozoos | 32 |
| 3.7. Análisis ecológicos..... | 33 |
| 3.7.1. Índice de Shannon-Wiener..... | 33 |
| 3.7.2. Índice de Pielou | 34 |
| 3.7.3. Índice de Simpson..... | 34 |
| 3.7.4 Análisis estadístico | 35 |
| Capítulo IV..... | 36 |
| Resultados | 36 |
| 4.1. Distribución y Abundancia de Hydrozoos | 36 |
| 4.2. Abundancia relativa de Hidrozoos | 39 |
| 4.3. Composición de medusas | 41 |
| 4.4. Aplicación de índices ecológicos. | 42 |
| 4.5. Variables físico-químicas | 45 |
| 4.6. Análisis de Correlación Spearman's rs..... | 50 |
| 4.6.1. Arrastre vertical | 50 |
| 4.6.2. Arrastre superficial | 52 |
| 4.7. Análisis del escalamiento multidimensional | 53 |
| 4.7.1. ANOSIM..... | 54 |
| 4.7.2. Análisis de los taxones más importantes y disimilitud general entre | |

| | |
|---|----|
| zonas | 55 |
| 4.8. Análisis de Correspondencia Canónica | 56 |
| Capítulo V | 59 |
| 5.1. Discusión | 59 |
| 5.2. Conclusiones..... | 61 |
| 5.3. Recomendaciones | 62 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 63 |
| ANEXOS..... | 68 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Morfología de medusas. Fuente: Lopez & Medel, 2004 | 23 |
| Figura 2. Ubicación general del área de estudio - Salinas. Obtenida de QGis 3.348..... | 29 |
| Figura 3. Metodología del arrastre | 30 |
| Figura 4. Abundancia Distribución de organismos por estación | 37 |
| Figura 5. Distribución de organismos por estación | 38 |
| Figura 6. Abundancia relativa - Desviación estándar – Arrastre vertical | 39 |
| Figura 7. Abundancia relativa - Desviación estándar - Arrastre superficial..... | 40 |
| Figura 8. Índices de diversidad - Arrastre vertical..... | 43 |
| Figura 9. Índices de diversidad - Arrastre superficial..... | 45 |
| Figura 10. Variación de variables físico-químicas durante el periodo de estudio; A) Temperatura; B) Salinidad; C) Transparencia; D) Oxígeno disuelto; E) pH; F) Nitrito; G) Nitrato; H) Fosfato | 49 |
| Figura 11. Análisis nMDS de arrastre vertical y superficial..... | 54 |
| Figura 12. Análisis de correspondencia canónica - Arrastre vertical | 57 |

| | |
|--|----|
| Figura 13. Análisis de correspondencia canónica - Arrastre superficial..... | 58 |
|--|----|

ÍNDICE DE TABLA

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo | 28 |
| Tabla 2. Composición de medusas en REMACOPSE – Salinas. | 41 |
| Tabla 3. Índices ecológicos por estaciones – Arrastre vertical | 42 |
| Tabla 4. Índices ecológicos por estaciones - Arrastre superficial | 44 |
| Tabla 5. Correlación Spearman's - Arrastre vertical | 51 |
| Tabla 6. Correlación Spearman's - Arrastre superficial | 52 |
| Tabla 7. Tabla de parámetros tomados durante Septiembre - Octubre | 73 |
| Tabla 8. Correlación de Spearman's rs - Arrastre vertical | 75 |
| Tabla 9. Correlación de Spearman's rs - Arrastre superficial..... | 76 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| <i>Anexo 1. Eucheilota menoni</i> | 68 |
| <i>Anexo 2. Amphinema dinema</i> | 68 |
| <i>Anexo 3. Proboscydactila armata</i> | 68 |
| <i>Anexo 4. Cunina octonaria</i> | 69 |
| <i>Anexo 5. Solmundella bitentaculata</i> | 69 |
| <i>Anexo 6. Liriope tetraphylla</i> | 69 |
| Anexo 7. Preparación de la malla para los arrastres | 70 |
| Anexo 8. Extracción de la red - Arrastre superficial | 70 |
| Anexo 9. Observación de la transparencia con el disco secchi..... | 71 |
| Anexo 10. Toma de parámetros | 71 |
| Anexo 11. Identificación de Cnidarios: Hidrozoos..... | 72 |
| Anexo 12. Análisis de parámetros químicos..... | 72 |
| Anexo 13. Obtención de resultados | 73 |

ABREVIATURAS

REMACOPSE: Reserva de Producción Fauna Marina Costera Puntilla de Santa

Elena

°C: Grados Celsius

°S: Grados Sur

°W: Grados Oeste

GPS: Global Positioning System

L: Litros

mg: Miligramos

m: Metro

m³: Metro cúbico

ml: Mililitros

mm: Milímetros

sp: Especie

D: Índice de Simpson

H: Índice de diversidad de Shannon-Weaver

J: Índice de Equidad de Pielou

Id/100m³: Individuos por cien metros cúbicos

NO₂-: Nitrito

NO₃-: Nitrato

PO₄ 3-: Fosfato

OD: Oxígeno disuelto

pH: Potencial de hidrógeno

| | |
|------|----------------------------------|
| Pi: | Número de organismos por especie |
| PSU: | Unidades Prácticas de Salinidad |
| E1: | Estación 1 |
| E2: | Estación 2 |
| E3: | Estación 3 |
| E4: | Estación 4 |
| KW: | Kruskall – Wallis |

Resumen

Este estudio analiza la distribución y abundancia de especies de hidromedusas en la Zona Marino Costera de la Reserva de Producción Faunística Puntilla de Santa Elena, Ecuador. Se recolectaron muestras mediante arrastres superficiales y verticales, evaluando variables físico-químicas. Los resultados indicaron la presencia de 14 especies, siendo la más abundante *Solmundella bitentaculata* con 15606 ind.(100m³)⁻¹ *Eucheilota menoni* con 9545 ind.(100m³)⁻¹, *Cunina octonaria* con 5000 ind.(100m³)⁻¹ y *Liriope tetraphylla* con 3485 ind.(100m³)⁻¹ en arrastre vertical. Mientras que en arrastre superficial la especie más abundante fue *Cunina octonaria* con 142 ind.(100m³)⁻¹. Los análisis ecológicos de Shannon-Wiener reflejaron mayor diversidad en la E4 con 1.98 bits/ind para arrastre vertical y 1.43 bits/ind para la E2. Simpson reflejó valores de mayor dominancia específica para E2 con 0.31 bits/ind en la columna de agua, 0.62 bits/ind para E1a nivel superficial. Pielou con un valor de 0.95 bits/ind y 0.99 bits/ind para E3 a nivel vertical y superficial, ambos coincidieron. El análisis estadístico reveló que la composición de especies varía significativamente a nivel vertical y superficial. Además, se encontró una correlación entre especies y las condiciones ambientales que las rodea especialmente en los arrastres verticales, esta investigación sugiere que la estructura de la comunidad de hidrozoos está ligada a los factores ambientales permitiendo comprender estas fluctuaciones, se necesita observar y estudiar estas comunidades a lo largo del año para descubrir cómo responden a los cambios en su entorno.

Palabras claves: hidromedusas, abundancia, factores ambientales.

Abstract

This study analyzes the distribution and abundance of hydromedusa species in the coastal marine zone of the Puntilla de Santa Elena Faunal Production Reserve, Ecuador. Samples were collected by surface and vertical drags, evaluating physicochemical variables. The results indicated the presence of 14 species, the most abundant being *Solmundella bitentaculata* with 15606 ind.(100m³)-1, *Eucheilota menoni* with 9545 ind.(100m³)-1, *Cunina octonaria* with 5000 ind.(100m³)-1 and *Liriope tetraphylla* with 3485 ind.(100m³)-1 in vertical trawling. While in surface trawling the most abundant species was *Cunina octonaria* with 142 ind.(100m³)-1. Shannon-Wiener ecological analyses reflected higher diversity in E4 with 1.98 bits/ind for vertical trawl and 1.43 bits/ind for E2. Simpson reflected higher specific dominance values for E2 with 0.31 bits/ind in the water column, 0.62 bits/ind for E1 at the surface level. Pielou with a value of 0.95 bits/ind and 0.99 bits/ind for E3 at vertical and surface level, both coincided. Statistical analysis revealed that species composition varied significantly at the vertical and surface levels. In addition, correlation was found between species and the environmental conditions surrounding them especially in vertical entrainments, this research suggests that the hydrozoan community structure is linked to environmental factors allowing to understand these fluctuations, it is necessary to observe and study these communities throughout the year to discover how they respond to changes in their environment.

Key words: hydromedusae, abundance, environmental factors.

Capítulo I

1.1.Introducción

Las medusas son organismos acuáticos enigmáticos que habitan en los mares de todo el mundo, estos organismos gelatinosos se encuentran en casi todos los ambientes marinos desde agua superficiales hasta las profundidades oceánicas y pueden habitar tanto en zonas costeras como pelágicas (Purcell, 2012). A pesar de su simplicidad estructural, estos organismos han estado presente en nuestro planeta durante aproximadamente 700 millones de años lo que los convierte en uno de los grupos animales más antiguos registrados (Genzano et al., 2014). Se encuentran en ambientes marinos, bentónicos y dulceacuícolas, comúnmente conocidas como “agua mala”, las medusas pertenecen al Phylum Cnidaria, que incluye otros organismos como anémonas, corales, abanicos y plumas de mar. Históricamente, se utilizó el término Coelenterata para agrupar a los Cnidarios y Ctenophora debido a las similitudes morfológicas, sin embargo, este término fue abolido a finales del siglo XIX, desde entonces estos organismos se incluyen en el grupo denominado “plancton gelatinoso” (González et al., 2015). Existen tres clases: Scyphozoa, Cubozoa e Hydrozoa (Segura et al, 2009). Los hidrozooos se destacan por su diversidad morfológica y sus complejas estrategias de vida, pudiendo existir en formas polipoides o medusoides. Algunas especies formas colonias complejas, mientras que otras viven de manera solitaria, con tamaños microscópicas hasta formas más conspicuas (Schuchert, 2009; Cornelius, 1995). Su ciclo de vida es complejo e involucra fase sexual y asexual permitiendo establecerse en diferentes hábitats y adaptarse a las variaciones ambientales presentes (Lucas et

al., 2012). También pueden formar densas agregaciones que cubren áreas extensas en los océanos, originando pérdidas económicas en diferentes regiones (Alvarez, et al., 2003). Los hidrozoos desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas acuáticos y son utilizados como indicadores de condiciones oceánicas, además de ser relevantes en estudios bioquímicos y toxicológicos (Lynan, 2006). Su estudio es importante no solo para comprender la biodiversidad y las interacciones ecológicas, sino también por sus aplicaciones potenciales, gracias a las propiedades únicas de sus toxinas y estructuras biológicas (Alvariño, 1975). Sin embargo, a pesar de su importancia ecológica y científica, existe una escasez significativa de información sobre la dinámica de su población, especialmente en aguas ecuatorianas. Actualmente, se conoce poco sobre su composición, densidad y distribución en esta región y las variaciones poblacionales causadas por cambios en las condiciones ambientales han sido poco estudiadas, este vacío de conocimiento limita nuestra capacidad de entender el papel de los hidrozoos dentro de la cadena trófica y su influencia en la calidad del agua en los océanos. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo explorar la diversidad de los hidrozoos, eligiendo como área de estudio la Reserva de Producción Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena donde se llevará a cabo un programa de monitoreo en el sector marino, con el fin de aportar al conocimiento sobre la composición, abundancia y diversidad de esta comunidad, así como evaluar las posibles variaciones poblacionales durante la época seca y la influencia de las variables ambientales en su distribución.

1.2. Justificación

La Reserva de Producción Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena alberga una notable diversidad de especies marinas de las cuales están sujetas a la influencia combinada de factores ambientales y presiones antropogénicas. La clase Hydrozoa desempeña un papel esencial en este ecosistema, ocupando un rol intermedio en la cadena trófica entre los productores primarios y depredadores superiores, esta posición permite influir en la dinámica del ecosistema marino y en parámetros como la calidad de agua. Los patrones de distribución y la composición de las comunidades de Hydrozoa están influenciados por variables físicas, como temperatura, salinidad entre otros, el cambio climático reflejado en la temperatura oceánica, mientras que actividades humanas han intensificado estos impactos. Esto es evidente en eventos como varamientos de organismos en la playa y enredos en las redes de pesca, por tal motivo destaca la necesidad de comprender la distribución y abundancia de las medusas. En este sentido es relevante generar información científica actualizada sobre la diversidad en la zona marino costera de REMACOPSE, lo que permitirá evaluar el entorno del ecosistema marino.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la distribución, composición y abundancia espacial de medusas Cnidarios:Hydrozoa mediante arrastres superficiales y verticales relacionándolos con los parámetros físicos – químicos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar taxonómicamente la comunidad de medusas con la utilización de guías taxonómicas.
- Comprobar la diversidad de las especies de medusas mediante los índices ecológicos de Shannon, Pielou y Simpson.
- Correlacionar las especies de medusas en la zona de muestreo con las variables físicas (Temperatura, salinidad, transparencia) y químicas (Oxígeno disuelto, pH, nitrito, nitrato, fosfato).

1.4. Hipótesis

Los factores ambientales influyen en la composición de medusas.

Capítulo II

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Aspectos generales

El phylum Cnidaria (Gr. *cnidae=ortiga*) debe su nombre a la presencia de células llamadas cnidocitos, características de este taxón, en cuyo interior se alojan organelas adhesivas o punzantes, los cnidocistos (Genzano et al., 2014). Están compuesto por antiguos invertebrados acuáticos que surgieron hace aproximadamente 700 millones de años (Cartwright et al., 2007).

Este grupo incluye organismos que, a primera vista, pueden parecer muy distintos entre sí, como los corales que forman arrecifes, las anémonas, las medusas y los hidrozooos, aunque la mayoría habita en ambientes marinos, estos animales, a pesar de tener una estructura corporal sencilla, se encuentran en casi todos los ecosistemas marinos, desde las frías aguas polares hasta los trópicos, y desde las superficies marinas hasta las profundidades abisales. (Gili et al., 2022).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Son un grupo diverso de cnidarios que incluye especies marinas, se caracterizan por presentar ciclos de vida complejos con fases alternantes de pólipo y medusa, aunque algunas pueden tener solo una fase predominante.

Reino: Animalia

Phylum: Cnidaria

Clase: Hydrozoa

Orden: Leptomedusae

Siphonopharae

Limnomedusae

Narcomedusae

Trachymedusae

Anthomedusae

2.1.3. Características morfológicas

Los hidrozooos exhiben rasgos morfológicos que reflejan su simplicidad estructural y adaptaciones a hábitats acuáticos. Su cuerpo es dipoblástico compuesto por dos capas celulares principales: la ectodermis (externa) y la endodermis (interna), las cuales están separadas por la mesoglea, una capa gelatinosa se encuentra entre estas últimas. En algunas especies, esta capa puede ser muy delgada, pero en la mayoría de otras especies, la mesoglea representa la mayor parte de la estructura corporal de la especie (Genzano et al., 2014). Exhiben dos formas básicas en su ciclo de vida: pólipos y medusas. Los pólipos, generalmente sésiles, tienen una estructura tubular y se fijan al sustrato, mientras que las medusas son móviles y nadan libremente (Castaño, 2007).

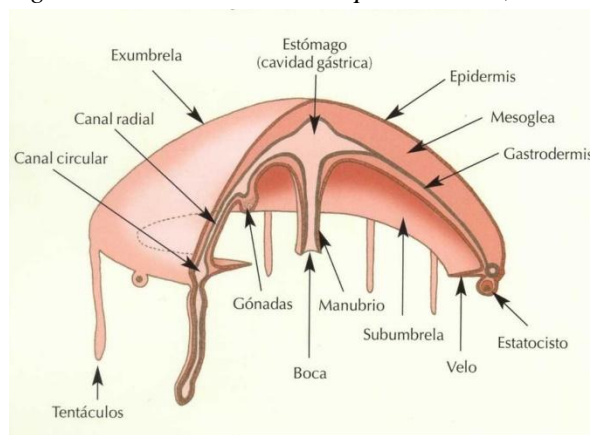
Las medusas tienen forma de campana con una umbrela convexa en la parte superior y cóncava en la inferior, en el centro de la umbrela se extiende al manubrio, que contiene la boca que se conecta con el sistema digestivo o gastrovascular responsable de la digestión y la distribución de nutrientes (Bouillon, 1999).

Una característica principal de los cnidarios, incluyendo los hidrozooos es la presencia de nematocistos que permiten detectar el entorno y responder a amenazas o presas potenciales estas estructuras defensivas urticantes se encuentran localizadas principalmente en los tentáculos. (Genzano et al., 2014).

Algunos de los sistemas sensoriales incluyen ocelotes (detectores de luz) y estatocistos (órganos de equilibrio), ambos sistemas de órganos varían en complejidad según la especie (Russel, 1953). Las gónadas, que son responsables de la reproducción, están incrustadas en la pared del estómago o en los conductos radiales también pueden ser utilizadas para identificación taxonómica.

Figura 1.

Morfología de medusas. Fuente: Lopez & Medel, 2004



2.1.4. Reproducción

Presenta un notable grado de variabilidad, tanto en el mecanismo como en las distintas fases del ciclo de vida, con una alternancia bien definida entre la reproducción asexual y sexual.

Durante la fase pólipo la reproducción asexual ocurre principalmente mediante gemación, en el cual surgen yemas del pólipo madre que se desarrollan en nuevos individuos, estas yemas pueden originar tanto más pólipos como medusas, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales. Este mecanismo permite la formación de colonias, que en muchos hidrozooos son polimórficas, con diferentes tipos de pólipos especializados en funciones como alimentación, defensa o reproducción (Segura, 1984).

Los gonozoides del pólipo producen una larva ciliada de forma ovoide, algunas de estas larvas son liberadas casi de inmediato, tienen un tamaño aproximado de 250 a 300 micras, estas larvas se desplazan utilizando cilios que les permiten nadar hacia el fondo marino para posteriormente fijarse en un sustrato. Una vez adheridas, sufren una transformación hacia la forma de pólipo a escifistoma, el movimiento de la larva en el agua se facilita mediante contracciones rítmicas del cuerpo, lo que permite la entrada de agua en la cavidad gastrovascular, la cual es expulsada para generar desplazamiento (Muñoz, 2015).

La fase medusa suele ser más pequeña y menos conspicua en comparación con otros cnidarios, son dioicas y liberan gametos en el agua, donde generalmente ocurre la fecundación externa. Una vez que los gametos se encuentran en el medio acuático y se produce la fecundación, el cigoto da lugar a una plánula las cuales se desarrollan en un lapso de 24 a 48 horas, la plánula nada durante un tiempo antes de fijarse al sustrato y transformarse en un nuevo pólipo (Bouillon et al., 2004).

Algunas especies pueden reproducirse sexualmente incluso en la fase de pólipo, lo que añade una mayor variabilidad a los ciclos reproductivos en este grupo. Las especies que experimentan alternancia de generaciones presentan un ciclo de vida en el que la fase pólipo se reproduce asexualmente, mientras que en la fase de medusa se encarga de la reproducción sexual.

2.1.5. Alimentación

Las medusas, como organismos predadores, desempeñan un rol esencial en los ecosistemas marinos, ubicándose en altos niveles tróficos, adaptándose a una amplia gama de productividades. Su alimentación se basa principalmente en zooplancton, el cual capturan mediante un sistema de colisión mecánico-químico activado por el cnidocilio, esto desencadena una descarga de nematocistos en sus tentáculos, paralizando a las presas. Estas son luego dirigidas hacia la boca por los brazos orales, donde comienza la digestión extracelular a través de enzimas que

descomponen los tejidos en la cavidad gastrovascular, ayudados en algunas especies por filamentos gástricos que mezclan el alimento. La distribución de nutrientes se realiza sin un sistema circulatorio, aprovechando la cavidad gastrovascular. Finalmente, en una segunda fase de digestión intracelular, pequeñas vacuolas capturan fragmentos alimenticios para completar el proceso y los residuos se expulsan a través de la boca (Mills, 1995; González et al., 2015).

2.1.6. Ecología

Desempeñan roles esenciales en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas marinos debido a su alta capacidad de depredación y sus interacciones ecológicas. Actúan como depredadores efectivos de zooplancton, lo que regula las poblaciones de estas presas y los sitúa en niveles tróficos elevados, a través de este mecanismo, los hidrozooos participan como competidores primarios de alimento en sus ecosistemas, al mismo tiempo, sirven de recurso alimenticio para una variedad de organismos, incluidos peces, tortugas y otras medusas (Mills, 1995; Arai, 1997).

Los cnidarios, como los hidrozooos mantienen constante relación con otros organismos, muchas colonias permiten que otros organismos se adhieran a ellas, por ejemplo, algas, esponjas y crustáceos, lo cual es beneficiosa para ambos. Esto no solo proporciona un lugar seguro donde habitar, sino que también contribuye a la biodiversidad del ecosistema.

2.1.7. Patrones de distribución

Hacen referencia a la forma en que las especies se organizan espacial y temporalmente en su entorno influenciadas por factores ambientales. La distribución espacial, indica a cómo se agrupan o dispersan las medusas en diferentes áreas geográficas, en el caso de los Hydrozoa, su presencia puede ser costera, pelágica o bentónica dependiendo de las condiciones ambientales y la etapa del ciclo de vida. El estudio de los patrones de distribución implica diversas metodologías para analizar su presencia, abundancia y relaciones con factores ambientales, en el presente estudio se realizará un muestreo directo utilizando una red de zooplancton para arrastres verticales y superficiales, los individuos recolectados son identificados taxonómicamente mediante guías taxonómicas observando bajo el estereomicroscopio; para las variables ambientales, el uso de espectrofotometría para medir parámetros químicos (nitrito, nitrato, fosfato), los métodos como ANOSIM, nMDS, SIMPER y CCA se utilizan para identificar dichos patrones entre las comunidades de medusas y los factores ambientales. Esto sirve para evaluar la salud de los ecosistemas marinos proporcionando información indispensable para diseñar estrategias de conservación y manejo sostenible en áreas marinas protegidas.

Capítulo III

Metodología

3.1. Área de estudio

La Reserva de Producción Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena está ubicada en la zona geográfica del Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena. Comprende 52.231,37 Has de área marina, 203,82 Has de área terrestre que hacen un total de 52.435,19 Has, encierra ecosistemas como aguas costeras, arrecifes rocosos, playas de arena, playas mixtas (arena y roca), acantilados, matorral seco espinoso (Plan de Manejo de la REMACOPSE, 2010).

El área de estudio se encuentra en la franja costera a 6 millas mar adentro de la REMACOPSE, dicha área está dividida en 4 estaciones de monitoreo que corresponden a las coordenadas (Tabla 1) - (Figura 2).

Tabla 1.

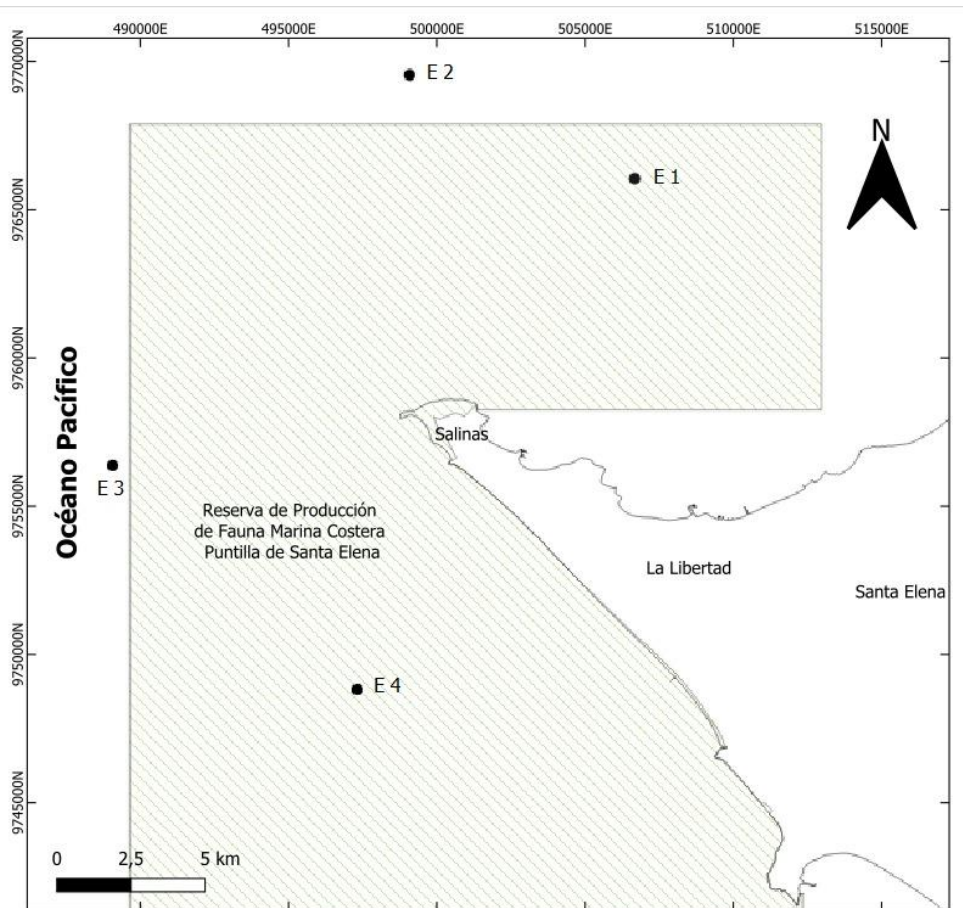
Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo

| Estación | Latitud | Longitud |
|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 2°07'00" S | 80°56'24" W |
| 2 | 2°05'06" S | 81°00'29" W |
| 3 | 2°12'15" S | 81°05'54" W |
| 4 | 2°16'21" S | 81°01'27" W |

3.2. Ubicación geográfica del área de estudio

Figura 2.

Ubicación general del área de estudio - Salinas. Obtenida de QGis 3.348



3.3. Fase de campo

Se establecieron 4 estaciones de monitoreo a 6 millas náuticas, para el posicionamiento geográfico se utilizó un GPS, marca GARMIN de alta precisión, la información recopilada se almacenó en coordenadas geográficas.

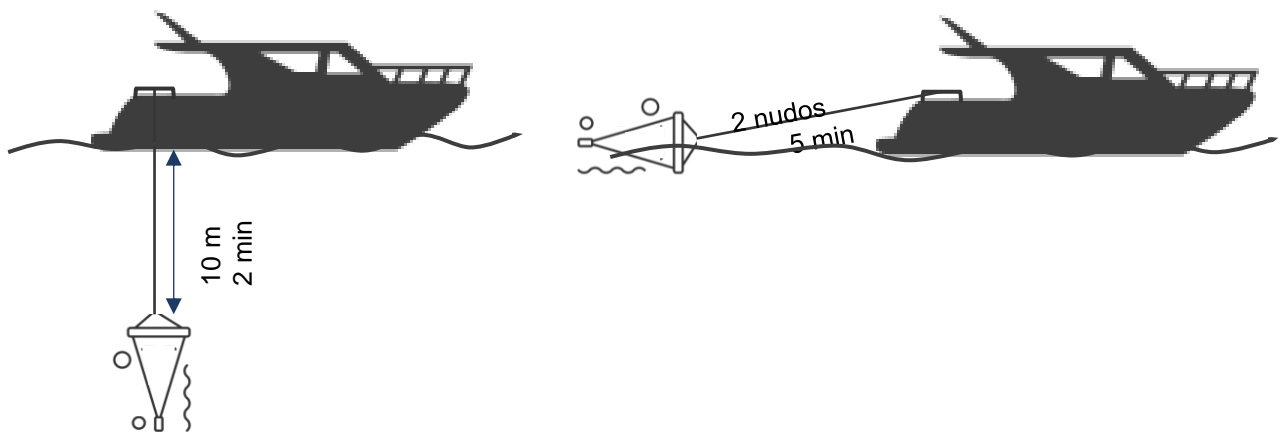
Para realizar los arrastres se utilizó una embarcación equipada con dos motores fuera de borda YAMAHA de 150hp cada uno, lancha de intercepción de

9.5m de eslora. Los muestreos se realizaron cada 14 días durante un período de 2 meses, desde septiembre a octubre de 9h00 a 14h00 aproximadamente.

Las muestras de zooplancton fueron colectadas mediante arrastres superficiales durante 5 min a 2 nudos de velocidad y arrastres verticales a 10m de profundidad durante 2 min, se utilizó una red cónica simple WP-2, con abertura de malla de 330 μ m, 30 cm de diámetro y 1 m de largo (Figura 3).

Figura 3.

Metodología del arrastre



Para la preservación de la muestra se depositó en envases de 500ml rotulados con cinta masking tape y un lápiz, estas fueron neutralizadas con formaldehído al 4% para conservar sus características morfológicas y posteriormente ser transportados al laboratorio de la FCM para ser analizadas (Andrade, 2010).

Para la toma de parámetros físicos y químicos se utilizó un Multiparámetro portátil marca HASH modelo HQ2200, Sonda Garmin el cual muestra

Temperatura, OD y pH; un disco Secchi para registrar la transparencia del agua y un refractómetro BIO-MARINE previamente calibrado. Para obtener los valores de nutrientes: Nitrito (NO₂-), Nitrato (NO₃-) y Fosfato (PO₄³⁻) se realizó con un espectrofotómetro visible Iris HI801.

3.4. Fase de laboratorio

Las 40 muestras biológicas fueron analizadas en las instalaciones de la Universidad Estatal de Santa Elena dentro de los laboratorios de la Facultad Ciencias del Mar. El conteo de organismos se realizó siguiendo el método de Boltovskoy (1981) para análisis cuali-cuantitativo. Se realizó la filtración de muestra consiguiendo un volumen de 40ml, utilizando una cámara de Bogorov para luego separar las medusas de las muestras zooplanctónicas.

3.5. Análisis de datos obtenidos

3.5.1. Cálculo del volumen de agua filtrada en arrastre superficial

Para determinar el volumen de agua filtrada por una red de 330 μm , que se encuentra completamente sumergida y es remolcada por una embarcación de fibra equipada con un motor fuera de borda de 150hp a una velocidad de 2 nudos durante un período de 5 minutos.

Distancia de arrastre:

$$d = \text{velocidad} \cdot \text{tiempo}$$

Área de la superficie:

$$A = \pi \cdot r^2$$

Volumen de agua filtrada (v_f):

$$V_f = \text{Superficie de boca de red} \cdot \text{Distancia de arrastre (m)} \cdot \text{Coeficiente de filtración}$$

Se utilizó un coeficiente de filtración 1 para calcular el error de volumen de agua filtrada.

3.5.2. Cálculo de volumen de agua filtrada para arrastre vertical

Para estimar el volumen de agua filtrada, se utilizó una red de 330 μm , remolcada por una embarcación de fibra con un motor fuera de borda de 150hp durante 2min, a una profundidad de 10m y un grado de inclinación de 20°.

$$h = z \cdot \text{Cos } a$$

Volumen de agua filtrada (v_f)

$$v_f = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

3.6. Identificación de Hidrozoos

Para la identificación de las medusas, se utilizó un estereomicroscopio empleando objetivos de 4x, 7x, 10x para determinar las características morfológicas y establecer el orden al que corresponden. La observación finalizó con la toma de

imágenes para el respectivo análisis.

Se utilizó guías de identificación taxonómicas siguiendo la metodología de Kramp (1968), Russell (1977), Bouillon & Barnett (1999), López & Baldrich (2010), Rodríguez (2012).

Los resultados se expresaron como densidad promedio de individuos, en términos de número de organismos por cada 100m³ de agua. Finalmente, los datos fueron tabulados para realizar un análisis de la distribución.

3.7. Análisis ecológicos

3.7.1. Índice de Shannon-Wiener

Para determinar la diversidad del filo Cnidaria se usó el programa estadístico PAST 4.03, utilizando el índice de Shannon-Wiener (1948). Comúnmente este índice es utilizado para evaluar la biodiversidad en comunidades de organismos en este caso los hidrozooos, cuenta tanto el número de especies como la equitatividad. Se emplea la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum (p_i \cdot \ln p_i)$$

Donde:

H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener

p_i : Proporción de individuos de la especie i en relación con el total de individuos

de la muestra.

ln: Logaritmo natural

3.7.2. Índice de Pielou

Medida que permite evaluar cuán uniformemente están distribuidos los individuos entre las diferentes especies en una comunidad. Este índice varía de 0 y 1, donde 0 refleja una baja equitatividad y 1 indica que todas presentan abundancias similares (Martella et al., 2012). Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde:

J': Índice de equitatividad de Pielou

H': Índice de Shannon-Wiener

S: Número total de especies

ln: Logaritmo natural

3.7.3. Índice de Simpson

Permite evaluar la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Es útil para determinar la dominancia de especies dentro de una comunidad. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

D: Índice de Simpson

p_i : Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

3.7.4 Análisis estadístico

Se realizó una interpretación mensual de los datos recolectados en cada estación con el programa Statgraphic Centurion XIX. Se realiza una verificación de la normalidad de datos mediante pruebas de Shapiro Wilk, para asegurar que se cumplan los supuestos necesarios. Posteriormente, se aplicó ANOVA para determinar si existen diferencias significativas entre las estaciones, luego un análisis multivariante utilizando un escalado multidimensional no métrico (nMDS), el cual permite visualizar la disimilitud entre muestras, para evaluar la significancia de las diferencias observadas, se utilizó el análisis de similitud (ANOSIM) y el análisis SIMPER (Similarity Percentage) para identificar las especies que contribuyen más a las diferencias de los grupos. Finalmente, un análisis de correlación canónica (ACC) para observar las relaciones entre las variables ambientales y la abundancia de especies.

Capítulo IV

Resultados

4.1. Distribución y Abundancia de Hydrozoos

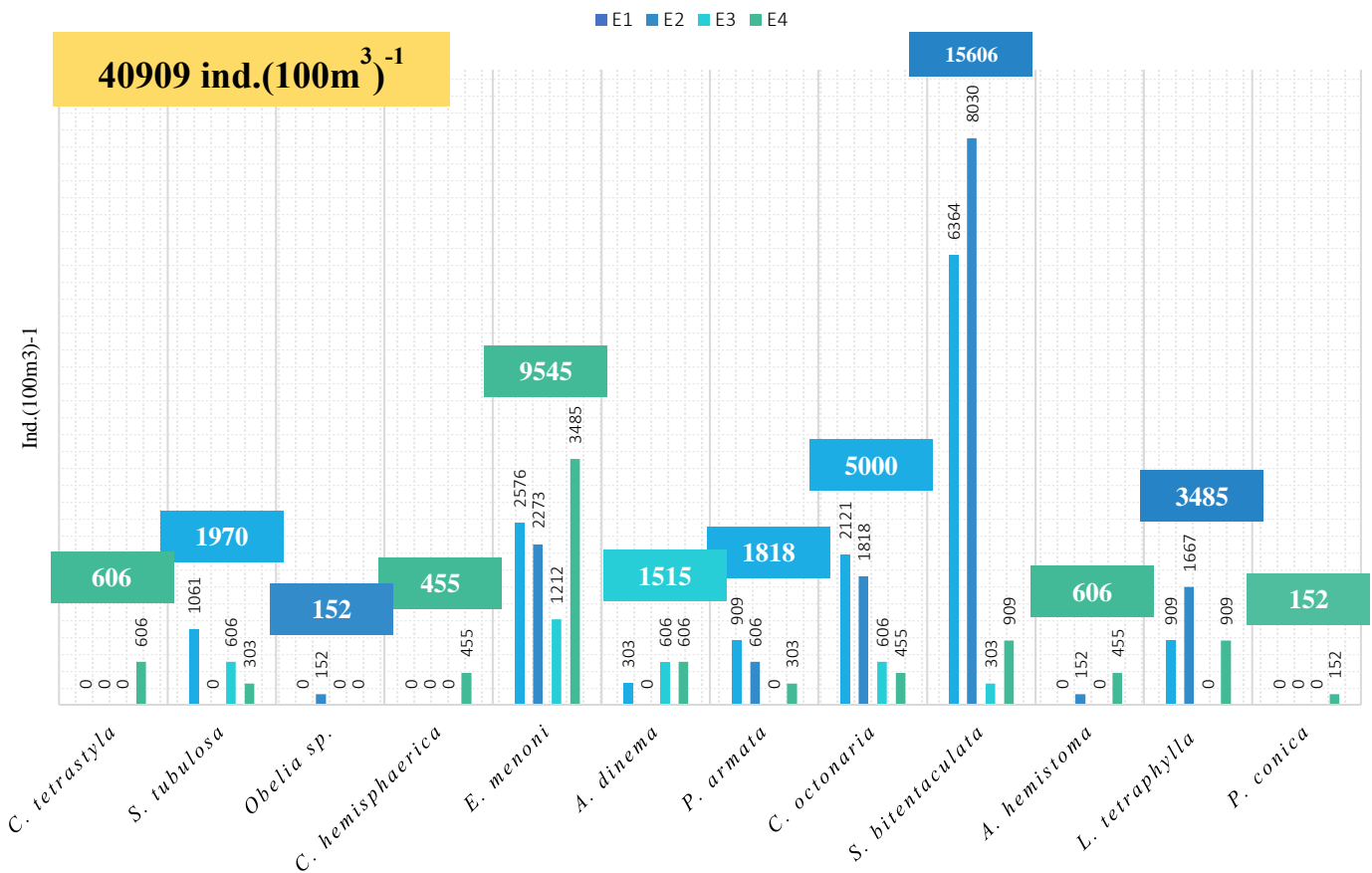
Se analizaron 40 muestras de zooplancton de los cuales 20 muestras fueron a nivel vertical (10m) se registraron 40909 ind.(100m³)⁻¹ y 20 muestras a nivel superficial (0m) con 288 ind.(100m³)⁻¹, de organismos gelatinosos.

En los arrastres verticales, los monitoreos muestran variaciones significativas en la cantidad de individuos por especie, *Solmundella bitentaculata* presentó una alta abundancia con un total de 15606 ind.(100m³)⁻¹ en E2 donde se observó mayor abundancia con 8030 ind.(100m³)⁻¹, mientras que en la E3 es menor con 303 ind.(100m³)⁻¹. *Eucheilota menoni*, con un total de 9545 ind.(100m³)⁻¹ presentes siendo E4 donde reflejó mayor abundancia con 3485 ind.(100m³)⁻¹ mientras que en E3 es baja con 1212 ind.(100m³)⁻¹. *Cunina octonaria* muestra un abundancia total de 5000 ind.(100m³)⁻¹, E1 muestra la mayor abundancia de organismos con 2121 ind.(100m³)⁻¹ mientras que E4 indicó una baja cantidad de organismos con 455 ind.(100m³)⁻¹. *Liriope tetraphylla* alcanzando un total de 3485 ind.(100m³)⁻¹ la mayor abundancia se registró en E2 con un valor de 1667 ind.(100m³)⁻¹ mientras que E3 no registró ningún organismo. *Sarsia tubulosa* con 1970 ind.(100m³)⁻¹ indicando mayor abundancia en E1 con 1061 ind.(100m³)⁻¹ por el contrario E2 no registró ningún organismo. *Proboscidactyla armata* registró un total de 1818 ind.(100m³)⁻¹ con mayor abundancia en E1 con 909 ind.(100m³)⁻¹,

así mismo no registró ningún valor en E3. *Amphinema dinema* con un valor total de organismos registrados de 1515 ind.(100m³)⁻¹ siendo más abundante la E3 – E4 donde se registró la misma cantidad de organismos de 606 ind.(100m³)⁻¹, por el contrario E2 no registró organismos. *Aglaura hemistoma* y *Cytaeis tetrastyla* registraron un valor de 606 ind.(100m³)⁻¹, ambas registraron individuos en E4 de 455 ind.(100m³)⁻¹- 606 ind.(100m³)⁻¹, la diferencia de ambas es de *Aglaura hemistoma* que registró en E2 152 ind.(100m³)⁻¹, mientras que en las demás estaciones de ambas especies registró cero. *Clytia hemisphaerica* fue registrada en E4 con 455 ind.(100m³)⁻¹, así mismo *Obelia sp* y *Pandea conica* con 152 ind.(100m³)⁻¹ en E4 (**Figura 4**).

Figura 4.

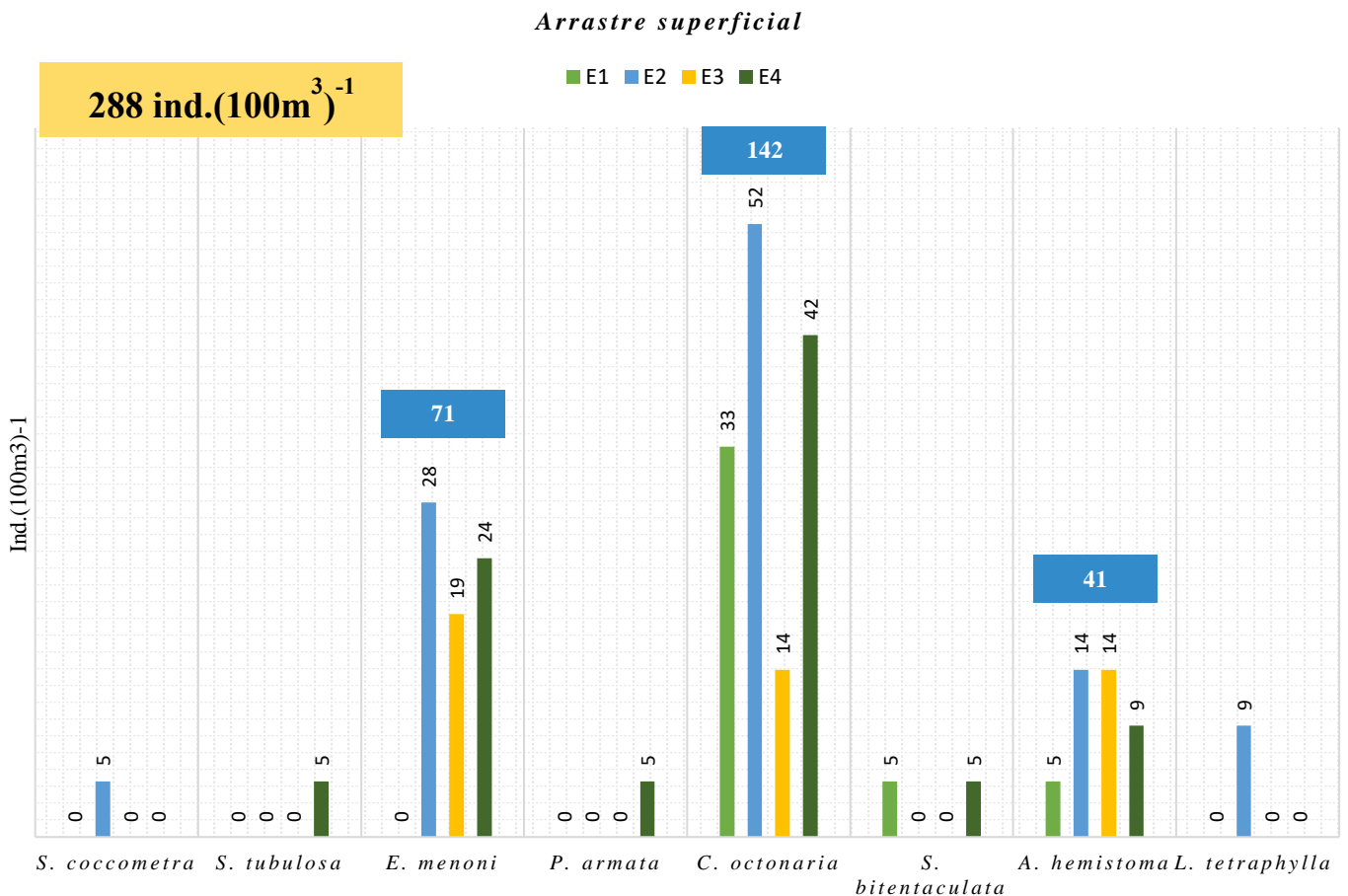
Abundancia Distribución de organismos por estación
Arrastre vertical



En los arrastres superficiales, *Cunina octonaria* fue registrada con 142 ind.(100m³)⁻¹ con mayor abundancia en E2 con 52 ind.(100m³)⁻¹, E4 con 42 ind.(100m³)⁻¹ mientras que, E3 tuvo menor cantidad de con 14 ind.(100m³)⁻¹. *Eucheilota menoni* con un total de 71 ind (100m³)⁻¹, siendo E2 dominante con 28 ind (100m³)⁻¹ y E3 la menor cantidad 19 ind (100m³)⁻¹. *Aglaura hemistoma* con un total de 42 ind. (100m³)⁻¹, E2 y E3 registraron la misma cantidad de 14 ind. (100m³)⁻¹, la cantidad más baja de 5 ind.(100m³)⁻¹ (**Figura 5**).

Figura 5.

Distribución de organismos por estación

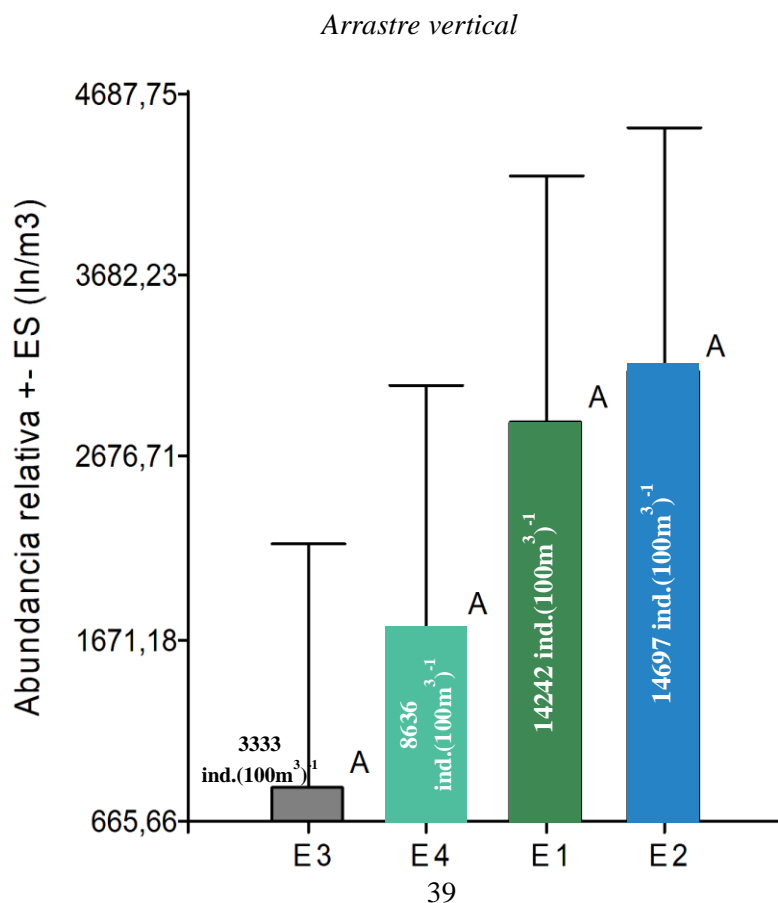


4.2. Abundancia relativa de Hidrozoos

En los arrastres verticales, se presentó una mayor abundancia de organismos en la E2 con un total de 14697 ind.(100m³)⁻¹, lo que indica una concentración de individuos. En la E1 muestra una abundancia significativa, pero ligeramente inferior a la estación 2 con un valor de 14242 ind. (100m³)⁻¹ mientras que la E4 tiene una abundancia intermedia con un valor de 8636 ind. (100m³)⁻¹, la E3 muestra la menor abundancia relativa con un valor de 3333 ind. (100m³)⁻¹ lo que podría indicar menor disponibilidad de nutrientes como el Nitrato de 0.32 – 0.27 mg/L, o diferentes condiciones ambientales en esta zona como la Temperatura que varió entre 23.7 °C – 24.6 °C y Salinidad entre 31 – 35 ppm (**Figura 6**) – (**Tabla5**).

Figura 6.

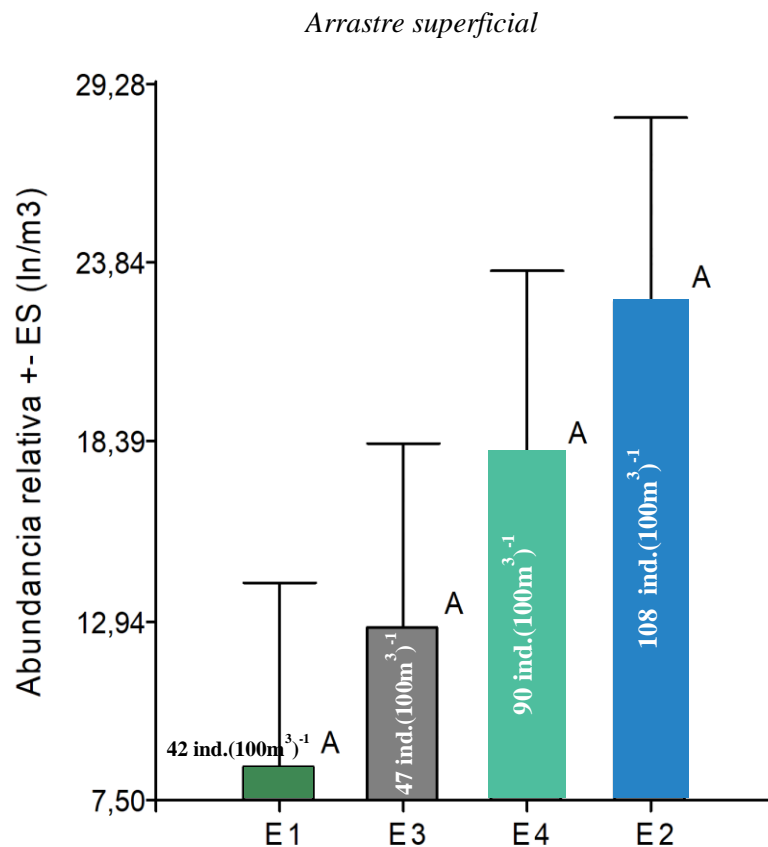
Abundancia relativa - Desviación estándar – Arrastre vertical



En los arrastres superficiales, se observó una mayor densidad de organismos en E2, alcanzando un total de 108 ind.(100m³)⁻¹, lo que sugiere una alta concentración de organismos a diferencia de la E1 que mostró una abundancia menor con un total de 42 ind. (100m³)⁻¹, la E4 presentó una cantidad intermedia con 90 (100m³)⁻¹, por otro lado, la E3 registró menos densidad relativa con 47 ind. (100m³)⁻¹, lo que podría indicar una disminución en nutrientes como el Nitrato este obtuvo una cantidad de 0.001 mg/L que a diferencia del Nitrito y el Fosfato este se mantuvo en las demás estaciones con concentraciones de 0.052 a 0.062 mg/L para Nitrito y 0.092 a 0.309 mg/L para Fosfato. **(Figura 7) – (Tabla5).**

Figura 7.

Abundancia relativa - Desviación estándar - Arrastre superficial



4.3. Composición de medusas

Durante el período de muestreo Septiembre – Octubre, se recolectó y analizó 20 muestras zooplanctónicas identificando un total de 14 especies, pertenecientes a 5 órdenes (Anthomedusae, Leptomedusae, Limnomedusae, Narcomedusae, Trachymedusae), 12 familias y 13 géneros (Tabla 2). En la época seca se obtuvo un valor de 40909 (100m³)⁻¹ en arrastres verticales y 288 (100m³)⁻¹ en arrastres superficiales, siendo así dónde se evidenció mayor abundancia y diversidad en el arrastre vertical a 10m, mientras que en los superficiales se puede evidenciar menos por algunos factores físicos-químicos presentes.

Tabla 2.

Composición de medusas en REMACOPSE – Salinas.

| Clase | Orden | Familia | Género | Nombre científico |
|----------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------------------|
| Hydrozoa | Anthomedusae | Corynidae | Sarsia | <i>Sarsia cocometra</i> |
| | | | | <i>Sarsia tubulosa</i> |
| | | Cytaeididae | Cytaeis | <i>Cytaeis tetrastyla</i> |
| | Leptomedusae | Aequoreidae | Obelia | <i>Obelia sp.</i> |
| | | Campanulariidae | Clytia | <i>Clytia hemisphaerica</i> |
| | | Lovenellidae | Lovenella | <i>Eucheilota menoni</i> |
| | | Pandeidae | Amphinema | <i>Amphinema dinema</i> |
| | Limnomedusae | Proboscidactylidae | Proboscidactyla | <i>Proboscidactyla armata</i> |
| | Narcomedusae | Cuninidae | Cunina | <i>Cunina octonaria</i> |
| | | Aeginidae | Solmundella | <i>Solmundella bitentaculata</i> |
| | Trachymedusae | Rhopalonematidae | Aglaura | <i>Aglaura hemistoma</i> |

| | | |
|-------------|---------|----------------------------|
| Geryoniidae | Liriope | <i>Liriope tetraphylla</i> |
| Pandeidae | Pandea | <i>Pandea conica</i> |

4.4. Aplicación de índices ecológicos.

En la Tabla 3, se muestran los valores obtenidos para los índices ecológicos calculados en cada una de las cuatro estaciones, abarcando la biodiversidad total de Hydrozoos presentes en el área de estudio.

Tabla 3.

Índices ecológicos por estaciones – Arrastre vertical

| | E 1 | E 2 | E 3 | E 4 |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| Taxa_S | 7 | 8 | 6 | 11 |
| Individuals | 95 | 104 | 28 | 57 |
| Dominance_D | 0.26 | 0.31 | 0.19 | 0.20 |
| Shannon_H | 1.59 | 1.50 | 1.71 | 1.98 |
| Equitability_J | 0.81 | 0.72 | 0.95 | 0.82 |

Los valores obtenidos con el índice de Shannon Wiener indica que la mayor diversidad se encontró en la E4 con un valor de 1,98 bits/ind con especies como *Sarsia tubulosa*, *Amphinema dinema*, *Cunina octonaria*, *Cytaeis tetrastyla*, *Clytia hemisphaerica*, *Eucheilota menoni*, *Proboscidactyla armata*, *Solmundella bitentaculata*, *Aglaura hemistoma*, *Liriope tetraphylla* y *Pandea conica* a diferencia de la E2 con 1,50 bits/ind, siendo esta donde se haya una menor diversidad. El

índice de Simpson refleja una mayor dominancia en la E2 con la especie dominante *Solmundella bitentaculata*, alcanzando un valor de 0,31 bits/ind. Por otro lado, la E3 muestra menor dominancia con *Solmundella bitentaculata* y un valor de 0,19 bits/ind. El índice de Equidad de Pielou mide cuán uniformemente están distribuidos los individuos entre las diferentes especies, en este caso, el valor más alto se observó en la E3 con 0.95/ind bits lo que indica una mayor equidad. Por el contrario, en la E1 se registró un valor más bajo 0.81 bits/ind, lo que sugiere una menor uniformidad en la distribución de las especies como se aprecia en la figura 8.

Figura 8.

Índices de diversidad - Arrastre vertical

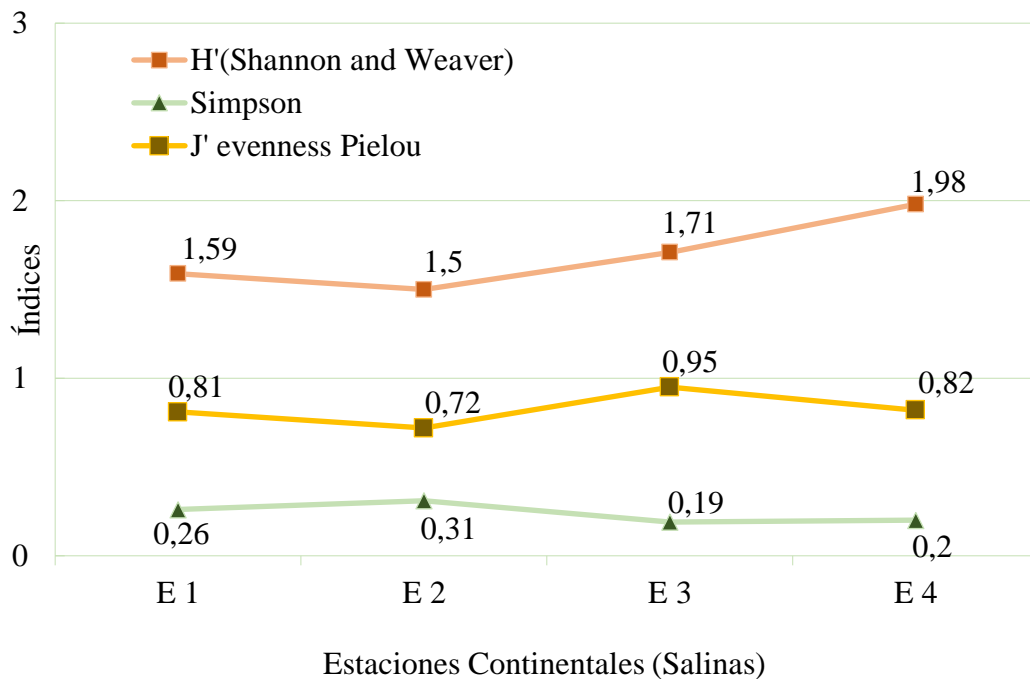


Tabla 4.

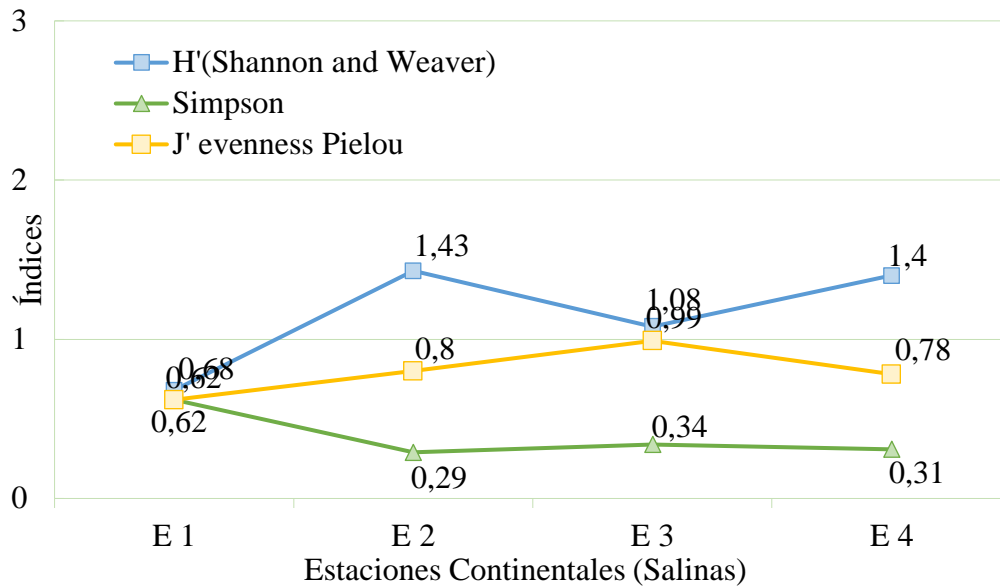
Índices ecológicos por estaciones - Arrastre superficial

| | E1 | E2 | E 3 | E 4 |
|-----------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Taxa_S | 3 | 6 | 3 | 6 |
| Individuals | 9 | 24 | 10 | 19 |
| Dominance_D | 0.62 | 0.29 | 0.34 | 0.31 |
| Shannon_H | 0.68 | 1.43 | 1.08 | 1.40 |
| Equitability_J | 0.62 | 0.80 | 0.99 | 0.78 |

En la tabla 4, los resultados del índice de Shannon Wiener reflejan que la mayor diversidad se observó en la E2, con *Eucheilota menoni*, *Cunina octonaria*, *Obelia sp*, *Aglaura hemistoma* y *Lirope tetraphylla* con un valor de 1.43 bits/ind, en contraste con la E1 que presentó el valor más bajo de diversidad con 0.68 bits/ind, siendo esta la de menor diversidad en el área de estudio. Por otro lado, el índice de Simpson revela una dominancia más elevada en la E1, con *Cunina octonaria* y un valor de 0.62 bits/ind, en comparación de la E2 que mostró una menor dominancia con 0.29 bits/ind. El índice de equidad de Pielou, que evalúa la uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies, alcanzó su valor más alto en la E3 con 0.99 bits/ind, lo que sugiere una distribución más equitativa, en cambio el valor más bajo se visualizó en la E1 con 0.62 bits/ind, reflejando una menor uniformidad en la distribución (**Figura 9**).

Figura 9.

Índices de diversidad - Arrastre superficial



4.5. Variables físico-químicas

La estación M4-O muestra la mayor variabilidad en la temperatura con un rango amplio que va desde 24.1°C – 25.3°C. La mediana también es más alta que los otros monitoreos, MS-2 tiene el rango más estrecho de temperaturas que va de 23.7°C – 24°C, lo que indica menos variabilidad y una temperatura más estable en comparación con otras estaciones. M1-S y M3-O, presentan un rango de temperaturas muy limitado y cercano de 24.2°C – 24.5°C, indicando menos dispersión. M5-O tiene un rango más amplio de 24.1°C – 24.6°C que M1-S, M2-S y M3-O, pero menos que M4-O con una mediana intermedia entre los valores de las otras estaciones. En esta variable, la ANOVA mostró un valor de F: 6.17 con un indicando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de temperatura. De igual manera, la prueba de Kruskal – Wallis mostró valores de

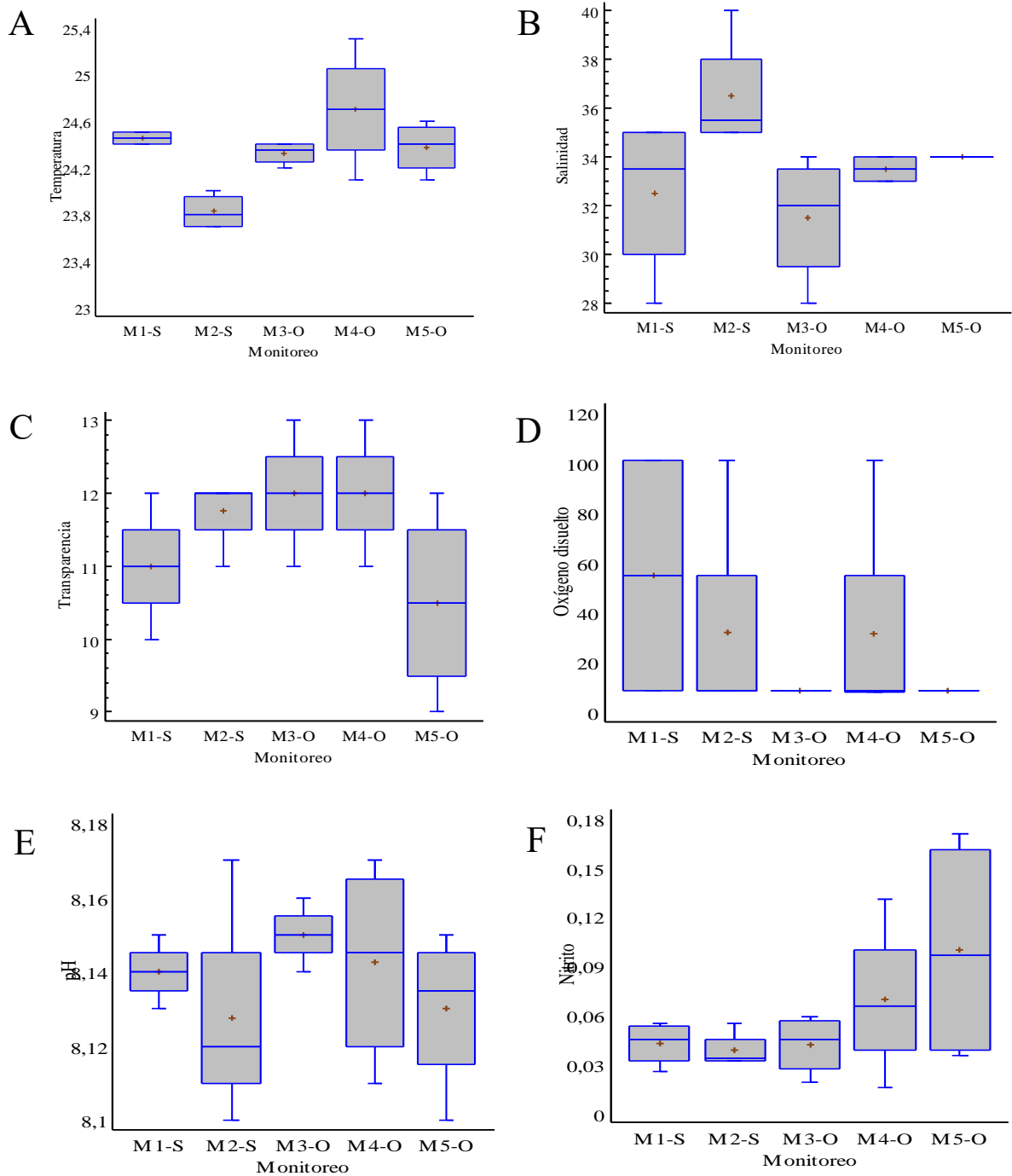
KW: 0.0222 revelando que existe una diferencia significativa entre las medianas con un nivel del 95% de confianza (**Figura 10A**). Con respecto a la **Salinidad**, M2-S presenta la mayor salinidad de todos, con valores que oscilan desde 36 ppm – 40 ppm, la mediana está cerca de 36 ppm, M1-S muestra un amplio rango de salinidad que varía entre 28 ppm - 35 ppm, la mediana se encuentra cerca de los 33ppm, lo cual indica que este grupo muestra alta salinidad y una amplia variación. Así mismo, M3-O se observa un rango entre 28ppm – 34ppm, indicando que la variación es menor a diferencia de M1-S y M2-S. Mientras que, M4-O tiene una salinidad estable de 33ppm – 34ppm y una mediana de alrededor de 33.5ppm, M5-O no presentó variabilidad lo que sugiere que los valores de salinidad se mantuvieron. ANOVA reflejó un valor de F: 2.96. Kruskal-Wallis arrojó un valor de KW: 0.03187, existe una diferencia significativa entre las medianas con un nivel de 95% de confianza (**Figura 10B**). La **transparencia** en M5-O tuvo una variación de 9m – 12 m, reflejando una media de 10.5m indicando que existe una variabilidad en las estaciones en cuanto a visibilidad. M3-O y M4-O, se mantuvieron con un rango de visibilidad entre 11m – 13m, mostrando que la media entre ambos es de 12m. M1-S, con un rango de 10m – 12m con una media de 11m mientras que, M2-S osciló entre 11m – 12m, es decir que, no existe variabilidad entre M1-S, M2-S a diferencia de M5-O. ANOVA presentó un valor de F: 2.30, KW: 0.160793, comprobando que no existe una diferencia significativa entre las medianas, ni las medias con un nivel del 95% de confianza (**Figura 10C**). El **oxígeno disuelto** en M1-S tuvo un rango muy elevado que va desde 8.66 mg/L – 101.16 mg/L con una media cerca de los 60 mg/L a diferencia de M3-O y M5-O que mostraron valores

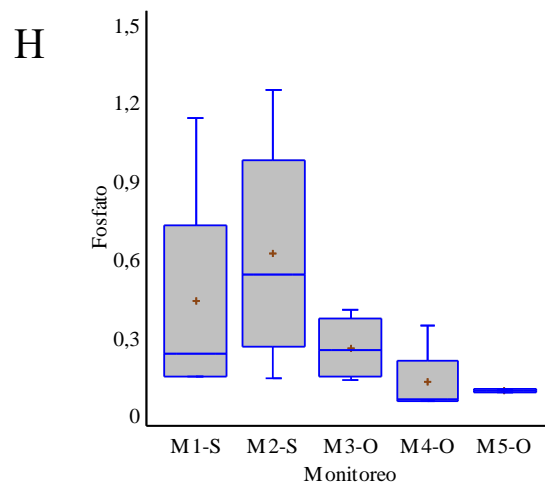
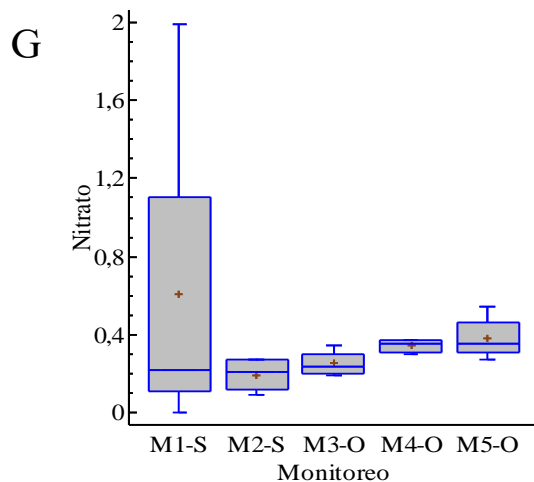
menores entre $8.60 \text{ mg/L} - 8.78 \text{ mg/L}$, esto indica que existe una gran variabilidad entre monitoreos. M2-S y M4-O, muestran valores similares, sin diferencia. La razón F: 1.05; KW: 0.0748585, comprobando que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias y medianas con un nivel de 95% de confianza (**Figura 10D**). El **pH** en M4-O osciló entre 8.12 – 8.16 con una mediana cerca de 8.15 este grupo muestra un valor alto de pH y una amplia variación, M2-S con valores de 8.11 – 8.14 con una mediana de 8.12, M5-O mostró valores entre 8.11 – 8.15 con una mediana cerca de los 8.14, M2-S y M5-O presentan una variabilidad similar. M3-O con rangos de 8.14 cerca de 8.16 con una mediana de 8.15 aproximadamente indicando que no existe variabilidad, así mismo, M1-S indicando que la variabilidad es menor que M4-O. La razón F: 0.761; KW: 0.492655, corroborando que no existe una diferencia significativa entre las medias y medianas ($p > 0.05$) (**Figura 10E**). Las concentraciones de **Nitrito** en M5-O tienen valores entre $0.042 \text{ mg/L} - 0.17 \text{ mg/L}$, M4-O valores entre $0.04 \text{ mg/L} - 0.10 \text{ mg/L}$, indicando que tienen altas concentraciones de nitrito, es decir que la variabilidad aumenta significativamente indicando una mayor dispersión de datos. M1-S y M3-O con valores cerca de $0.03 \text{ mg/L} - 0.06 \text{ mg/L}$ presentan concentraciones bajas y similares de nitrito, con poca variabilidad. Mientras tanto, M2-S con $0.03 \text{ mg/L} - 0.05 \text{ mg/L}$ muestra una ligera disminución en la mediana. ANOVA con razón F: 1.73; KW: 0.436206 verifica que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la mediana y la media con un nivel del 95% de confianza (**Figura 10F**). Las concentraciones de **Nitrato** en M1-S son altas en comparación con los demás monitoreos con cantidades entre $0.10 \text{ mg/L} - 1.10 \text{ mg/L}$

con una mediana de 0.20 mg/L , lo que indica una dispersión considerable en los datos. M5-O y M4-O con concentraciones entre $0.30 \text{ mg/L} - 0.50 \text{ mg/L}$ y una mediana de 0.30 mg/L aumentando ligeramente en comparación con M3-O que tiene concentraciones entre $0.20 \text{ mg/L} - 0.30 \text{ mg/L}$ y una mediana de aproximadamente 0.22 mg/L . M2-S tiene una concentración mucho más baja y muestra una menor variabilidad con valores de 0.10 mg/L y cerca de 0.30 mg/L y una mediana de 0.20 mg/L . ANOVA presentó la razón F: 0.56; KW: 0.0857768, no existe una diferencia significativa entre la media y la mediana con un nivel de 95% de confianza (**Figura 10G**). Las concentraciones de **fosfato** en M2-S con valores cerca de $0.30 \text{ mg/L} - 1.00 \text{ mg/L}$ y una mediana de 0.50 mg/L , aumentan ligeramente en comparación con M1-S con rangos entre $0.20 \text{ mg/L} - 0.70 \text{ mg/L}$, mostrando que la variabilidad también incrementa con una mediana de 0.20 mg/L . M3-O, notable disminución en la concentración de fosfato con $0.20 \text{ mg/L} - 0.40 \text{ mg/L}$ y una mediana cerca de 0.30 mg/L . M4-O la dispersión de datos es baja con concentraciones de $0.10 \text{ mg/L} - 0.40 \text{ mg/L}$ y una mediana cerca de 0.30 mg/L , mientras que M5-O la concentración es baja, sin variabilidad. ANOVA con una razón F: 1.96, indica que no existe una variación entre las medias mientras que; KW: 0.0313417, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95% de confianza, puesto que ($p < 0.05$) (**Figura 10H**).

Figura 10.

Variación de variables físico-químicas durante el periodo de estudio; A) Temperatura; B) Salinidad; C) Transparencia; D) Oxígeno disuelto; E) pH; F) Nitrito; G) Nitrato; H) Fosfato





4.6. Análisis de Correlación Spearman's rs

4.6.1. Arrastre vertical

El estudio indica la relación entre variables no paramétricas. Este cuadro indica una correlación entre las variables físico-químicas y la presencia de la especie. Según los valores que más se acerque al 100% indican una fuerte asociación con dichas variables en el área de estudio, en el caso de *Cytaeis tetrastyla*, *Clytia hemistoma* y *Pandea conica* con la salinidad y fosfato del 100%. Sin embargo, una correlación débil o inexistente que se muestra en la Tabla 6 entre las variables y la especie, como en el caso de *Aglaura hemistoma* con la salinidad y fosfato de 33.33%. En el caso de *Obelia sp.* muestra que el oxígeno disuelto, pH y el Nitrato una relación del 100%, mientras que con las otras variables es del 50%. *Eucheilota menoni* muestra una relación con la salinidad y el pH del 100%, Nitrato del 75%, mientras que el oxígeno disuelto es bajo del 8.33%. La salinidad y el Nitrato infieren en *Sarsia tubulosa* con el 100%, recalcando el valor del fosfato del 83.33% a diferencia de la temperatura, transparencia y Nitrito del 16.66%.

Solmundella bitentaculata indica una relación del 100% con el pH y el nitrato además del oxígeno disuelto con 91.66% y salinidad del 58.33% las demás variables como temperatura, transparencia nitrato y fosfato no muestran una relación tan directa, pero tienen cierta inferencia del 33.33%. *Liriope tetraphylla* tiene una correlación del 100% con el oxígeno disuelto, un 83.33% con el nitrato, salinidad, pH y transparencia del 66.66% y fosfato del 50% con una relación baja del 16.66% en temperatura y nitrato. *Proboscoidactyla armata* mostró una relación del 91.66% con la salinidad, 75% con el oxígeno disuelto, 58.33% con nitrato y fosfato, 50% con el pH a diferencia del 41.66% con las demás variables. *Amphinema dinema* con una relación del 100% con el oxígeno disuelto, nitrato del 83.33%, nitrato y temperatura del 16.33%, es decir que estas variables no influyen. *Cunina octonaria* indica una correlación del 100% con el fosfato a diferencia del pH con el 16.66% (Tabla 5)

Tabla 5.
Correlación Spearman's - Arrastre vertical

| | °C | UPS | Transparencia | OD | pH | NO ₂ - | NO ₃ - | PO ₄ -3- |
|-------------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------------------|-------------------|---------------------|
| <i>C. tetrastyla</i> | 50 | 100 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 100 |
| <i>S. tubulosa</i> | 16.66 | 100 | 16.66 | 66.66 | 33.33 | 16.66 | 100 | 83.33 |
| <i>Obelia sp.</i> | 50 | 50 | 50 | 100 | 100 | 50 | 100 | 50 |
| <i>C. hemisphaerica</i> | 50 | 100 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 100 |
| <i>E. menoni</i> | 58.33 | 100 | 58.33 | 8.33 | 100 | 58.33 | 75 | 58.33 |
| <i>A. dinema</i> | 16.66 | 66.66 | 16.66 | 100 | 66.66 | 16.66 | 83.33 | 50 |
| <i>P. armata</i> | 41.66 | 91.66 | 41.66 | 75 | 50 | 41.66 | 58.33 | 58.33 |
| <i>C. octonaria</i> | 33.33 | 75 | 33.33 | 83.33 | 16.66 | 33.33 | 33.33 | 100 |
| <i>S. bitentaculata</i> | 33.33 | 58.33 | 33.33 | 91.66 | 100 | 33.33 | 100 | 33.33 |
| <i>A. hemistoma</i> | 66.66 | 33.33 | 66.66 | 50 | 33.33 | 66.66 | 16.66 | 33.33 |
| <i>L. tetraphylla</i> | 16.66 | 66.66 | 66.66 | 100 | 66.66 | 16.66 | 83.33 | 50 |
| <i>P. conica</i> | 50 | 100 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 100 |

4.6.2. Arrastre superficial

Sarsia cocometra y *Obelia sp* mostraron una correlación del 100% con el oxígeno disuelto, pH y el nitrato y del 50% con la temperatura, salinidad, transparencia, nitrito y el fosfato. *Sarsia tubulosa* y *Proboscidactyla armata* indican una relación del 100% con la salinidad y el fosfato a diferencia de la temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, pH, nitrito y nitrato del 50%. *Eucheilota menoni* con relación del 100% con oxígeno disuelto, 91.66% con la temperatura, transparencia y nitrito, 50% con el pH y una baja relación del 8.33% con la salinidad. *Solmundella bitentaculata* inferencia del 100% con pH, nitrato y fosfato, 66.66% con temperatura, salinidad, transparencia y nitrito por último del 33.33% con el oxígeno disuelto. *Aglaura hemistoma* correlación del 100% con el fosfato, 83.33% con temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, pH y nitrito, 66.66% con el nitrato y 50% con la salinidad. Finalmente, *Cunina octonaria* con una baja relación con el fosfato del 8.33% y una del 100% con el pH (Tabla 6).

Tabla 6.

Correlación Spearman's - Arrastre superficial

| | Arrastre superficial | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|-------|---------------|-------|-------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | °C | UPS | Transparencia | OD | pH | NO ₂ - | NO ₃ - | PO ₄ -3- |
| <i>S. cocometra</i> | 50 | 50 | 50 | 100 | 100 | 50 | 100 | 50 |
| <i>S. tubulosa</i> | 50 | 100 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 100 |
| <i>Obelia sp.</i> | 50 | 50 | 50 | 100 | 100 | 50 | 100 | 50 |
| <i>E. menoni</i> | 91.66 | 8.33 | 91.66 | 100 | 50 | 91.66 | 33.33 | 33.33 |
| <i>P. armata</i> | 50 | 100 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 100 |
| <i>C. octonaria</i> | 75 | 33.33 | 75 | 75 | 100 | 75 | 41.66 | 8.33 |
| <i>S. bitentaculata</i> | 66.66 | 66.66 | 66.66 | 33.33 | 100 | 66.66 | 100 | 100 |
| <i>A. hemistoma</i> | 83.33 | 50 | 83.33 | 33.33 | 83.33 | 83.33 | 66.66 | 100 |
| <i>L. tetraphylla</i> | 50 | 50 | 50 | 100 | 100 | 50 | 100 | 50 |

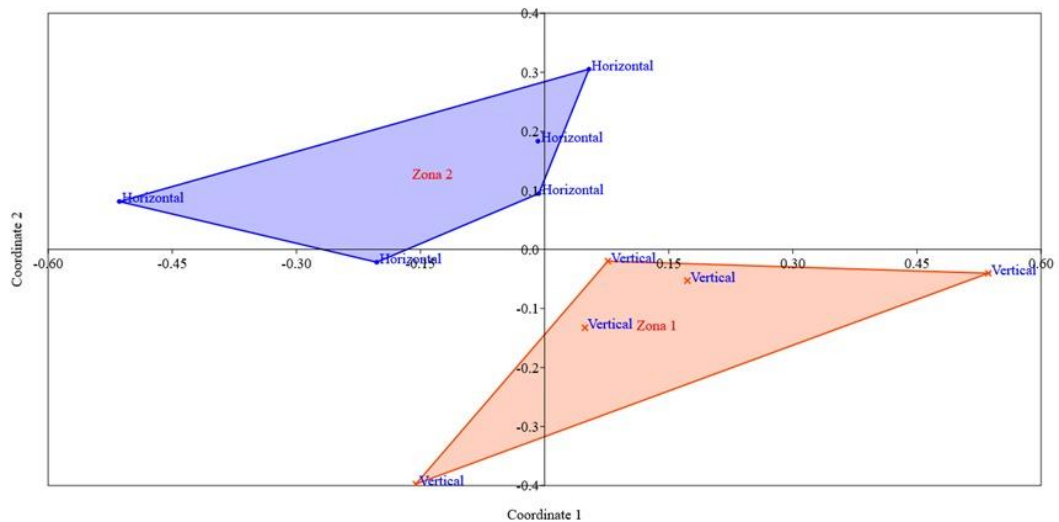
4.7. Análisis del escalamiento multidimensional

En la figura 11, el gráfico de nMDS (escalado multidimensional no métrico) revela en la estructura de las comunidades entre los dos tipos de arrastres: Vertical (Zona 1) y Superficial (Zona 2). Un valor de estrés de 0.1731 indica que las distancias en el espacio multidimensional están bien representadas, la clara separación entre las muestras de arrastre vertical y superficial sugiere que la composición de especies difiere entre ambas zonas, lo que indica que la profundidad del arrastre influye en las especies o variables presentes.

El agrupamiento de los datos según la profundidad destaca que existen diferencias en la comunidad o en las variables ambientales vinculadas a cada tipo de arrastre, la ausencia de superposición entre las zonas refuerza la idea de que las comunidades en el arrastre vertical y superficial son distintas. La forma particular de cada zona en el gráfico refleja la variabilidad interna de cada tipo de arrastre, las distancias entre puntos dentro de una misma zona sugieren diferencias en la composición de especies entre réplicas del mismo tipo de arrastre, aunque en general las muestras son más homogéneas entre las réplicas en comparación con las del grupo opuesto.

Figura 11.

Análisis nMDS de arrastre vertical y superficial



4.7.1. ANOSIM

En el análisis ANOSIM, el valor de R puede variar entre -1 y 1, valores cercanos a 1 indican una clara separación entre los grupos, mientras que los valores cercanos a 0 indican que no hay diferencias significativas, si el valor es negativo, significa que las muestras de distintos grupos son más similares entre sí que dentro de su propio grupo, algo poco frecuente. Un R de 0.24 es bajo, pero positivo, lo que significa una diferenciación moderada entre los arrastres vertical y superficial, sugiriendo que las comunidades de organismos o las variables analizadas son distintas entre ambos tipos de arrastres, aunque no completamente diferentes. El valor de p: 0.0086 es menor a 0.05, indicando que la diferencia es estadísticamente significativa, es decir que la probabilidad de que esta diferencia ocurra por azar es menor al 1%, permitiendo rechazar la hipótesis nula (que no hay diferencia entre los grupos) y concluir que las comunidades de ambos arrastres son distintas. Los resultados de ANOSIM muestran una diferencia significativa entre las comunidades

o variables observadas en los arrastres, aunque la separación no es muy marcada R: 0.24, esto podría estar relacionado con factores ambientales o ecológicos que cambian con la profundidad y afectan la composición de especies o las características de cada tipo de arrastre.

4.7.2. Análisis de los taxones más importantes y disimilitud general entre zonas

El análisis SIMPER ayuda a entender que especies son las que realmente marcan la diferencia entre las dos zonas (Figura 11). *Eucheilota menoni*, mostró ser el taxón más relevante contribuyendo con un 19.17% a la diferencia total entre ambas zonas, esta especie es más abundante en la zona 1 (12.6) que en la zona 2 (3) con un promedio de disimilitud del 14.1%. *Solmundella bitentaculata* también resalta con una contribución del 18.16% a la disimilitud total, esta especie es usual en la zona 1 (20.6) a diferencia de la zona 2 (0.4). *Cunina octonaria*, aportó con el 14.65% a la disimilitud, la presencia es semejante en ambas zonas, pero poco recurrente en la zona 2 (6) que en la zona 1 (6.6). El 14.11% de disimilitud lo tiene *Liriope tetraphylla*, con una abundancia similar en ambas zonas (6), lo que muestra que no marca una diferencia significativa. En el grupo de las especies con menor influencia en la diferenciación menor al 1% de contribución encontramos a *Obelia sp*, *Sarsia cocometra*, *Cytaeis tetrastyla* y *Pandea conica*, estas muestran abundancias similares en ambas zonas, indicando que no afecta a la diferencia total en la composición de medusas. En conjunto, los 5 taxones más relevantes, incluyendo a *Liriope tetraphylla*, explican en 66.09% de la disimilitud total entre

las dos zonas, demostrando que estas especies son responsables de gran parte de las diferencias observadas en los arrastres verticales y superficiales. Cuando observamos la figura 11, *Solmundella bitentaculata* y *Eucheilota menoni* son características del arrastre a nivel vertical, lo que sugiere preferencia por aguas más profundas, por el contrario, *Aglaura hemistoma* es característica de arrastres a nivel superficial (1.8 frente a 0.8 en la zona 1). La disimilitud general entre las zonas es del 73.55% indicando que hay una diferencia significativa del moderada a alta en la composición de especies entre arrastre vertical y superficial esto propone que las variaciones en las condiciones ambientales, como la profundidad influye en que especies predominan en cada zona.

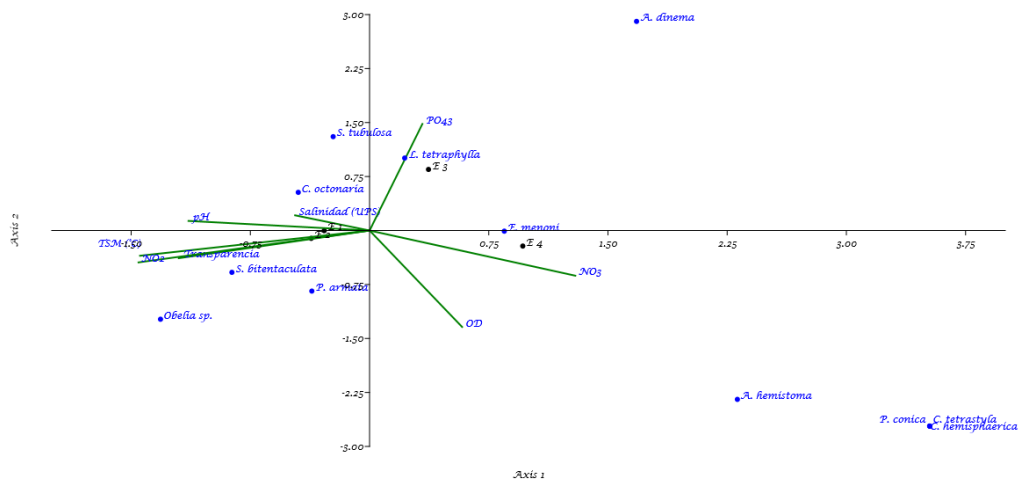
4.8. Análisis de Correspondencia Canónica

El posicionamiento de las especies en la figura 12 refleja su afinidad hacia determinadas condiciones ambientales. *Sarsia tubulosa* y *Liriope tetraphylla*, la correlación entre salinidad es muy baja y negativa, lo cual indica que no hay relación significativa, mientras que el fosfato podría contribuir a mejorar las condiciones para estas especies. *Eucheilota menoni* y *Proboscidactyla armata* presentan una relación con concentraciones de Nitrato y Oxígeno disuelto, los niveles de nitrato pueden promover un ambiente más diverso y menos dominado por pocas especies, en cuanto al oxígeno disuelto puede favorecer a una mayor diversidad. *Amphinema dinema*, se encuentra excluida de otras especies y se orientan en dirección opuesta a la mayoría de los vectores lo que sugiere una menor

influencia por factores físico-químicos Por otro lado, *Solmundella bitentaculata* y *Obelia sp.*, podrían tener relación a ambientes con temperaturas cálidas y con niveles elevados de nitritos, donde la diversidad de especies es limitada. En contraste, *Aglaura hemistoma* y *Cytaeis tetrastyla* parecen tener preferencias en condiciones opuestas a las especies más influyentes, lo que infiere una posible adaptación a nichos ecológicos característicos.

Figura 12.

Análisis de correspondencia canónica - Arrastre vertical

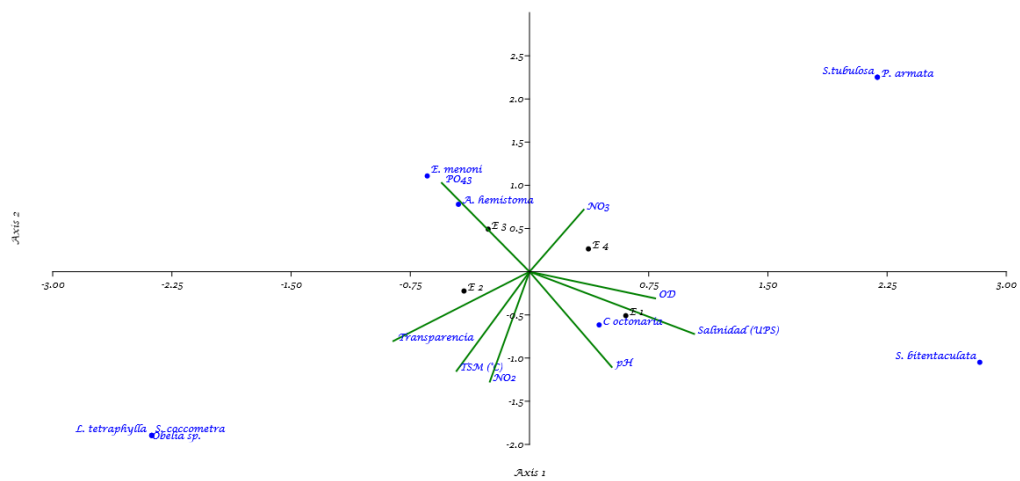


En la figura 13, el ACC refleja cómo se relacionan distintos grupos de especies con las condiciones ambientales, *Solmundella bitentaculata* muestra una clara afinidad por entornos salinos y, en menor medida, por aguas con pH más elevado. Por otro lado, tenemos a *Eucheilota menona* y *Aglaura hemistoma* que están estrechamente relacionadas con áreas ricas en fosfato. *Sarsia cocometra* y *Obelia sp.*, indican tener mejor afinidad en aguas cálidas con niveles significativos de nitritos para su prosperación, *Cunina octonaria*, sin embargo, remarca una

característica evidente de adaptabilidad a una amplia gama de condiciones ambientales sin depender exclusivamente de ningún factor específico.

Figura 13.

Análisis de correspondencia canónica - Arrastre superficial



Capítulo V

5.1. Discusión

Los estudios realizados muestran resultados que amplían el conocimiento sobre la biodiversidad de hidrozoos en las aguas costeras de la Provincia de Santa Elena, donde la información previa relacionada a esta fauna es escasa. Las mediciones de las variables como temperatura, salinidad y transparencia obtenidas en la presente investigación muestran valores sólidos con las investigaciones previas dentro de la provincia, como el de Andrade (2010) y Muñoz (2015), lo que difiere inestabilidad en las condiciones ambientales de las aguas costeras.

En cuanto a la biodiversidad de hidromedusas, se registraron 14 especies, un número comparable pero ligeramente inferior al de otros estudios cerca del área, estos resultados indican una riqueza considerable de especies en la zona de estudio y son estables con los datos obtenidos de los estudios de Mujica & Andrade (2016) y Andrade (2023), que también documentaron abundancia de especies de hidrozoos en distintas condiciones abióticas, las diferencias observadas en la composición de especies pueden responder a variaciones estacionales y aportes de nutrientes, lo que influye en la proliferación de algunas especies en particular como es el caso de *Liriope tetraphylla*.

En el presente estudio la temperatura promedio varía entre 24.1°C – 24.4°C,

esto alinea los hallazgos de Hernández & Santos (2006), quienes documentaron variaciones influenciadas por eventos como el Niño y la Niña, afectando la distribución de especies marinas, la estabilidad de la temperatura en el estudio muestra que estas condiciones favorecen una diversidad específica de hidrozoos. La Salinidad varió entre 32.6 – 35.2 UPS en las estaciones 1 y 2, estos valores son semejantes a los reportados por Bucheli et al. (2022), quienes encontraron rangos de salinidad entre 31.60 – 34.90 UPS en estaciones costeras del Ecuador, particularmente durante la influencia de la corriente de Humboldt que incrementa la salinidad en áreas determinadas. Los niveles de pH se mantuvieron estables y cercanos a la neutralidad entre 8.12 – 8.15 en las estaciones 1 y 4, este rango es característico de aguas con baja influencia de contaminantes, lo cual es favorable para la diversidad de organismos gelatinosos.

5.2. Conclusiones

Las especies de medusas más abundantes fueron *Solmundella bitentaculata*, *Cunina octonaria*, *Eucheilota minoni*, y *Liriope tetraphylla*. En el estudio se identificaron patrones en cómo se distribuyen y abundan estas especies según las condiciones ambientales, los resultados muestran una marcada variación estacional con una diversidad de medusas significativamente mayor durante la época seca esto podría estar relacionado con una mayor disponibilidad de nutrientes y temperaturas más cálidas lo cual muestra que son condiciones que favorecen el crecimiento y la reproducción de las medusas.

Al utilizar índices ecológicos como Shannon-Wiener, Pielou y Simpson fue posible analizar la estructura de la comunidad en términos de diversidad y equidad la E4 presentó la mayor diversidad mientras que la E2 mostró una menor diversidad, pero con una dominancia más marcada de ciertas especies. Esos resultados coinciden con estudios previos y resaltan las características variables ambientales que pueden influir tanto en la uniformidad como en la predominancia de especies dentro de las comunidades de medusas

5.3. Recomendaciones

Se recomienda expandir el muestreo estacionalmente para abarcar ciclos anuales completos con la finalidad de captar una comprensión más integral de fluctuaciones de la comunidad de medusas, esto permitirá evaluar como las variaciones estacionales influyen en la distribución y abundancia de especies.

Dado que la mayor diversidad se registró en arrastres verticales, se recomienda realizar estudios a diferentes profundidades, es decir, niveles de columna de agua.

Se sugiere realizar una investigación exhaustiva sobre el impacto de eventos climáticos extremos como El Niño y La Niña, en la diversidad y abundancia de medusas, esta investigación podría proporcionar valiosa información la cual contribuye significativamente a la comprensión de la resiliencia de las medusas frente al cambio climático

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, g. Mianzan, h., & madirolas, a. (2003). Acoustic characterization of gelatinousplankton aggregations: four case studies from the argentine continental shelf. *Journal of marine science*, 60(3), 650–657.
- Alvariño, A. (1975). Indicadores Plácticos: distribución batimétrica de algunas medusas. In *II Simposio Latino-Americano de Oceanografía Biológica*, Venezuela (pp. 7-8).
- Alvariño, a. (1976). El zooplancton de la región de américa central en el pacífico. *Simposio latinoamericano sobre océano-grafía biológica iii. El salvador*
- Andrade, C., 2010. *Sistemática y Ecología de las Medusas (Cnidarios: Hydrozoa) en la Zona Costera Sur de la Bahía de Santa Elena*. Tesis de grado Magister en Ciencias, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Ecuador. 12- 45pp.
- Arai, m. N. (1997). *A functional biology of scyphozoa*. Springer science & business media.
- Ballesteros, a., marambio, m., & gili, j. M. (2022, 7 julio). Una línea de investigación consolidada: herramientas de prevención y mitigación contra las proliferaciones de medusas. *Digital.csic*. [Http://hdl.handle.net/10261/274995](http://hdl.handle.net/10261/274995)
- Beckmann, l. M., vincent, b. A., de león, a., masterman, j., lau, e. S., & haddock, s. H. (2024). Patrones de fluorescencia y diversidad de hidrozooos de bocas del toro, panamá. *Ciencias marinas*, 50, e3409.
- Boltovskoy, d. 1981. *Atlas de zooplancton del atlántico sudoccidental y método de*

trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del inidep, mar del plata

Bouillon, j. (1999). Hydromedusa. South atlantic zooplankton.

Bouillon, j., medel, m. D., pagès, f., gili, j. M., boero, f., & gravili, c. (2004). Fauna of the mediterranean hydrozoa. *Scientia marina*, 68(s2), 5-438.

Castaño isaza, j. (2007). Revisión sobre la estructura y función de los cnidos en cnidaria.

Cornelius, p. F. S. 1995. North-west european thecate hydroids and their medusae. Parts 1 and 2. *Synopses of the british fauna, new series* 50: 1-347 and 1-386.

Escobar, l. A. P., & de león, j. A. R. (2021). Estudio sustentable sobre la situación actual de la medusa “bola de cañón” (*stomolophus meleagis*) en méxico.: una ventana de oportunidades para el desarrollo del recurso marino. *Perfiles de las ciencias sociales*, 9(17).

García, d. P. P., & vera, y. E. L. (2013). Medusas.

Gasca, rebecca, & loman-ramos, lucio. (2014). Biodiversidad de medusozoa (cubozoa, scyphozoa e hydrozoa) en méxico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(supl. Ene), s154-s163. <https://doi.org/10.7550/rmb.32513>

Genzano, g. N., schiariti, a., & mianzan, h. W. (2014). Cnidaria. Los invertebrados marinos. *Fundación félix de azara, buenos aires*, 67, 85.

Gili, j. M., vendrell simón, b., peral bey, l., ambroso, s., salazar, j., zapata-guardiola, r., ... & gonzález, m. (2022). Los cnidarios-el mar a fondo.

González rojas, s., gonzález ipuana, y., & cedeño posso, c. M. (2015). Medusas

subphylum medusozoa. *Infozoa*, 10(octubre-diciembre de 2015), issn: 2346-1837.

Hernandez Vaca, F., & Santos, J. L. (2009). Análisis de la variabilidad climática de la costa ecuatoriana.

López-pérez, a., reyes-bonilla, h., calderón-aguilera, l. E., cruz-piñón, g., cupulmagaña, a., medina-rosas, p., ... & meléndez-rosas, r. (2022). Cnidarios (cnidaria). *Invertebrados marinos y costeros del pacífico sur de méxico*, 31-51.

Lucas, C. H., Graham, W. M., & Widmer, C. (2012). Jellyfish life histories: role of polyps in forming and maintaining scyphomedusa populations. *Advances in marine biology*, 63, 133-196.

Lynam, C. P. (2006). Ecological and acoustic investigations of jellyfish (Scyphozoa and Hydrozoa) (Doctoral dissertation, University of St Andrews).

Martella, m., trumper, e., bellis, l., renison, d., giordano, p., bazzano, g., y gleiser, r. (2012). Manual de ecología: evaluación de la biodiversidad esfuerzo de muestreo. In *reduca (biología)*, 5(1), 71–115.

Mills, c. E. (1995). Medusae, siphonophores, and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. *Ices journal of marine science*, 52(3-4), 575-581.

Moreno, a. G., outerelo, r., ruiz, e., aguirre, j. I., almodóvar, a., alonso, j. A., ... & cano, j. (2011). Prácticas de zoología. Estudio y diversidad de los cnidarios y ctenóforos. *Reduca (biología)*, 4(2).

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. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8293>

Muñoz pozo, j. F. (2015). Distribución de la medusa (cnidarios hydrozoa) en la zona costera del puerto pesquero de chanduy-santa elena, durante el periodo de enero-abril 2015 (bachelor's thesis, la libertad: universidad estatal península de santa elena, 2015).

Purcell, j. E. (1982). Feeding and growth of the siphonophore *muggiaea atlantica* (cunningham 1893). *Journal of experimental marine biology and ecology*, 62(1), 39–54. [30] purcell, j. E., uye, s. I., & lo, w. T. (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine ecology progress series*, 350, 153–174. [Http://doi.org/10.3354/meps07093](http://doi.org/10.3354/meps07093)

Purcell, J. E. (2012). Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annual review of marine science*, 4(1), 209-235.

Rojas, s. G., ipuana, y. G., posso, c. M. C., berben, a., lagos, a. M., daza, a., ... & leon, m. V. (2015). ¿qué son las medusas?. *Issn: 2346-1837*

Ruiz, E. C. A., Borbor, E. V., & Vera, J. R. (2024). Sifonóforos (Cnidaria, Hydrozoa) a 1, 5 y 10 millas costa afuera de Anconcito, Ecuador. *Revista Acta Oceanográfica del Pacífico*, 6(1), 82-101.

Russell, f. S. (1953). *The medusae of the british isles (vol. 1)*. Cup archive.

Schuchert, p. (2009). The european athecate hydroids and their medusae (hydrozoa, cnidaria): filifera part 5. *Rev suisse zool*, 116(3-4), 441-507.

Segura-puertas, I. (1984). Morfología, sistemática y zoogeografía de las medusas (Cnidaria--Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico tropical oriental (vol. 8, pp. 1-320). Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Publicaciones.

Segura-puertas, I., Celis, I., & Chiaverano, I. (2009). Medusozoans (Cnidaria: Cubozoa, Scyphozoa). Gulf of Mexico origin, waters, and biota: biodiversity, 369.

Shannon, C. E. & Weaver, W., 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. 115-119 pp.

Tomalá D., (2015). Distribución de la medusa (Cnidarios Hydrozoa) en la zona costera del Puerto Pesquero de Chanduy-Santa Elena, durante el periodo de enero-abril 2015. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2132>

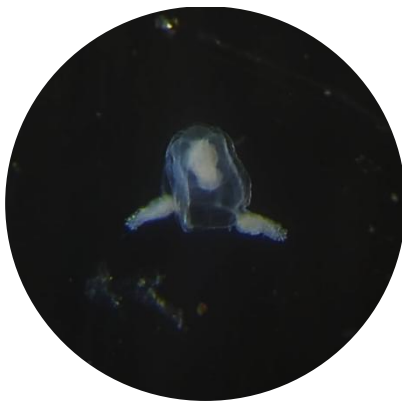
ANEXOS

Especies identificadas

Anexo 1. Eucheilota menoni



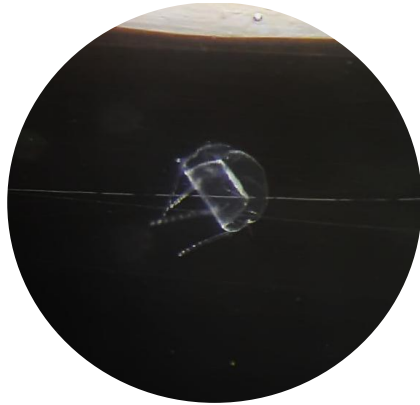
Anexo 2. Amphinema dinema



Anexo 3. Proboscydactila armata



Anexo 4. Cunina octonaria



Anexo 5. Solmundella bitentaculata



Anexo 6. Liriope tetraphylla

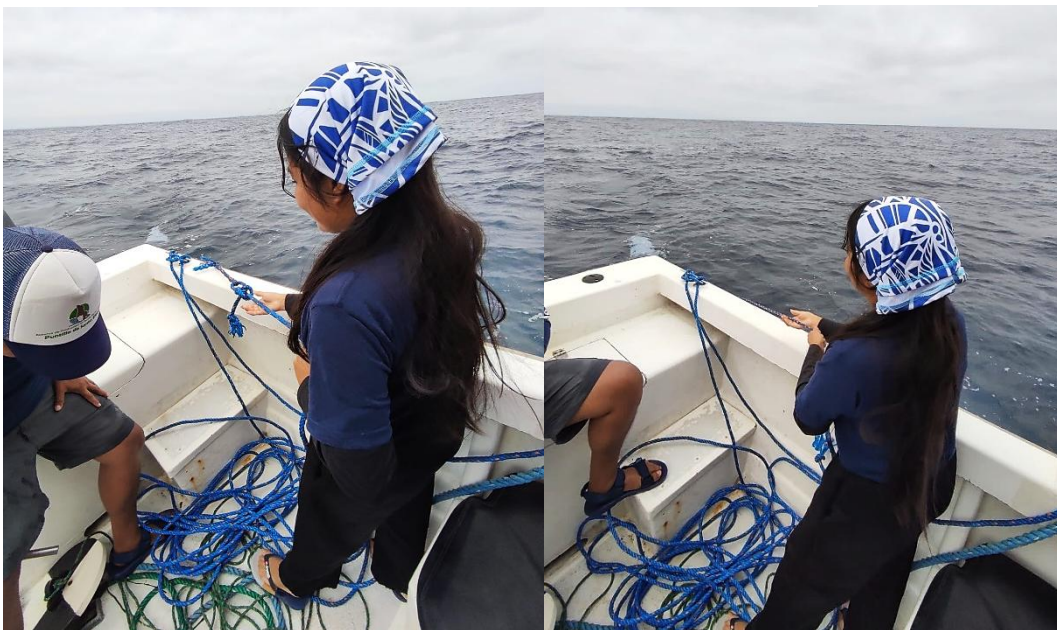


Fase de campo

Anexo 7. Preparación de la malla para los arrastres



Anexo 8. Extracción de la red - Arrastre superficial



Anexo 9. Observación de la transparencia con el disco secchi



Anexo 10. Toma de parámetros



Fase de laboratorio

Anexo 11. Identificación de Cnidarios: Hidrozoos



Anexo 12. Análisis de parámetros químicos



Anexo 13. Obtención de resultados



Tabla 7. *Tabla de parámetros tomados durante Septiembre - Octubre*

| Temperatura | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Estación | Monitoreo 1 | Monitoreo 2 | Monitoreo 3 | Monitoreo 4 | Monitoreo 5 |
| | Septiembre | Septiembre | Octubre | Octubre | Octubre |
| 1 | 24,4 | 23,9 | 24,4 | 24,8 | 24,6 |
| 2 | 24,5 | 24 | 24,4 | 25,3 | 24,5 |
| 3 | 24,4 | 23,7 | 24,2 | 24,6 | 24,3 |
| 4 | 24,5 | 23,7 | 24,3 | 24,1 | 24,1 |
| Salinidad | | | | | |
| Estación | Monitoreo 1 | Monitoreo 2 | Monitoreo 3 | Monitoreo 4 | Monitoreo 5 |
| | Septiembre | Septiembre | Octubre | Octubre | Octubre |
| 1 | 35 | 40 | 33 | 34 | 34 |
| 2 | 32 | 35 | 28 | 34 | 34 |
| 3 | 35 | 35 | 31 | 33 | 34 |
| 4 | 28 | 36 | 34 | 33 | 34 |
| Turbidez | | | | | |
| Estación | Monitoreo 1 | Monitoreo 2 | Monitoreo 3 | Monitoreo 4 | Monitoreo 5 |
| | Septiembre | Septiembre | Octubre | Octubre | Octubre |
| 1 | 11 | 12 | 12 | 12 | 10 |
| 2 | 11 | 12 | 13 | 13 | 12 |
| 3 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 |

| | | | | | |
|----------|----|----|----|----|---|
| 4 | 10 | 12 | 12 | 12 | 9 |
|----------|----|----|----|----|---|

Oxígeno disuelto

| Estación | Monitoreo 1 | Monitoreo 2 | Monitoreo 3 | Monitoreo 4 | Monitoreo 5 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Septiembre | Septiembre | Octubre | Octubre | Octubre |
| 1 | 101,16 | 8,91 | 8,57 | 8,58 | 8,72 |
| 2 | 101,16 | 8,89 | 8,6 | 8,41 | 8,68 |
| 3 | 8,66 | 8,76 | 8,67 | 8,46 | 8,78 |
| 4 | 8,66 | 101,16 | 8,6 | 101,16 | 8,72 |

pH

| Estación | Monitoreo 1 | Monitoreo 2 | Monitoreo 3 | Monitoreo 4 | Monitoreo 5 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Septiembre | Septiembre | Octubre | Octubre | Octubre |
| 1 | 8,15 | 8,17 | 8,15 | 8,17 | 8,15 |
| 2 | 8,14 | 8,1 | 8,14 | 8,16 | 8,14 |
| 3 | 8,14 | 8,12 | 8,16 | 8,13 | 8,13 |
| 4 | 8,13 | 8,12 | 8,15 | 8,11 | 8,1 |

Nitrito

| Estación | Monitoreo 1 | Monitoreo 2 | Monitoreo 3 | Monitoreo 4 | Monitoreo 5 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Septiembre | Septiembre | Octubre | Octubre | Octubre |
| 1 | 0,052 | 0,055 | 0,055 | 0,062 | 0,151 |
| 2 | 0,026 | 0,032 | 0,059 | 0,131 | 0,171 |
| 3 | 0,055 | 0,036 | 0,019 | 0,069 | 0,036 |
| 4 | 0,039 | 0,032 | 0,036 | 0,016 | 0,042 |

Nitrato

| Estación | Monitoreo 1 | Monitoreo 2 | Monitoreo 3 | Monitoreo 4 | Monitoreo 5 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Septiembre | Septiembre | Octubre | Octubre | Octubre |
| 1 | 0 | 0,094 | 0,189 | 0,295 | 0,377 |
| 2 | 0,21 | 0,143 | 0,34 | 0,375 | 0,338 |
| 3 | 0,218 | 0,268 | 0,261 | 0,328 | 0,273 |
| 4 | 1,992 | 0,269 | 0,212 | 0,375 | 0,54 |

Fosfato

| Estación | Monitoreo 1 | Monitoreo 2 | Monitoreo 3 | Monitoreo 4 | Monitoreo 5 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Septiembre | Septiembre | Octubre | Octubre | Octubre |
| 1 | 0,309 | 0,37 | 0,397 | 0,059 | 0,092 |
| 2 | 0,146 | 0,138 | 0,33 | 0,34 | 0,081 |
| 3 | 1,138 | 1,241 | 0,126 | 0,055 | 0,081 |
| 4 | 0,140 | 0,7 | 0,156 | 0,044 | 0,096 |

Tabla 8. Correlación de Spearman's rs - Arrastre vertical

| Correlación Spearman's rs | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|
| | <i>Cytaeis tetrastyla</i> | <i>Sarsia tubulosa</i> | <i>Obelia sp.</i> | <i>Clytia hemisphaerica</i> | <i>Eucheilota menoni</i> | <i>Anphinema dinema</i> | <i>Proboscoidactyla armata</i> | <i>Cunina octonaria</i> | <i>Solmundella bitentaculata</i> | <i>Aglaura hemistoma</i> | <i>Liriope tetraphylla</i> | <i>Pandea conica</i> |
| °C | 50 | 16.66 | 50 | 50 | 58.33 | 16.66 | 41.66 | 33.33 | 33.33 | 66.66 | 16.66 | 50 |
| UPS | 100 | 100 | 50 | 100 | 100 | 66.66 | 91.66 | 75 | 58.33 | 33.33 | 66.66 | 100 |
| Transparencia | 50 | 16.66 | 50 | 50 | 58.33 | 16.66 | 41.66 | 33.33 | 33.33 | 66.66 | 66.66 | 50 |
| OD | 50 | 66.66 | 100 | 50 | 8.33 | 100 | 75 | 83.33 | 91.66 | 50 | 100 | 50 |
| pH | 50 | 33.33 | 100 | 50 | 100 | 66.66 | 50 | 16.66 | 100 | 33.33 | 66.66 | 50 |
| NO2- | 50 | 16.66 | 50 | 50 | 58.33 | 16.66 | 41.66 | 33.33 | 33.33 | 66.66 | 16.66 | 50 |
| NO3- | 50 | 100 | 100 | 50 | 75 | 83.33 | 58.33 | 33.33 | 100 | 16.66 | 83.33 | 50 |
| PO43- | 100 | 83.33 | 50 | 100 | 58.33 | 50 | 58.33 | 100 | 33.33 | 33.33 | 50 | 100 |

Nota: Los valores están representados en porcentajes (%)

Tabla 9. Correlación de Spearman's rs - Arrastre superficial

| Correlación Spearman's rs | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | <i>Sarsia cocometra</i> | <i>Sarsia tubulosa</i> | <i>Obelia sp.</i> | <i>Eucheilota menoni</i> | <i>Proboscidactyla armata</i> | <i>Cunina octonaria</i> | <i>Solmundella bitentaculata</i> | <i>Aglaura hemistoma</i> | <i>Liriope tetraphylla</i> |
| °C | 50 | 50 | 50 | 91.66 | 50 | 75 | 66.66 | 83.33 | 50 |
| UPS | 50 | 100 | 50 | 8.33 | 100 | 33.33 | 66.66 | 50 | 50 |
| Transparencia | 50 | 50 | 50 | 91.66 | 50 | 75 | 66.66 | 83.33 | 50 |
| OD | 100 | 50 | 100 | 100 | 50 | 75 | 33.33 | 33.33 | 100 |
| pH | 100 | 50 | 100 | 50 | 50 | 100 | 100 | 83.33 | 100 |
| NO2- | 50 | 50 | 50 | 91.66 | 50 | 75 | 66.66 | 83.33 | 50 |
| NO3- | 100 | 50 | 100 | 33.33 | 50 | 41.66 | 100 | 66.66 | 100 |
| PO43- | 50 | 100 | 50 | 33.33 | 100 | 8.33 | 100 | 100 | 50 |

Nota: Los valores están representados en porcentajes (%)