

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

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“QUETOGNATOS COMO INDICADORES DE CONDICIONES  
AMBIENTALES EN LA COSTA DE SALINAS”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del título de:  
**BIÓLOGA**

**AUTOR:**

**AMBAR NAYELI CASTILLO VIQUE**

**TUTOR:**

**BLGO. EUFREDO CARLOS ANDRADE RUÍZ, M. Sc.**

**CO-TUTORES:**

**BLGO. ROBERT JORGE BUCHELI QUIÑÓNEZ, M. Sc.**

**BLGA. JACQUELINE MARISOL CAJAS FLORES, M. Sc.**

**LA LIBERTAD - ECUADOR**

**2024**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD**

**DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**TEMA:**

**“QUETOGNATOS COMO INDICADORES DE CONDICIONES  
AMBIENTALES EN LA COSTA DE SALINAS”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Previa a la obtención del título de:**

**BIÓLOGA**

**AUTOR:**

**CASTILLO VIQUE AMBAR NAYELI**

**TUTOR:**

**BLGO. EUFREDO CARLOS ANDRADE RUÍZ, M.SC**

**CO-TUTORES:**

**BLGO. ROBERT JORGE BUCHELI QUIÑÓNEZ, M. Sc.**

**BLGA. JACQUELINE MARISOL CAJAS FLORES, M. Sc.**


**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “Quetognatos como indicadores de condiciones ambientales en la costa de Salinas”, elaborado por Castillo Vique Ambar Nayeli, estudiantes 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 Eufredo Andrade Ruiz, M. Sc.

**DOCENTE TUTOR**

**C.I. 0910798750**

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “**Quetognatos como indicadores de condiciones ambientales en la costa de Salinas**”, elaborado por **Castillo Vique Ambar Nayeli**, 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



Blgo. Xavier Vicente Piguave Preciado, Ph. D.

**DOCENTE DE ÁREA**

**C.I. 0913435046**

## **DEDICATORIA**

Agradezco fervientemente a Dios por brindarme la sabiduría y fortaleza necesarias para culminar este trabajo. A mis padres por darme la vida y haberme permitido cumplir mis metas, a mis queridos hermanos Hilary y Jhoaan, por ser mi inspiración constante a lo largo de este camino.

A mi querida tía Charito, tu presencia en este proceso ha sido invaluable. Tus palabras de aliento, consejos sabios y tu disposición a ayudarme en todo momento me han dado la fortaleza necesaria para superar todos los desafíos, eres un pilar fundamental en mi vida, y a mi tío Edwin, por su inquebrantable confianza en mí.

Al amor, que con su presencia ha iluminado cada página de esta travesía con mucho cariño y complicidad.

Y a ti, ángel mío que ya no estás físicamente con nosotros, pero que permaneces inevitablemente en nuestros corazones. Sé que desde el cielo has sido mi luz y mi fuerza en los momentos más difíciles. Esta meta alcanzada es mayormente tuya.

## **AGRADECIMIENTO**

Me permito expresar mi más sincera gratitud a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, distinguida institución que en la destacada Facultad de Ciencias del Mar me abrió las puertas y me brindó la oportunidad de formarme académicamente.

A todos los profesionales que conforman la carrera de Biología, quienes han compartido generosamente sus conocimientos y experiencias. Su pasión por la ciencia y su entrega desinteresada han sido un faro en mi camino estudiantil.

De manera especial, mis mejores elogios a mi tutor, el Blgo. Carlos Andrade, M.Sc., por su invaluable guía, sus valiosos aportes y su profundo conocimiento han sido cruciales para el éxito de este proyecto.

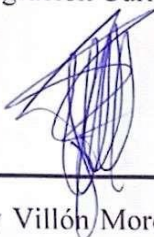
Asimismo, extendiendo mi profunda gratitud al Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), líder en el campo de la investigación del país. Y por otorgar los sus respetables técnicos, la Blga. Jacqueline Cajas, M.Sc. y el Blgo. Robert Bucheli, M.Sc., como mis cotutores y por compartir conmigo su expertise enriqueciendo enormemente este trabajo.

A mis gratos amigos y colegas Nathaly Ayo, Ingrid Cañar, Flor Caiche, Daniel Aguilar, Luis Machuca y Tamara Romero, quienes, con su motivación, apoyo y momentos agradables compartidos, han llenado de alegría y calidez este proceso académico.

## TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Castillo Vique Ambar Nayeli** 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**



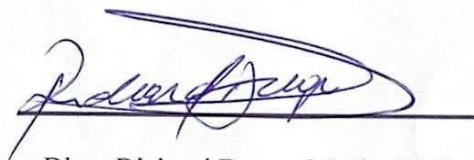
---

Blgo. Xavier Piguave Preciado, Ph.D.  
**PROFESOR DE ÁREA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

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



---

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



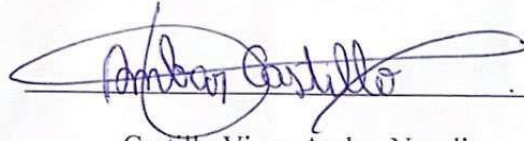
---

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



## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad de los datos, ideas y resultados expuestos en este Trabajo de Integración Curricular, pertenecen exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

A handwritten signature in blue ink, reading "Ambar Castillo", is written over a horizontal line. The signature is stylized with a large loop at the beginning and a flourish at the end.

Castillo Vique Ambar Nayeli

C.I.: 0606212868



## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	5
3. JUSTIFICACIÓN: .....	7
4. OBJETIVO.....	9
4.1 Objetivo General:.....	9
4.2 Objetivos Específicos: .....	9
5. HIPÓTESIS.....	9
6. MARCO TEÓRICO:.....	10
6.1 Aspectos Generales:.....	10
6.2 Taxonomía: .....	11
6.3 Morfología general: .....	11
6.4 Sistema reproductivo: .....	14
6.5 Especies Registradas:.....	15
6.6 Los quetognatos y su importancia en los ecosistemas costeros.....	24
6.6.1 Descripción y diversidad de los quetognatos: .....	24
6.6.2 Funciones ecológicas de los quetognatos.....	24
6.7 Bioindicadores y su papel en la evaluación de las condiciones ambientales.....	25
6.7.1 Concepto de bioindicadores .....	25
6.7.2 Criterios para la selección de bioindicadores .....	26
7. MARCO LEGAL:.....	27
8. METODOLOGÍA: .....	29
8.1 Fase de Campo: .....	29
8.2 Fase de Laboratorio: .....	31

8.2.1	Análisis de las muestras .....	31
8.2.2	Concentración de Clorofila- <i>a</i> :.....	31
8.2.3	Variables Abióticas: .....	32
8.3	Análisis Estadístico:.....	33
8.3.1	Índice de Shannon: .....	33
8.3.2	Índice de Pielou.....	33
8.3.3	Índice de Simpson .....	34
8.3.4	Correlación de Datos:.....	34
9.	ANÁLISIS DE RESULTADOS: .....	35
9.1	Densidad y variabilidad de la población de quetognatos.....	35
9.1.1	Organismos registrados en marzo .....	35
9.1.2	Organismos registrados en abril.....	37
9.1.3	Organismos obtenidos en mayo .....	39
9.1.4	Abundancia total de los quetognatos durante los tres meses de estudio. ....	41
9.2	Ecología y diversidad de los Quetognatos y sus variables ambientales .....	43
9.2.1	Variabilidad mensual del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), uniformidad y dominancia de la comunidad de quetognatos en la Bahía de Santa Elena durante marzo .....	44
9.2.2	Variabilidad mensual del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), uniformidad y dominancia de la comunidad de quetognatos en la Bahía de Santa Elena durante abril.....	46
9.2.3	Variabilidad mensual del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), uniformidad y dominancia de la comunidad de quetognatos en la Bahía de Santa Elena durante mayo .....	49
9.2.4	Variabilidad trimestral del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), uniformidad y dominancia de la comunidad de quetognatos en la Bahía de Santa Elena durante marzo, abril y mayo.....	51
9.3	Evaluación de las condiciones ambientales .....	52
9.3.1	Condiciones ambientales de marzo para el Estrato 10 m.....	53

9.3.2	Condiciones ambientales de marzo para el Estrato 30 m.....	54
9.3.3	Condiciones ambientales de abril para el Estrato 10 m.....	55
9.3.4	Condiciones ambientales de abril para el Estrato 30 m.....	57
9.3.5	Condiciones ambientales de mayo para el Estrato 10 m.....	58
9.3.6	Condiciones ambientales de mayo en el Estrato 30 m.....	59
9.3.7	Condiciones ambientales en los tres meses de estudio. ....	61
9.4	Distribución vertical de las especies de quetognatos y su relación con las variables ambientales. ....	63
9.4.1	Análisis de Redundancia (RDA) de la abundancia de las especies con sus variables ambientales en el estrato 10 m. ....	63
9.4.2	Análisis de Redundancia (RDA) de la abundancia de las especies con sus variables ambientales en el estrato 30 m. ....	66
10.	DISCUCIONES .....	68
11.	CONCLUSIONES .....	72
12.	RECOMENDACIONES .....	74
13.	REFERENCIAS:.....	75
14.	ANEXOS: .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreo .....	29
Tabla 2. Abundancia de individuos en marzo .....	37
Tabla 3. Abundancia de individuos en abril.....	39
Tabla 4. Abundancia de individuos en mayo. ....	41
Tabla 5. Abundancia de quetognatos en los tres meses de estudio. ....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología general del phylum Chaetognatha .....	12
Figura 2. Órganos sensoriales del phylum Chaetognatha.....	14
Figura 3. <i>Sagitta popovicii</i> .....	16
Figura 4. <i>Sagitta enflata</i> .....	17
Figura 5. <i>Sagitta peruviana</i> .....	18
Figura 6. <i>Sagitta neglecta</i> . ....	19
Figura 7. <i>Sagitta betodi</i> .....	20
Figura 8. <i>Sagitta regularis</i> . ....	21
Figura 9. <i>Sagitta pacifica</i> .....	22
Figura 10. <i>Sagitta bruuni</i> . ....	23
Figura 11. Área de estudio y puntos de muestreo, Salinas, Santa Elena-Ecuador.....	29
Figura 12. Esquema de arrastres por estratificación .....	30
Figura 13. Densidad poblacional de los estratos 10 m y 30 m en marzo.....	37
Figura 14. Densidad poblacional de los estratos 10 m y 30 m en abril. ....	39
Figura 15. Densidad poblacional de los estratos 10 m y 30 m en mayo.....	41
Figura 16. Densidad poblacional de los estratos 10 m y 30 m en los meses de estudio. ....	43
Figura 17. Índices ecológicos de marzo en el Estrato 10 m. ....	45
Figura 18. Índices ecológicos de marzo en el Estrato 30 m. ....	46
Figura 19. Índices ecológicos de abril en el Estrato 10 m. ....	48
Figura 20. Índices ecológicos de abril en el Estrato 30 m. ....	48
Figura 21. Índices ecológicos de mayo en el Estrato 10 m.....	50
Figura 22. Índices ecológicos de mayo en el Estrato 30 m.....	51
Figura 23. Índices ecológicos de los meses de estudio en el Estrato 10 m y 30 m.....	52
Figura 24. Oxígeno en el Estrato 10 m (M1).....	53
Figura 25. Temperatura en el Estrato 10 m (M1). ....	54
Figura 26. Oxígeno en el Estrato 30 m (M1).....	55
Figura 27. Temperatura en el Estrato 30 m (M1). ....	55
Figura 28. Oxígeno en el Estrato 10 m (M2).....	56
Figura 29. Temperatura en el Estrato 10 m (M2). ....	56
Figura 30. Oxígeno en el Estrato 30 m (M2).....	57
Figura 31. Temperatura en el Estrato 30 m (M2). ....	58
Figura 32. Oxígeno en el Estrato 10 m (M3).....	59
Figura 33. Temperatura en el Estrato 10 m (M3). ....	59
Figura 34. Oxígeno en el Estrato 30 m (M3).....	60

Figura 35. Temperatura en el Estrato 30 m (M3). .....	60
Figura 36. Parámetros físicos y químicos en los meses de monitoreo.....	62
Figura 37. Nutrientes y clorofila en los meses de monitoreo.....	63
Figura 38. Abundancia relativa de las especies en el Estrato 10 m.....	65
Figura 39. Análisis de Redundancia (RDA) en el Estrato 10 m.....	65
Figura 40. Abundancia relativa de las especies en el Estrato 30 m.....	67
Figura 41. Análisis de Redundancia (RDA) en el Estrato 30 m.....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Red tipo Hensen con mecanismo de estrangulación. ....	89
Anexo 2. Medición de parámetros en YSI.....	89
Anexo 3. Preparación de la red.....	90
Anexo 4. Cubilete con muestras biológicas.....	90
Anexo 5. Lanzamiento de red.....	91
Anexo 6. Lanzamiento botella Niskin. ....	91
Anexo 7. Aplicación de formaldehído en las muestras.....	92
Anexo 8. Muestras biológicas obtenidas .....	92
Anexo 9. Mecanismo de filtración .....	93
Anexo 10. Filtrado de muestras para nutrientes y clorofila .....	93
Anexo 11. Macerado de filtros con clorofila.....	94
Anexo 12. Obtención del sobrenadante para lectura. ....	94
Anexo 13. Preparación para lectura en el espectrofotómetro.....	95
Anexo 14. Análisis de nutrientes y clorofila .....	95
Anexo 15. Separación de los quetognatos. ....	96
Anexo 16. Conteo e identificación de los quetognatos.....	96
Anexo 17. Correlación general de Pearson .....	97
Anexo 18. Correlación por estación de Pearson.....	97
Anexo 19. Salinidad en el Estrato 10 m (M1) .....	97
Anexo 20. Nitrito en el Estrato 10 m(M1).....	98
Anexo 21. Nitrato en el Estrato 10 m (M1).....	98
Anexo 22. Fosfato en el Estrato 10 m (M1) .....	98
Anexo 23. Clorofila en el Estrato 10 m (M1).....	99
Anexo 24. Salinidad en el Estrato 30 m (M1) .....	99
Anexo 25. Nitrito en el Estrato 30 m (M1).....	99
Anexo 26. Nitrato en el Estrato 30 m (M1).....	100
Anexo 27. Fosfato en el Estrato 30 m (M1) .....	100
Anexo 28. Clorofila en el Estrato 30 m (M1).....	100
Anexo 29. Salinidad en el Estrato 10 m (M2) .....	101
Anexo 30. Nitrito en el Estrato 10 m (M2).....	101



Anexo 31. Nitrato en el Estrato 10 m (M2).....	101
Anexo 32. Fosfato en el Estrato 10 m (M2).....	102
Anexo 33. Clorofila en el Estrato 10 m (M2).....	102
Anexo 34. Salinidad en el Estrato 30 m (M2).....	102
Anexo 35. Nitrito en el Estrato 30 m (M2).....	103
Anexo 36. Nitrato en el Estrato 30 m (M2).....	103
Anexo 37. Fosfato en el Estrato 30 m (M2).....	103
Anexo 38. Clorofila en el Estrato 30 m (M2).....	104
Anexo 39. Salinidad en el Estrato 10 m (M3).....	104
Anexo 40. Nitrito en el Estrato 10 m (M3).....	104
Anexo 41. Nitrato en el Estrato 10 m (M3).....	105
Anexo 42. Fosfato en el Estrato 10 m (M3).....	105
Anexo 43. Clorofila en el Estrato 10 m (M3).....	105
Anexo 44. Salinidad en el Estrato 30 m (M3).....	106
Anexo 45. Nitrito en el Estrato 30 m (M3).....	106
Anexo 46. Nitrato en el Estrato 30 m (M3).....	106
Anexo 47. Fosfato en el Estrato 30 m (M3).....	107
Anexo 48. Clorofila en el Estrato 30 m (M3).....	107

## GLOSARIO

**Biomasa:** Cantidad total de materia viva en un ecosistema o población.

**Conservación:** Protección y mantenimiento de los ecosistemas y recursos naturales.

**Distribución espacial:** Forma en que se ubican los organismos en un ambiente.

**Diversidad:** Variedad de especies en un ecosistema.

**Ecosistema marino:** Sistema natural de organismos que interactúan en un medio acuático.

**Fluctuaciones ambientales:** Cambios en las condiciones del ecosistema.

**Hábitat:** Lugar donde vive y se desarrolla un organismo.

**Indicadores ambientales:** Organismos o parámetros que evalúan la calidad de un ecosistema.

**Nicho ecológico:** Función y posición de una especie en su ecosistema.

**Nutrientes:** Sustancias esenciales para el crecimiento de los organismos.

**Parámetros fisicoquímicos:** Características físicas y químicas del ambiente.

**Producción primaria:** Formación de materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas.

**Salinidad:** Concentración de sales disueltas en el agua.

**Zooplancton:** Organismos planctónicos que flotan pasivamente en el agua.

## ABREVIATURAS

**Ca:** Concentración de clorofila-*a*

**°C:** Grados Celsius

**D** = Índice de Simpson

**H** = Índice de diversidad de Shannon

**Id/100m<sup>3</sup>:** Individuos por cien metros cúbicos

**IPIAP:** Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca.

**J:** Índice de de Equidad de Pielou

**L:** Litros

**ml:** mililitros

**mg:** miligramos

**NO<sub>2</sub>-:** Nitrito

**NO<sub>3</sub>-:** Nitrato

**OD:** Oxígeno disuelto

**pH:** potencial de Hidrógeno

**Pi** = Número de organismos por especie

**PO<sub>4</sub> 3-:** Fosfato

**PSU:** Unidades Prácticas de Salinidad

**RPM:** Revoluciones por minuto

**°S:** Grados Sur

**v:** volumen

**°W:** Grados Oeste

## RESUMEN

Los quetognatos, son un componente esencial en la dinámica de los ecosistemas marinos. El presente estudio se centró en determinar la comunidad de quetognatos y su relación con variables abióticas en tres estaciones de la costa de Salinas, Ecuador. Las muestras se recolectaron a seis millas náuticas en meses de transición. Se utilizó una red tipo Hensen con mecanismo de cierre, capturando las muestras en dos estratos: 10-0 m y 30-10 m y se conservaron en formaldehído al 4%. Durante el periodo de estudio, se presentó una variación en la densidad poblacional de quetognatos. En marzo, se registró 9 296 ind/100m<sup>3</sup>, abril con menor densidad de 6 583 ind/100m<sup>3</sup>, y mayo ascendió su valor a 17 318 ind/100m<sup>3</sup>. Los análisis ecológicos revelaron una diversidad media-baja en marzo y abril, una diversidad media en mayo. El índice de Simpson indicó una diversidad moderada-alta en mayo. La prueba de Pielou sugirió una mayor equidad en la distribución de especies en mayo. También se encontraron correlaciones significativas; a 10 m, *Sagitta inflata* mostró una correlación positiva-alta con la salinidad (0.998) y el oxígeno disuelto (0.915), pero negativa con el pH y el nitrato. En 30 m, *S. inflata* mostró una correlación positiva alta con el fosfato (0.827) y moderada con el oxígeno disuelto y la salinidad, en cambio, con el pH tuvo una correlación negativa alta. Los análisis realizados permitieron aceptar la hipótesis nula, confirmando que las variables abióticas influyen significativamente en la diversidad y abundancia de quetognatos en la costa de Salinas.

**Palabras clave:** Quetognatos, *Sagitta*, indicadores, diversidad.

## ABSTRACT

Chaetognaths are an essential component in the dynamics of marine ecosystems. This study focused on determining the community of chaetognaths and their relationship with abiotic variables at three stations off the coast of Salinas, Ecuador. Samples were collected six nautical miles offshore during transition months. A Hensen net with a closing mechanism was used, capturing samples in two strata: 10-0 m and 30-10 m, and they were preserved in 4% formaldehyde. During the study period, there was a variation in the population density of chaetognaths. In March, 9,296 ind/100m<sup>3</sup> were recorded, April showed the lowest density with 6,583 ind/100m<sup>3</sup>, and in May, the value increased to 17,318 ind/100m<sup>3</sup>. Ecological analyses revealed medium-low diversity in March and April, and medium diversity in May. The Simpson index indicated moderate-high diversity in May. The Pielou test suggested greater evenness in species distribution in May. Significant correlations were also found; at 10 m, *Sagitta enflata* showed a high positive correlation with salinity (0.998) and dissolved oxygen (0.915), but a negative correlation with pH and nitrate. At 30 m, *S. enflata* showed a high positive correlation with phosphate (0.827) and a moderate correlation with dissolved oxygen and salinity, whereas it had a high negative correlation with pH. The analyses allowed the acceptance of the null hypothesis, confirming that abiotic variables significantly influence the diversity and abundance of chaetognaths off the coast of Salinas.

**Keywords:** Chaetognaths, *Sagitta*, indicators, diversity.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las costas del Ecuador exhiben una amplia diversidad de hábitats y nichos ecológicos debido a la notable productividad generada por los procesos fisicoquímicos que ocurren en cada región (Twilley et al, 1999). La interacción entre los vientos y las corrientes de marea provoca la mezcla del agua y la aparición de surgencias superficiales a lo largo de la costa. Estas condiciones propician un enriquecimiento de la biomasa zooplanctónica, con la predominancia y altas concentraciones de grupos como copépodos, quetogantos y eufáusidos (León, 2013; Cervantes et al, 1993; Arcos y Martínez, 1986).

El zooplancton desempeña un papel fundamental en los ecosistemas marinos, siendo fuente de alimento para muchos organismos marinos, incluyendo peces, ballenas e invertebrados; por lo que transfiere la energía y los nutrientes a lo largo de la cadena alimentaria. Al alimentarse de organismos y materia orgánica en descomposición, libera nutrientes esenciales en el agua como el nitrógeno y el fósforo, que son reciclados y utilizados nuevamente por otros organismos marinos (Tomalá, 2020; Solheim, 2017; Pauly et al, 1998).

En la comunidad biótica en un ecosistema acuático, el zooplancton juega un papel crucial, ya que ocupa una posición intermedia en la cadena trófica, conectando a los productores, como el fitoplancton, con los consumidores secundarios, como los

alevines (Villalba et al, 2018). Además de su importancia ecológica, ciertos miembros del zooplancton se consideran indicadores biológicos debido a su ciclo de vida corto, su sensibilidad a los cambios en el entorno y la contaminación. Por lo tanto, el análisis de su composición y abundancia puede brindar información valiosa sobre el estado de un ecosistema acuático (Gómez et al, 2013; Pauly et al, 1998).

Dentro del zooplancton, los quetognatos (Phylum Chaetognatha) destacan como uno de los grupos más significativos en términos de abundancia, ocupando el segundo lugar después de los copépodos. Se han registrado alrededor de 130 especies de quetognatos en los océanos de todo el mundo, según investigaciones realizadas por Bieri (1991), Vega y Schinke (2011), y De Souza et al. (2014). Según los hallazgos de Bone et al. (1991), se estima que los quetognatos constituyen del 10% al 30% del total del zooplancton en los ecosistemas marinos. Su presencia se ha observado tanto en ambientes marinos como estuarinos, lo que indica su adaptabilidad a diferentes condiciones y rangos de salinidad (Tomalá, 2020; Bakir et al, 2012).

Una de las características distintivas de los quetognatos es su papel como depredadores activos en el ecosistema. Estos organismos se alimentan principalmente de copépodos, que son otro grupo importante dentro del



zooplancton. Además, también se alimentan de huevos y larvas de peces, a la vez son alimentos de muchos invertebrados, lo que los convierte en un elemento clave en la cadena trófica marina (Alvariño, 1978, 1985; Boltovskoy, 1981; Thomson, 1947; De Souza et al, 2014). La importancia ecológica de los quetognatos radica en su capacidad para regular las poblaciones de presas, como los copépodos, y ejercer un control sobre las comunidades del zooplancton en general. Su depredación activa puede tener un impacto significativo en la estructura y dinámica de los ecosistemas acuáticos (López, 2018).

Además de su papel ecológico, los quetognatos también han despertado interés en el campo de la investigación como indicadores biológicos. Debido a su corto ciclo de vida y su sensibilidad a los cambios ambientales, las variaciones en la composición y abundancia de los quetognatos pueden proporcionar información valiosa sobre el estado y la salud de los ecosistemas acuáticos (De Souza et al., 2014). También han sido señalados como indicadores de masas de agua en diferentes partes del mundo (Russell, 1935; McLelland, 1984; Oresland, 1986).

En la actualidad existen pocos estudios descritos para la costa de Salinas. Naranjo (2009) registró 18 especies del Phylum Chaetognatha en los 4 años de estudio en la estación La Libertad. En cambio, Tomalá (2020) realizó un estudio en Anconcito, en el que registra la presencia de 9 especies siendo parámetros como la temperatura,

pH, salinidad, etc., factores influyentes en el número de cohortes de sus poblaciones. Posteriormente, Rey (2023) en su trabajo relacionado con la distribución del zooplancton para la Bahía de La Libertad, pese a no encontrarse como de los más abundantes, el número de individuos por especie tiene valores representativos de la diversidad del grupo.

El presente trabajo, contribuye al conocimiento de los quetognatos respecto a la composición, riqueza de especies, distribución, abundancia, y sus relaciones con las principales variables abióticas. Así también, se realizaron a cabo análisis numéricos que permitieron caracterizar las condiciones ambientales en los lugares de muestreo a partir de las especies encontradas.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

Reconocer la estructura de los ecosistemas marinos permite comprender la influencia de las condiciones ambientales en la distribución del zooplancton; siendo un aspecto fundamental para la gestión y conservación de los recursos marinos, así como para la predicción de posibles cambios en la distribución de las especies debido a factores ambientales y climáticos. Estudios anteriores han demostrado que la disponibilidad de producción primaria es factor clave en la alimentación de los gusanos de tubo (Yumitaxi, 2019; Pesantes, 2023). Asimismo, variables abióticas como la temperatura del agua, la salinidad, la concentración de nutrientes y OD desempeñan un papel significativo en la distribución de los quetognatos (Naranjo, 2009; Luzuriaga, 2009), siendo categorizados como uno de los grupos más sensibles e influyentes para la caracterización de masas de agua (Cruz et al, 2011).

Gran parte de las investigaciones en Salinas se han enfocado en grupos de organismos más conocidos como peces, crustáceos y corales. De la comunidad de los quetognatos se desconoce la cantidad de especies, su distribución en la zona, y han recibido menos atención en términos de su diversidad y su potencial utilidad como indicadores tempranos de alteraciones ambientales. También, a pesar de la importancia de la producción primaria y las variables abióticas en la distribución de este grupo, existe una brecha de conocimiento en cuanto a cómo estos factores específicos influyen en la comunidad de los organismos dentro las masas de agua presentes.

Los resultados de este estudio proporcionarán información acerca de la interacción de los quetognatos y las condiciones ambientales dentro de las masas de agua presentes en el tiempo de estudio. Si se establece una correlación significativa entre la diversidad y abundancia de este grupo con las variables del medio, se podría confirmar su utilidad como indicadores confiables. Y, a su vez permitiría utilizarlos como herramientas de monitoreo para evaluar la condición y calidad del agua en la costa de Salinas, Santa Elena.

### **3. JUSTIFICACIÓN:**

Los quetognatos son organismos marinos sensibles a los cambios ambientales y responden a variaciones en la calidad del agua, su presencia, diversidad y abundancia podrían proporcionar información las condiciones ambientales y características de las masas de agua (De Souza et al, 2014; Russell, 1935; McLelland, 1984; Oresland, 1986). Debido a que, como parte del zooplancton desempeñan un papel crucial en los ecosistemas marinos, influyendo en las cadenas tróficas y en la transferencia de energía en el ecosistema (Conde et al, 2004). Siendo la evaluación de los factores que afectan su distribución fundamental para reconocer la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas marinos locales (Naranjo y Tapia, 2013; Hernández, 2020).

El estado de los ecosistemas marinos, su salud y productividad determinan la calidad de los hábitats, sirviendo de refugio y disposición de alimento para una amplia variedad de especies; por tanto, las características que poseen son fundamentales para su gestión y conservación (López, 2018). Teniendo en cuenta que la península se enfrenta a diversas amenazas que pueden afectar la calidad del agua, como la contaminación por nutrientes, desechos de embarcaciones y la descarga de aguas residuales, así como el cambio climático, pueden tener impactos negativos en los ecosistemas marinos y en las comunidades que dependen de ellos (Medina et al, 2014; Reyes y Coronel, 2023). Evaluar y monitorizar la calidad del agua es esencial para comprender y mitigar estos impactos.

Por otro lado, la temperatura del agua, la salinidad, la concentración de nutrientes y la disponibilidad de oxígeno, son factores ambientales que pueden influir directamente en la comunidad de quetognatos; ya que estas variables están sujetas a cambios estacionales y espaciales, así como a influencias locales de las corrientes marinas y las descargas de agua dulce (San Martín, 2003; Villagrán, 2019). Adicionalmente, investigar cómo la producción primaria influye en la distribución de los quetognatos permitirá comprender mejor las interacciones tróficas y el flujo de energía en las diferentes masas de agua de Salinas. Por lo que, la información obtenida puede ayudar a identificar áreas de alta biodiversidad y productividad, así como áreas sensibles que requieren medidas de conservación y protección.

## **4. OBJETIVO**

### **4.1 Objetivo General:**

Determinar la comunidad de quetognatos y su relación con las variables abióticas, mediante arrastres verticales caracterizando las condiciones ambientales.

### **4.2 Objetivos Específicos:**

- Analizar la densidad poblacional de quetognatos, mediante análisis cuali-cuantitativo por el método de Boltoskoy.
- Estimar la diversidad de las especies de quetognatos mediante los índices ecológicos de Shannon-Wiener, Pielou y Simpson.
- Relacionar las especies de quetognatos con las variables abióticas, mediante coeficiente de correlación de Pearson.

## **5. HIPÓTESIS**

***H<sub>0</sub>***: “La diversidad y abundancia de quetognatos están determinados por las variables abióticas”.



## **6. MARCO TEÓRICO:**

### **6.1 Aspectos Generales:**

Los quetognatos (Phylum Chaetognatha) son organismos exclusivamente marinos, cosmopolitas, principalmente holoplanctónicos, que efectúan migraciones nictimerales. Son depredadores voraces de la mayoría de zoopláncteres, en especial de los copépodos, incluidos huevos y larvas ícticas, que son parte de la dieta de muchos peces, incluso de interés comercial. Al mismo tiempo, son alimento de gran cantidad de invertebrados, y son reconocidos indicadores de condiciones oceanográficas (Alvariño, 1978, 1981; Sandoval, 1987; Casanova, 1999; Lalli y Parsons, 2006).

Los gusanos saetas se distribuyen desde la superficie hasta profundidades inferiores a los 1000 m Naranjo (2009). Hyman (1959), expresa que la distribución ecológica de cada especie está limitada por la profundidad, temperatura, salinidad y la penetración de la luz, además de la combinación de estos factores. Algunas especies de Quetognatos son potencialmente aptas para ser utilizados como indicadores biológicos, dentro del área del Pacífico y en especial en aguas ecuatorianas debido a la ubicación estratégica. Sweatt (1980), considera que para evaluar un ecosistema con lleva obtener una información adecuada concerniente a su abundancia, distribución y su ecología. Los monitoreos periódicos en la composición de las especies de la comunidad marina en un sitio clave y puntual, es un método para reconocer las variaciones temporales en la comunidad planctónica en los ecosistemas marinos (Naranjo, 2009).

## **6.2 Taxonomía:**

El género *Sagitta* se caracteriza por tener un cuerpo alargado y delgado, con una cabeza bien definida y ojos dispuestos de manera variable según la especie. Además, presentan aletas anteriores y posteriores que les permiten desplazarse en el agua de manera eficiente. La clasificación taxonómica completa de *Sagitta* incluye su ubicación en el reino Animalia, el filo Chaetognatha, la clase Sagittoidea, el orden Aphragmophora y la familia Sagittidae (Bonilla, 1983).

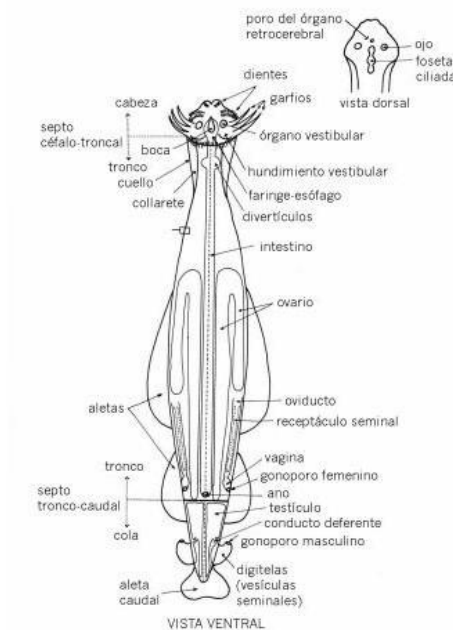
## **6.3 Morfología general:**

Son especies biológicamente hermafroditas, y se encuentran distribuidos en seis géneros, siendo mayormente marinos y planctónicos, a excepción de un género que habita en el bentos marino. Su longitud puede alcanzar hasta los 12 cm, siendo la mayoría de ellos incoloros, aunque algunos individuos presentan tonalidades como rosa, naranja o rojo. Se caracterizan por ser depredadores y por carecer de un sistema desarrollado de circulación, respiración y excreción (Harzsch et al, 2015).

Su cuerpo trimetamérico se compone de: La cabeza, equipada con un par de ojos en su parte dorsal, presenta estructuras dentadas y ganchos utilizados para la captura de presas; La boca se localiza en posición ventral y está protegida por un repliegue epidérmico conocido como capuchón cefálico; Separada del tronco por el septo céfalo-troncal, contiene una cavidad celómica singular (Moreno, 2005; Sund, 1959).

El tronco, que comienza con una región algo más estrecha denominada cuello, está caracterizado por uno o dos pares de aletas laterales en posición frontal; Estas aletas, desprovistas de musculatura y compuestas por radios blandos conocidos como homalopterigios, contribuyen a la flotación; En la parte posterior del tronco se encuentran el ano y los orificios genitales femeninos. Separado de la cola por el septo tronco-caudal, el tronco posee dos cavidades celómicas comunicadas (Moreno, 2005; Bieri, 1957; 1959). Y, La cola presenta una aleta caudal en posición terminal y dos extensiones laterales llamadas digítelas; Al igual que el tronco, la cola también presenta dos cavidades celómicas comunicadas y está provista de dos mesenterios laterales secundarios (Moreno, 2005; Sund, 1959) (Figura 1).

Figura 1. Morfología general del phylum Chaetognatha

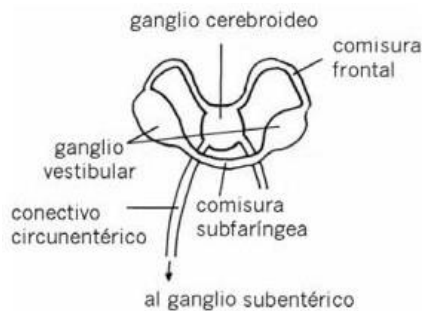


*Nota: La figura fue obtenida de Moreno (2005).*

La anatomía del cuerpo también abarca diversos componentes como: La cutícula, que puede engrosarse en ciertas regiones formando un collarete, mientras que en otras puede estar ausente; La epidermis, generalmente de una sola capa, pero puede ser estratificada en ciertas partes del cuerpo, la membrana basal, constituida por fibras de colágeno organizadas en dos capas circulares y tres longitudinales, también, está presente un plexo nervioso y una musculatura longitudinal, conformada por dos fascículos dorsales y dos ventrales; este desarrollo muscular significativo reduce el celoma y elimina la presencia del epitelio celómico (Müller et al, 2019).

El tubo digestivo consta de boca, esófago, intestino y ano; el sistema nervioso, superficial y situado bajo la membrana basal, exhibe un anillo nervioso en la cabeza formada por múltiples ganglios, entre los que se incluyen el ganglio cerebroideo dorsal y dos ganglios vestibulares a cada lado de la cabeza, en el tronco, en posición ventral, se ubica el ganglio subentérico, y los órganos sensoriales comprenden: ojos, compuestos por cinco ocelos pigmentados cuyas copas están en contacto, con un diseño ciliar, característico de los Deuteróstomos; Fosetas ciliadas y salientes, que funcionan como receptores de tacto, órganos retrocerebrales, un par de sacos dentro del cerebro que se abren en un solo poro, posiblemente asociados con la secreción interna de neurosecreción (Moreno, 2005; Alvariño, 1963; 1965) (Figura 2).

Figura 2. Órganos sensoriales del phylum Chaetognatha.



*Nota: La figura fue obtenida de Moreno (2005).*

#### **6.4 Sistema reproductivo:**

Aparato genital femenino: Está situado en el tronco; consta de un par de ovarios que se continúan por un par de ovidutos; estos presentan internamente un tubo sincitial que actúa como receptáculo seminal, se abren en una vagina y un poro genital femenino (Pineda, 1969; Moreno, 2005).

Aparato genital masculino: Está situado en la cola, consta de un par de testículos que se continúan por un par de espermiductos, éstos se abren en un par de vesículas seminales; no tiene poro genital masculino como tal y los espermátóforos salen al exterior por ruptura de la pared del cuerpo de las digítelas, también, su fecundación es interna, autofecundación o cruzada; Y, la madurez sexual del phylum varía dentro de diferentes poblaciones de la misma especie, el tamaño máximo y el tamaño medio en la primera madurez disminuyen con cambios de temperatura (Moreno, 2005; Pauly et al (2021)).

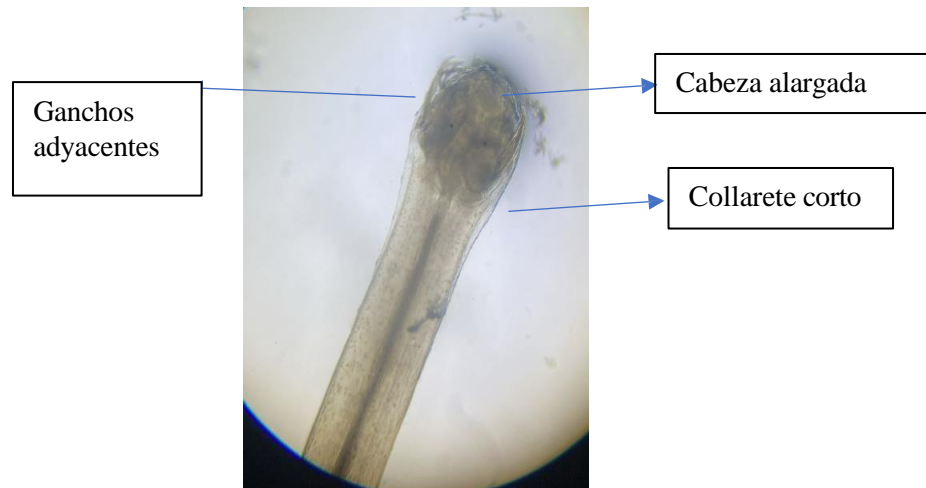
## **6.5 Especies Registradas:**

El filo quetognatos comprende alrededor de 130 especies que han sido registradas en los océanos del mundo de las cuales se considera que 100 especies son planctónicas, se encuentran asociados a 8 familias y 26 géneros (Thuesen, 2008), en las costas ecuatorianas se han evidenciado alrededor de 18 especies de estos organismos en la que destaca 3 especies que son abundantes *S. enflata*, *S. bedoti* y *S. neglecta* (Naranjo, 2009). A continuación, se representan las especies registradas en el área de estudio:

### **6.5.1 *Sagitta popovicii* (Sund, 1961)**

Esta especie presenta un cuerpo translúcido uniforme y rígido, con una cabeza alargada y ganchos generalmente adyacentes a la misma, el collarete es corto y fácilmente visible, las aletas anteriores comienzan en el borde posterior del ganglio ventral y son completamente radiadas (Sund, 1961). Las aletas posteriores, separadas de las anteriores por casi un cuarto de su longitud, también son completamente radiadas y se extienden equitativamente hacia el tronco y la cola; sus vesículas seminales son alargadas y entran en contacto con las aletas posteriores y la aleta caudal. Un rasgo constante de esta especie es la longitud de los ovarios, que apenas supera el borde posterior del primer par de aletas en todos los ejemplares maduros analizados, los óvulos, grandes y dispuestos en una sola hilera, varían en número de 10 a 12 (Sund, 1961; Alvariño, 1967) (Figura 3).

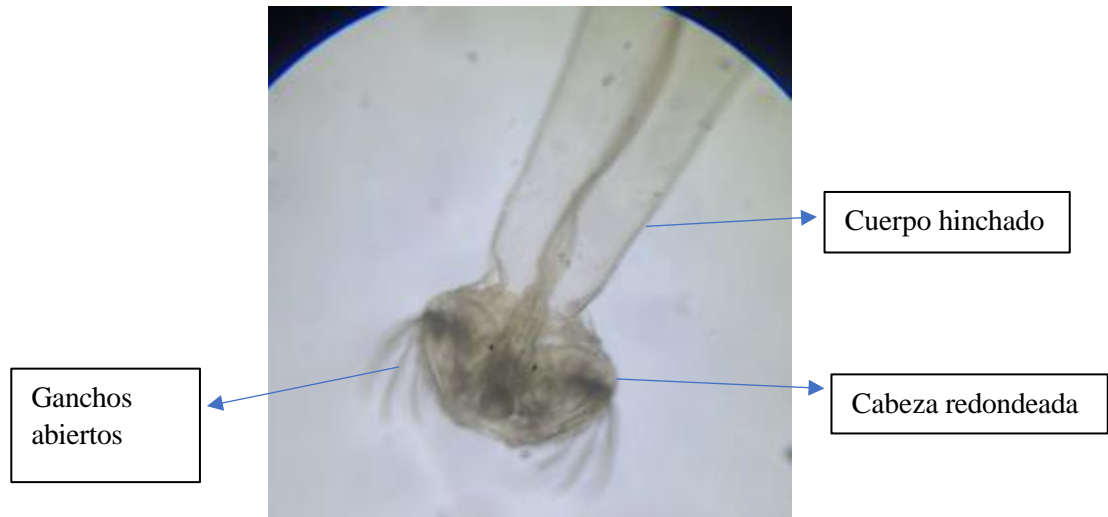
Figura 3. *Sagitta popovicii*



### 6.5.2 *Sagitta enflata* (Grassi, 1881)

Se caracteriza por tener un cuerpo flexible, transparente e hinchado. Las aletas anteriores son cortas y se encuentran distanciadas del ganglio ventral, con una forma redondeada y radios solo en el borde exterior (Bonilla, 1983). Las aletas posteriores tienen una forma triangular con bases redondeadas a nivel del septo caudal, sin presencia de un collarete; en individuos de tamaño reducido, los ovarios no llegan al extremo anterior de las aletas posteriores, y en aquellos de mayor tamaño, a menudo sobrepasan el extremo posterior del primer par de aletas. *S. enflata* se encuentra distribuida en tres grandes océanos, siendo considerada una especie epiplanctónica de zonas tropicales y subtropicales (Bonilla, 1983; Furnestin, 1957; Fagetti, 1958; Cajas, 1969) (Figura 4).

Figura 4. *Sagitta enflata*.

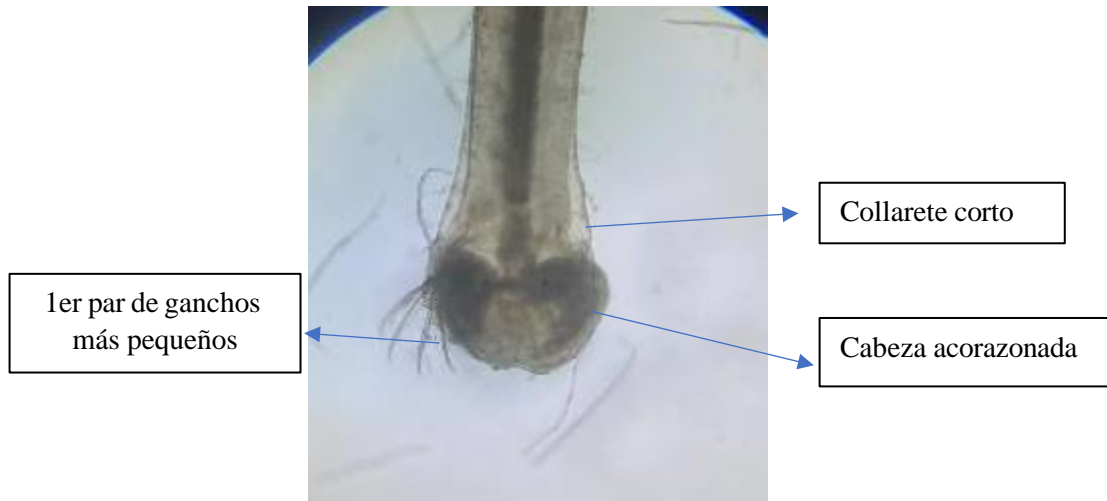


### 6.5.3 *Sagitta peruviana* (Sund, 1961)

Se distingue por su cuerpo sólido y translúcido, con pigmentación ocular en forma de T, en los organismos juveniles, el pigmento es similar al de los ojos de *S. popovicii*; Presenta un collarite corto y las vesículas seminales no alcanzan las aletas, con ovarios de longitud reducida, en juveniles, el número de ganchos oscila alrededor de diez, con la particularidad de que los primeros ganchos de cada lado son pequeños. Se trata de una especie nerítica que habita en aguas peruanas, siendo abundante en las aguas superficiales cerca de la costa norte de Perú (Sund, 1961; Alvariño; 1967) (Figura 5).



Figura 5. *Sagitta peruviana*.



#### 6.5.4 *Sagitta neglecta* (Aida, 1897)

Se distingue por tener un cuerpo opaco y rígido, con una cabeza ligeramente redondeada y un collarete largo y estrecho, los ojos están ubicados en la parte posterior de la cabeza, con una pigmentación en forma de hexágono; una característica notable de esta especie es la presencia de cerdas en los contornos del cuerpo, las aletas anteriores tienen una longitud media, son redondeadas y presentan radios, mientras que las aletas posteriores comienzan cerca de las anteriores; Las vesículas seminales tienen una protuberancia y pueden tocar o estar cerca de las aletas posteriores. Se trata de una especie tropical ecuatorial del Pacífico e Índico, asociada con áreas influenciadas por aguas continentales (Michael, 1919; Alvariño, 1963) (Figura 6).

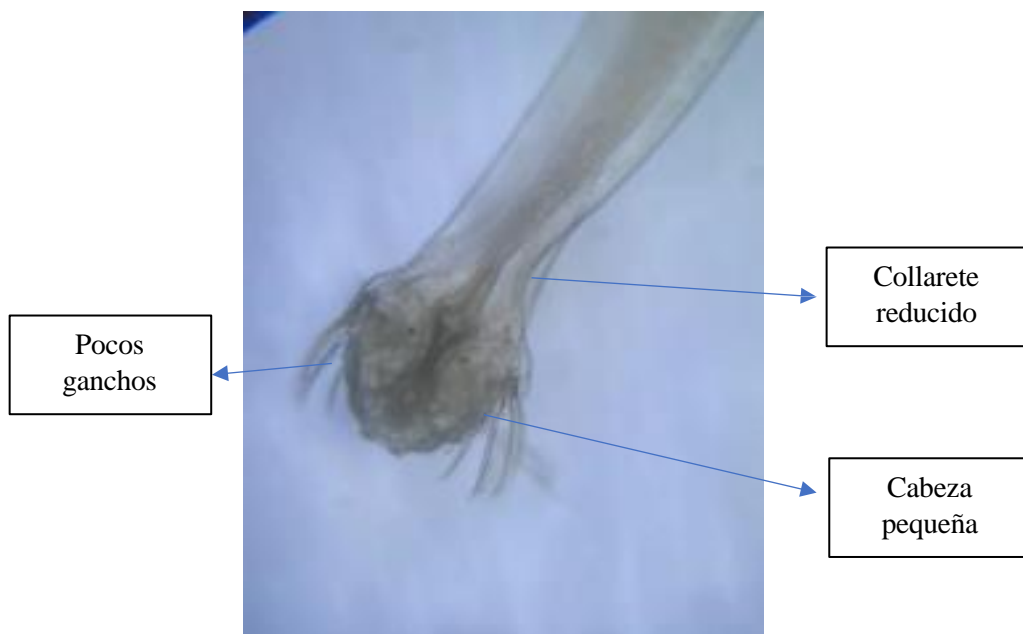
Figura 6. *Sagitta neglecta*.



#### 6.5.5 *Sagitta betodi* (Béraneck, 1985)

La especie presenta un cuerpo semitransparente, sólido y uniforme desde el cuello hasta el septo caudal, con un collarete de longitud reducida, la cabeza es pequeña y los ojos están ubicados en el centro de la cabeza, las aletas posteriores se encuentran cercanas a las anteriores y se extienden desde el tronco hasta la cola; las vesículas seminales tienen forma ovoide y alcanzan las aletas posteriores y la aleta caudal (Alvariño, 1963). Esta especie se caracteriza por habitar en el trópico ecuatorial del Pacífico e Índico y se distribuye hacia las aguas templadas de estos océanos (Michael, 1919; Sund, 1959; Alvariño, 1963; Pathansali, 1974; Dallot & Laval, 1974) (Figura 7).

Figura 7. *Sagitta betodi*.

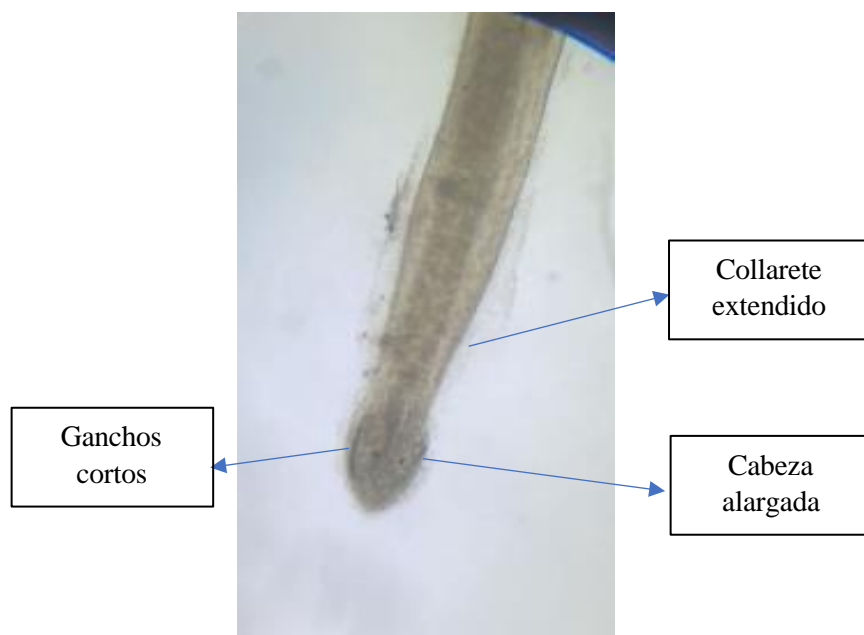


#### 6.5.6 *Sagitta regularis* (Aida, 1897)

Esta especie se distingue por su cuerpo opaco, rígido y extremadamente frágil. La cabeza presenta una forma puntiaguda, con un collarete largo y grueso que se extiende desde la longitud de la cabeza hasta la aleta caudal; los ojos son ovalados y de pequeño tamaño, los ganchos son cortos y delgados, las aletas anteriores son pequeñas, redondeadas y radiadas en comparación con las posteriores (Pathansali, 1974). estas últimas comienzan inmediatamente después de las anteriores, las

vesículas seminales son alargadas y estrechas, alcanzando las aletas posteriores y la aleta caudal (Alvariño, 1963). Se trata de una especie oceánica que se encuentra distribuida en zonas tropicales y ecuatoriales del Pacífico e Índico (Ritter, 1911; Tokioka, 1939; Alvariño, 1963; 1967; Pathansali, 1974) (Figura 8).

Figura 8. *Sagitta regularis*.

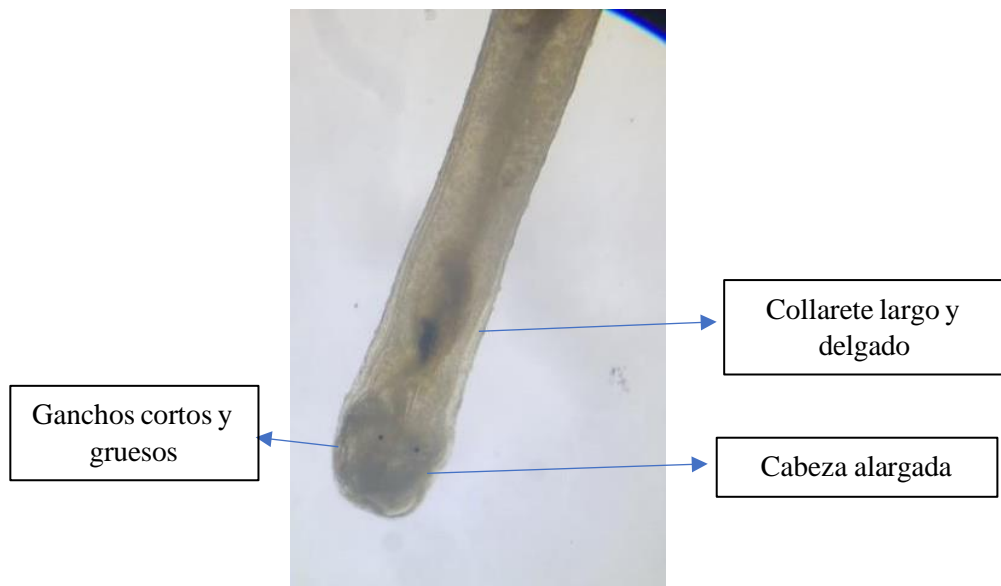


#### **6.5.7 *Sagitta pacifica* (Tokioka, 1940)**

Esta especie presenta un cuerpo delgado, rígido y bastante uniforme, de apariencia translúcida, el cuello es delgado y la cabeza alargada, con los ojos ubicados hacia la parte posterior de la cabeza, siendo alargados y con pigmentación paralela al cuerpo; los ganchos son relativamente cortos y gruesos, con denticiones en sus márgenes internos, el collarete, largo y delgado, rodea el cuerpo, ensanchándose hacia los bordes de las vesículas seminales en la parte anterior y posterior (Fagetti,

1958). Las aletas anteriores son completamente radiadas y terminan en una delgada línea en el borde posterior del ganglio ventral, las aletas posteriores son redondeadas, con una zona interna sin radios, extendiéndose desde el septo caudal hasta aproximadamente tres cuartos de su longitud sobre el tronco, y se extienden de manera uniforme hacia el tronco y la cola, estando muy próximas a las anteriores. En los adultos, las vesículas seminales son características, con numerosos dientes quitinosos en su parte anterior-lateral, tocando las aletas posteriores y separadas de la aleta caudal (Alvariño, 1963) (Figura 9).

Figura 9. *Sagitta pacifica*.

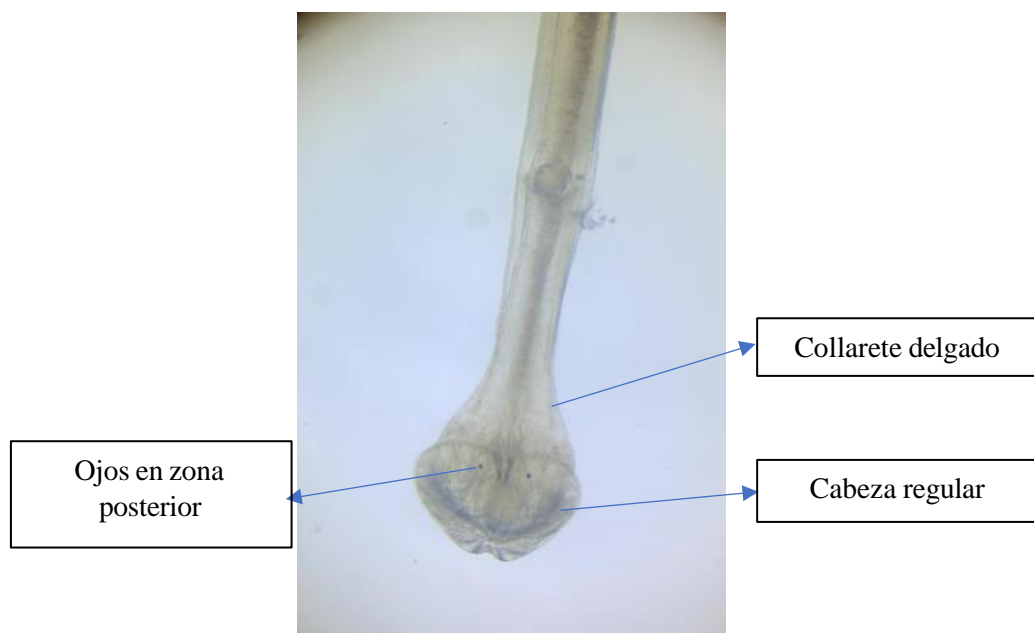


#### 6.5.8 *Sagitta bruuni* (Alvariño, 1967).

La morfología de esta especie guarda similitudes con la de *S. bedoti*, la cabeza es de forma regular, con los ojos ubicados más hacia la parte posterior, aunque se diferencia de los ojos de *S. bedoti* en que estos últimos presentan el nervio óptico

de manera más visible; el collarete es delgado pero claramente distinguible, comenzando desde el origen de los ganchos hasta aproximadamente la mitad de la distancia entre el borde anterior de la cabeza y el ganglio ventral (Pathansali, 1974). Las aletas anteriores se inician a nivel del extremo posterior del ganglio ventral, con una zona interna sin radios que se extiende aproximadamente desde un tercio posterior de la aleta hasta el nivel posterior del ganglio ventral, las aletas posteriores son más cortas que las anteriores, con radios solo en el borde externo, extendiéndose de manera uniforme hacia el tronco y la cola, se encuentran separadas de las anteriores por una distancia casi igual a la longitud del ganglio ventral; las vesículas seminales son alargadas y se ubican ligeramente separadas de las aletas posteriores, estando unidas a la aleta caudal, esta última tiene forma triangular con bases rectas (Alvariño, 1967) (Figura 10).

Figura 10. *Sagitta bruuni*.



## **6.6 Los quetognatos y su importancia en los ecosistemas costeros**

### **6.6.1 Descripción y diversidad de los quetognatos:**

Los quetognatos son un grupo de organismos marinos del zooplancton que se caracterizan por su cuerpo alargado y transparente. Estos animales, también conocidos como flechas o flechitas del mar, pertenecen al filo Chaetognatha y se distribuyen ampliamente en los océanos del mundo, incluyendo las zonas costeras. Aunque su tamaño varía según la especie, generalmente oscilan entre 1 y 10 centímetros de longitud. Su cuerpo está formado por tres regiones principales: la cabeza con apéndices sensoriales y ganchos para la captura de presas, el tronco muscular y la cola con una aleta caudal (Bonilla, 1983; León, 2013).

En cuanto a la diversidad, se conocen alrededor de 120 especies de quetognatos, agrupadas en diferentes géneros y familias; estas especies exhiben una variedad de formas y tamaños, adaptándose a diferentes nichos ecológicos en los ecosistemas marinos (Okuda et al, 1983; Naranjo, 2009).

### **6.6.2 Funciones ecológicas de los quetognatos**

Los quetognatos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas costeros. A pesar de su tamaño relativamente pequeño, son depredadores eficientes de otros organismos del zooplancton, como copépodos, larvas de peces y otros quetognatos más pequeños. Al alimentarse de estas presas, los quetognatos actúan como eslabones clave en las cadenas tróficas marinas, regulando las poblaciones de sus

presas y contribuyendo a la transferencia de energía y nutrientes en los ecosistemas costeros. Además, los quetognatos son presa de diversos organismos marinos, como peces, aves marinas y otros depredadores (Gómez et al, 2013; McLelland & Perry, 1989).

Además de su papel trófico, los quetognatos pueden influir en la estructura y la dinámica de las comunidades marinas. Según De Souza et al. (2014) y Mujica (2016) la presencia y distribución pueden afectar la abundancia y la diversidad de otros organismos del zooplancton, así como la composición y la productividad de las comunidades fitoplanctónicas. Estos efectos indirectos pueden tener implicaciones significativas en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas costeros.

## **6.7 Bioindicadores y su papel en la evaluación de las condiciones ambientales**

### **6.7.1 Concepto de bioindicadores**

Los bioindicadores son organismos vivos o grupos de organismos que responden de manera medible y cuantificable a los cambios en las condiciones ambientales. Estos organismos actúan como sensores biológicos, reflejando las variaciones en los parámetros ambientales y proporcionando información valiosa sobre el estado de los ecosistemas. Los bioindicadores pueden ser utilizados para evaluar la calidad del agua, la salud de los ecosistemas y para detectar posibles impactos ambientales (Hernández, 2020; Russell, 1935).



El uso de bioindicadores se basa en el principio de que los organismos vivos interactúan con su entorno y responden a los cambios en las condiciones ambientales. Estas respuestas pueden manifestarse a través de cambios en la distribución, la abundancia, la diversidad, el crecimiento, la reproducción u otras características biológicas de los organismos. Al medir y analizar estas respuestas, es posible inferir el estado ambiental y detectar alteraciones que pueden ser indicativas de problemas ambientales (González et al, 2016; De la Lanza et al, 2011; Kurtz et al, 2001).

### **6.7.2 Criterios para la selección de bioindicadores**

La selección de bioindicadores adecuados para evaluar las condiciones ambientales debe basarse en criterios específicos. Estos criterios incluyen: La sensibilidad al cambio ambiental, organismos sensibles a las variaciones en los parámetros ambientales que se pretenden evaluar; Distribución y abundancia en el área de estudio, deben estar presentes y ser representativos, su distribución y abundancia deben permitir realizar muestreos adecuados y obtener resultados significativos; Facilidad de muestreo y análisis, deben ser fácilmente muestreados y analizados, los métodos de muestreo y análisis deben ser prácticos y eficientes, permitiendo obtener resultados confiables y reproducibles; Relación con el parámetro ambiental de interés, con una relación conocida y documentada con el parámetro ambiental que se pretende evaluar; Especificidad y selectividad, los organismos deben responder preferentemente a algún parámetro y no ser influenciados significativamente por otros factores (Johnson y Brinton, 1963; Ambriz et al, 2012; González et al, 2016).

## **7. MARCO LEGAL:**

Según el “Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación” de 2006, Capítulo V Organismos aseguradores de la ética en la investigación científica, Título III De los espacios para el desarrollo del sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales. En el artículo 18 se indica lo siguiente:

Artículo 18.- Los espacios para el desarrollo del conocimiento y de ecosistemas de innovación: Son espacios definidos territorialmente donde se concentran servicios públicos y privados necesarios para democratizar la generación, transmisión, gestión y aprovechamiento del conocimiento, en los que interactúan y cooperan los actores del Sistema, orientados a facilitar la innovación social. En estos espacios, de impacto nacional, regional o local, se estimulará y gestionará los flujos colaborativos de conocimiento y tecnología entre todos los actores de la economía social de los conocimientos, la creatividad y la innovación que impulsen el emparejamiento y la transferencia tecnológica, la generación de capacidades sociales para la creación y el crecimiento de emprendimientos innovadores de base tecnológica entre sus miembros y otros actores. Estos espacios para el desarrollo

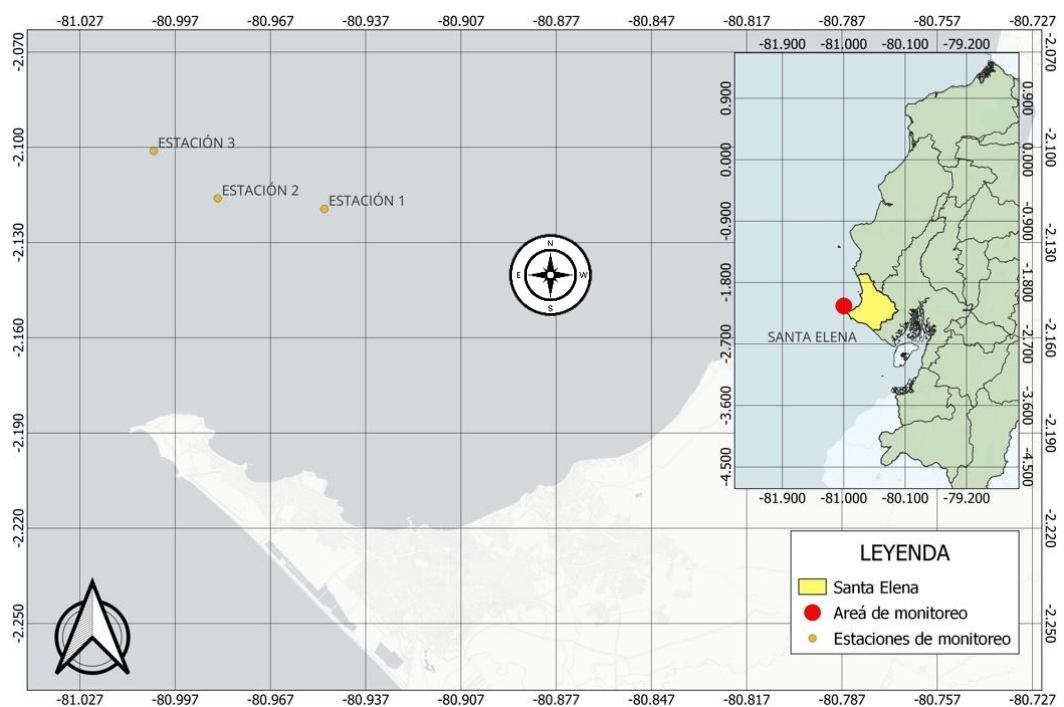
del conocimiento y de ecosistemas de innovación, son: 1. Las zonas especiales de desarrollo económico tecnológicos; 2. Los territorios orientados a la investigación y conocimiento; 3. Los parques científicos-tecnológicos; 4. Los parques tecno-industriales; 5. Los centros de transferencia de tecnología; y, 6. Otros espacios que fueran necesarios crear para la plena implementación y el logro de los fines del Sistema. El reglamento correspondiente establecerá el régimen y condiciones aplicables a cada uno de los espacios descritos en el inciso anterior. Sin perjuicio de lo anterior, otros espacios para el desarrollo de conocimiento y de ecosistemas de innovación podrán surgir de manera espontánea, los cuales, para poder acceder a financiamiento de fondos estatales, deberán estar debidamente acreditados bajo las normas de este Código.

## 8. METODOLOGÍA:

### 8.1 Fase de Campo:

Las muestras se tomaron en la zona marina Cantón Salinas (Figura 11) a seis millas de la costa, en tres estaciones que corresponden a las coordenadas que se indican en la Tabla 1. Se realizarán tres muestreos, uno cada mes, durante abril, mayo y junio.

Figura 11. Área de estudio y puntos de muestreo, Salinas, Santa Elena-Ecuador.



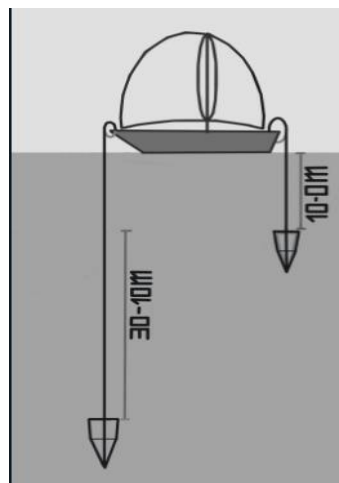
*Nota: La figura fue elaborada en Qgis versión 3.36.2.*

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de muestreo

Estación	Latitud	Longitud
1	-2,119400°S	-80,949970°W
2	-2,116103°S	-80,983560°W
3	-2,101137°S	-81,003733°W

Los arrastres se realizaron verticalmente utilizando una red tipo Hensen con mecanismo de cierre, para la toma de muestras se realizó de forma estratificada hasta una profundidad de 30 m acorde a la zona de estudio: Dividiéndose en dos estratos, el área de cambio de nutrientes máximo en la nutriclina (hasta 30 m) con un arrastre de 30 a 10 m, y el nivel subsuperficial (a partir de 10 m) con un arrastre de 10 a 0m, según el mapa batimétrico para Salinas (Instituto NAZCA, 2018) y el Boletín de Alerta Climático (ERFEN, 2014). En la Figura 12 se muestra el mecanismo para la extracción de las muestras del zooplancton con los intervalos ya mencionados, estos se realizarán con la red tipo Hensen con ojo de malla de  $200\mu$  a seis millas náuticas. Una vez obtenidas las muestras biológicas se neutralizaron con el formaldehído al 4% y tetraborato de sodio para conservar sus características morfológicas e inhibir el proceso de descomposición.

Figura 12. Esquema de arrastres por estratificación



## **8.2 Fase de Laboratorio:**

### **8.2.1 Análisis de las muestras**

Las 18 muestras biológicas (zooplancton), se analizaron en las instalaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) dentro del laboratorio de zooplancton, y en el Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca y (IPIAP). El conteo de los organismos se realizó de acuerdo con el método de Boltovskoy (1981) para el análisis cuali-cuantitativo de las muestras zooplánctonicas. Primero, se realizó la filtración de la muestra obteniendo un volumen de 50 ml de muestra. Luego, se distribuyeron los organismos capturados en la cámara de recuento de Bogorov. Para la observación y conteo de los organismos se empleó un estereomicroscopio de luz y para la identificación se utilizó las guías de identificación diseñadas por Newell & Newell (1977), Trégouboff & Rose (1957), INOCAR (1983), Moreno (1973) y, Boltovskoy & Jankilevich (1981).

### **8.2.2 Concentración de Clorofila-*a*:**

Las muestras fueron obtenidas a través de una botella Niskin de 2.5 L de capacidad, capturando muestras de agua en una profundidad específica. Las muestras obtenidas sirvieron tanto en la estimación de nutrientes como para obtener el valor de biomasa de las comunidades fitoplanctónicas, según la metodología descrita por Bernal (2015), considerándose como el principal pigmento fotosintético presente en las algas (Gregor & Marsálek, 2004). De las muestras obtenidas se filtraron 250ml utilizando filtros de fibra de vidrio, cada uno fue puesto en congelación a -20°C,

por lo menos 48h o hasta el análisis. Para el análisis se maceró el filtro de fibra de vidrio en un mortero y se añadió 5 ml de acetona al 90%, luego se extrae la acetona a un tubo eppendorf de 2 ml y cada muestra se centrifugó por 10 minutos a 3000 RPM, posterior se extrae de 1 a 2 ml que se introducen en la celda del espectrofotómetro visible Iris HI801, previamente programado para medir la absorbancia de 664 nm para la clorofila-a, con la fórmula de Jeffrey & Humphrey (1975), donde se sustituyen las observancias corregidas (longitudes de onda) en:

$$Ca = (11.85 \times A664) - (1.54 \times A647) - (0.08 \times A630)$$

Para obtener la concentración final, los valores obtenidos anteriormente se sustituyen en la siguiente fórmula:

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg / L)} = [Ca \times v] / [l \times V]$$

Donde:

Ca: es el resultado de las ecuaciones de Jeffrey & Humphrey (1975)

v: es el volumen de acetona usado para extraer los pigmentos (ml)

l: es la longitud de la celda del espectrofotómetro (cm)

V: es el volumen de agua filtrada (L).

### **8.2.3 Variables Abióticas:**

Los componentes físicos y químicos del medio serán obtenidos mediante el uso del Multiparamétrico portátil marca HANNA sonda HI 7698194, entre los que se evaluaron tenemos: Temperatura, Salinidad, pH, OD; y valores de los nutrientes:

Fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) y Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) se obtuvieron en el espectrofotómetro visible Iris HI801.

### **8.3 Análisis Estadístico:**

#### **8.3.1 Índice de Shannon:**

Para determinar la diversidad del filo Quetognatos se usó el programa estadístico PAST 4 versión 4.13, 64-bit, utilizando el índice de Shannon-Weaver (1948), El índice de Shannon evaluando no solo la cantidad de especies, sino también su proporción relativa (el número de individuos por especie). Este indicador necesita que todas las especies estén presentes en la muestra y es altamente influenciado por la abundancia de cada una (Magurran, 1988). Usualmente representado como H', varía entre 0.5 y 5 en ecosistemas naturales, con un rango típico entre 2 y 3. Valores por debajo de 2 indican baja diversidad y por encima de 3, alta diversidad, y se representa con la fórmula:

$$H = - \sum (P_i \cdot (\log_2 P_i))$$

Donde:

P<sub>i</sub>= Número de organismos de la especie.

#### **8.3.2 Índice de Pielou**

El Índice de Equidad de Pielou (1988) analizó la equidad en la distribución relativa de la abundancia de especies, derivado del índice de Shannon (Magurran, 1988). Este índice varía de 0 a 1, donde 0 indica una falta de uniformidad y 1 significa que



todas las especies tienen la misma abundancia (Martella et al., 2012) y se obtiene a partir de la fórmula:

$$J = H/\ln(S)$$

Donde:

H = índice de diversidad de Shannon

S = número de especies (o riqueza).

### **8.3.3 Índice de Simpson**

Este índice se usa para obtener la dominancia, que sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total. En otras palabras, expresa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Este índice se ve significativamente influenciado por la cantidad de las especies más dominantes (Moreno, 2001), y se obtiene mediante la fórmula:

$$D = \Sigma 1/(p_i^2)$$

Donde:

P<sub>i</sub> = número de organismos por especie.

### **8.3.4 Correlación de Datos:**

Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Shapiro Wilks determinando el uso de una prueba estadística paramétrica, con un nivel de significancia de p=0,05. Por lo que se aplicará la prueba de Kruskal Wallis para

determinar diferencias significativas entre temporadas (Zar, 1999). Utilizando el Análisis de Reducción de la Dimensión (RDA) para identificar patrones en los datos y examinar las relaciones entre conjuntos de variables independientes y dependientes, en este caso entre la abundancia de Quetognatos con las variables abióticas.

## **9. ANÁLISIS DE RESULTADOS:**

### **9.1 Densidad y variabilidad de la población de quetognatos**

A continuación, se detallan los valores de densidad y abundancia correspondientes a cada mes, indicando la distribución temporal y la variabilidad de las especies en el área de estudio.

#### **9.1.1 Organismos registrados en marzo**

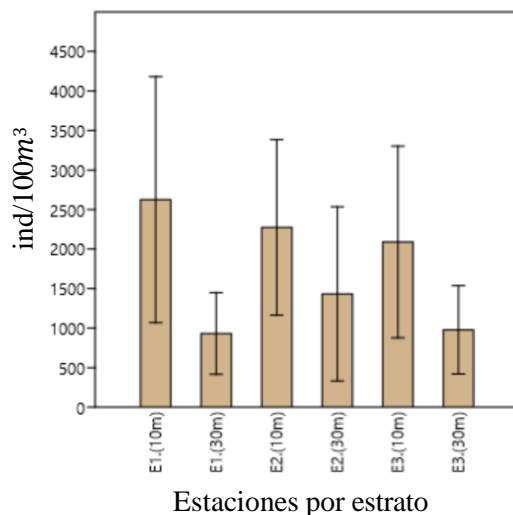
Los valores observados en la costa de Salinas (28/03/2024) dieron valores de 9 296 ind/100m<sup>3</sup>, en promedio de 1 549 ind/100m<sup>3</sup>, con valores de parámetros de: OD 7.41 mg/l, salinidad 36.83 PSU, y temperatura promedio de 27.35°C. En la Estación uno se observó un total de 3 201 ind/100m<sup>3</sup>, siendo 2 363 ind/100m<sup>3</sup> correspondientes al Estrato 10 m; en condiciones ambientales de OD 7.31 mg/l, salinidad 36 PSU y temperatura de 27°C, en cambio, en el Estrato 30 m se tuvo una densidad poblacional de 838 ind/100m<sup>3</sup>, con parámetros de OD 6.45 mg/l, salinidad 38 PSU y temperatura de 26.3°C.

En la Estación dos se encontró una densidad total de 3 335 ind/100m<sup>3</sup>, de los cuales 2 046 ind/100m<sup>3</sup> pertenecen al Estrato 10 m y cuenta con valores de OD 8.62 mg/l, salinidad 36 PSU y temperatura de 30.1°C, pero en el Estrato 30 m se evidenció una población de 1 289 ind/100m<sup>3</sup> con datos de OD 7.31 mg/l, salinidad 37 PSU y temperatura 28.2°C. Finalmente, en la Estación tres se obtuvo un total de 2 761 ind/100m<sup>3</sup>, de estos 1 880 ind/100m<sup>3</sup> son parte del Estrato 10 m y poseen parámetros de OD 8.11 mg/l, salinidad de 36 PSU y temperatura de 27°C, y se obtuvo una densidad poblacional de 880 ind/100m<sup>3</sup> en el Estrato 30 m con OD 6.66 mg/l, salinidad 38 PSU y temperatura de 25.5°C (Tabla 2). En resumen, con un p-valor de 0.8054 para el estrato 30 m y p-valor de 0.7382 en el Estrato 10 m (Figura 13).

Tabla 2. Abundancia de individuos en marzo

	<b>E1</b>		<b>E2</b>		<b>E3</b>	
	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m
<i>S. enflata</i>	62	40	60	15	49	67
<i>S. betodi</i>	0	0	1	0	2	4
<i>S. popovicii</i>	68	61	30	145	53	41
<i>S. bruuni</i>	0	0	4	2	0	6
<i>S. peruviana</i>	8	10	11	3	5	7
<i>S. pacifica</i>	0	3	0	3	0	3
<i>S. regularis</i>	1	3	3	5	0	0
<i>S. neglecta</i>	0	0	16	6	2	0
<i>Sagitta sp.</i>	3	2	2	4	2	3
<b>TOTAL</b>	142	119	127	183	113	131

Figura 13. Densidad poblacional de los estratos 10 m y 30 m en marzo.



### 9.1.2 Organismos registrados en abril

Para el mes de abril la densidad poblacional alcanzó los 6 583 ind/100m<sup>3</sup>, un valor inferior al registrado en el mes anterior, con un promedio de 1 097 ind/100m<sup>3</sup>. Los parámetros ambientales registrados incluyeron valores de OD de 4 mg/l, salinidad de 31.9 PSU y una temperatura promedio de 27.35°C. En la Estación uno, la población fue de 2 119 ind/100m<sup>3</sup>, con 1 231 ind/100m<sup>3</sup> correspondientes al Estrato de 10 m y 887 ind/100m<sup>3</sup> al Estrato de 30 m. Los valores ambientales para el primer estrato fueron de OD 4.4 mg/l, salinidad de 32 PSU y temperatura de 27.6°C, mientras que para el segundo estrato se registraron valores de OD 2.8 mg/l, salinidad de 32 PSU y temperatura de 22.4°C.

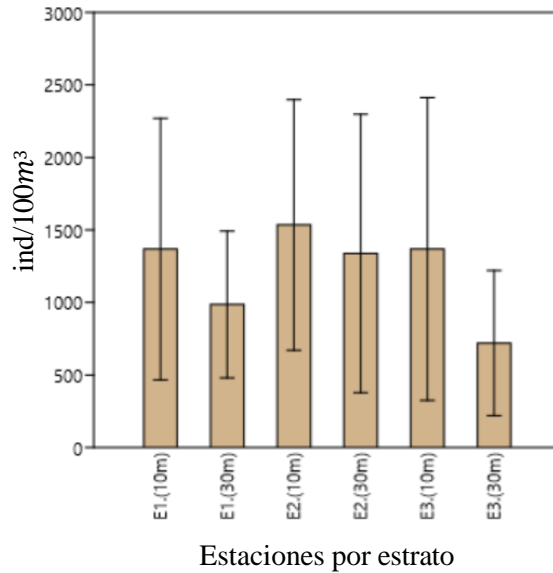
En la Estación dos la densidad poblacional alcanzó un valor de 2 585 ind/100m<sup>3</sup>, entre los cuales 1 381 ind/100m<sup>3</sup> son parte del Estrato 10 m, al igual que los valores de OD 4.7 mg/l, salinidad 31.8 PSU, y temperatura 27.6°C; en cambio, en el Estrato 30 m se registró una población de 1 204 ind/100m<sup>3</sup> con datos de OD 3.8 mg/l,

salinidad 32.3 PSU y temperatura de 22.2°C. Y, para la última estación (E3) los quetognatos se representaron con 1 879 ind/100m<sup>3</sup>, en el primer estrato se tuvo la cantidad de 1 231 ind/100m<sup>3</sup> en valores de OD 4.5 mg/l, 31.8 PSU de salinidad y una temperatura de 27.9°C. Finalmente, en el Estrato 30 m se alcanzó una población de 647 ind/100m<sup>3</sup> y con parámetros ambientales correspondientes a 3.8 mg/l de OD, 31.5 PSU de salinidad y 24.3°C de temperatura (Tabla 3). En prueba Kruskal Wallis se obtuvo un valor de -P= 0.925 y -P= 0.5356 correspondientes al Estrato 10 m y 30 m, indicando que se conserva el criterio sin diferencias significativas entre las estaciones (Figura 14).

Tabla 3. Abundancia de individuos en abril

ESPECIES	E1		E2		E3	
	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m
<i>S. enflata</i>	8	37	5	19	4	12
<i>S. betodi</i>	0	0	0	4	0	2
<i>S. popovicii</i>	49	59	45	127	58	66
<i>S. bruuni</i>	0	1	0	0	0	0
<i>S. peruviana</i>	16	25	25	2	7	3
<i>S. pacifica</i>	0	0	0	2	0	7
<i>S. regularis</i>	0	2	0	4	0	1
<i>S. neglecta</i>	0	0	5	9	2	0
<i>Sagitta sp.</i>	1	2	3	4	3	1
<b>TOTAL</b>	74	126	83	171	74	92

Figura 14. Densidad poblacional de los estratos 10 m y 30 m en abril.



### 9.1.3 Organismos obtenidos en mayo

En este mes se registró una población de Quetognatos total de 17 317 ind/100m<sup>3</sup> y en promedio 2 886 ind/100m<sup>3</sup>, junto con los parámetros de: OD 4.83 mg/l, salinidad 31.42 PSU y temperatura de 26.56°C. Para la Estación uno se registró una población 5 751 ind/100m<sup>3</sup>, de estos 4 293 ind/100m<sup>3</sup> pertenecen al Estrato 10 m en condiciones de OD 4.88 mg/l, salinidad de 31.35 PSU y temperatura de 27.63°C; y 1 458 ind/100m<sup>3</sup> corresponden al Estrato 30 m con valores de OD 3.89 mg/l, salinidad 31.44 PSU y temperatura de 26.44°C.

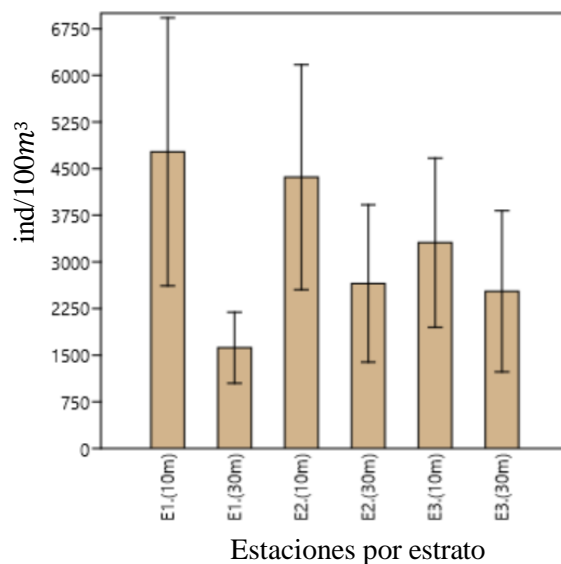
A la vez, en la Estación dos se observó una población de 6 314 ind/100m<sup>3</sup>, dentro del Estrato 10 m la densidad poblacional fue de 3 9268 ind/100m<sup>3</sup> y valores ambientales de OD 6.01 mg/l, salinidad 31.35 PSU y temperatura de 27.68°C; No obstante, en el

Estrato 30 m se obtuvo una población de 2 387 ind/100m<sup>3</sup> en condiciones de OD con 4.45 mg/l, salinidad 31.52 PSU y temperatura de 25.5°C. Finalmente, en la Estación tres se evidenció una población de 5 253 ind/100m<sup>3</sup>, para el Estrato 10 m los organismos representaron 2 978 ind/100m<sup>3</sup> con datos de: OD 5.95 mg/l, salinidad 31.03 PSU y temperatura de 27.7°C; y en el Estrato 30 m bajo condiciones ambientales de OD 3.77mg/l, salinidad 31.85 PSU y temperatura de 24.4°C se obtuvo una población de 2 275 ind/100m<sup>3</sup> (Tabla 4). En la prueba Kruskal Wallis en los estratos 10 m y 30 m fueron representados por los valores -P= 0.9331 y -P= 0.8962 respectivamente, estos datos indican que entre las estaciones de estudio no se tienen diferencias significativas (Figura 15).

Tabla 4. Abundancia de individuos en mayo.

ESPECIES	E1		E2		E3	
	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m
<i>S. enflata</i>	9	0	3	13	4	14
<i>S. betodi</i>	7	37	39	43	27	30
<i>S. popovicii</i>	78	53	102	174	76	177
<i>S. bruuni</i>	0	0	0	1	0	0
<i>S. peruviana</i>	106	66	28	21	17	24
<i>S. pacifica</i>	0	7	0	4	1	8
<i>S. regularis</i>	8	18	26	39	18	16
<i>S. neglecta</i>	44	24	36	42	35	52
<i>Sagitta sp.</i>	6	2	2	2	1	2
<b>TOTAL</b>	258	207	236	339	179	323

Figura 15. Densidad poblacional de los estratos 10 m y 30 m en mayo.



#### 9.1.4 Abundancia total de los quetognatos durante los tres meses de estudio.

La densidad poblacional registrada en los tres meses de estudio en conjunto con la abundancia muestra la presencia de cada especie en forma generalizada. Siendo el primer mes de monitoreo en marzo se encontró una población total de 9 296 ind/100m<sup>3</sup>, de estos 6 289 ind/100m<sup>3</sup> corresponden al Estrato 10 m y 3 007 ind/100m<sup>3</sup> al Estrato 30 m, considerándose un mes simétrico y positivo que consta con la segunda mayor abundancia. Abril contó con una densidad poblacional total de 6 583 ind/100m<sup>3</sup>, de los cuales 3 843 ind/100m<sup>3</sup> forman parte del primer estrato y 2 739 ind/100m<sup>3</sup> al Estrato 30 m, llegando a denominar a este mes como el menos abundante, pero con una diversidad estable. En último lugar, el mes de mayo obtuvo

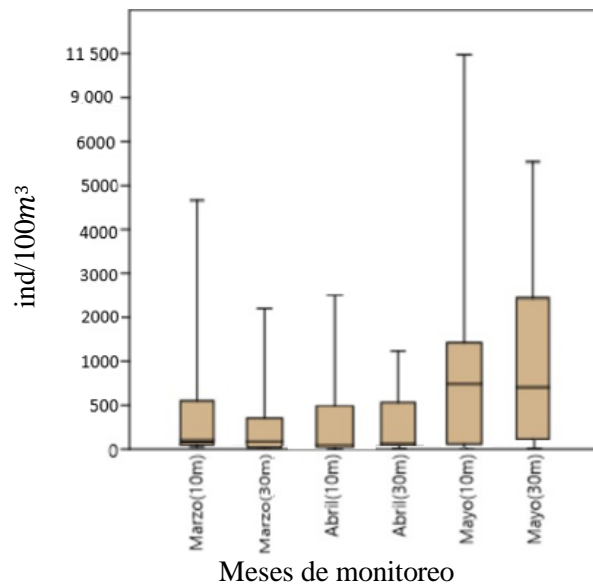


un valor de 17 318 ind/100m<sup>3</sup>, en el Estrato 10 m con 11 198 ind/100m<sup>3</sup> y el estrato 30 m 6 119 ind/100m<sup>3</sup> de organismos, llegando a ser el mes más abundante (Tabla 5). Para el análisis de Kruskal Wallis obtuvimos un valor de -P= 0.1958 indicando que no hay diferencias significativas entre las medianas de las muestras para los dos estratos durante los meses estudiados (Figura 16).

Tabla 5. Abundancia de quetognatos en los tres meses de estudio.

ESPECIES	Marzo		Abril		Mayo	
	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m
<i>S. enflata</i>	171	122	17	68	16	27
<i>S. betodi</i>	3	4	0	6	73	110
<i>S. popovicii</i>	151	247	152	252	256	404
<i>S. bruuni</i>	0	2	0	1	0	1
<i>S. peruviana</i>	24	20	48	30	151	111
<i>S. pacifica</i>	0	9	0	9	1	19
<i>S. regularis</i>	4	8	0	7	52	73
<i>S. neglecta</i>	18	6	7	9	115	118
<i>Sagitta sp.</i>	7	9	7	7	9	6
<b>TOTAL</b>	378	427	231	389	673	869

Figura 16. Densidad poblacional de los estratos 10 m y 30 m en los meses de estudio.



## 9.2 Ecología y diversidad de los Quetognatos y sus variables ambientales

Los quetognatos, también conocidos como gusanos de mar, juegan un papel crucial en los ecosistemas oceánicos. Su diversidad y distribución están estrechamente ligadas a una serie de variables ambientales ya que son altamente sensibles a los cambios en estas, lo que los convierte en indicadores importantes de la salud y el estado de los ecosistemas marinos (Gómez et al, 2013; Mujica, 2016). A continuación, se representan los índices ecológicos obtenidos durante los monitoreos:

### **9.2.1 Variabilidad mensual del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), uniformidad y dominancia de la comunidad de quetognatos en la Bahía de Santa Elena durante marzo**

El índice de diversidad de Shannon revela valores de 1.18 bits/ind y 1.28 bits/ind para el Estrato 10 m y 30 m, respectivamente, en las tres estaciones, con una población promedio de 1 549 ind/100m<sup>3</sup>. En la Estación uno, los valores fueron de 0.99 bits/ind y 1.37 bits/ind para los Estratos 10 m y 30 m, correspondientemente, con una población promedio de 1 601 ind/100m<sup>3</sup>. En la Estación dos, se obtuvo 1.37 bits/ind y 0.87 bits/ind para los Estratos 10 m y 30 m, con una población de 1 667 ind/100m<sup>3</sup>. Por último, en la Estación tres se registraron 1.07 bits/ind para el Estrato 10 m y 1.15 bits/ind para el Estrato 30 m, con una población promedio de 1 380 ind/100m<sup>3</sup>.

El índice de dominancia de Simpson, para las tres zonas de estudio, se obtuvieron valores de 0.58 bits/ind y 0.65 bits/ind para los Estratos 10 m y 30 m, donde *S. enflata* y *S. popovicii* fueron las más abundantes. En la Estación uno, los valores fueron de 0.58 bits/ind en el Estrato 10 m y 0.62 bits/ind en el Estrato 30 m, con las mismas especies predominantes. En la Estación dos, se obtuvieron 0.68 bits/ind (10 m) y 0.36 bits/ind (30 m), con predominio de *S. enflata* y *S. popovicii* en los respectivos estratos. Finalmente, en la Estación tres, se registraron 0.59 bits/ind para el Estrato 10 m y 0.59 bits/ind para el Estrato 30 m, con las mismas especies predominantes de la estación anterior.

En el índice de equidad de Pielou, se observó un valor de 0.54 bits/ind para el Estrato 10 m (Figura 17) y 0.66 bits/ind para el Estrato 30 m (Figura 18). En la Estación uno, se encontraron 0.62 bits/ind en el Estrato 10 m y 0.65 bits/ind en el Estrato 30 m, indicando una equidad moderada. Para la Estación dos, los datos mostraron 0.71 bits/ind y 0.42 bits/ind para los dos estratos, respectivamente, señalando mayor equidad en el Estrato 10 m que en el 30 m. En la Estación tres, se obtuvieron valores de 0.59 bits/ind para el Estrato 10 m y 0.64 bits/ind para el Estrato 30 m, similares a la primera estación y también considerados moderadamente equitativos.

Figura 17. Índices ecológicos de marzo en el Estrato 10 m.

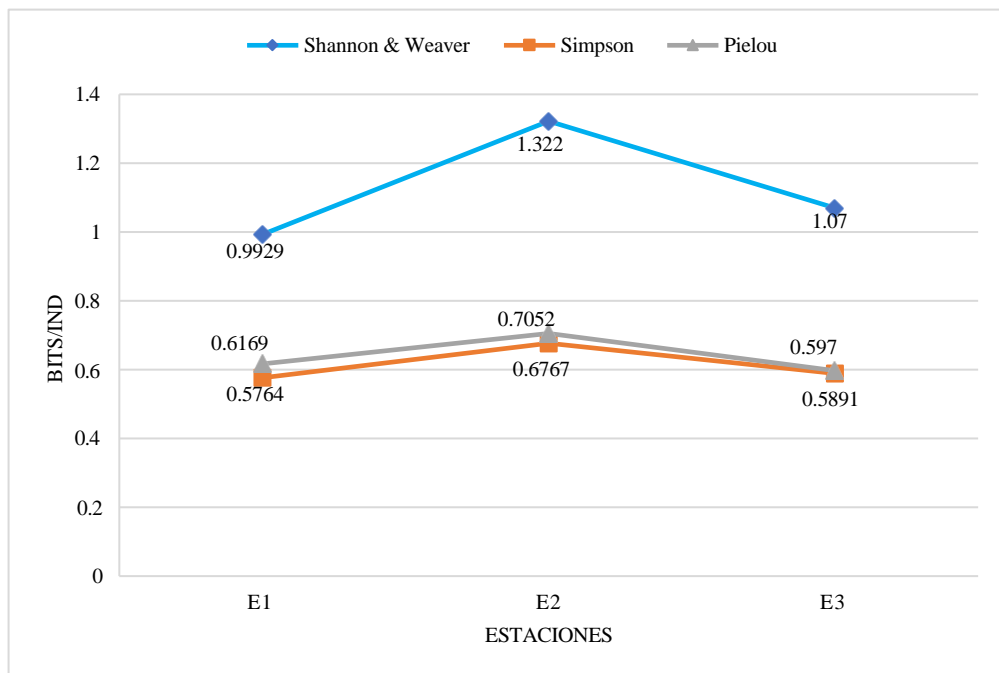
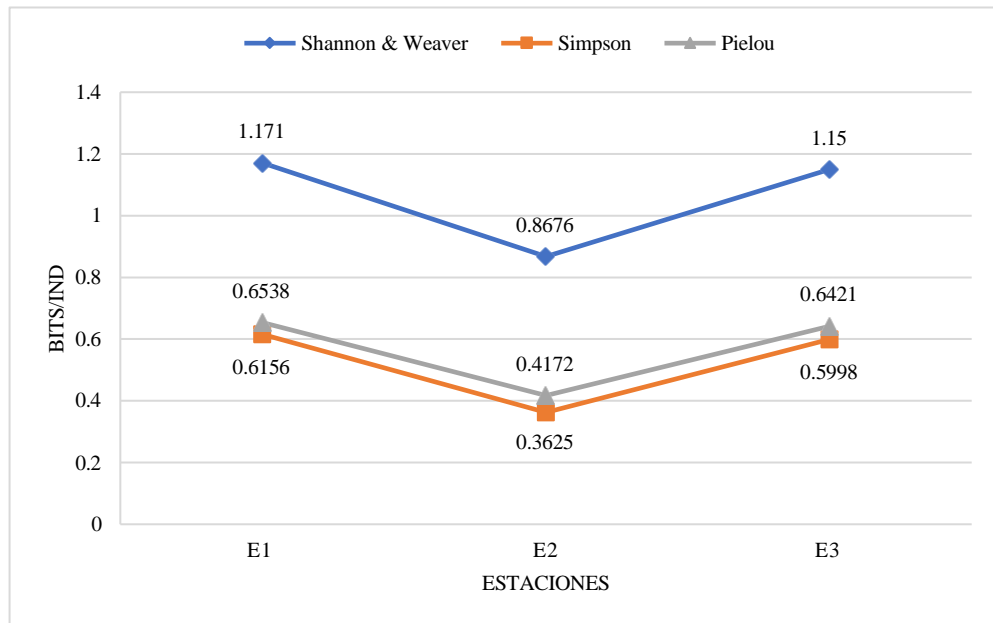


Figura 18. Índices ecológicos de marzo en el Estrato 30 m.



### 9.2.2 Variabilidad mensual del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), uniformidad y dominancia de la comunidad de quetognatos en la Bahía de Santa Elena durante abril

En índice de Shannon se obtuvo valores de 1.18 bits/ind y 1.03 bits/ind para el Estrato 10 m y 30 m respectivamente, siendo parte de las tres estaciones y en una población promedio de 1 097 ind/100m<sup>3</sup>. En la primera estación se alcanzaron datos de 0.90 bits/ind y 1.21 bits/ind para el Estrato 10 m y 30 m según corresponde, con una población de 1 059 ind/100m<sup>3</sup>. En cambio, la Estación dos se obtuvo 1.15 bits/ind y 0.99 bits/ind en los Estratos 10 m y 30 m, con un promedio de 1 293 ind/100m<sup>3</sup> de organismos. En última instancia, en la Estación tres se registró para el Estrato 10 m 0.79 bits/ind y en el Estrato 30 m 0.99 bits/ind con respecto al índice de Shannon y 939 ind/100m<sup>3</sup> de población.

En las tres estaciones de estudio el índice de Simpson se obtuvieron valores de 0.54 bits/ind y 0.52 bits/ind correspondientes al Estrato 10 m y 30 m, donde *S. popovicii*, *S. peruviana* y *S. enflata* fueron las más abundantes. En la primera estación los valores fueron de 0.50 bits/ind en el Estrato 10 m, en el segundo Estrato un valor de 0.65 bits/ind y las especies más abundantes recaen en *S. popovicii* y *S. enflata* para ambos estratos. En cambio, la Estación dos se obtuvo 0.61 bits/ind (10 m) y 0.43 bits/ind (30 m), pero predominó *S. popovicii* y *S. peruviana*. En la última estación se registró para el Estrato 10 m 0.37 bits/ind y en el Estrato 30 m 0.46 bits/ind con respecto al índice de Dominancia y las especies más abundantes son *S. popovicii* y *S. enflata*.

Finalmente, el índice de Pielou tuvo un valor de 0.54 bits/ind para el Estrato 10 m y 0.64 bits/ind del Estrato 30 m. En la Estación uno se alcanzó a 0.65 bits/ind en el primer estrato (10 m) (Figura 19) y 0.67 bits/ind del segundo (30 m) (Figura 20), considerándose como una estación medianamente uniforme. Para la segunda estación los datos llegaron a 0.72 bits/ind y 0.47 bits/ind de los dos estratos, teniendo al primer estrato como más equitativo que el segundo. La Estación tres alcanzó un índice de 0.49 bits/ind para el Estrato 10 m y 0.51 bits/ind el Estrato 30 m, con tendencia a ser medianamente equitativo.

Figura 19. Índices ecológicos de abril en el Estrato 10 m.

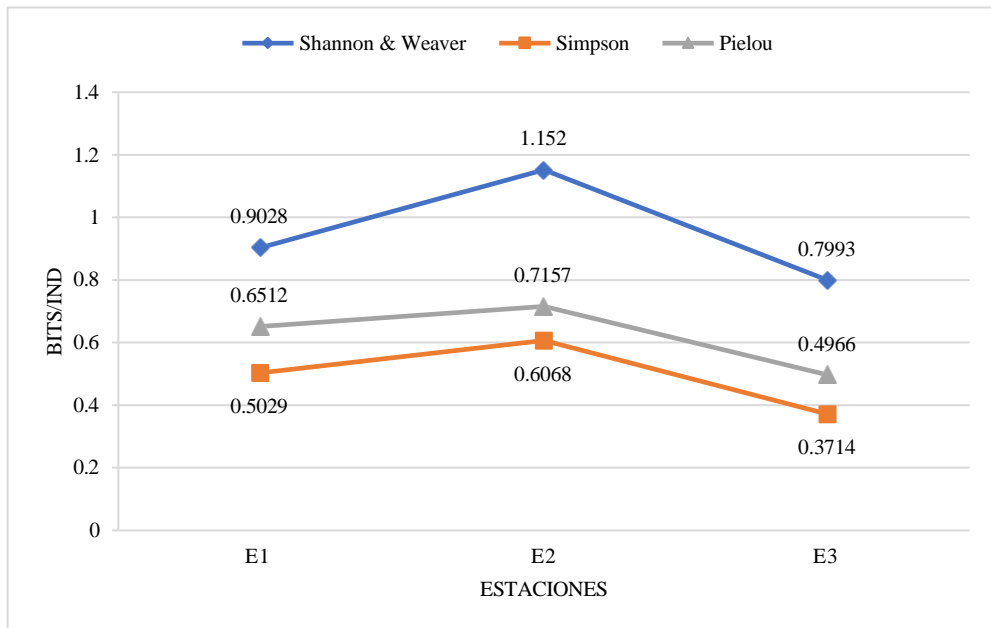
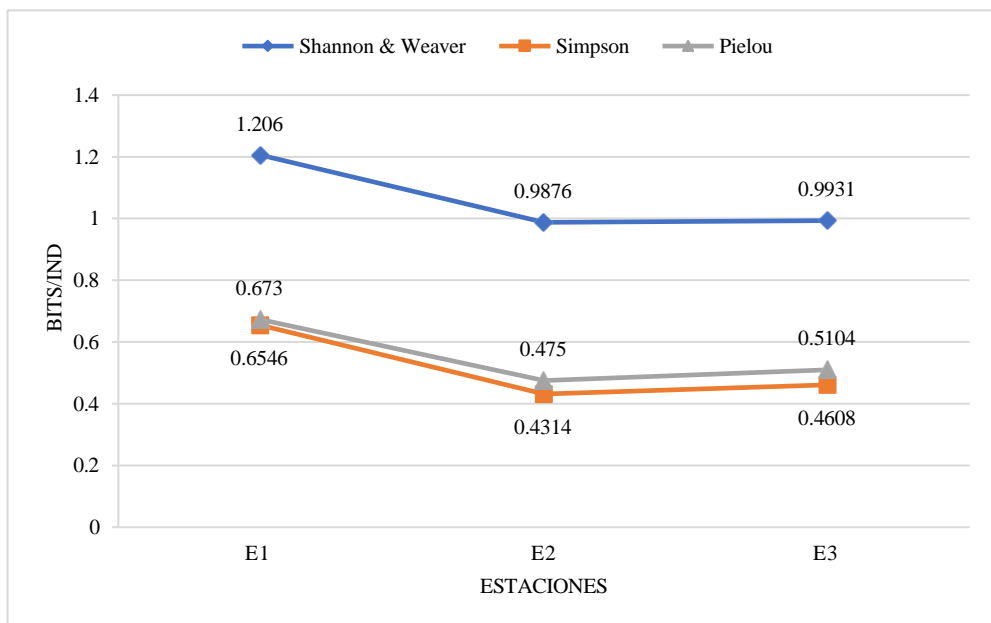


Figura 20. Índices ecológicos de abril en el Estrato 30 m.



### **9.2.3 Variabilidad mensual del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), uniformidad y dominancia de la comunidad de quetognatos en la Bahía de Santa Elena durante mayo**

El índice de Shannon registró valores de 1.59 bits/ind y 1.55 bits/ind para el Estrato 10 m y 30 m según corresponde, siendo parte de las todas las estaciones de estudio y en una población promedio de 2 886 ind/100m<sup>3</sup>. En la primera estación se tuvo datos de 1.44 bits/ind y 1.64 bits/ind para el Estrato 10 m y 30 m respectivamente, con una población promedio de 2 875 ind/100m<sup>3</sup>. En cambio, la Estación dos se obtuvo 1.54 bits/ind y 1.51 bits/ind en los Estratos 10 m y 30 m correspondientemente, con 3 157 ind/100m<sup>3</sup> de organismos. En la última estación se registró 1.57 bits/ind para el Estrato 10 m y en el Estrato 30 m 1.45 bits/ind con promedio de 2 626 ind/100m<sup>3</sup>.

Para el índice de Simpson se obtuvieron valores de 0.54 bits/ind y 0.52 bits/ind correspondientes al Estrato 10 m y 30 m, donde *S. popovicii*, *S. peruviana* y *S. neglecta* fueron las más abundantes. En la primera estación los valores fueron de 0.71 bits/ind en el Estrato 10 m, en el segundo estrato un valor de 0.78 bits/ind y las especies predominantes fueron en *S. peruviana* y *S. popovicii* en los dos estratos. Por otra parte, en la Estación dos se obtuvo 0.74 bits/ind (10 m) y 0.69 bits/ind (30 m), y *S. popovicii* y *S. neglecta* tuvieron mayor presencia. En la Estación tres se registró valores del Estrato 10 m en 0.74 bits/ind y en el Estrato 30 m 0.65 bits/ind y en relación con el índice de Dominancia y las especies más abundantes coinciden con la Estación dos.



En cambio, con el índice de Pielou se encontró 0.72 bits/ind para el Estrato 10 m y 0.75 bits/ind del Estrato 30 m. En la Estación uno indicó un valor de 0.74 bits/ind en el primer estrato (10 m) (Figura 21) y 0.88 bits/ind del segundo (Figura 22), considerándose como una estación altamente uniforme. En la estación dos, el índice mostró valores de 0.79 bits/ind y 0.69 bits/ind para los dos estratos, definiendo al primer estrato como más equitativo que el segundo. La Estación tres alcanzó un índice de 0.75 bits/ind para el Estrato 10 m y 0.69 bits/ind el Estrato 30 m, con tendencia a ser altamente uniforme.

Figura 21. Índices ecológicos de mayo en el Estrato 10 m.

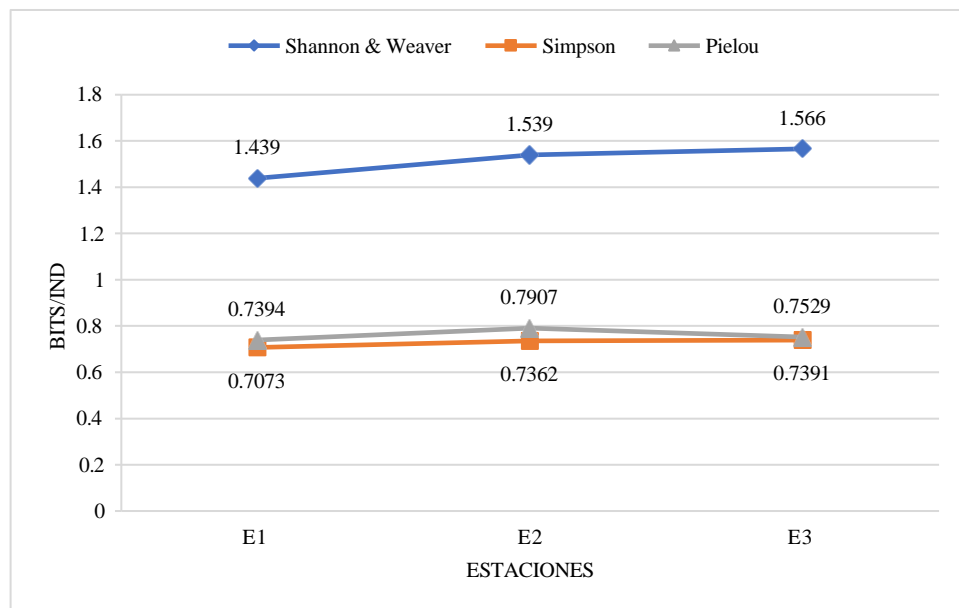
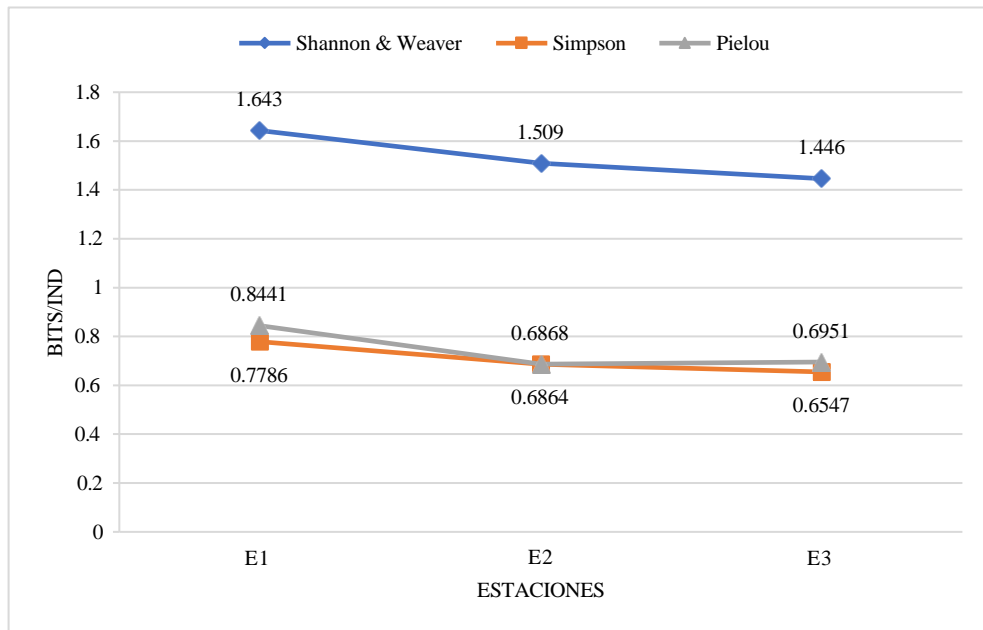


Figura 22. Índices ecológicos de mayo en el Estrato 30 m.

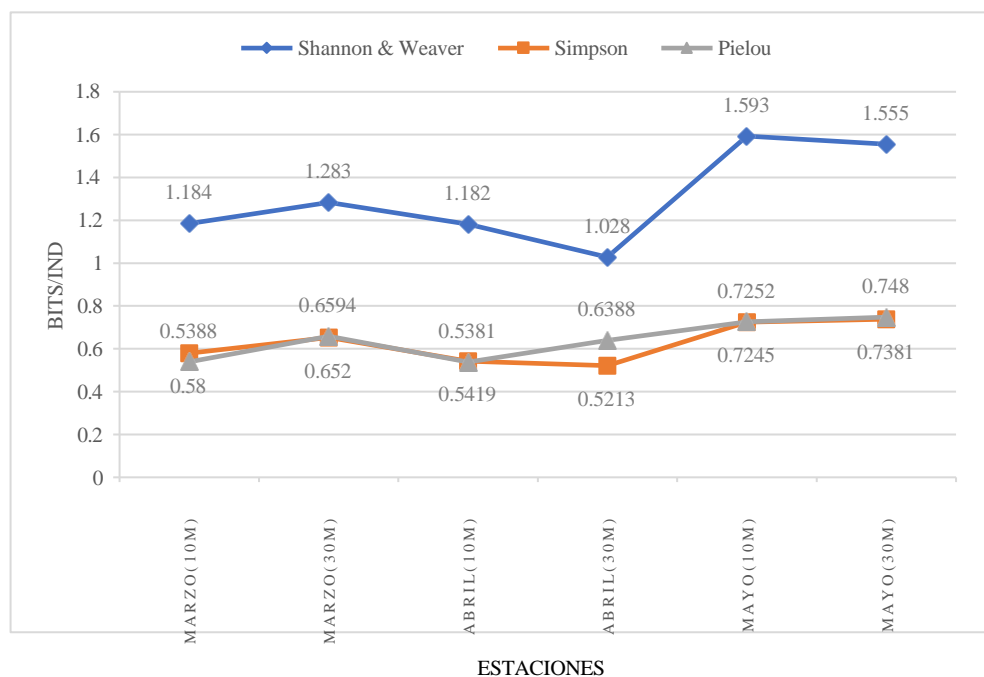


#### 9.2.4 Variabilidad trimestral del índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ), uniformidad y dominancia de la comunidad de quetognatos en la Bahía de Santa Elena durante marzo, abril y mayo

A continuación, se presentan los índices ecológicos de Shannon & Weaver, Simpson y Pielou durante el periodo de muestreo de tres meses en las tres estaciones. El índice de Shannon indica que, en marzo existió una diversidad media con tendencia a ser baja en los dos estratos, donde 1.18 bits/ind corresponden a 10 m de profundidad y 1.28 bits/ind a 30 m; en abril el valor superior lo tiene el Estrato 10 m con 1.18 bits/ind en relación al Estrato 30 m con 1.03 bits/ind, pero aún así se consideran como diversidad media-baja. En mayo la diversidad aumentó en comparación con los meses anteriores, donde 1.59 bits/ind son parte de la primera profundidad y 1.55 bits/ind corresponden a 30 m de profundidad, definiéndolos con diversidad media.

En cambio, el índice de Simpson nos indica que durante los primeros meses existió una diversidad media-alta y para el último mes aumentó su valor a moderada-alta de las especies en cada estación. También, los valores obtenidos de la prueba de Pielou nos afirma que en marzo y abril en el Estrato 30 m son más equitativas que el Estrato 10 m, en mayo las especies son igualmente abundantes y más equitativas en un valor superior a los meses anteriores (Figura 23).

Figura 23. Índices ecológicos de los meses de estudio en el Estrato 10 m y 30 m.



### 9.3 Evaluación de las condiciones ambientales

Los presentes datos fueron tomados a nivel de superficie perteneciendo al Estrato 10 m, y a 20 m de profundidad correspondiente al Estrato 30 m. A continuación, se muestran los valores obtenidos de los parámetros tomados en los monitoreos de marzo, abril y mayo.

### 9.3.1 Condiciones ambientales de marzo para el Estrato 10 m

En el Estrato 10 m se pudo observar un comportamiento del OD mayor a 8.5 mg/l en la Estación uno e inferior en la Estación tres (Figura 24). La salinidad se mantuvo en 36 PSU para las tres estaciones de monitoreo (Anexo 19), en cambio la temperatura tuvo un valor máximo de 30.1°C en la segunda estación y 27°C para las otras estaciones (Figura 25). Para los valores de nutrientes en referencia al NO<sub>2</sub>- encontramos el superior en la Estación tres con 0.004 mg/l pero en la Estación uno y 3 apenas un 0.001 mg/l (Anexo 20). El NO<sub>3</sub> tuvo el valor superior en la Estación dos con 0.307 mg/l y el mínimo en la Estación uno con 0.162 mg/l (Anexo 21). El PO<sub>4</sub> 3- se registró con mayor cantidad en la última estación 0.031 mg/l y el valor menor fue 0.004 mg/l en E2 (Anexo 22). Finalmente, la clorofila se expresó en mayor cantidad en la E1 con 2.002 mg/m<sup>3</sup> y en E2 el más bajo con 0.842 mg/m<sup>3</sup> (Anexo 23).

Figura 24. Oxígeno en el Estrato 10 m (M1).

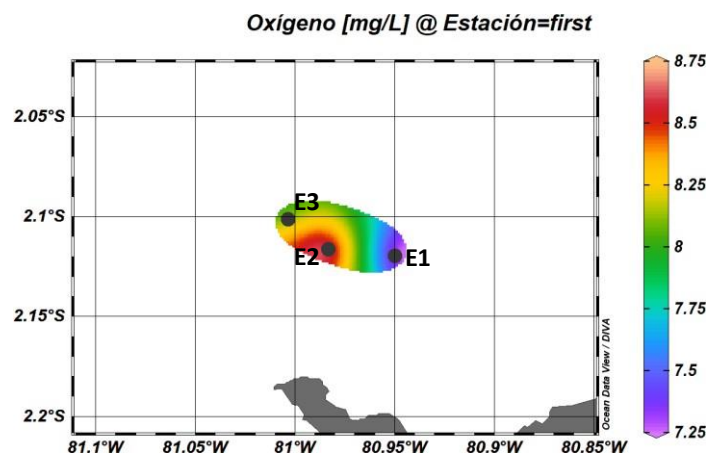
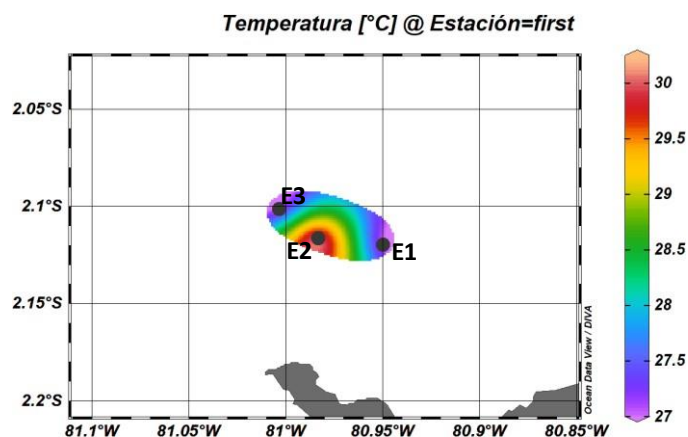


Figura 25. Temperatura en el Estrato 10 m (M1).



### 9.3.2 Condiciones ambientales de marzo para el Estrato 30 m

En cambio, en el Estrato 30 m se obtuvo un comportamiento del OD mayor con 7.31 mg/l en la Estación dos e inferior en la Estación uno con 6.45 mg/l (Figura 26). La salinidad se mantuvo en 38 PSU para las estaciones 1 y 3 y bajó a 37 PSU en E2 (Anexo 24), en cambio la temperatura tuvo un valor máximo de 28.2°C en la segunda estación, 26.2°C en E1 y 25.5°C en E3 (Figura 27). En relación a los nutrientes, el NO<sub>2</sub>- encontramos el superior en la Estación uno y 3 con 0.005 mg/l pero en la Estación dos decayó a un 0.003 mg/l (Anexo 25). El NO<sub>3</sub> tuvo el valor superior en la Estación dos con 0.366 mg/l y el mínimo en la Estación uno con 0.278 mg/l (Anexo 26). El PO<sub>4</sub> 3- se registró con mayor cantidad en la primera estación 0.093 mg/l, en E3 con 0.090 mg/l y el valor menor fue 0.055 mg/l en E2 (Anexo 27). Finalmente, la clorofila se expresó en mayor cantidad en E2 con 1.285 mg/m<sup>3</sup> y en E3 el valor más bajo con 0.670 mg/m<sup>3</sup> (Anexo 28).

Figura 26. Oxígeno en el Estrato 30 m (M1).

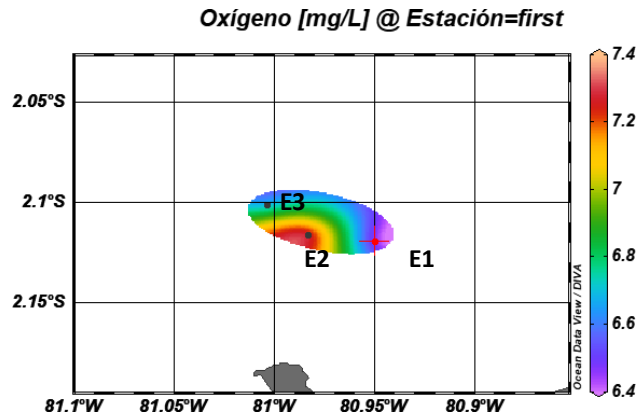
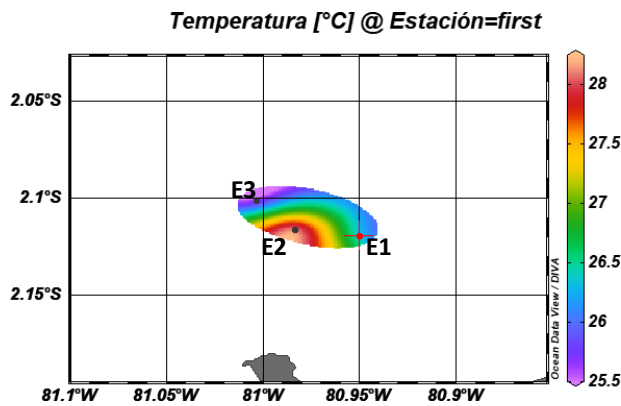


Figura 27. Temperatura en el Estrato 30 m (M1).



### 9.3.3 Condiciones ambientales de abril para el Estrato 10 m

En el mes de abril se encontró valores de OD mayor a 4.7 mg/l en la Estación dos e inferior en la Estación uno de 4.4 mg/l, sin diferencias notables entre estación (Figura 28). La salinidad mayor se registró en E1 con 32 PSU y en E2 y E3 se mantuvo en 31.8 PSU. (Anexo 29); por otra parte, la temperatura tuvo un valor máximo de 27.9°C en la tercera estación y 27.6°C para las otras estaciones (Figura 29). Los nutrientes alcanzaron valores representativos de NO<sub>2</sub>- encontramos el

superior en la Estación uno con 0.006 mg/l pero en la Estación dos y 3 apenas un 0.003 mg/l (Anexo 30). En el NO<sub>3</sub> el valor superior fue en la Estación dos con 0.338 mg/l y el mínimo en la Estación tres con 0.268 mg/l (Anexo 31). El PO<sub>4</sub> 3- tuvo la mayor cantidad en la segunda estación 0.078 mg/l y el valor menor fue 0.055 mg/l en E3 (Anexo 32). Para finalizar, la clorofila el registro mayor recae en la E3 con 1.002 mg/m<sup>3</sup> y en E1 el más bajo con 0.509 mg/m<sup>3</sup> (Anexo 33).

Figura 28. Oxígeno en el Estrato 10 m (M2).

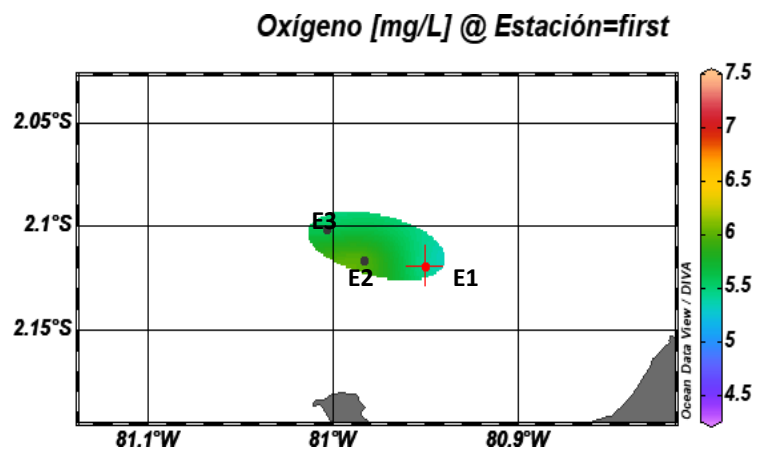
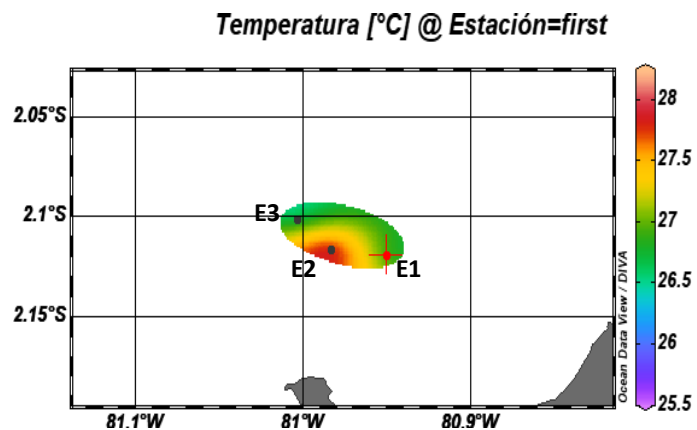


Figura 29. Temperatura en el Estrato 10 m (M2).



### 9.3.4 Condiciones ambientales de abril para el Estrato 30 m

Por consiguiente, en este estrato el OD registró una mayor cantidad en 3.8 mg/l de la Estación dos y 3 e inferior en la Estación uno con 2.8 mg/l (Figura 30). La salinidad se mantuvo en 32 PSU para las estaciones 1 y 2 y bajó a 31.5 PSU en E3 (Anexo 34); por el contrario, la temperatura tuvo un valor máximo de 24.3°C en la tercera estación, y menor 22.2°C en E2 (Figura 31). En los nutrientes, el NO<sub>2</sub>- encontramos al mayor valor en la Estación tres con 0.008 mg/l pero en la Estación uno decreció a un 0.001 mg/l (Anexo 35). El NO<sub>3</sub> tuvo su máxima expresión en la Estación tres con 0.300 mg/l y el mínimo en la Estación dos con 0.191 mg/l (Anexo 36). El PO<sub>4</sub> 3- se registró con mayor cantidad en la segunda estación 0.091 mg/l, y el valor menor fue 0.008 mg/l en E1 (Anexo 37). En cambio, la clorofila se encontró el valor máximo en E1 con 1.173 mg/m<sup>3</sup> y en E3 fue el valor más bajo con 0.689 mg/m<sup>3</sup> (Anexo 38).

Figura 30. Oxígeno en el Estrato 30 m (M2).

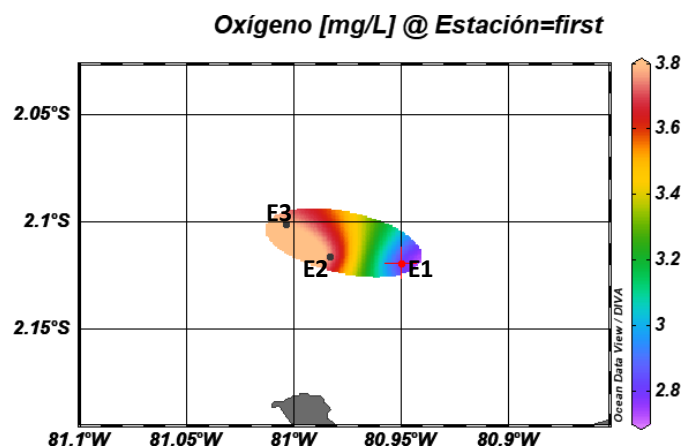
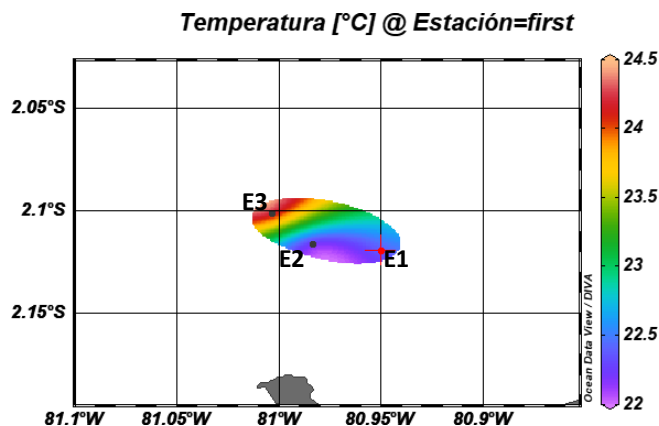




Figura 31. Temperatura en el Estrato 30 m (M2).



### 9.3.5 Condiciones ambientales de mayo para el Estrato 10 m

En el último mes de monitoreo se encontró valores de OD mayor a 6.01 mg/l en la Estación dos y el inferior en la E1 de 4.88 mg/l (Figura 32). La salinidad mayor se localizó en E1 y E2 con 31.35 PSU y la menor de 31.03 PSU en E3. (Anexo 39); en la temperatura se registró un valor máximo de 27.7°C en la tercera estación y 27.63°C como el mínimo en E1 (Figura 33). Los nutrientes indicaron los siguientes valores de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> encontramos el superior en la Estación uno con 0.006 mg/l pero en la Estación dos y 3 apenas un 0.003 mg/l (Anexo 40). En el NO<sub>3</sub> el valor superior fue en la Estación uno con 0.902 mg/l y el mínimo en la Estación tres con 0.383 mg/l (Anexo 41). El PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> presentó la mayor cantidad en la segunda estación 0.041 mg/l y el valor menor fue 0.010 mg/l en E3 (Anexo 42). Y, la clorofila tuvo su mayor presencia en E2 y E3 con 0.840 mg/m<sup>3</sup> y en E1 bajó su cantidad a 0.505 mg/m<sup>3</sup> (Anexo 43).

Figura 32. Oxígeno en el Estrato 10 m (M3).

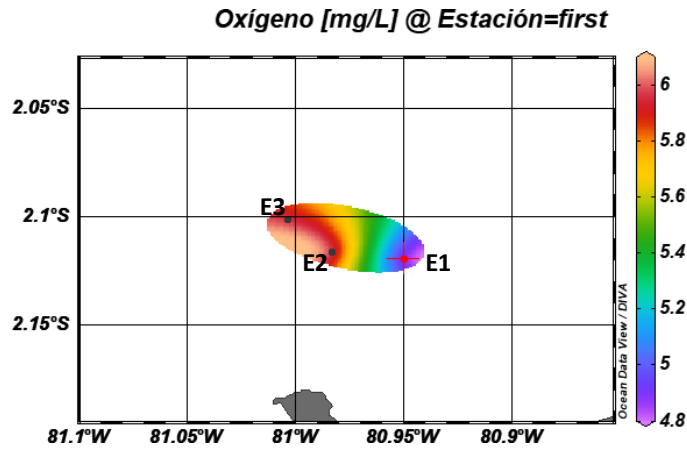
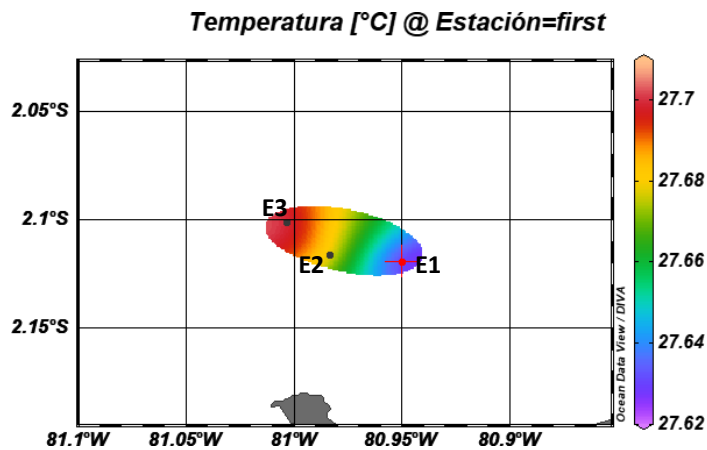


Figura 33. Temperatura en el Estrato 10 m (M3).



### 9.3.6 Condiciones ambientales de mayo en el Estrato 30 m

Finalmente, en este estrato el OD registró una mayor cantidad en 4.45 mg/l de la Estación dos y el menor en la Estación tres con 3.77 mg/l (Figura 34). La salinidad tuvo 31.85 PSU en alto valor para E3, pero bajó a 31.44 PSU en E1 (Figura 44); el parámetro de la temperatura tuvo un valor máximo de 26.44°C en la primera estación, y disminuyó a 24.4°C en E3 (Figura 35). En los nutrientes, el NO<sub>2</sub>- al

mayor valor encontramos en la Estación tres con 0.008 mg/l pero en la Estación uno decreció a un 0.001 mg/l (Anexo 45). El NO<sub>3</sub> tuvo su máxima expresión en la Estación dos con 0.419 mg/l y el mínimo en la Estación tres con 0.116 mg/l (Anexo 46). El PO<sub>4</sub> 3- se registró la mayor cantidad en la tercera estación de 0.019 mg/l, y el valor menor fue 0.008 mg/l en E2 (Anexo 47). Para la clorofila se encontró el valor máximo en E1 con 1.810 mg/m<sup>3</sup> y en E2 fue el valor inferior con 0.579 mg/m<sup>3</sup> (Anexo 48).

Figura 34. Oxígeno en el Estrato 30 m (M3).

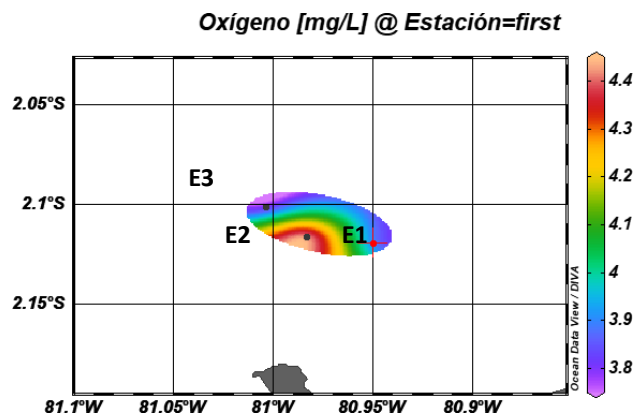
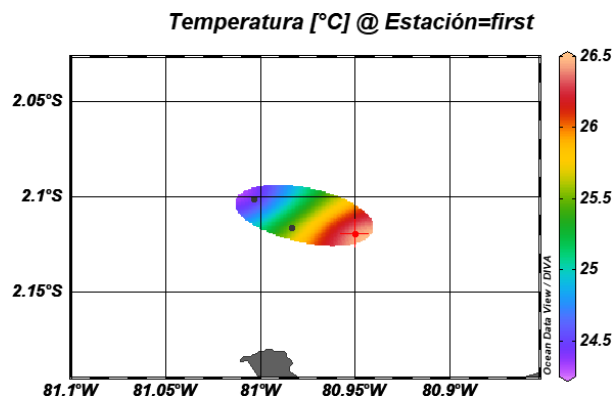


Figura 35. Temperatura en el Estrato 30 m (M3).



### **9.3.7 Condiciones ambientales en los tres meses de estudio.**

En los tres monitoreos realizados se obtuvo para el parámetro salinidad un máximo de 37.63 PSU en marzo en el Estrato 30 m, y el mínimo fue de 31.24 PSU para mayo en el Estrato 10 m, pero en abril hubo menor diferencia del nivel de salinidad entre las dos profundidades. En cuanto a la temperatura se pudo identificar la máxima en 28.03°C en marzo y el estrato 10 m, en cambio el valor más bajo fue 22.97°C en abril en el Estrato 30 m; Para la turbidez se registró el dato mayor en mayo con 22 m para ambos estratos, y en los otros meses tuvieron 15 m de visibilidad en promedio. Por otra parte, el pH nos indicó que mayo en el Estrato 10 m fue superior con 8.61, y en general los valores observados para este parámetro fueron más estables entre todos los monitoreos. Por consiguiente, el OD tuvo la cantidad más alta fue para marzo para el Estrato 10 m, con un valor de 8.01 mg/l y la más baja en abril del Estrato 30 m con 3.47 mg/l, dentro de este parámetro se observó un decrecimiento gradual al llegar el segundo monitoreo y luego un aumento proporcional para mayo (Figura 36).

En el nutriente NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se observó que dentro de las tres estaciones de monitoreo en marzo el Estrato 10 m tuvo un mínimo de 0.002 mg/l mientras que en 30 m de profundidad se registró 0.004 mg/l, para los meses siguientes se identificó una constante de 0.004 mg/l en ambas profundidades. A la vez, el NO<sub>4</sub><sup>-</sup> en el Estrato 10 m incrementó desde un mínimo de 0.201 mg/l en marzo, 0.314 mg/l en abril hasta 0.569 mg/l en mayo siendo este último el valor más alto registrado durante el

monitoreo, A la inversa del Estrato 30 m que disminuyó su valor inicial de 0.330 mg/l en marzo a 0.252 mg/l en abril y finalmente a 0.235 mg/l en mayo. El PO<sub>4</sub> 3- en cambio en la primera profundidad se observó una variación de 0.016 mg/l de marzo, 0.068 mg/l en abril y 0.028 mg/l en mayo; y en 30 m se obtuvo un decrecimiento de 0.079 mg/l en marzo estableciendo esta cantidad como la mayor observada, seguida de 0.053 mg/l en abril y el menor a 0.012 mg/l en mayo. Finalmente, la clorofila del Estrato 10 m posee un máximo en marzo de 1.237 mg/m<sup>3</sup> disminuyó a 0.750 mg/m<sup>3</sup> en abril y terminó en 0.728 mg/m<sup>3</sup> para mayo, al contrario de lo ocurrido en 30 m que el mes de marzo inició con 0.906 mg/m<sup>3</sup>, aumentó a 0.932 mg/m<sup>3</sup> en abril hasta llegar a 1.087 mg/m<sup>3</sup> en mayo (Figura 37).

Figura 36. Parámetros físicos y químicos en los meses de monitoreo.

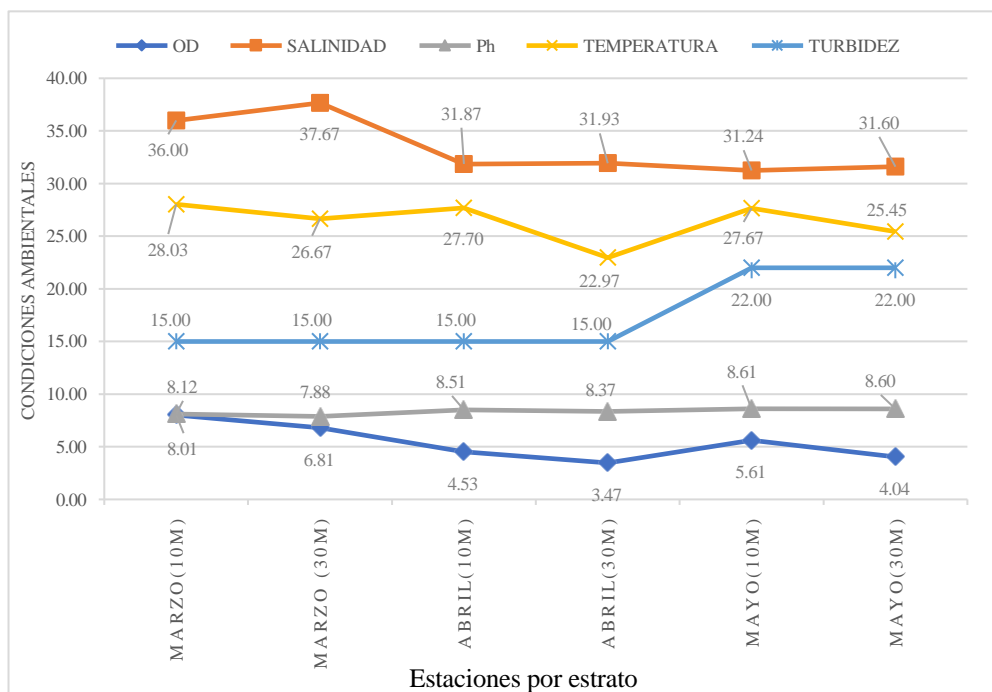
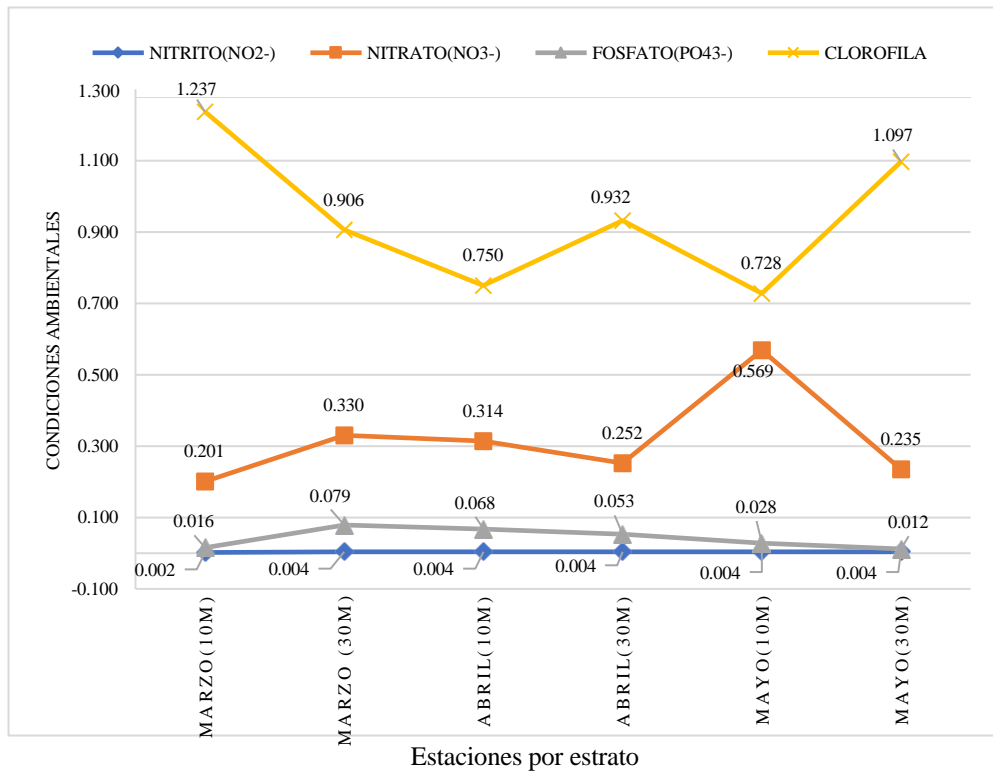


Figura 37. Nutrientes y clorofila en los meses de monitoreo.



#### 9.4 Distribución vertical de las especies de quetognatos y su relación con las variables ambientales.

##### 9.4.1 Análisis de Redundancia (RDA) de la abundancia de las especies con sus variables ambientales en el estrato 10 m.

La mayor abundancia de *S. enflata* y *S. peruviana*. se presentaron en la Estación uno, pero no se muestra una diferencia significativa con las demás estaciones. En cambio, *S. neglecta*, *S. betodi* y *S. regularis* predominaron en la Estación dos, *S. popovicii* abundó en la Estación tres. *S. pacifica* únicamente se encontró en la Estación 3 y *S. bruuni* no se halló en este estrato (Figura 38).

En el análisis RDA, *S. enflata* posee una correlación positiva alta con la salinidad de 0.998 y OD con 0.915 y ligeramente con clorofila *a*, pero se correlacionó negativamente con el pH, también presentó una correlación negativa moderada con el NO<sub>2</sub><sup>-</sup> de -0.327 y PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> de -0.556 y fue negativamente alta con NO<sub>3</sub><sup>-</sup> con un valor de -0.821. *Sagitta betodi* tuvo tiene una correlación positiva moderada-alta con el pH de 0.623. *S. pacifica* presentó una correlación positiva alta con OD de 0,755. *S. regularis* mostró una relación moderada-alta y positiva con el pH de 0.538. Y, *S. popovicii* conserva una correlación positiva moderada alta del pH con 0.5. A su vez, *S. bedoti*, *S. popovi*, *S. regularis* y *S. pacifica* se relacionan negativa y moderadamente con la clorofila, OD y salinidad.

La especie *Sagitta neglecta* cuenta con la mayor abundancia en la Estación dos, tiene una correlación positiva baja de 0.252 con el NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, y una correlación positiva moderada con pH de 0.413 y con NO<sub>4</sub><sup>-</sup> una correlación positiva alta de 0.78. Finalmente, *S. peruviana* se encontró en mayor abundancia en la Estación uno, se registró una correlación positiva moderada alta con el PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> de 0.651 y de la misma naturaleza con NO<sub>4</sub><sup>-</sup> con 0.567; pero con clorofila *a* y OD se muestra una correlación negativa moderada y con salinidad tuvo una correlación negativa alta de -0.808 (Figura 39).

Figura 38. Abundancia relativa de las especies en el Estrato 10 m.

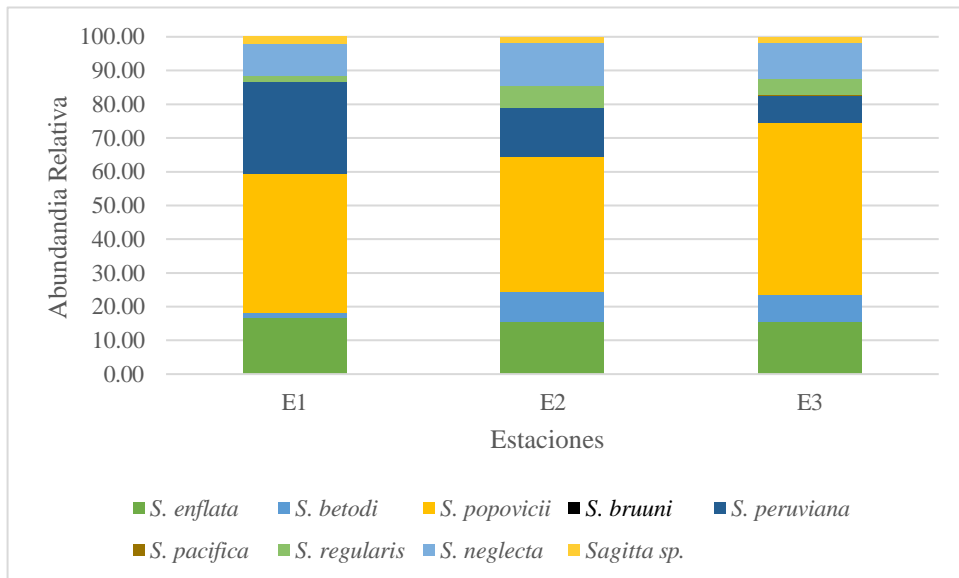
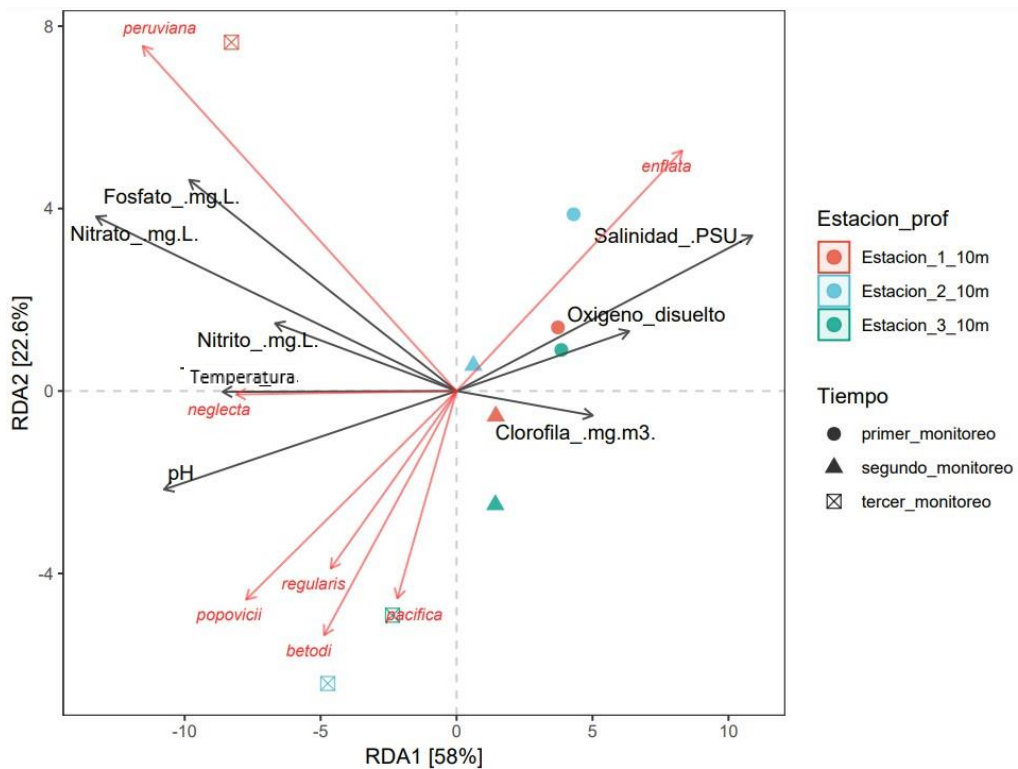


Figura 39. Análisis de Redundancia (RDA) en el Estrato 10 m.





#### **9.4.2 Análisis de Redundancia (RDA) de la abundancia de las especies con sus variables ambientales en el estrato 30 m.**

La mayor población de *S. peruviana* se encontró en la Estación uno. Por otra parte, *S. neglecta*, *S. bruuni*, *S. betodi*, *S. popovicii* y *S. regularis* se encontraron en mayor cantidad en la Estación dos. Y, las especies *S. enflata* con *S. pacifica* tuvieron mayor abundancia en la Estación tres (Figura 40).

El análisis de RDA para la especie *S. enflata* presentó una relación extremadamente significativa y positiva del PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> de 0.827, con el OD y salinidad muestran una correlación positiva moderada de 0.412 y 0.626 respectivamente, en cambio con el pH existe una correlación negativa alta de -0.766. Las especies *S. pacifica*, *S. betodi*, *S. regularis* y *S. neglecta* comparten una correlación positiva alta con el pH, por el contrario, con la variable clorofila *a* tienen una naturaleza de correlación negativa baja, y los parámetros PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, OD y salinidad presentan una correlación negativa moderada con la abundancia de las especies antes mencionadas.

*Sagitta peruviana* conserva una correlación positiva alta con el pH de 0.626, una correlación positiva moderada con la clorofila *a* de 0.499, a su vez, posee una relación negativa moderada con el NO<sub>2</sub><sup>-</sup> de -0.4643. Por otra parte, *S. popovicii* obtuvo valores de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> con 0.767 mostrando una correlación positiva alta, pero en la salinidad una correlación positiva muy baja de 0.1679, y con la temperatura una naturaleza negativa moderada con -0.401. Finalmente, para *S. bruuni* se estableció en una relación positiva moderadamente alta con NO<sub>2</sub><sup>-</sup> en un valor de 0.566, para

el NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en condición positiva moderada de 0.472 y con el parámetro turbidez con una correlación negativa moderada baja de -0.378 (Figura 41).

Figura 40. Abundancia relativa de las especies en el Estrato 30 m.

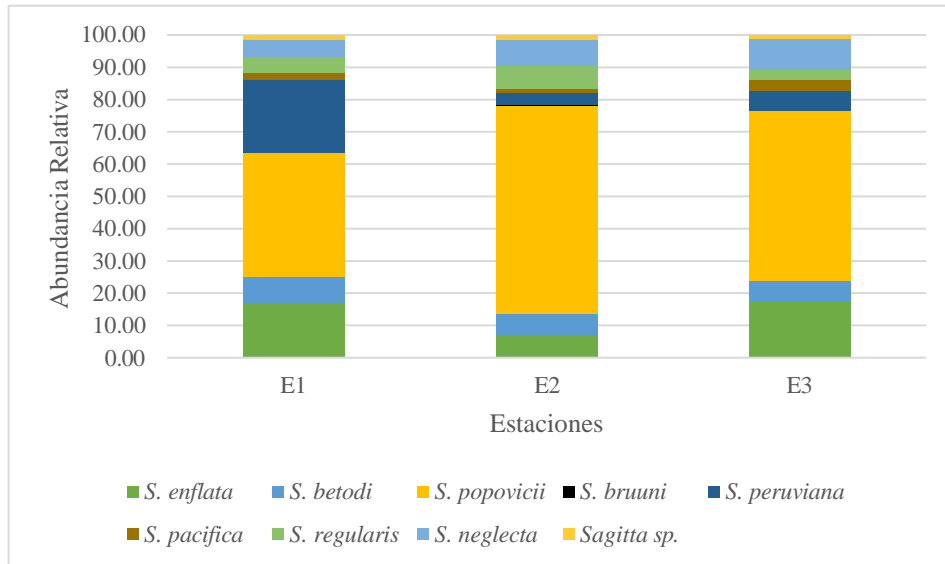
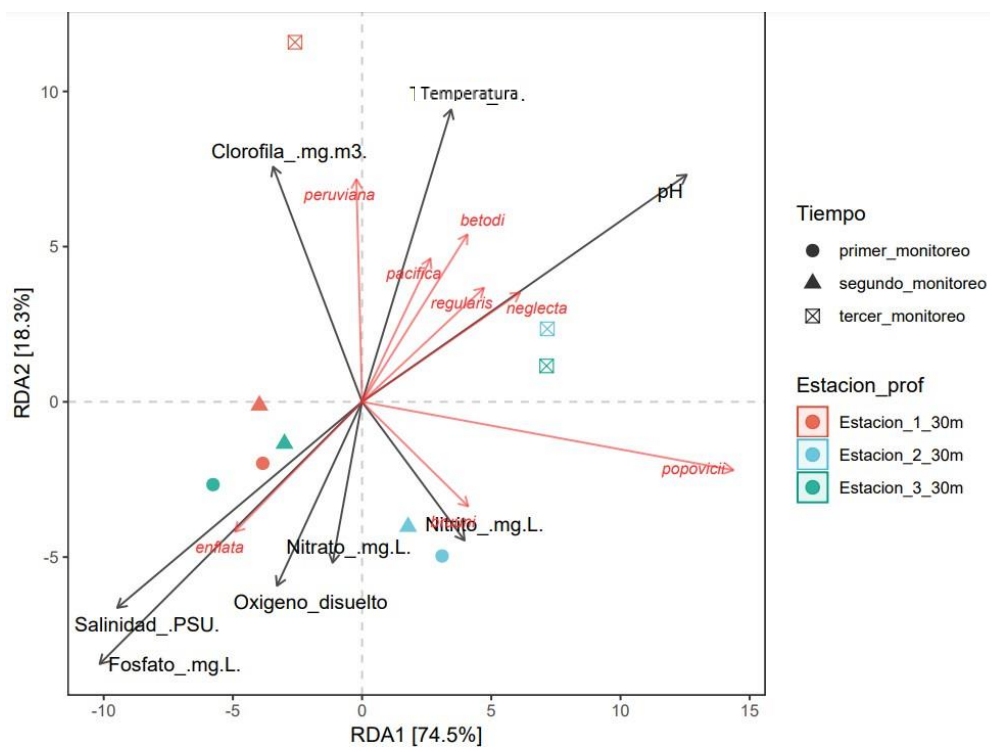


Figura 41. Análisis de Redundancia (RDA) en el Estrato 30 m.



## 10. DISCUSIONES

Las 8 especies de quetognatos reportadas en el presente trabajo se encuentra dentro de las 18 las identificadas por Bonilla (1983) para el Golfo de Guayaquil y por Sund (1964) reportadas en Perú. Pese a que la riqueza total de especies es similar a las obtenidas por Naranjo y Tapia (2013) y Tomalá (2020) en Ecuador, también se encuentran los valores por debajo a los obtenidos en trabajos de Michel (1986), con 28 especies, y McLelland (1989), identificando a 24 especies en el norte del golfo de México. Se debe en gran medida a que las muestras de este estudio se tomaron a profundidades reducidas, lo que impide la captura de especies mesopelágicas y batipelágicas como las mayormente registradas en esos estudios.

En estudio de Naranjo (2009) las especies *S. bipunctata*, *S. pacifica*, *S. regularis*, *Pterosagitta draco* y *Krohnitta pacifica*, presentaron correlaciones positivas con los parámetros ambientales tales como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto; y en el presente trabajo se obtuvo para *S. pacifica*, *S. neglecta*, *S. peruviana* y *S. regularis* una positiva con pH, oxígeno disuelto y positiva baja con temperatura, categorizando a estas especies como típicas de aguas cálidas oceánicas.

La abundancia de quetognatos puede variar significativamente bajo diferentes condiciones ambientales. En el presente estudio se muestra un aumento en la abundancia hacia mayo con el registro más bajo en salinidad de 31.24 PSU y más alto de pH de 8.81, el estudio de Naranjo (2019) revela una respuesta distinta

durante el evento El Niño con un registro de salinidad de 32.93 PSU, con picos de abundancia en junio y julio de 1997 y en febrero y julio de 1998. Esto sugiere que los quetognatos responden de manera sensible a los cambios en las condiciones oceanográficas inducidos por eventos climáticos extremos.

El estudio de Tomalá (2020) en Anconcito, proporciona una perspectiva adicional sobre la abundancia y distribución de quetognatos en diferentes estaciones y profundidades similares a este estudio, indicando variaciones estacionales y especiales representativas entre la zona norte y sur del cantón Salinas. Tomalá registró la mayor abundancia de quetognatos en la estación de cinco millas con 4 015 ind/100 m<sup>3</sup>, mientras que en nuestro estudio la mayor abundancia se encontró en la Estación uno con 7 887 ind/100 m<sup>3</sup>, esta diferencia en la abundancia se puede atribuir a las variaciones en las condiciones ambientales locales.

Tomalá (2020) en relación a la diversidad de quetognatos el mayor valor fue H: 1.87 bits/ind correspondiente a enero a nivel superficial y a nivel vertical la diversidad fue H: 1.89 bits/ind. Naranjo (2009) registró una mayor diversidad en la columna de agua en La Libertad en enero y febrero de 2003 (H: 1.94 bits/ind y 1.71 bits/ind respectivamente), en comparación con nuestro estudio, la mayor diversidad se obtuvo en mayo (H: 1.59 bits/ind a la primera profundidad y H: 1.55 bits/ind a 30 m), clasificándose como diversidad media; estos valores son menores en

comparación con los reportados por Tomalá (2020) y Naranjo (2009). La diferencia en la diversidad puede ser atribuida a que las condiciones ambientales específicas del mes de mayo no fueron tan favorables como en los estudios previos y a las metodologías de muestreo utilizadas.

La distribución y abundancia de los quetognatos en la costa de Salinas muestra diferencias notables cuando se compara con el estudio de Naranjo (2019), realizado en Galápagos, de enero de 2006. En contraste, Naranjo registró las mayores abundancias de *Sagitta hexaptera* en temperaturas de 17-19°C y salinidades de 34.4-34.8 UPS en la estación uno. *Sagitta enflata* fue la especie más abundante en ambos estudios. En el estudio de Naranjo, *S. enflata* se distribuyó en temperaturas de 17-19°C y salinidades de 34.4-34.6 UPS en el estrato de 0-40 m. Y en el presente estudio, aunque la temperatura y salinidad fueron más altas (27-30.1°C y 36-38 PSU), *S. enflata* y *S. popovicii* predominaron. Las condiciones de enero muestran que la abundancia de *S. enflata* disminuye a temperaturas más bajas (14.2°C-15.2°C) y salinidades cercanas a 35 UPS en el estrato de 40-100 m. En este mes, las especies predominantes fueron *S. popovicii*, *S. peruviana* y *S. enflata*. La diferencia en la salinidad (31.9 PSU en este estudio frente a 34.4-34.6 UPS de Naranjo) podría influir en la predominancia de especies.

Por otra parte, Tapia y Naranjo (2009) en Monteverde, provincia de Santa Elena obtuvieron valores máximos de clorofila a en la estación 9 (0.90 mg/m<sup>3</sup>) y mínimos en la estación 4 (0.10 mg/m<sup>3</sup>). Pero, Peribonio (1981), en la Puntilla de Santa Elena registró en la capa superficial concentraciones de clorofila a con rangos entre 0.50 mg/m<sup>3</sup>. y 2.50 mg/m<sup>3</sup>), y en este estudio un máximo de 1.24 mg/m<sup>3</sup>y mínimo de 0.72 mg/m<sup>3</sup>. Estos valores caen dentro del rango reportado por Peribonio pero son superiores a los valores máximos registrados por Tapia y Naranjo. La diferencia en la producción primaria entre los estudios se puede deber las particularidades locales de cada área y a la variabilidad oceanográfica entre los años de estudio.

Las comparaciones con investigaciones anteriores revelan diferencias en la abundancia y la distribución de especies de quetognatos, así como en las condiciones ambientales asociadas. Estas diferencias se deben a las variaciones en la metodología de muestreo, profundidad, la ubicación geográfica y las condiciones oceanográficas específicas de cada estudio.

## 11. CONCLUSIONES

Las ocho especies de quetognatos registradas, incluyendo a *Sagitta enflata*, *Sagitta betodi*, *Sagitta pacifica*, *Sagitta regularis*, *Sagitta popovicii*, *Sagitta neglecta*, *Sagitta peruviana* y *Sagitta bruuni*, son comunes en el mar ecuatoriano. Pues, varios autores las registraron en investigaciones realizadas en el Pacífico ecuatoriano. Su abundancia, distribución y diversidad podría explicarse por mejores condiciones ambientales, disponibilidad de alimento y se establece con la compleja hidrodinámica del océano en la zona marina de Ecuador.

La evaluación de la abundancia de quetognatos a lo largo de los tres meses de estudio reveló variaciones estacionales significativas. Se registró la densidad más alta en mayo, con un total de 17 317 ind/100m<sup>3</sup>, marzo mostró una abundancia total de 9 297 ind/100m<sup>3</sup>, mientras que abril registró la densidad más baja, con 6 583 ind/100m<sup>3</sup>. Estas fluctuaciones están influenciadas por cambios estacionales en las condiciones ambientales, como la temperatura, la salinidad y el pH.

La influencia de eventos climáticos se destaca como un factor significativo que puede modular la abundancia y la distribución de los quetognatos. Se puede observar una respuesta sensible de estos organismos a los cambios en las condiciones oceanográficas durante temporadas y eventos climáticos, lo que indica

la importancia de considerar la variabilidad climática en los estudios de ecología marina.

Se identifican interacciones complejas entre variables ambientales, como la temperatura, la salinidad, el pH, OD, clorofila y nutrientes con la abundancia y distribución de quetognatos. Obteniendo las complejas relaciones ecológicas entre las condiciones oceanográficas y la sensibilidad de los organismos a variaciones espacio-temporales.

El análisis estadístico reveló un valor de  $p > 0.05$ , lo que permite aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ), indicando que efectivamente la diversidad y abundancia de quetognatos están determinadas por las variables abióticas, con un impacto significativo en la población de quetognatos en costa de Salinas. Las pruebas de correlación y regresión demostraron que variables como el pH ( $r = -0.968$ ,  $p < 0.01$ ), el nitrito ( $r = -0.981$ ,  $p < 0.05$ ) y la salinidad ( $r = 0.982$ ,  $p < 0.001$ ) están fuertemente asociadas con la abundancia de quetognatos.



## **12. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar investigaciones adicionales para explorar y documentar una mayor diversidad taxonómica y más completa de esta comunidad en el área de estudio. Esto podría lograrse mediante un muestreo más extenso que abarque una zona más amplia.

Se sugiere llevar a cabo estudios de monitoreo a largo plazo para comprender las tendencias temporales en la abundancia y distribución de los quetognatos, especialmente en respuesta a eventos climáticos, para evaluar el impacto del cambio en las condiciones ambientales en estos organismos y en los ecosistemas marinos en general.

Investigar la ecología de los quetognatos en el área de estudio, incluyendo su dieta, interacciones tróficas y su papel en las redes alimentarias marinas para comprender su función en el ecosistema y su impacto potencial en la productividad marina.

Se recomienda realizar experimentos controlados para investigar la respuesta de los quetognatos a cambios específicos en las condiciones ambientales, como la temperatura y la salinidad para comprender la tolerancia de estas especies a las condiciones variables del océano.

### 13. REFERENCIAS:

- Alvariño, A. (1963). Quetognatos epiplanctónicos del Mar de Cortés. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 24, 97-203.
- Alvariño, A. (1965). Chaetognaths. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 3, 115-194.
- Alvariño, A. (1967). Zoogeografía de California: Quetognatos. *Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat.*, 24, 51-74.
- Alvariño, A. (1978). El zooplancton del Pacífico Colombiano y las pesquerías. En: Mem. I Sem. Océano Pacífico Sudamericano. Cali, Colombia, 206-271.
- Alvariño, A. (1981). Siphonophora. En: Boltovskoy, D. (ed.) Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino. *Mar del Plata, Publicación Especial del Instituto Nacional del Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina*, 383-441.
- Alvariño, A. (1985). Predation in the plankton realm; mainly with reference to the fish larvae. *Investigaciones Marinas CICIMAR*, 2 (1), 72-77.
- Ambriz, I., Gómez, M. Franco, B. Lavaniegos, B., y Godínez, E. (2012). Influence of coastal upwelling–downwelling variability on tropical euphausiid abundance and community structure in the inshore Mexican central Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 451, 119-136
- Arcos, F., y Martínez, L. (1986). Variación mensual y mareal del zooplancton en una estación fija del Estero del Muerto, Golfo de Guayaquí. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 3(1).

- Bakir, A., Rowland, S., & Thompson, R. (2012). Competitive sorption of persistent organic pollutants onto microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 64(12), 2782-2789.
- Bernal, W. (2015). Determinación espectrofotométrica de la clorofila en el análisis del agua. Academia Edu. Recuperado de: [https://www.academia.edu/9241985/CLOROFILA\\_1\\_](https://www.academia.edu/9241985/CLOROFILA_1_)
- Bieri, R. (1957). The Chaetognatha fauna off Peru in 1941. *Pacific. Science*, 11(3), 255-264.
- Bieri, R. (1957). The distribución of planktonic Chaetognatha in the Pacific. And their relationship to the Watter Masses. *Lim. Oceanogr*, 4(1), 1-27.
- Bieri, R. (1991). Systematics of the Chaetognatha. En: Bone, Q., Kapp, H. & Pierrot, A. (Eds.). *The Biology of Chaetognaths*. Oxford Scientific Publishing, Oxford, 122–136.
- Boltovskoy, D. (1981). Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino. *Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)*, 936. Recuperado de: <http://www.invemar.org.co/redcosteral/invemar/docs/RinconLiterario/2012/febrero/C-33.pdf>
- Boltovskoy, D., & Jankilevich, S. (1981). Distribución de las especies de Quetognatos en el Atlántico Sudoccidental. *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental*, 781-791.
- Bone, Q., Kapp, H., & Pierrot-Bults, A. (1991). Introduction and relationship of the group. *The Biology of Chaetognaths*. Oxford University Press, Oxford, 1-4.

- Bonilla, D. (1983). Estudio Taxonómico de los Quetognatos en el Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 2(2), 1-60.
- Cajas, I. 1969. Estudio Sistemático de los Quetognatos del Golfo de Guayaquil. [Tesis doctoral, Universidad de Guayaquil].
- Casanova, J. (1999). Chaetognatha. En: Boltovskoy, D (ed). South Atlantic zooplankton. *Backhuys Publishers*, Leiden, 2, 869-1706.
- Cervantes, R., Aguíñiga, S., & Hernández, S. (1993). Condiciones de surgencia asociadas a la distribución de zooplankton en San Hipolito, B.C.S. *Ciencias Marinas*, 19(1), 117-135.
- Conde, J., Ramos, E., & Morales, R. (2004). El zooplankton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas*, 13(2).  
Recuperado de:  
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/204>
- Cruz, M., Tapia, M., & Naranjo, C. (2011). Especies planctónicas marinas como bioindicadoras de masas de agua frente a las costas ecuatoriana durante el evento El Niño 2009-2010. *Acta Oceanográfica del pacífico*, 16 (1), 1- 13.
- Dallot, S. Laval, P. 1974. Les Chaetognathes de Nosy-Bé *Sagitta littoralis* Sp. No. Cah. O.R.S.T.O.M., *Sez. Oceanogr. Ud. XII*, (2), 87-97.
- De la Lanza, G., Hernández, P., y Carbajal, J. (2011). Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación. *Ciencia y Tecnología (TDF)*, UNAM-IB y PyV, México. (Segunda Impresión).

- De Souza, C., Luz, J., & Mafalda, J. (2014). Relationship between spatial distribution of chaetognaths and hydrographic conditions around seamounts and islands of the tropical southwestern Atlantic. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(3), 1151-1165.
- ERFEN. (2014). Boletín Alerta Climático BAC. En: Recalde, S. (Eds). *Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)*, 3-10.
- Fagetti, E. 1958. Investigaciones sobre quetognatos especialmente frente a la Costa Central y Norte de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, 8 (1), 25.
- Furnestin, M. (1957). Chaetognaths et zooplankton tu secteur Atlantique Marocain. *Revue Trav. Inst. (Sci Tech) Pech. Marit*, 21 (1, 2), 1-356.
- García, X., Guzmao, L., & Herrera, Y. (2008). Influencia de los eventos climáticos El Niño y La Niña en la comunidad de Chaetognatha de las aguas superficiales del Océano Pacifico Colombiano. *Rev. Bras. Enga. Pesca*, 3(1), 1-15.
- Gómez, J., Peña, B., Guzmán, J., y Gallardo, V. (2013). Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un microreservorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica*. 23(2), 227-240.
- Gregor, J., & Marsalek, E. (2004). Freshwater Phytoplankton Quantification by Chlorophyll a: A Comparative Study of in vitro, in vivo and in situ Methods. *Water Res*, 38, 517-522.
- González, K., Gaitán, J., Font, A., Cárdenas, C., González, M. (2016). Expression pattern of heat shock proteins during acute thermal stress in the Antarctic

sea urchin, *Sterechinus neumayeri*. *Revista Chilena de Historia Natural*, 89(2).

Harzsch, S., Müller, C.H.G., Perez, Y. (2015). Chaetognatha. En: Wanninger, A. (ed) *Evolutionary Developmental Biology of Invertebrates* 1. Springer, Vienna. Recuperado de: [https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1862-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1862-7_10)

Hernández, M. (2020). *Interacciones presa-depredador entre copépodos, chaetognatos y larvas de peces caracterizadas a través de su distribución espacial en el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca, México* [Tesis de Maestría, Universidad del Mar]. Recuperado de: <http://localhost:8383/jspui/handle/123456789/164>

Hossfeld, B. (1996). Spatial and temporal distribution and biomass of arrow worms (Chaetognatha) in Golfo de Nicoya and Golfo Dulce, Costa Rica. *Center for Tropical Marine Ecology*, Bremen, Germany, 1-27.

Hyman, L. (1959). Phylum Chaetognatha. *The Invertebrates*, New York: McGraw-Hill. 5, 71.

INOCAR. (1983). Acta Oceanográfica del Pacífico. Ecuador: Armada del Ecuador. Recuperado de: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/publicaciones/actas-oceanograficas/category/4-acta-oceanografica-del-pacifico-vol-2-n-2-1983>

Instituto NAZCA (2018). Monitoreo ecológico y levantamiento cartográfico del área Puntilla de Santa Elena previo a la declaración como Área Marina Protegida.

- Jeffrey, S. & Humphrey, G. (1975). New Spectrophotometric Equations For Determining Chlorophylls A, B, C1 And C2. Higher Plants, Algae And Natural Phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, 167, 191-194.
- Johnson, M. & Brinton, E. (1963). Biological species, water-masses and currents. En: Hill, M. (ed). Ecomposition of sea-water: comparative and descriptive oceanography. Interscience Publishers, New York, *Sea*, 2, 381-414.
- Kurtz, J., Jackson, L., & Fisher, W. (2001). Strategies for evaluating indicators based on guidelines from the Environmental Protection Agency's Office of Research and Development. *Ecological Indicators*, 1.
- Lalli, C. & Parsons, T. (2006). Biological Oceanography. An introduction. 2da. Ed. *Elsevier, Oxford*, 212- 314.
- León, B. (2013). Composición, abundancia y distribución del zooplancton con énfasis en el grupo cladocera en la costa ecuatoriana durante el crucero demersal de noviembre 2005 [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4741>
- López, R. (2018). Abundancia y biomasa de Chaetognatha (Aphragmophora) en la zona pelágica del Pacífico Colombiano. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1), 187–196. Recuperado de: <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n1.2018.677>
- Luzuriaga de Cruz, M. (2009). Distribución espacio-temporal del ictioplancton y zooplancton marino en las Islas Galápagos, Ecuador (1988 –2001). *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 15, 98. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/239496914\\_Distribucion\\_especi](https://www.researchgate.net/publication/239496914_Distribucion_especi)

otemporal\_del\_ictioplancton\_y\_zooplancton\_marino\_en\_las\_Islas\_Galapa  
gos\_Ecuador\_1988-2001

Magurran, A. (1988). Sampling. In *Ecological Diversity and Its Measurement*. En:  
Magurran, A (ed), Netherlands, Dordrecht: Springer, 47–59.

McLelland, J., & Perry, H. (1989). Records of deep-water chaetognaths from the  
Northern Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports*, 8(2), 1-8.

McLelland, J. (1989). An Illustrated Key to the Chaetognatha of the Northern Gulf  
of Mexico with Notes on their Distribution. *Gulf Research Reports*, 8, 145-  
172.

McLelland, J. (1984). Observations on Chaetognath distributions in the  
Northeastern Gulf of Mexico during the summer of 1974. *Northeast Gulf  
Science*, 7, 49–59.

Marazzo, A., & Nogueira, C. (1996). Composition, spatial and temporal variations  
of Chaetognatha in Guanabara Bay. *Brazil. J Plankton Res*, 18(12), 2367-  
2376.

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.

Medina, D., Cantera, J., Escarria, E. y Mejía, L. M. (2014). Distribución y densidad  
de ictioplancton en el estuario de bahía Málaga, Pacífico colombiano  
(septiembre de 2009-febrero de 2010). *Boletín de Investigaciones Marinas  
y Costeras*, 43(1), 107-119.



- Michael, E. (1919). Contribution to the biology of the Phillipine Archipelago and adjacent regions. Report on the Chaetognatha collected by the U. S. fisheries steamer "Albastross" during the Phillipine expedition 1907, 1010. *Bull. U.S. Nat. Mus*, 100(1), 235-277.
- Michel, H. (1984). Chaetognatha of the Caribbean Sea and adjacent areas.. NMFS 15, U.S. *NOAA Tech. Rep. Dept of Commerce*,1-33.
- Moreno, I. (1973). Clave de identificación de Quetognatos de los mares de la Península Ibérica. *Bol. Inst. Esp. Oceanografía*,159, 1- 29.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. *Revista de Biología Tropical*, 49(3).
- Moreno, A. (2005). Quetognatos. [enlínea]. Recuperado de: [https://cv4.ucm.es/moodle/pluginfile.php/1873889/mod\\_resource/content/0/Textos\\_teoría/J 1%20QUETOGNATOS.pdf](https://cv4.ucm.es/moodle/pluginfile.php/1873889/mod_resource/content/0/Textos_teoría/J%20QUETOGNATOS.pdf)
- Mujica, K. (2016). Distribución y Ecología de Medusas y Sifonóforos en la Zona Marino Costera de Ancón, Anconcito y Punta Carnero. [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Recuperado de: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4266>
- Müller, H., Harzsch, S., & Perez, Y. (2019). "7. Chaetognatha". *Miscellaneous Invertebrates*. En: Schmidt, A. (ed). Berlin, Boston. 163-282. Recuperado de: <https://doi.org/10.1515/9783110489279-007>

- Naranjo, C. (2009). Variaciones temporales del Phylum quetognatos en las estaciones fijas La Libertad y Manta, Ecuador durante el evento El Niño 1997-1998 y 2002-2003. *Acta Oceanográfico del Pacífico*, 15, 30.
- Naranjo, Ch., y Tapia, M. (2013). Variabilidad estacional del plancton en la Bahía de Manta en la costa ecuatoriana, durante el 2011. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 18 (1),71. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/1834/5760>
- Newell G. E. & R. C. (1977). MARINE PLANKTON: a practical guide. London: London: Hutchinson Educational Ltd. doi: <https://doi.org/10.1002/iroh.19650500322>
- Okuda, T., Valencia, M., & Trejos, R. (1983). Nutrientes en las aguas superficiales y subpuerficiales en el área del Frente al Ecuador. *Acta oceanográfica del Pacífico*. INOCAR.
- Øresland, V. (1986). Temporal distribution of size and maturity state of the Chaetognatha *Sagitta setosa* in the Western Channel. *Marine Ecology Progress Series*, 29, 55–60.
- Peribonio, R. (1981). Distribución de clorofila a y feopigmentos en el Golfo de Guayaquil. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, Ecuador (1), 1-7.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. & Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*, 279, 860–863.
- Pauly, D., Liang, C., Xian, W., Chu, E., & Bailly, N. (2021). The Sizes, Growth and Reproduction of Arrow Worms (Chaetognatha) in Light of the Gill- Oxygen Limitation Theory (GOLT). *Journal of Marine Science and*

*Engineering*, 9(12):1397. Recuperado de:  
<https://doi.org/10.3390/jmse9121397>

Pathansali, D. (1974). Chaetognatha in the Coastal waters of Peninsular Malaysia with descriptions of two new species. *Fisheries Bull*, (2),1-30.

Pesantes Ureta, R. (2023). *Zooplankton en el área Oeste del Archipiélago de Galápagos (2020–2022)* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/67793>

Pineda, F. (1969). Los chaetognathos de la expedición oceanográfica No. XX de la Universidad de Stanford. *Bol. Dpto. Biol. Uni. Valle*, 2(1), 24-43.

Rey Girón, M. (2023). *Composición, distribución espacial, diversidad y abundancia del zooplankton en la bahía de La Libertad durante abril-junio del 2023* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Recuperado de: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10128>

Reyes, J., y Coronel, P. (2023). *Evaluación submareal de los bajos “el acuario” y “rabo del viejo” de la reserva marina “El Pelado”, Provincia de Santa Elena, 2023* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Recuperado de: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10147>

Ritter, R. (1911). Vermes, Chaetognathi. *Das Tierreich*, 29. 1-35.

Russell, F. (1935). On the value of certain plankton animals as indicators of water movements in the English Channel and North Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 20, 309-332.

Sandoval, O. (1987). Los quetognatos: indicadores zooplanctónicos del Fenómeno El Niño. *Boletín de Lima*, (49), 17-23.

- San Martin, T. (2003). Manejo Ambiental Integrado de la Acuicultura del camarón en el Golfo de Guayaquil, apoyado en sistemas de información geográfica [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral].  
Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4560>
- Solheim, E. (2017). Hacia un planeta libre de contaminación. UNEP/EA.3/25. ONU Medio Ambiente. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado de:  
<http://web.unep.org/environmentassembly/es/node/13503>
- Sund, P. (1959). A key to the Chaetognatha of the Tropical Eastern Pacific. *Ocean. Pacif. Sc.*, 13, 269-285.
- Sund, P. (1964). The chaetognaths of the waters of the Peru region. *Bull. Inter. Amer. Trop. Tuna. Comm.*, 9(3), 215-216.
- Sweatt, A. (1980). Chaetognaths in lower Nagerragansett Bay. *Estuaries*, 3(2), 106-110.
- Tapia, M., y Naranjo, C. (2009). Estudio de las comunidades del fitoplancton y zooplancton en Monteverde, Península de Santa Elena, Ecuador durante noviembre de 2006. *Acta oceanográfica del Pacífico*, 15(1), 43-66.
- Thomson, J. (1947). The Chaetognatha of South eastern Australia, *Counc. Sci and Indust Rest Div. Fish. Rept.*, (14), 1-43.
- Thuesen, E. (2008). Chaetognatha: A List of Valid Families, Genera and Species.  
Recuperado de:  
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=2081>

- Tokioka, T. (1939). Chaetognaths collected chiefly from the bays of Sagami and Suruga, with some- notes on the shape and structure of the seminal vesicle. *Rec. Oceanogr. Works, Japan*, 10 (2), 123-150.
- Tomalá, G. (2020). *Diversidad, distribución y abundancia de quetognatos y su relacion con variables ambientales de la zona marino-costera de Anconcito* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Recuperado de: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6610>
- Trégouboff & Rose. (1957). *Manuel de Planctonologie Méditerranéenne*. Paris: Centre National of Research scientific.
- Twilley, R., & Rivera, V., & Chen, R., & Botero, L. (1999). Adapting an Ecological Mangrove Model to Simulate Trajectories in Restoration Ecology. *Marine Pollution Bulletin*, 37, 404-419.
- Vega, P., & Schinke, K. (2011). Checklist of chaetognatha phylum from São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop*, 11(1), 1-9.
- Villagrán, D. (2019). *Dinámica de metales pesados en el material particulado en suspensión y plancton en ambientes costeros afectados por descargas de origen antrópico*. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur]. Recuperado de: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4602>
- Villalba, G., Benítez, G., y Núñez, K. (2018). Influencia de los factores ambientales en la comunidad de zooplancton de las lagunas artificiales del Parque ÑuGuasú- Departamento Central, Paraguay. *Investigación Agraria*, 20(1). Recuperado de: <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2018.junio.58-66>

Woelfl, S., Caputo, L., García, J. & De Los Ríos, D. (2018). Manuales para la bioindicación: Zooplancton. (M. S. Limnología, Editor). Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

Yumitaxi Rodríguez, P. M. (2019). *Variaciones espacio-temporales del zooplancton en el embalse Chongón durante la estación seca del 2018* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44893>

Zar, J. (1999). Biostatistical Analysis. *Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J*, 605-620.

## 14. ANEXOS:

Anexo 1. Red tipo Hensen con mecanismo de estrangulación.



Anexo 2. Medición de parámetros en YSI.



### Anexo 3. Preparación de la red



### Anexo 4. Cubilete con muestras biológicas





Anexo 5. Lanzamiento de red.



Anexo 6. Lanzamiento botella Niskin.



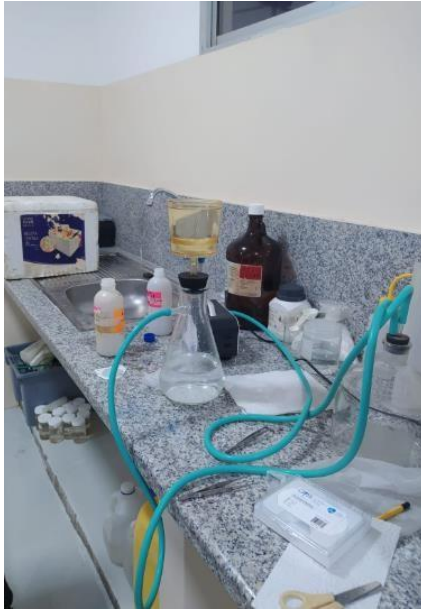
Anexo 7. Aplicación de formaldehído en las muestras



Anexo 8. Muestras biológicas obtenidas.



### Anexo 9. Mecanismo de filtración



### Anexo 10. Filtrado de muestras para nutrientes y clorofila



Anexo 11. Macerado de filtros con clorofila



Anexo 12. Obtención del sobrenadante para lectura.



Anexo 13. Preparación para lectura en el espectrofotómetro



Anexo 14. Análisis de nutrientes y clorofila.



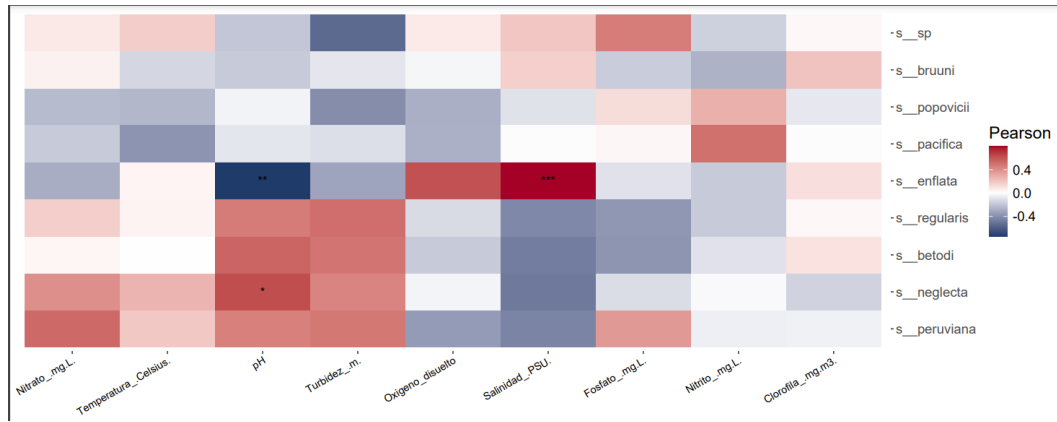
Anexo 15. Separación de los quetognatos.



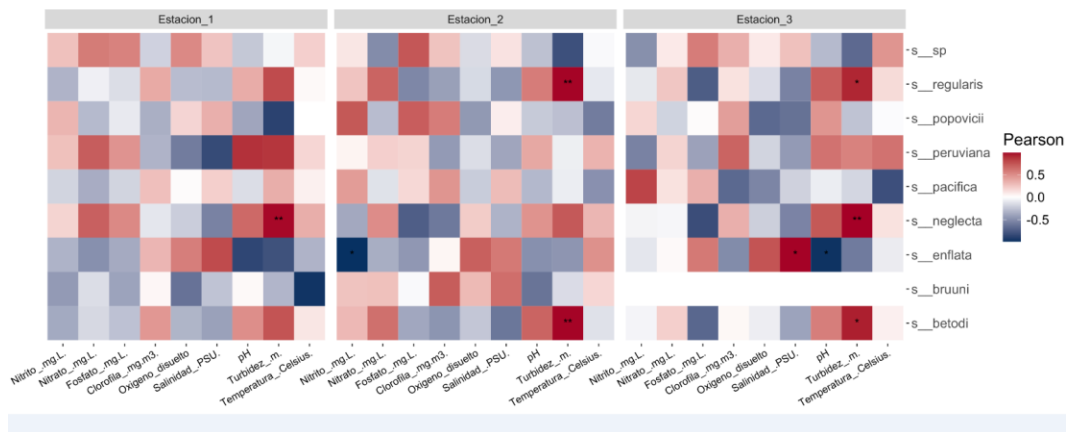
Anexo 16. Conteo e identificación de los quetognatos.



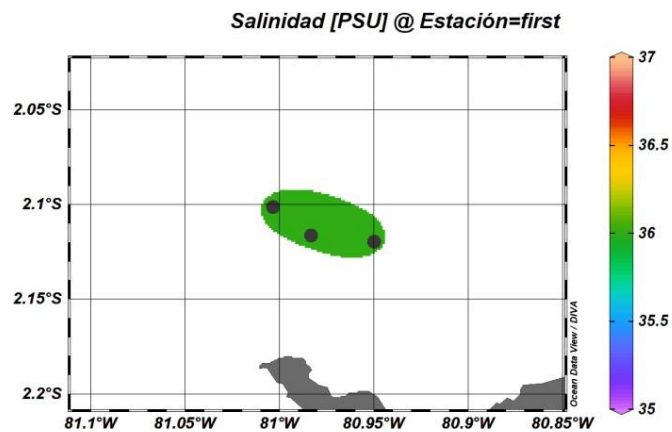
### Anexo 17. Correlación general de Pearson



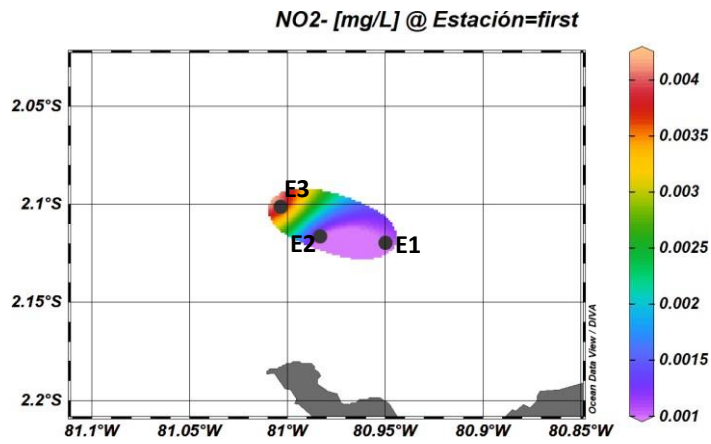
### Anexo 18. Correlación por estación de Pearson



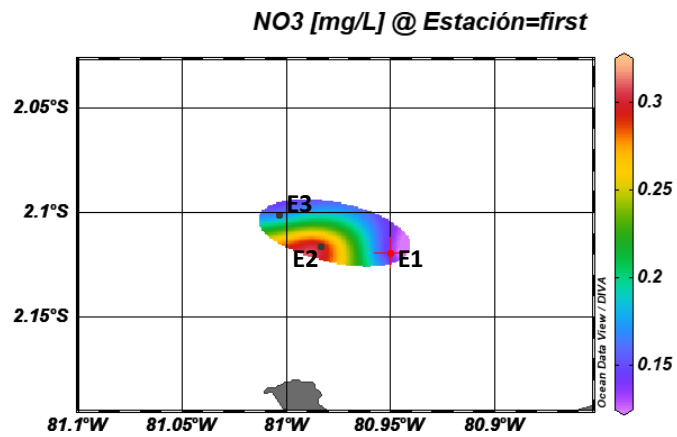
### Anexo 19. Salinidad en el Estrato 10 m (M1).



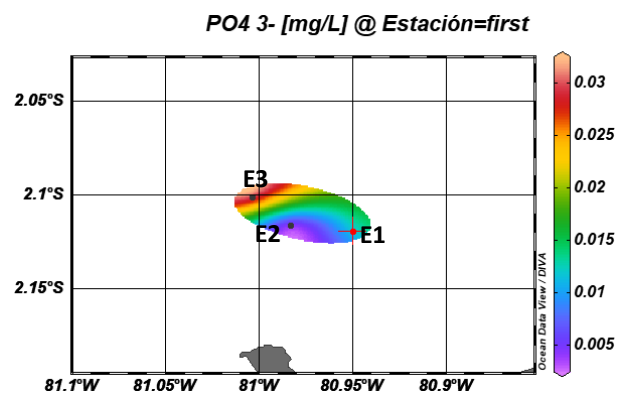
Anexo 20. Nitrito en el Estrato 10 m(M1).



Anexo 21. Nitrato en el Estrato 10 m (M1).

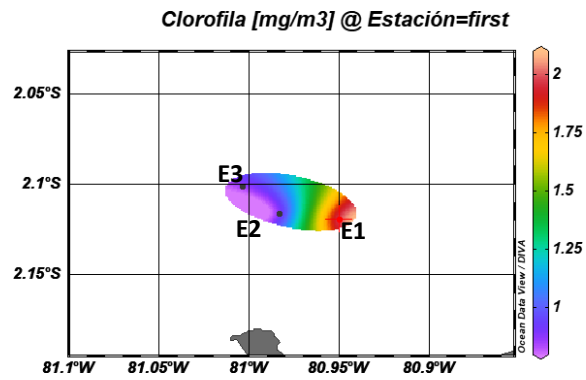


Anexo 22. Fosfato en el Estrato 10 m (M1).

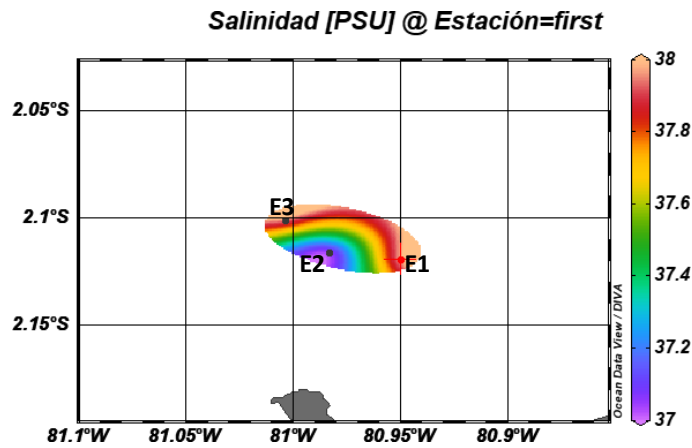




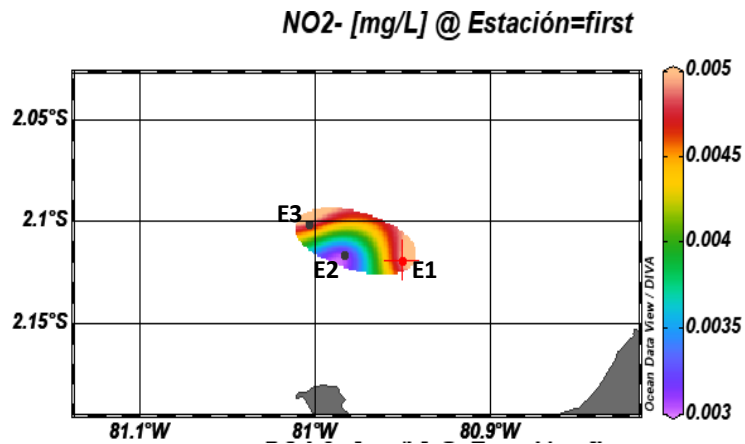
Anexo 23. Clorofila en el Estrato 10 m (M1).



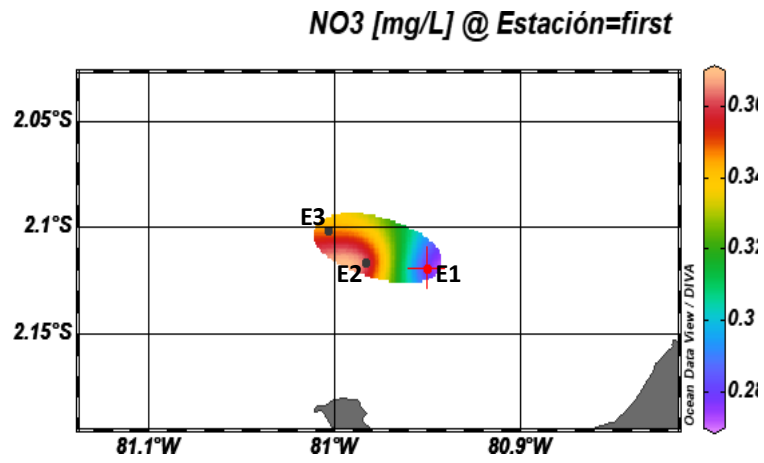
Anexo 24. Salinidad en el Estrato 30 m (M1).



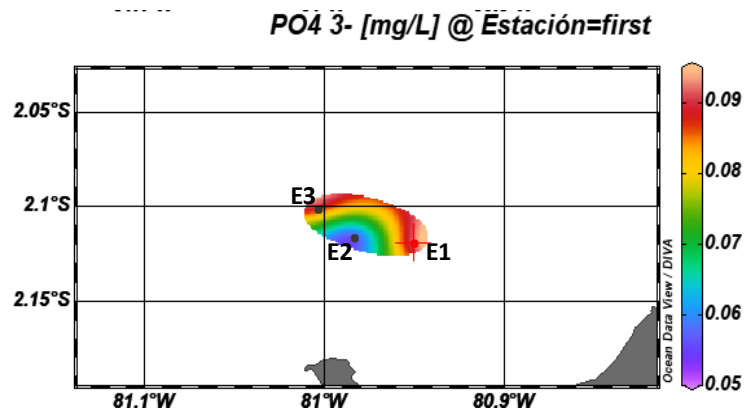
Anexo 25. Nitrito en el Estrato 30 m (M1).



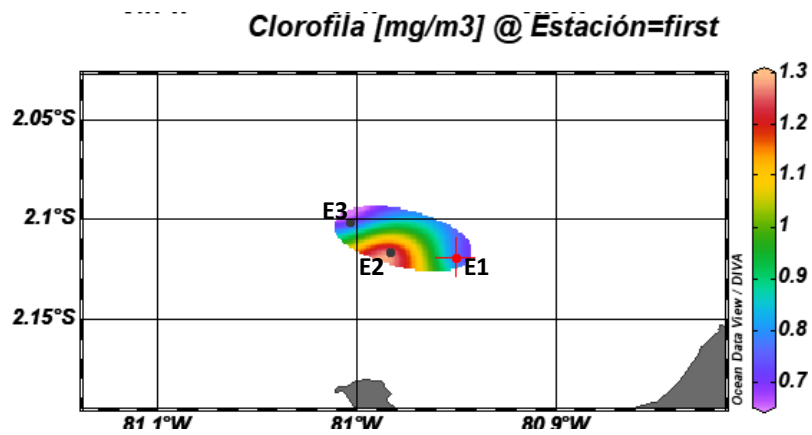
Anexo 26. Nitrato en el Estrato 30 m (M1).



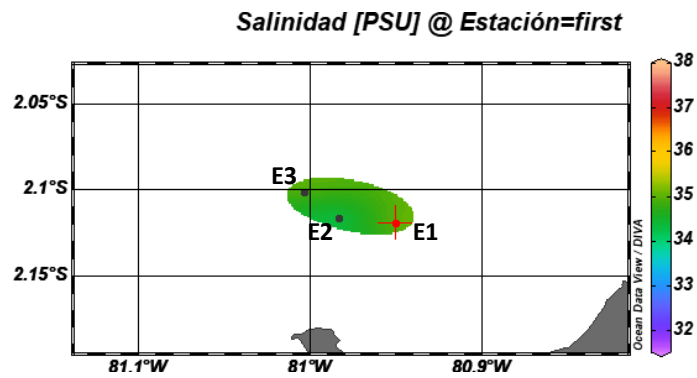
Anexo 27. Fosfato en el Estrato 30 m (M1).



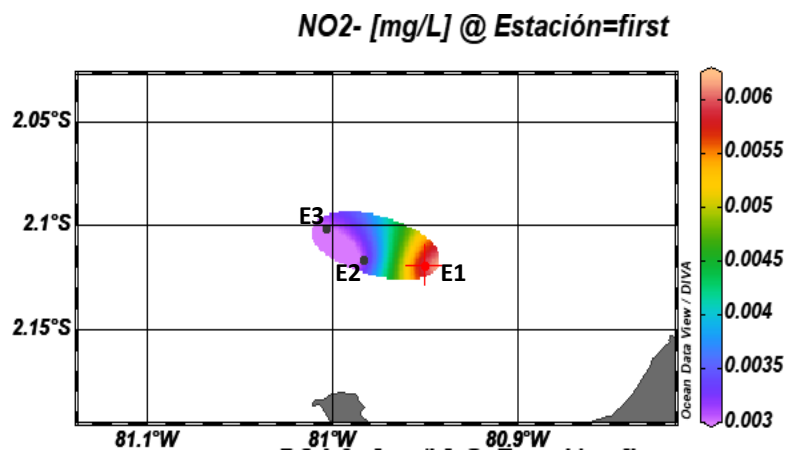
Anexo 28. Clorofila en el Estrato 30 m (M1).



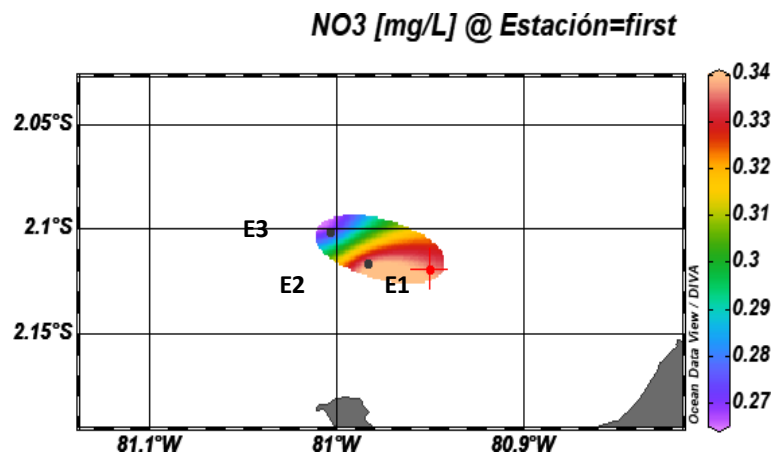
Anexo 29. Salinidad en el Estrato 10 m (M2).



Anexo 30. Nitrito en el Estrato 10 m (M2).

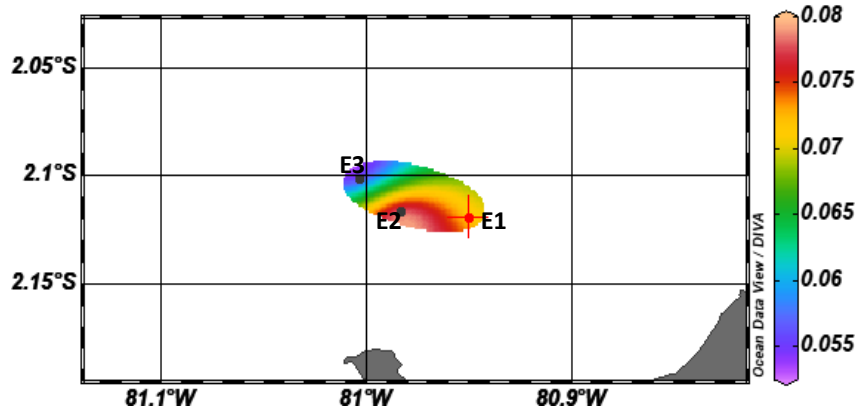


Anexo 31. Nitrato en el Estrato 10 m (M2).



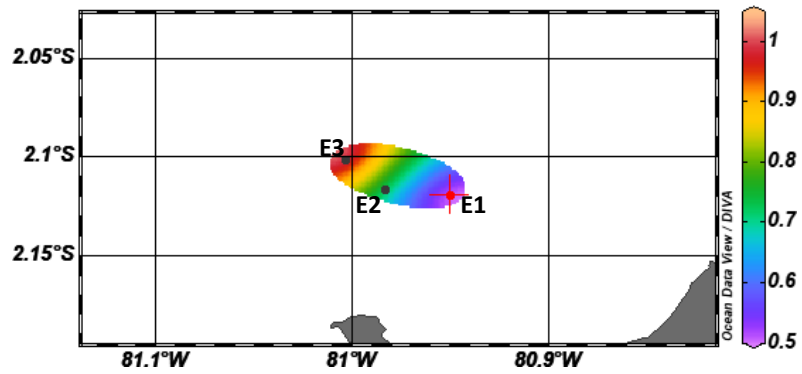
Anexo 32. Fosfato en el Estrato 10 m (M2).

***PO4 3- [mg/L] @ Estación=first***



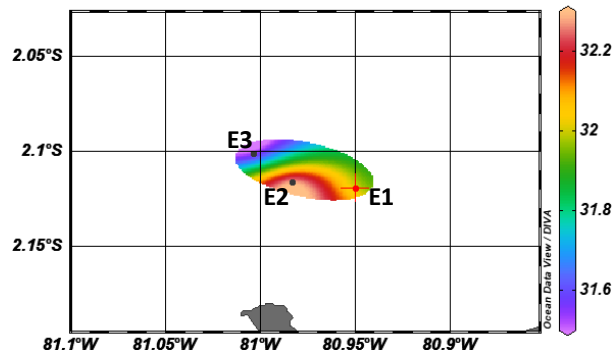
Anexo 33. Clorofila en el Estrato 10 m (M2).

***Clorofila [mg/m3] @ Estación=first***

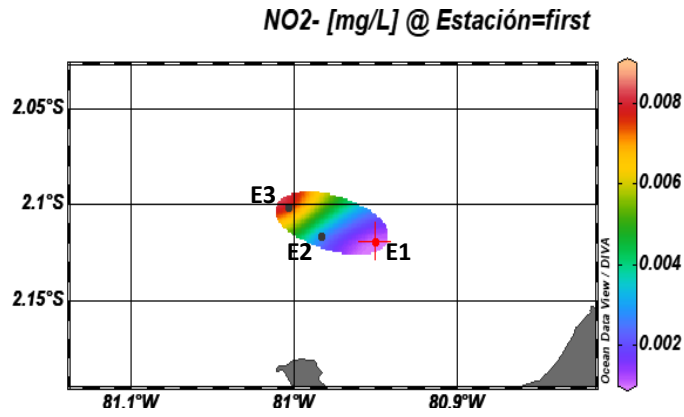


Anexo 34. Salinidad en el Estrato 30 m (M2).

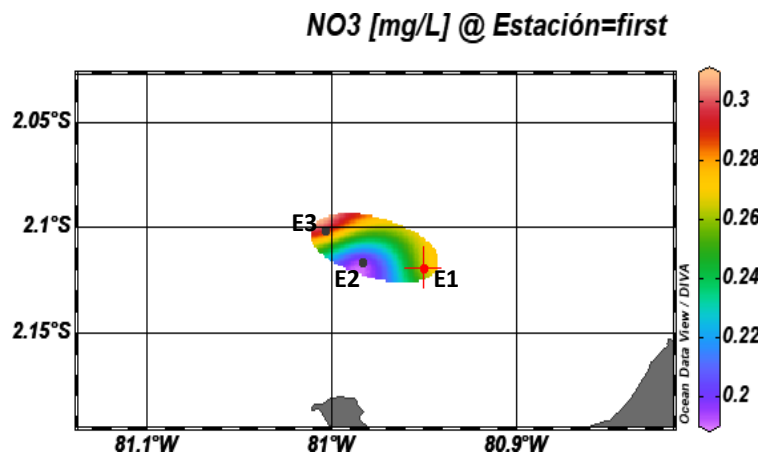
***Salinidad [PSU] @ Estación=first***



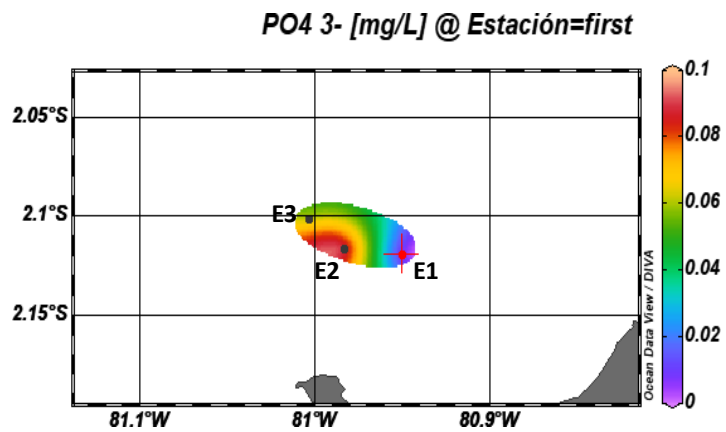
Anexo 35. Nitrito en el Estrato 30 m (M2).



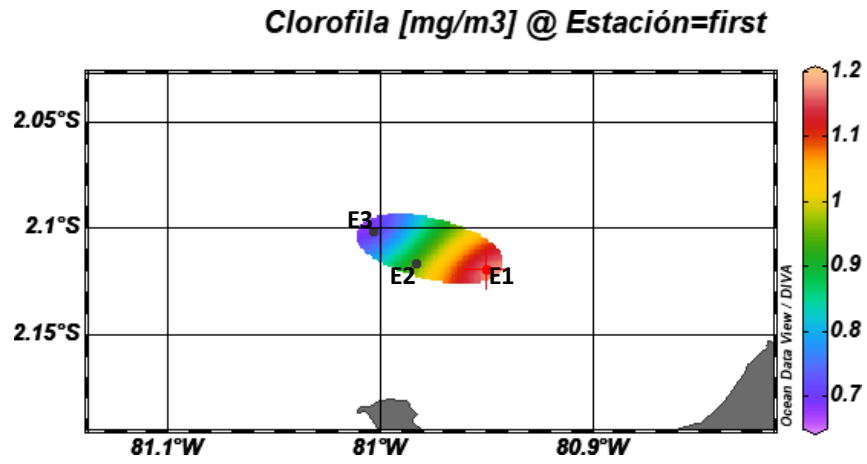
Anexo 36. Nitrato en el Estrato 30 m (M2).



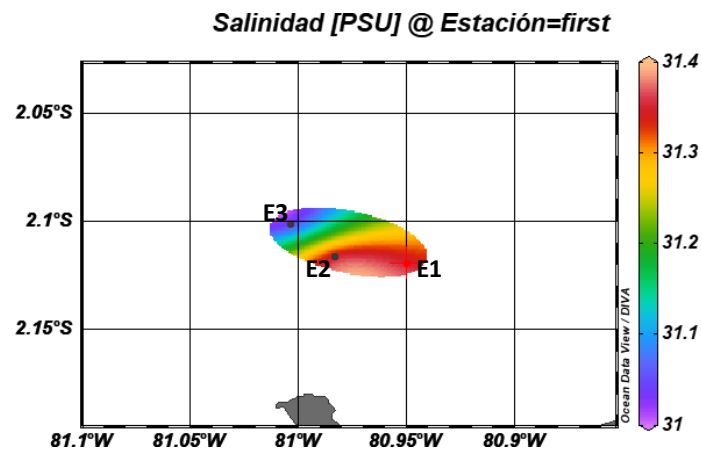
Anexo 37. Fosfato en el Estrato 30 m (M2).



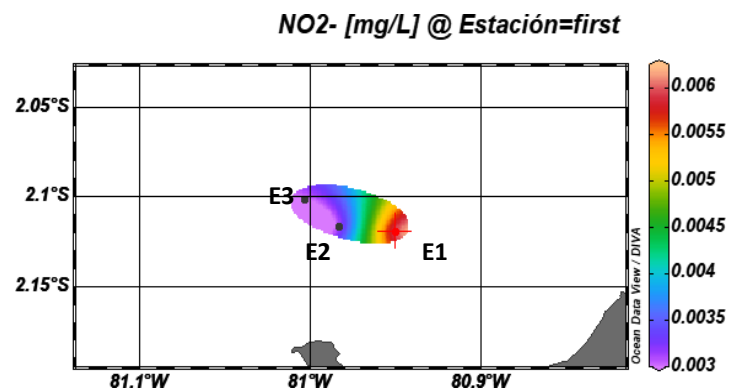
Anexo 38. Clorofila en el Estrato 30 m (M2).



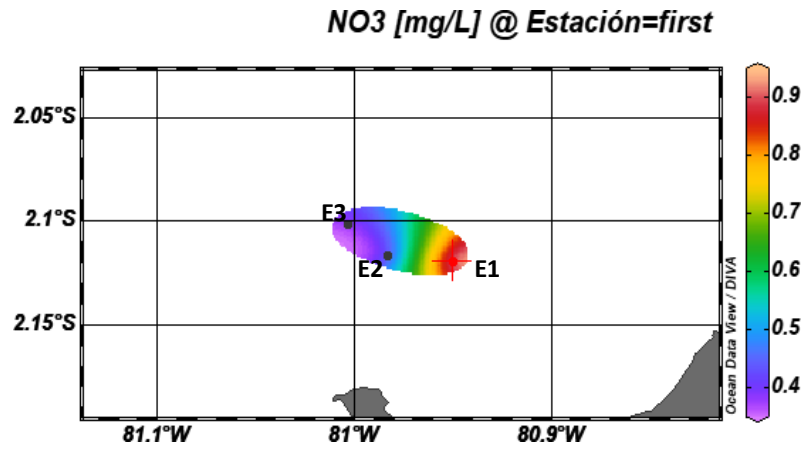
Anexo 39. Salinidad en el Estrato 10 m (M3).



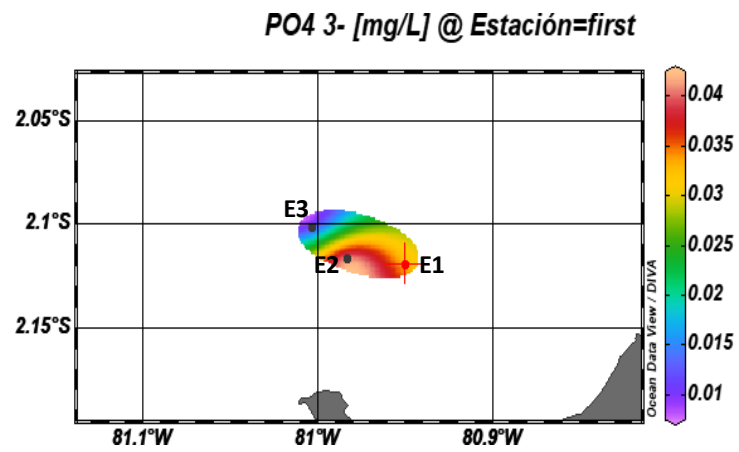
Anexo 40. Nitrito en el Estrato 10 m (M3).



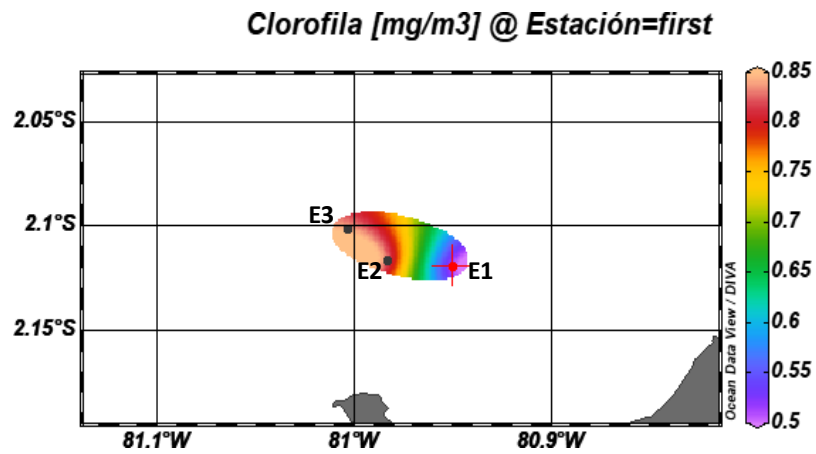
Anexo 41. Nitrato en el Estrato 10 m (M3).



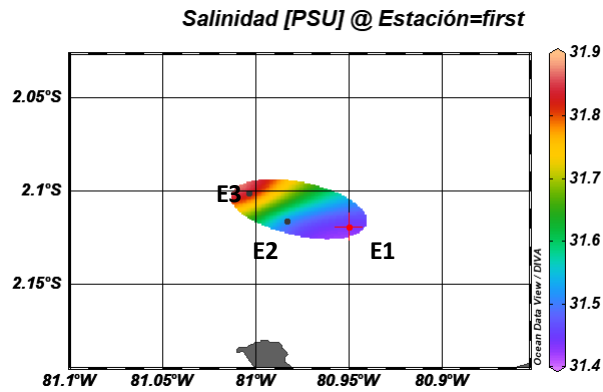
Anexo 42. Fosfato en el Estrato 10 m (M3).



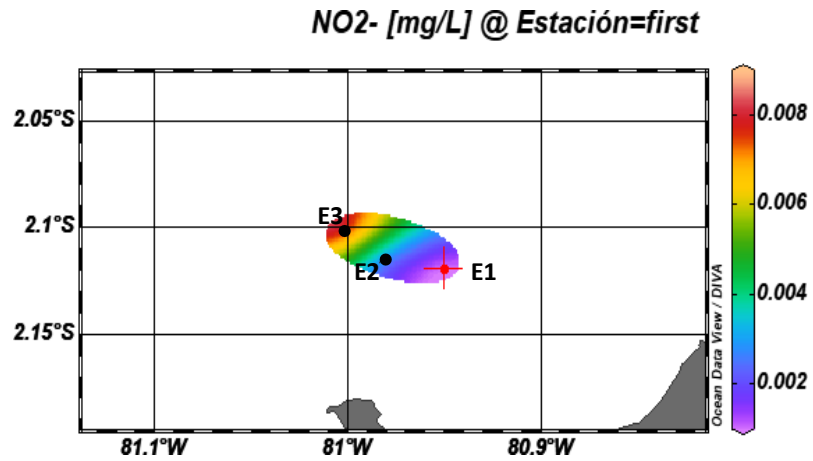
Anexo 43. Clorofila en el Estrato 10 m (M3).



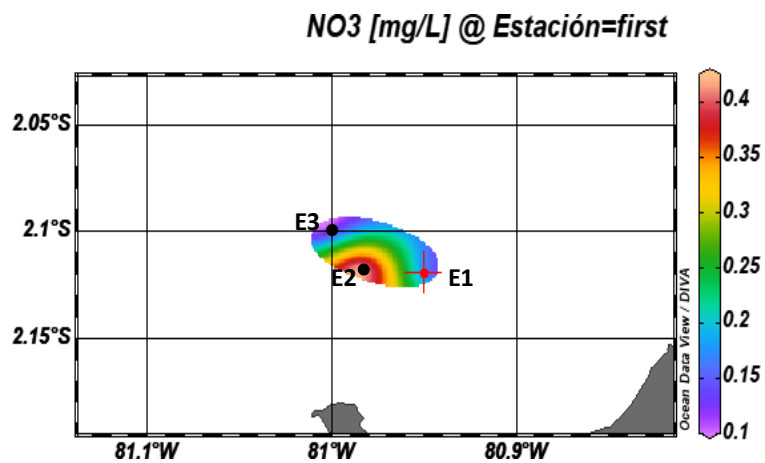
Anexo 44. Salinidad en el Estrato 30 m (M3).



Anexo 45. Nitrito en el Estrato 30 m (M3).



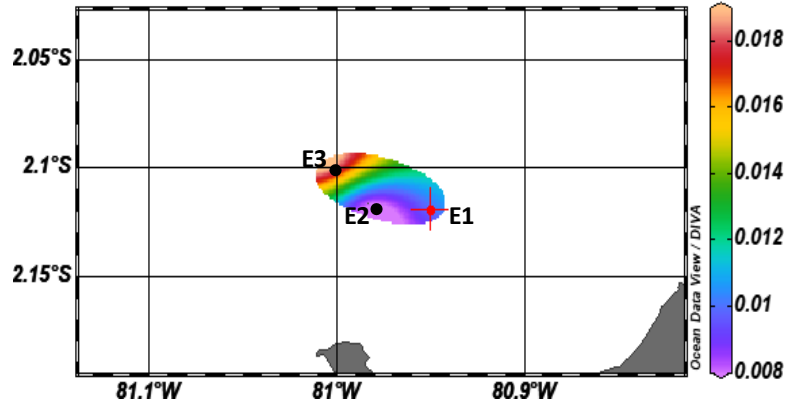
Anexo 46. Nitrato en el Estrato 30 m (M3).





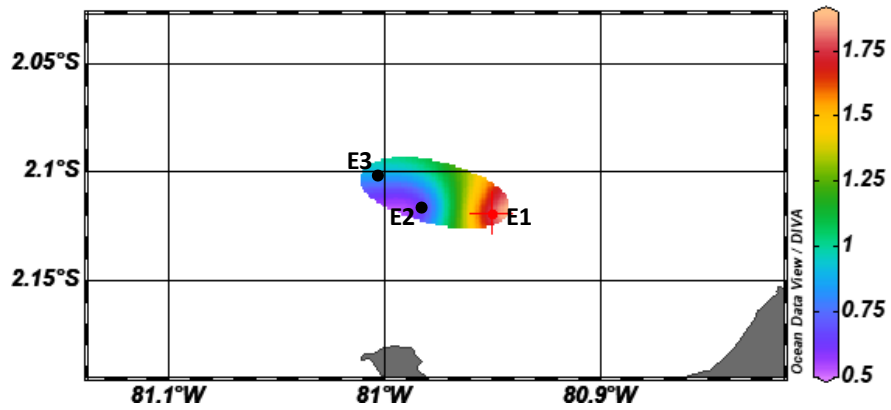
Anexo 47. Fosfato en el Estrato 30 m (M3).

***PO4 3- [mg/L] @ Estación=first***



Anexo 48. Clorofila en el Estrato 30 m (M3).

***Clorofila [mg/m3] @ Estación=first***



## Anexo 20. Certificación de especies registradas por parte del IPIAP.



Instituto Público de Investigación de  
Acuicultura y Pesca

# INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA

PROCESO DE INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE  
Unidad de Recursos Oceanografía y Cambio Climático  
ÁREA PLANCTON

---

Universidad Península de Santa Elena (UPSE)  
Facultad de Ciencias del Mar  
Carrera de Biología

---

Guayaquil, 16 de junio 2024

A quien corresponda,

Por medio de la presente, confirmamos que la estudiante **Ambar Nayeli Castillo Vique**, con matrícula N.º 12020570515, ha sometido su TIC titulado "**Quetognatos como indicadores de condiciones ambientales en las costas de Salinas**" a revisión. El Trabajo de Integración Curricular ha sido evaluado en su totalidad y se le han realizado las respectivas observaciones, correcciones y sugerencias necesarias para su mejora. La revisión fue llevada a cabo por los técnicos del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) del Área de Plancton:

- **Blgo. Robert Bucheli [Revisor 1]**, M.Sc., Investigador Pesquero IPIAP
- **Blga. Jacqueline Cajas F. [Revisor 2]**, M.gs., Investigador Pesquero IPIAP

El contenido del Trabajo de Integración Curricular ha sido cuidadosamente examinado, asegurando que las ocho especies están bien identificadas tales como: *Sagitta enflata*, *S. peruviana*, *S. popovicil*, *S. neglecta*, *S. regularis*, *S. bruuni*, *S. betodi* y *S. pacifica*. Además, hemos proporcionado retroalimentación detallada para asegurar que cumple con los estándares académicos y científicos de la Universidad Península de Santa Elena (UPSE). La estudiante ha demostrado una actitud receptiva y diligente en la incorporación de nuestras recomendaciones.

Por lo tanto, avalamos que el TIC de la estudiante **Ambar Nayeli Castillo Vique** está en proceso de finalización de acuerdo con las normativas establecidas por nuestra institución.

Atentamente,



**Blga. Jacqueline Cajas F. Mgs.**  
Investigador Pesquero  
Responsable Área Plancton



**Blgo. Robert Bucheli Q. MSc.**  
Investigador Pesquero

Dirección: Letamendi #102 y la Ría  
Código postal: 090314 / Guayaquil-Ecuador  
Teléfono: +593-4-2401773 / 2401776 / 2401779  
[www.institutopesca.gob.ec](http://www.institutopesca.gob.ec)





La Libertad, 07 de julio de 2024

**CERTIFICADO ANTIPLAGIO**

**001-TUTOR CEAR-2024**

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado “**Quetognatos como indicadores de condiciones ambientales en la costa de Salinas**”, elaborado por la estudiante **Castillo Vique Ambar Nayeli**, con **C.I. 0606212868** egresada de la Carrera de Biología, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 9% de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

---

**Andrade Ruiz Eufredo Carlos**

**C.I.: 0910798750**

**DOCENTE TUTOR**

## Reporte Urkund.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
*magister*

### COMPILADO AMBAR CASTILLO

**9%**  
Textos sospechosos

9% Similitudes  
< 1% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas

0% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: COMPILADO AMBAR CASTILLO.docx  
ID del documento: 908bb81a8d1f829118cd4cb1accd1771e544711f  
Tamaño del documento original: 68,92 kB

Depositante: EUFREDO CARLOS ANDRADE RUIZ  
Fecha de depósito: 5/7/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 5/7/2024

Número de palabras: 11.921  
Número de caracteres: 73.461

Ubicación de las similitudes en el documento:

**Fuentes principales detectadas**

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://vlex.ec/vid/codigo-organico-economia-social-868592053">vlex.ec   Código Orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad ...</a> 6 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (280 palabras)
2	<a href="https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta15/OCE1501_6.pdf">www.inocar.mil.ec</a> 3 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (153 palabras)
3	<a href="https://www.ucm.es/data/cont/docs/865-2013-08-22-J1_QUETOGNATOS.pdf">www.ucm.es</a>	1%		Palabras idénticas: 1% (166 palabras)
4	<a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6610/1/UPSE-TBM-2021-0020.pdf">repositorio.upse.edu.ec</a>	1%		Palabras idénticas: 1% (122 palabras)
5	<a href="https://1library.co/document/zvw74kjv-quetognatos-indicadores-eventos-climaticos-anomalos-ocaa...">1library.co   Quetognatos: Indicadores de eventos climáticos anómalos en el Océa...</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (73 palabras)

**Fuentes con similitudes fortuitas**

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales