



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

TÍTULO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Caracterización de la fauna asociada al cultivo de *Magallana gigas*
de la familia Ostreidae en sistemas suspendidos en el mar frente a la
comuna Monteverde, provincia de Santa Elena, Ecuador

AUTOR

Blga. Teresa Alejandra Villavicencio Pérez

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

TUTOR

Ph.D. Jerry Landívar Zambrano

**Santa Elena, Ecuador
2025**

DEDICATORIA

A quienes me empujaron a terminar lo que empecé.

A los que creyeron en mí, cuando ni yo me tenía Fe.

Quienes, con una palabra de aliento, me apoyaron en cada momento.

Dedicado a mis papis, a Cesar Reyes y a mis amigos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la organización pesquera quien me abrió las puertas para descubrir las maravillas ocultas que rodean este universo llamado ostricultura.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por darme las herramientas para completar mi formación académica.

Una vez más, a quienes me empujaron seguir para culminar mi estudio.

APROBACIÓN DEL TUTOR

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Teresa Alejandra Villavicencio Pérez, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático.

TUTOR

Ph.D. Jerry Landívar Zambrano

11 días del mes de junio del año 2025

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Roxana Álvarez Acosta, PhD.
COORDINADORA DEL PROGRAMA

M.Sc. Jerry Landivar Zambrano, PhD.
TUTOR

MSc. Dennis Tomalá Solano.
DOCENTE ESPECIALISTA 1

MSc. Yadira Solano Vera.
DOCENTE ESPECIALISTA 2

Abg. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL

AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR

Yo, Teresa Alejandra Villavicencio Pérez

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 11 días del mes de junio del año 2025

Blga. Teresa Alejandra Villavicencio Pérez

AUTORA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Teresa Alejandra Villavicencio Pérez

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación “Caracterización de la fauna asociada al cultivo de *Magallana gigas* de la familia Ostreidae en sistemas suspendidos en el mar frente a la comuna Monteverde, provincia de Santa Elena, Ecuador”, previo a la obtención del título en Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 11 días del mes de junio del año 2025

Blga. Teresa Alejandra Villavicencio Pérez

AUTORA

INDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA..... | II |
| AGRADECIMIENTO..... | III |
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | IV |
| TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN..... | V |
| AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR..... | VI |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD..... | 1 |
| INDICE GENERAL..... | 2 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 5 |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | 6 |
| INDICE DE ILUSTRACIONES..... | 7 |
| INDICE DE ANEXOS..... | 8 |
| RESUMEN..... | 9 |
| ABSTRACT..... | 10 |
| INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| PROBLEMÁTICA..... | 17 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 19 |
| OBJETIVOS..... | 20 |
| Objetivo General..... | 20 |
| Objetivos Específicos..... | 20 |
| HIPÓTESIS..... | 21 |
| MARCO TEÓRICO..... | 22 |
| ANTECEDENTES..... | 22 |
| CULTIVO DE <i>Magallana gigas</i> A NIVEL MUNDIAL..... | 23 |
| <i>Magallana gigas</i> | 24 |
| BIODIVERSIDAD ASOCIADA A LOS CULTIVOS DE <i>Magallana gigas</i> | 25 |
| SISTEMA DE CULTIVO DE <i>Magallana gigas</i> EN ECUADOR..... | 27 |
| AMBIENTES EURIHALINOS..... | 29 |
| AMBIENTES EURITÉRMICOS..... | 29 |
| CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ZONA COSTERA ECUATORIANA... 30 | |

| | |
|---|----|
| COSTA CENTRO-SUR, PROVINCIA DE SANTA ELENA (CLIMA TROPICAL SECO)..... | 30 |
| CONDICIONES AMBIENTALES Y OCEANOGRÁFICAS EN LA COMUNA MONTEVERDE..... | 32 |
| MÉTODOS DE PRESERVACIÓN DE ORGANISMOS MARINOS | 34 |
| CONSERVACIÓN DE MUESTRAS DE MICROALGAS MARINAS | 34 |
| FIJACIÓN CON FORMOL O LUGOL | 35 |
| DIVERSIDAD ECOLÓGICA | 35 |
| MARCO LEGAL..... | 35 |
| METODOLOGÍA..... | 37 |
| ÁREA DE ESTUDIO | 37 |
| MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN | 39 |
| TRABAJO <i>IN SITU</i> | 40 |
| COLECTA DE MUESTRAS DE MACROFOULING | 40 |
| COLECTA DE MUESTRAS DE MICROALGAS | 43 |
| PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS | 43 |
| FASE DE LABORATORIO..... | 43 |
| CUANTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DE MICROALGAS..... | 43 |
| IDENTIFICACION DE MACROFOULING | 44 |
| METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE ACUERDO CON EL GRUPO..... | 45 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 46 |
| ANÁLISIS PARA MEDIR LA DIVERSIDAD ECOLOGICA..... | 47 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 48 |
| IDENTIFICACION DEL MACROFOULING | 48 |
| ABUNDANCIA DE ORGANISMOS EN GRUPO 1 – VERDE..... | 49 |
| ABUNDANCIA DE ORGANISMOS EN GRUPO 2 – AMARILLO..... | 52 |
| ABUNDANCIA DE ORGANISMOS EN GRUPO CONTROL | 56 |

| | |
|--|-----|
| DISTRIBUCIÓN ESPACIAL | 58 |
| ANÁLISIS CUALITATIVO..... | 58 |
| GRUPO VERDE | 59 |
| GRUPO AMARILLO | 61 |
| GRUPO CONTROL | 63 |
| ABUNDANCIA DE MICROALGAS | 64 |
| ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 66 |
| REGISTRO DEL MACROFOULING MÁS RELEVANTE LOCALIZADO EN LA ZONA DE MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA..... | 69 |
| DISCUSIÓN..... | 75 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 81 |
| RECOMENDACIONES | 83 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 85 |
| ANEXOS..... | 93 |
| CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO | 104 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación de <i>Magallana gigas</i> . Fuente: WoRM, 2025. | 23 |
| Tabla 2. Calendario de planificación de los muestreos. | 41 |
| Tabla 3. Ejemplo de rotulación de las muestras colectadas en campo. | 42 |
| Tabla 4. Rótulo y método de muestreo de acuerdo con los pisos del grupo 1 - verde. | 49 |
| Tabla 5. Rótulo y método de muestreo de acuerdo con los pisos del grupo 2 - amarillo.... | 52 |
| Tabla 6 Parámetros físicos del agua de mar tomados durante los muestreos..... | 58 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Phylum de fauna acompañante identificados en el área de estudio. | 48 |
| Gráfico 2. Abundancia obtenida en el muestreo 1 del grupo verde realizado el 22 de enero del 2024. | 50 |
| Gráfico 3. Abundancia Relativa primer muestreo realizado en el grupo 1-verde el 22 de enero del 2024. | 50 |
| Gráfico 4. Abundancia obtenida en el muestreo 2 del grupo verde realizado el 15 de marzo del 2024. | 51 |
| Gráfico 5. Abundancia Relativa segundo muestreo realizado en el grupo 1-verde el 15 de marzo del 2024. | 52 |
| Gráfico 6. Abundancia obtenida en el muestreo 1 del grupo amarillo realizado el 29 de enero del 2024. | 53 |
| Gráfico 7. Abundancia Relativa primer muestreo realizado en el grupo 2-amarillo el 29 de enero del 2024. | 54 |
| Gráfico 8. Abundancia obtenida en el muestreo 2 del grupo amarillo realizado el 22 de marzo del 2024. | 55 |
| Gráfico 9. Abundancia Relativa segundo muestreo realizado en el grupo 2-amarillo el 22 de marzo del 2024..... | 56 |
| Gráfico 10. Abundancia obtenida en la linterna control realizado el 22 de marzo del 2024. | 57 |
| Gráfico 11. Abundancia Relativa del muestreo realizado en el grupo control el 22 de marzo del 2024. | 58 |
| Gráfico 12. Parámetros físicos del agua de mar durante los muestreos, donde se midió temperatura (°C), salinidad (ppt), pH, y OD (mg/L)..... | 59 |
| Gráfico 13. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de las linternas 1, 2 y 3 del 22 de enero del 2024. | 60 |
| Gráfico 14. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de las linternas 1, 2 y 3 del 15 de marzo del 2024. | 61 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 15. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de las linternas 1, 2 y 3 del 29 de enero del 2024. | 62 |
| Gráfico 16. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de las linternas 1, 2 y 3 del 22 de marzo del 2024. | 63 |
| Gráfico 17. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de la linterna control del 22 de marzo del 2024. | 64 |
| Gráfico 18. Cuantificación de microalgas durante los muestreos | 65 |
| Gráfico 19. Riqueza específica entre las linternas de la investigación..... | 66 |
| Gráfico 20. Abundancia total de los individuos en las linternas del muestreo desde enero a marzo 2024. | 67 |
| Gráfico 21. Índice de Shannon-Wiener (1949). | 68 |
| Gráfico 22. Índice de equidad (Evenness e^H/S)..... | 68 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. <i>Magallana gigas</i> , valva cóncava a la izquierda, y valva plana a la derecha. Fuente: Autor..... | 25 |
| Ilustración 2. Organismos incrustantes en boya y cabo. Fuente: Autor. | 26 |
| Ilustración 3. linterna o jaula con adherencias en su estructura. Fuente: Autor..... | 26 |
| Ilustración 4. <i>Magallana gigas</i> con organismos incrustantes. Fuente: Autor. | 26 |
| Ilustración 5. Sistema suspendido o long line en el mar. Fuente: Autor. | 27 |
| Ilustración 6. Contenedor “Lantern net” o linterna para juveniles y engorde. Fuente: Autor. | 28 |
| Ilustración 7. Diagrama de las precipitaciones en la costa centro – sur, provincia de Santa Elena, desde la estación meteorológica de La Libertad. Fuente: INOCAR, 2015. | 31 |
| Ilustración 8. Velocidad, dirección y frecuencia del viento predominantes. a) estación húmeda, y b) estación seca – La Libertad. Fuente: INOCAR (2015). | 32 |
| Ilustración 9. Distribución de las corrientes superficiales en el sector de Monteverde. Fuente: INOCAR (2015). | 33 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 10. Circulación superficial desde la puntilla de Salinas hasta Monteverde (INOCAR, 2009). | 38 |
| Ilustración 11. Área de cultivo frente a la comuna Monteverde. | 38 |
| Ilustración 12. Sistema de cultivo de prueba. Fuente: Autor..... | 39 |
| Ilustración 13. Metodología de investigación: ilustración de la profundidad de los pisos, número de linternas por grupo y linterna control. | 41 |
| Ilustración 14. Ejemplar de <i>Octopus mimus</i> colectado en Monteverde | 69 |
| Ilustración 15. Ejemplar <i>Ophiocomella alexandri</i> colectado en Monteverde..... | 71 |
| Ilustración 16. Ejemplar de <i>Spondylus crassisquama</i> colectado en Monteverde..... | 72 |
| Ilustración 17. Ejemplar de <i>Echinometra vanbrunti</i> colectado en Monteverde..... | 73 |
| Ilustración 18. Ejemplar de <i>Panulirus gracilis</i> colectado en Monteverde | 74 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Especies registradas en la linterna control. | 93 |
| Anexo 2. Especies registradas en la linterna del grupo 1. | 94 |
| Anexo 3. Especies registradas en la linterna del grupo 1 – verde | 95 |
| Anexo 4. Especies registradas en la linterna del grupo 2 | 96 |
| Anexo 5. Especies registradas en la linterna del grupo 2 | 97 |
| Anexo 6. Especies registradas durante el periodo de enero a marzo del 2024..... | 99 |
| Anexo 7. Salida desde la playa de la comuna Monteverde para la toma de muestras. | 101 |
| Anexo 8. Trabajo en campo, recolección de las muestras durante la jornada de limpieza en el cultivo de <i>Magallana gigas</i> | 101 |
| Anexo 9. Linterna con biofouling adherido. | 102 |
| Anexo 10. Preservación de muestras..... | 102 |
| Anexo 11. Laboratorio de Ciencias del Mar, Universidad Estatal Península de Santa Elena | 103 |

RESUMEN

Con el propósito de caracterizar la diversidad biológica del macrofouling asociado a un cultivo suspendido de *Magallana gigas* ubicado frente a la comuna Monteverde, provincia de Santa Elena, Ecuador, durante la temporada lluviosa del año 2024, se realizaron muestreos en jornada diurna cuando se realizaba la limpieza y traspaso de las ostras, durante los meses de enero y marzo del 2024, se realizó tres grupos: verde, amarillo y control; con tres réplicas cada uno a excepción del grupo control que contó con una linterna. Se identificó 34 especies de macrofouling, de los cuales 1 pertenece al phylum Annelida (Phyllodocida), 13 al phylum Arthropoda (Amphipoda, Decapoda, y Sessilia), 2 phylum Bryozoa (Cheilostomatida), 1 phylum Chordata (Phlebobranchia), 1 phylum Cnidaria (Scleractinia), 3 phylum Echinoderma (Ophiacanthida, Diadematoida, y Camarodonta), 12 phylum Mollusca (Octopoda, Ostreida, Nudibranchia, Amphipoda, Pectinida, y Mytilida) y 1 phylum Platyhelminthe (Polycladia), de los cuales se encuentran distribuidas en 16 órdenes, y 28 familias.

Los análisis estadísticos se utilizaron InfoStat versión 2020 y PAST (Paleontological Statistics) versión 4.03. Los resultados mostraron que las linternas con mayor tiempo de inmersión y menor manipulación favorecieron el desarrollo de comunidades bentónicas. El grupo control presento mayor riqueza y distribución homogénea (1, 5, y 10). El grupo amarillo destacó por su alta abundancia, concentrada en pisos superficiales e intermedios (5). En cambio, el grupo verde, evidenció una colonización progresiva hacia pisos profundos (10).

Además, se identificó una alta concentración de microalgas en enero (± 417 células/60L), disminuyendo en marzo (± 297 células/60L), lo que influyo en la presencia de especies filtradoras. La disponibilidad de fitoplancton, asociada a eventos climáticos como El Niño costero y descargas fluviales, actuó como un factor ecológico relevante para la sucesión del *biofouling*.

Palabras clave: *Magallana*, *Ecuador*, *biofouling*, *temporada lluviosa*, *macrofouling*, *Monteverde*, *Santa Elena*.

ABSTRACT

With the aim of characterizing the biological diversity of macrofouling associated with a suspended *Magallana gigas* farm located off the coast of Monteverde commune, Santa Elena province, Ecuador, during the rainy season of 2024, sampling was carried out during daytime work sessions, coinciding with oyster cleaning and transfer operations, in January and March 2024. Three experimental groups were established: green, yellow, and control, with three réplicates each, except for the control group, which had only one lantern.

A total of 34 macrofouling species were identified, distributed as follows: 1 species from the phylum Annelida (Phyllodocida), 13 from Arthropoda (Amphipoda, Decapoda, and Sessilia), 2 from Bryozoa (Cheilostomatida), 1 from Chordata (Phlebobranchia), 1 from Cnidaria (Scleractinia), 3 from Echinodermata (Ophiacanthida, Diadematoidea, and Camarodonta), 12 from Mollusca (Octopoda, Ostreida, Nudibranchia, Amphipoda, Pectinida, and Mytilida), and 1 from Platyhelminthes (Polycladia), comprising 16 orders and 28 families.

Statistical analyses were performed using InfoStat version 2020 and PAST (Paleontological Statistics) version 4.03. The results showed that lanterns with longer immersion times and less manipulation favored the development of benthic communities. The control group exhibited higher species richness and homogeneous distribution across floors 1, 5, and 10. The yellow group showed the highest total abundance, concentrated in the surface and intermediate floors (floor 5). In contrast, the green group exhibited a progressive colonization pattern towards deeper floors (floor 10).

Additionally, a high concentration of microalgae was recorded in January (± 417 cells/60L), decreasing in March (± 297 cells/60L), which influenced the presence of filter-feeding species. The availability of phytoplankton, associated with climatic events such as coastal El Niño and river discharges, acted as a key ecological factor for the succession of *biofouling* communities.

Keywords: *Magallana*, Ecuador, *biofouling*, rainy season, macrofouling, Monteverde, Santa Elena.

TEMA

Caracterización de la fauna asociada al cultivo de *Magallana gigas* de la familia Ostreidae en sistemas suspendidos en el mar frente a la comuna Monteverde, provincia de Santa Elena, Ecuador

INTRODUCCIÓN

En la región costera ecuatoriana, los sistemas de maricultura se ha consolidado como una alternativa productiva que, además de su importancia económica generada localmente, crea hábitats artificiales capaces de albergar una notable diversidad biológica. Particularmente el cultivo de *Magallana gigas* (Thunberg, 1793), anteriormente conocida *Crassostrea gigas* es conocida como ostra japonesa u ostra del Pacífico, es un molusco bivalvo originario de Japón (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2023); es cultivado en muchas partes del mundo debido a su alta adaptabilidad, resistencia y tolerancia a diversas condiciones ambientales (Shpigel & Blaylock, 1991, Mann et al., 1991), convirtiéndola en una opción para la acuicultura terrestre y marina.

Fue introducida en el Ecuador en 1989 como experimento productivo en granjas camaroneras de dominio privado en la provincia del Guayas (Osorio, 1989) y a partir del año 2012 empezó su cultivo en el mar abierto a nivel artesanal en las localidades de Manabí-Puerto López, Santa Elena-Monteverde, Palmar, y Guayas-Posorja, Chanduy, y Anconcito (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca [MAGAP], 2012) con comunidades pesqueras artesanales, esto con el objeto de dar nuevas alternativas de la pesca extractiva dado al gran potencial a nivel mundial; de acuerdo a lo reportado por FAO (2024) indica que la producción de productos acuáticos en el año 2022 (incluyendo pesca y acuicultura) alcanzó una producción récord a nivel mundial correspondiente al 51% que significa 94 millones de toneladas, superando a los de origen pesquero que registro un 49%, es decir, 91 millones de toneladas mientras que la producción ostrícola a nivel global fue de 6.2 toneladas, siendo en su mayoría provenientes del océano Pacífico seguido del océano Atlántico. En Ecuador registra que en el año 2023 se produjo 78 toneladas aproximadamente de *Magallana gigas* (FishStatJ-FAO, 2025).

El cultivo de *Magallana gigas* ha sido desarrollado principalmente con organizaciones de pescadores artesanales que apuestan por el ostricultivo como medida de diversificación productiva y económica, además de ser considerado de bajo impacto ambiental (MAGAP, 2012) lo cual resulta altamente atractivo (Lodeiros et al., 2017). El sistema empleado es de fondo denominado sistema suspendido o *long line*, el cual consiste en la instalación de una línea madre de material de polipropileno con una extensión de 100 metros de longitud, donde se colocan estructuras denominadas contenedores o linternas a una profundidad de 8 a 10 metros. La duración del cultivo de la *Magallana gigas* en el Ecuador, en la provincia de Santa Elena es de 8 a 10 meses aproximadamente (Lombeida, 1999), los cuales se los denomina “ciclos de cultivo”; en estos se realizan jornadas de limpieza, y mantenimiento para eliminar el *biofouling* o las especies incrustantes que se adhieren y crecen en el interior y exterior de los cabos, contenedores, boyas entre otros componentes del sistema de cultivo.

Diversos estudios evidencian que las estructuras en maricultura, como linternas y plataformas flotantes, favorecen la colonización de comunidades bentónicas, que incluye moluscos, crustáceos, macroalgas, poliquetos y peces, lo que contribuye a la complejidad ecológica y funcional de los ecosistemas costeros (Montaño-Moctezuma et al., 2019; Cedeño et al., 2017). El *biofouling* se desarrolla naturalmente en cualquier estructura fija o móvil en el medio; su desarrollo, crecimiento, abundancia en especies y población dependerá de la época climática y meteorológica que favorezca su desarrollo y crecimiento donde sea que esta se ubique, esto es considerado un gran problema dado que resta vida útil a las superficies de las estructuras de los equipos, sistemas, materiales y demás (Callow & Callow, 2002; Lacoste & Gaertner-Mazouni, 2014), sin embargo, poco se ha estudiado de los tipos de organismos que afloran dentro de las estructuras de los cultivos ostrícolas en Ecuador.

Existen diferentes tipos de *biofouling* que colonizan las superficies sumergidas (sistema de cultivo), los cuales están clasificados en microfouling y macrofouling, siendo este último grupo representado principalmente por algas filamentosas, briozoos, ascidias, hidrozoos, esponjas, moluscos, crustáceos, entre otros, los cuales compiten por espacio y alimento (Fitridge et al., 2012).

En el sistema suspendido o *long line*, al mantense sumergido por largos periodos de tiempo en el mar, permite que diferentes organismos invertebrados y vertebrados puedan aflorar dentro de las estructuras, siendo atraídos inicialmente por la disponibilidad de alimento como es la ostra, sin embargo, existen otros organismos que aprovechan el sitio para poder descansar, quedando atrapados cuando estos obtienen un mayor tamaño a la inicial, lo cual no les permite posteriormente salir de la linterna. Este tipo de estructura no solo sirve para el desarrollo de la *Magallana gigas*, sino que nos permite evaluar la diversidad de organismos marinos acompañantes.

El efecto del *biofouling* en la acuicultura de la *Magallana gigas* se desarrolla en las infraestructuras sumergidas y en las conchas el cual crea un nuevo sustrato para una amplia gama de epibiontes que se encuentran en el medio marino, principalmente compuestos por filtradores suspendidos (Lacoste & Gaertner-Mazouni, 2015). Este fenómeno es generalmente considerado como una plaga para la acuicultura de bivalvos (ostricultura), y su control resulta en costos adicionales que pueden representar hasta el 30% de los costos operativos totales de la industria. Los epibiontes no solo tienen consecuencias para los basibiontes (huésped), sino que también pueden alterar el funcionamiento ecológico del ecosistema utilizado. Los autores destacan que la evaluación del efecto neto del *macrofouling* es mucho más compleja de lo estimado, ya que combina efectos negativos y positivos tanto en la producción comercial como en el ecosistema. Además, señalan que la eliminación del *biofouling* puede ser estresante y perjudicial para las especies cultivadas, por lo que el control del *biofouling* debe reconsiderarse cuidadosamente, basándose en un enfoque holístico que considere: (i) las interacciones entre el *macrofouling* y la ostra; (ii) su impacto en el producto final; y (iii) su contribución a la sostenibilidad del ecosistema utilizado (López, 2023).

La diversidad de la fauna y flora en las corrientes del Ecuador se da principalmente porque la costa ecuatoriana continental se encuentra influenciada por la corriente de Humboldt del lado Sur, la corriente Panamericana del lado Norte y del oeste la contracorriente de Cromwell, mismas que, por sus características, provocan las condiciones climatológicas

ideales para que el mar territorial del Ecuador posea una alta productividad primaria (Mittermeier et al., 1997).

El Ecuador se encuentra en la línea ecuatorial y por sus características conlleva que no se presenten las cuatro estaciones como en otros países del Sur de Sudamérica; teniendo dos estaciones marcadas e identificadas como lluviosa y seca (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2025; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2025). En la región Costa del Ecuador predomina el clima tropical, es decir, temperaturas elevadas durante el año con variaciones estacionales en las precipitaciones, siendo que la zona costera del norte de Ecuador presente un clima tropical húmedo, mientras que la zona costera del sur sea clima tropical seco, con una estación lluviosa bien definida entre los meses de diciembre a mayo (INAMHI, 2015; Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada [INOCAR], 2015), fenómeno influenciado por la corriente cálida de El Niño y, en menor medida, por la corriente fría de Humboldt (Portilla, 2018). En la provincia de Santa Elena, en la comuna Monteverde se encuentra en una zona de clima tropical seco o árido tropical, lo que indica que posee temperaturas altas durante todo el año con precipitaciones anuales bajas durante el mes de enero a abril (INAMHI, 2015).

Estos cambios en las condiciones oceanográficas se presentan durante el año especialmente durante los meses de enero, febrero y marzo en la costa ecuatoriana, en donde se observa una mayor distribución de la clorofila a efecto del incremento de la temperatura superficial del mar, lo que conlleva al incremento de la productividad primaria (Montano, 2018), donde se ha observado diferentes interacciones de organismos que afloran en los sistemas, los mismos varían de acuerdo a la temperatura, la influencia de corrientes superficiales y submareales, profundidad, iluminación y ubicación del cultivo ostrícola en la costa ecuatoriana, estas características favorecen para desarrollar actividades turísticas y comerciales dentro del mar.

Las actividades comerciales en la última década, como la ostricultura viene en ascenso en Ecuador, teniendo mayor acogida en las comunidades pesqueras costeras debido al beneficio económico y su fácil manejo durante todo el proceso de producción (Gouilletquer

& Heral, 1997), utilizando como principal producto a escala comercial al molusco bivalvo de la especie *Magallana gigas*, debido a su fácil nivel de aceptación a escala nacional e internacional para cultivo, comercialización y consumo (Jiménez & Torres, 2023), sin embargo, la ostra del Pacífico también es considerada como especie exótica (FAO, 2023) dado que es nativa de Japón e introducida a finales de la década de los años 80 en Ecuador (Osorio, 1989), y puede llegar a modificar la distribución de las especies nativas del medio (Ruesink et al., 2005). Su producción a escala artesanal con fines comerciales se lo realiza principalmente en la provincia de Santa Elena, seguido de Manabí (Jiménez & Torres, 2023), desarrollada principalmente en el mar abierto, dentro de las dos primeras millas respecto a la costa; debido que la primera milla es zona exclusiva de reproducción de especies nativas conforme lo indica la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca (2020).

Según Reyes (2021), el *biofouling* con enfoque en el macrofouling cubre una proporción considerable de las superficies de las infraestructuras empleadas en el cultivo de *Magallana gigas*, lo que conlleva importantes repercusiones económicas al interferir con el flujo de la columna de agua cargada de plancton; elemento fundamental para el adecuado desarrollo del cultivo. Esta situación afecta directamente a los productores ostrícolas, al reducir la eficiencia del sistema productivo. En este contexto, se considera relevante realizar una recopilación y caracterización taxonómica de los organismos que conforman el macrofouling, con el propósito de identificar especies que, además de representar un problema, puedan tener un potencial valor comercial. Esta identificación permitiría diseñar y ejecutar ensayos experimentales orientados a la diversificación acuícola, especialmente en escenarios donde se plantea la posibilidad de establecer sistemas de cultivos integrados (policultivo). Solo mediante este enfoque integral es posible determinar si la presencia de dichos organismos constituye una amenaza para la productividad o, por el contrario, una oportunidad para el desarrollo sostenible del cultivo.

Se han realizado estudios de organismos encrustantes (Saá, 2015) en colectores artificiales en la comuna de Palmar, provincia de Santa Elena en enero – mayo del 2015, efectos del *biofouling* sobre el crecimiento y sobrevivencia de la ostra del Pacífico (Sánchez, 2015), distribución y diversidad de moluscos invasores en el Pacífico y su incidencia en la zona costera del Ecuador (Delgado, 2021) y la caracterización del *biofouling* asociado a los

cultivos de *Crassostrea gigas* y *Argopecten purpuratus* a través de la bibliografía 2021 (Reyes, 2021), y un estudio de la biodiversidad de invertebrados marinos y algas marinas de la costa continental del Ecuador realizado en zonas rocosas intermareales y submareales a lo largo de la costa ecuatoriana donde menciona que predomina los moluscos seguido de cnidaria y artrópodos (Cárdenas-Calle et al., 2020), sin embargo, esta información no ha sido publicada en revistas científicas a excepción del último estudio y no se ha realizado una investigación específica en comunidades biológicas asociadas a sistemas de maricultura, y en especial a cultivos de *M. gigas*, los cuales son escasos, lo que evidencia la necesidad de generar información científica que permita un manejo sostenible y ambientalmente amigable al entorno en los sistemas productivos enfocado en la temporada lluviosa en la zona de la comuna de Monteverde, provincia de Santa Elena.

Lo anteriormente señalado, hace ver que resulta crucial identificar las especies y su proporción que acompañan a un sistema de cultivo suspendido tomando como referencia un cultivo artesanal ubicado a 0.265 millas náuticas frente a la comuna de Monteverde, provincia de Santa Elena, Ecuador, durante la temporada lluviosa del año 2024 escogiendo como sitio de investigación el área autorizada de una organización pesquera artesanal dedicada a la actividad de ostricultura desde el año 2019, debido que el sitio se encuentra cerca de actividades pesqueras, por el tipo de sistema utilizado para el cultivo de la ostra del Pacífico, y de los hallazgos encontrados dentro del sistema durante las jornadas de limpieza y transferencia de la ostra; la información que se genere a partir del presente estudio puede servir para futuras investigaciones. Se consideran factores abióticos como temperatura (°C), salinidad (ppt), dirección de la corriente, oxígeno disuelto y potencial de Hidrógeno (pH), así como el factor biótico del cultivo artificial de *Magallana gigas* en el entorno del estudio. Estos parámetros nos permitirán conocer si influye en la presencia de organismos marinos y, por ende, en su proporción y distribución conforme a la columna de agua, lo que podría favorecer en el desarrollo de especies nativas dentro del sistema artificial del cultivo. Estas observaciones contribuirían a un plan de acción en relación con la fauna acompañante que pueda desarrollarse dentro del sistema de cultivo y la diversificación productiva conforme al registro que resulte de la investigación que pueda llegar a ser de interés acuícola.

PROBLEMÁTICA

Desde 1989, Ecuador ha incorporado el cultivo de la ostra del Pacífico *Magallana gigas* como parte de las estrategias de diversificación productiva en áreas costeras, particularmente en la provincia de Santa Elena, gracias a su potencial económico y adaptabilidad a las condiciones marinas locales (Osorio, 1989). Actualmente, esta especie se cultiva mediante sistemas suspendidos o *long line* en las provincias de Santa Elena, Manabí y Esmeraldas, con especial concentración en zonas cercanas a las comunas de El Real-Chanduy, Palmar y Monteverde (Oña, 2022; Jiménez & Torres, 2023).

Si bien el cultivo de *M. gigas* representa una fuente económica emergente y de gran valor para las comunidades costeras, su implementación implica la introducción de sustratos artificiales como linternas, cabos y boyas, las mismas que alteran la estructura física del hábitat marino y generan ambientes propicios para la colonización de organismos epibentónicos y fauna asociada (Chagas et al., 2018; National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2025). Se ha documentado que los sistemas de cultivo de ostras pueden albergar una elevada diversidad biológica, incluyendo moluscos, crustáceos, antozoos, peces y algas, lo que en algunos casos genera efectos ecológicos positivos al funcionar como hábitats similares a los “arrecifes” naturales, donde se ha observado que infraestructuras de cultivos ostrícolas abandonadas albergan un mayor número de especies y hasta 10 veces más biomasa que los sedimentos circundantes, enfatizando sobre todo moluscos y crustáceos asociados. (Chan et al., 2022; NOAA, 2025).

Sin embargo, estos mismos organismos pueden generar impactos negativos sobre las estructuras y los propios bivalvos cultivados, al competir por espacio y alimento, obstruir las infraestructuras o actuar como depredadores (Chagas et al., 2018).

En el caso específico de la costa ecuatoriana, y particularmente en la comuna Monteverde de Santa Elena, a pesar del creciente interés en la maricultura de *M. gigas*, existe una marcada carencia de información científica sobre la composición, diversidad y dinámica de las comunidades biológicas que se desarrollan en torno a los sistemas de cultivo (Montaño-Moctezuma et al., 2020). Este vacío limita la comprensión de los efectos ecológicos de esta

actividad, tanto en términos de su potencial contribución a la biodiversidad local como de los posibles riesgos asociados, como el hallazgo de especies no nativas, alteraciones en la estructura de las comunidades bentónicas o cambios en los servicios ecosistémicos.

La relevancia de abordar esta problemática se intensifica si se considera el contexto ambiental de la zona de Monteverde, caracterizada por la influencia simultánea de las corrientes marinas de Humboldt y Panamá, que modulan la temperatura, salinidad y productividad marina (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2022; Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2023). Estas condiciones, sumadas a la estacionalidad marcada por la temporada lluviosa entre enero y marzo, generan variaciones significativas en parámetros fisicoquímicos como la salinidad, y temperatura, afectando directamente la biología de *M. gigas* y la composición de la fauna asociada, especialmente durante las labores de manejo como la limpieza y redistribución de los individuos cultivados.

Sumado a la falta de conocimiento sobre cómo la profundidad de los sistemas suspendidos influye en la estructura y diversidad de las comunidades biológicas asociadas, lo que representa una brecha crítica en la comprensión de los patrones especiales de distribución biológica en estos ecosistemas marinos.

Esta insuficiencia de información limita la toma de decisiones informadas para un manejo sostenible de los cultivos, la mitigación de posibles impactos ambientales y la conservación de la biodiversidad marina en Santa Elena. Comprender estas interacciones ecológicas es prioritario, no solo para garantizar la sostenibilidad ecológica de la maricultura, sino también para maximizar sus beneficios económicos sin comprometer la integridad ecológica de los ecosistemas marinos costeros del Ecuador.

JUSTIFICACIÓN

El presente estudio justifica la necesidad de generar información científica sobre la biodiversidad asociada al sistema de cultivo artesanal de *Magallana gigas* de una organización pesquera ubicada a 0.265 millas náuticas de la costa frente a la comuna de Monteverde, provincia de Santa Elena durante la temporada lluviosa entre los meses de enero a marzo del 2024. La caracterización de la fauna asociada al cultivo ostrícola permitiría comprender mejor las relaciones ecológicas (simbiosis) que se desarrollan en estos sistemas de maricultura, y aportaría a la formulación de estrategias de manejo sostenible que integren la conservación de la biodiversidad asociada a la producción acuícola del cultivo de moluscos bivalvos (Troell et al., 2009). La caracterización se basa en los factores abióticos claves tales como temperatura (°C), salinidad (ppt), dirección de la corriente, oxígeno disuelto y potencial de Hidrógeno (pH) pero también en el componente biótico, representado por el cultivo artificial de ostras, en el entorno marino. Por lo tanto, los factores ambientales determinados de antemano pueden afectar la presencia, distribución según la altura y la abundancia relativa de los organismos incrustantes y asociantes. A lo largo de la columna de agua, esta colonización puede afectar el desarrollo de la especie de interés comercial.

Desde la perspectiva económica, el cultivo de la ostra del Pacífico *Magallana gigas* representa una importante fuente de ingresos alternativa para comunidades pesqueras locales como en Monteverde, promoviendo la diversificación productiva y la mejora de la calidad de vida de los pobladores (González et al., 2021). En relación con la parte ambiental, estos sistemas contribuyen a mejorar la calidad de agua mediante la filtración de partículas y el reciclaje de nutrientes, además de servir de hábitat estructurales para otras especies marinas (Shumway et al., 2003).

El enfoque ecológico de esta investigación, en el cual se considera la evaluación temporal entre enero a marzo del 2024 y espacial mediante la profundidad del cultivo, permitirá identificar patrones ecológicos y determinar la funcionalidad del ecosistema en torno a los cultivos ostrícolas. Esta información es crucial para fortalecer las políticas de ordenamiento costero-marino, fomentar sistemas de cultivo multitrofico integrados

(policultivo), y minimizar los posibles impactos negativos de la actividad acuícola (Soto, 2009).

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar la diversidad de especies asociadas al *macrofouling* en un sistema de cultivo suspendido de *Magallana gigas*, ubicado frente a la comuna de Monteverde (Santa Elena, Ecuador), durante la temporada lluviosa del 2024, considerando factores abióticos y su influencia en la distribución de organismos a lo largo de la columna de agua.

Objetivos Específicos

- Identificar taxonómicamente las especies presentes en el sistema de cultivo durante las jornadas de limpieza y traspaso.
- Cuantificar la abundancia y la proporción relativa de los organismos localizados en el *biofouling* según la profundidad de la columna de agua del estudio.
- Analizar los parámetros abióticos del entorno (salinidad (ppt), temperatura (°C), potencial de Hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD) y la dirección de las corrientes) durante la temporada lluviosa.
- Explorar el potencial de algunas especies acompañantes como recursos acuícolas alternativos dentro de un enfoque de diversificación productiva.

HIPÓTESIS

La profundidad del cultivo influye significativamente en la diversidad (riqueza e índices de diversidad) y en la abundancia de la fauna acompañante (macrofouling) asociada al cultivo de *Magallana gigas* en la comuna Monteverde, provincia de Santa Elena, durante el periodo de enero a marzo del 2024.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES

La acuicultura de los bivalvos, y particularmente el cultivo en sistemas suspendidos de la *Magallana gigas*, ha sido reconocida no solo por su eficiencia productiva, sino por su interacción con el entorno ecológico marino. En los sistemas suspendidos o *long line*, en el que consiste colocar a las ostras en columnas o líneas flotantes, no solo optimiza el crecimiento de los moluscos, sino que también generan hábitats tridimensionales capaces de albergar una gran diversidad de organismos marinos, incluyendo peces, crustáceos, moluscos y otros invertebrados bentónicos (Mazouni et al., 2001; Yorio et al., 2014).

La fauna asociada a estos sistemas representa una comunidad ecológicamente relevante, ya que puede contribuir a procesos funcionales como la transferencia de energía, el reciclaje de nutrientes y la regulación de las poblaciones biológicas (Piazza et al., 2005). Estudios realizados en zonas tropicales y templadas han demostrado que la complejidad estructural de los cultivos ostrícolas favorece la colonización de especies que encuentran refugio frente a predadores, zonas de alimentación o áreas de reproducción (Dealteris et al., 2004; Piazza et al., 2005).

En relación con la especie *Magallana gigas* (Thunberg, 1793), originaria del Pacífico noroccidental, ha sido ampliamente introducida a nivel mundial por su rápido crecimiento, resistencia a enfermedades y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (Shatkin et al., 1997). En Ecuador, su cultivo ha sido adoptado en comunas costeras de la provincia de Santa Elena, Manabí, Esmeraldas y Guayas (MAGAP, 2012), como alternativa productiva con alto valor comercial, especialmente en comunidades costeras como Monteverde.

Los organismos que se asocian a los cultivos ostrícolas pueden presentar patrones específicos según factores ambientales como la profundidad, la estacionalidad y las características oceanográficas del sitio. En regiones tropicales como la costa de Santa Elena – Ecuador, estos factores varían notablemente entre temporadas secas y lluviosas,

influenciadas por las corrientes de Humboldt y Panamá, lo que impacta directamente en la composición y abundancia de las comunidades biológicas (Sarà et al., 2007; Ministerio de Ambiente, Agua, y Transición Ecológica [MAATE,] 2023).

CULTIVO DE *Magallana gigas* A NIVEL MUNDIAL

La ostra del Pacífico u ostión japonesa *Magallana gigas* conocida mundialmente como *Crassostrea gigas* modifico su nombre científico desde el año 2017 (World Register of Marine Species [WoRMS], 2025) reubicándola en el género *Magallana*, en este sentido, en el presente estudio adoptaremos la especie como *Magallana gigas*.

| | |
|------------------------|---|
| Reino | Animalia |
| Phylum | Mollusca |
| Clase | Bivalva |
| Subclase | Autobranchia |
| Infraclase | Pteriomorphia |
| Orden | Ostreida |
| Super Familia | Ostreoidea |
| Subfamilia | Crassostreinae |
| Familia | Ostreidae |
| Género | Magallana |
| Especie | <i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793) |
| Nombre anterior | <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793) |
| Nombre común | Ostra del Pacífico, ostión japones |

Tabla 1. Clasificación de *Magallana gigas*. Fuente: WoRM, 2025.

Es originaria del litoral Pacífico noroccidental (Japón, Corea y China) (Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura [CENDEPESCA], 2007). Gracias a su rápido crecimiento, alta fecundidad y tolerancia a condiciones variables, ha sido introducida intencionalmente con fines acuícolas en decenas de países (Luppi, 2024), por esta razón, es cultivada en más de 36 países a nivel mundial a excepción de la Antártida (McAfee & Connell, 2021; Martínez-García et al., 2022). En la década de 1960 se promovió su cultivo

en Europa (Países Bajos, Alemania, Gran Bretaña, etc.) con el fin de reemplazar los ostiones nativos con baja población natural (Troost, 2010; Herbert et al., 2016). En América latina, *Magallana gigas* ingreso a México en 1973 (Baja California) y se extendió a otros estados (Chávez-Villalba, 2014); igualmente se cultiva desde mediados del siglo XX en Chile, y en la actualidad desarrollado en países de Centroamérica (CENDEPESCA, 2007).

El cultivo de moluscos bivalvos inició en Ecuador en el año de 1989 en una granja privada como un experimento productivo con la ostra del Pacífico *Magallana gigas* en conjunto a la apertura del Centro Nacional de Investigaciones Marinas y Acuícolas – CENAIM (Osorio, 1989); actualmente se realiza en mar abierto y en granjas acuícolas como policultivo con camarón blanco *Penaeus vannamei* (Lombeida, 1999; Lodeiros et al., 2018).

Magallana gigas

Es un molusco bivalvo cuya valva puede medir de 20 a 30 centímetros de longitud, su concha es alargada, la valva superior es cóncava y la inferior es plana (Gouletquer et al., 2004). Es un organismo filtrador cuyo principal alimento es el fitoplancton y partículas pequeñas suspendidas que las moviliza a través de los cilios y mucosidad hacia la boca y posee la capacidad de detectar partículas por tamaños con sus branquias (Deslous-Paoli & Héral, 1988). La alimentación dependerá de factores físicos como temperatura, salinidad, pH entre otros, que influirá en el porcentaje de filtración, respiración y excreta (Bougrier et al., 1995; Barillé et al., 1997), el tamaño y peso estará sujeto al sitio donde se cultive, que puede favorecer su desarrollo conforme al alimento disponible en el medio (Mediterranean Science Commission [CIESM], 2000).

Es considerada como especie eurihalina y euritérmica, es decir, que posee un rango amplio para adaptarse a cambios de salinidad entre 25 y 35 ppt (Shatkin et al., 1997) y de temperatura entre 10 hasta 30°C (Helm et al., 2004), sin embargo, también se desarrolla en aguas frías, esto permite su cultivo en el mar ecuatoriano donde las variaciones

estacionales en la temperatura superficial y submareal, no represente mayor inconveniente durante el año (Marín & Lippmann, 2019).



Ilustración 1. *Magallana gigas*, valva cóncava a la izquierda, y valva plana a la derecha. Fuente: Autor.

BIODIVERSIDAD ASOCIADA A LOS CULTIVOS DE *Magallana gigas*

Los cultivos de *Magallana gigas* suele actuar como hábitat artificial que favorece el asentamiento de numerosas especies marinas, estudios experimentales muestran aumentos significativos en la riqueza y biomasa de fauna asociada. Martin et al. (2025) indica que en los arrecifes de ostras *Magallana gigas* en manglares australianos tenían mayor riqueza de especies, biomasa, y talla de peces e invertebrados comparado con zonas adyacentes sin ostras. De manera consistente, en amplias revisiones mencionan que la acuicultura de bivalvos como ostras, mejillones, conchas además del cultivo de algas, suelen asociarse con mayor diversidad de especies y funciones ecosistémicas enriquecidas (NOAA, 2021). Zwerschke et al. (2019) menciona que los arrecifes artificiales de *M. gigas* han podido restaurar las funciones ecológicas de los bancos naturales de la ostra nativa *Ostrea edulis*, adicionalmente, McAfee & Connell (2021) indica que puede mejorar las condiciones poblacionales en un 85% de los arrecifes naturales de las especies endémicas.

Los sistemas artificiales pueden contribuir en el mejoramiento del agua y la conservación de la biodiversidad local, dado que generan un microhábitat con las condiciones propicias para su crecimiento, desarrollo y sobrevivencia (Rodríguez-Domínguez et al., 2020).

Las estructuras de cultivo (líneas, balsas, jaulas) proporcionan refugio y sustrato para especies móviles (peces, crustáceos, moluscos) y epibiontes incrustantes (algas, gorgonias, moluscos) (ilustración 2, 3 y 4), actuando como “arrecifes artificiales”. En este sentido, estos sistemas en materia ecosistémico sirven de hábitat intermedio que facilita sobrevivencia de especies juveniles y beneficia la pesca local (NOAA, 2021; Martin et al., 2025).



Ilustración 2. Organismos incrustantes en boya y cabo. Fuente: Autor.



Ilustración 3. linterna o jaula con adherencias en su estructura. Fuente: Autor.



Ilustración 4. Magallana gigas con organismos incrustantes. Fuente: Autor.

La biodiversidad dependerá a la conectividad de los ecosistemas naturales, la duración del sistema en el medio, el manejo, clima, y calidad del agua (Tundisi & Matsumura – Tundisi, 2008). El sustrato, el tipo de estructura de los sistemas en el hábitat y la disponibilidad de

nutrientes en el medio, facilita la colonización y presencia de especies adyacentes (Dudgeon et al., 2006).

En el sistema de cultivo se puede localizar organismos identificados como “bentos marinos costeros”, los cuales viven dentro o fuera del fondo marino a partir de la línea de marea baja hasta los 200 metros de profundidad (zona sublitoral), los organismos bentónicos pueden ser crustáceos, moluscos, equinodermos, poliquetos, algas incluso bacterias. Su distribución depende de las características físicas como temperatura, salinidad, el tipo de sustrato, influencia de corrientes y biológicos como competencia, depredación y disponibilidad de alimento (Castro & Huber, 2007).

SISTEMA DE CULTIVO DE *Magallana gigas* EN ECUADOR

En Ecuador el sistema que se utiliza generalmente para cultivar ostras en mar abierto es el sistema *long line* o sistema suspendido, el cual consiste en instalar un cabo denominada línea madre para colocar las linternas o canastos a lo largo del mismo (ilustración 5), la extensión, distribución y la ubicación del *long line* dependerá de las corrientes superficiales y submareales, el tiempo que dura un cultivo ostrícola es de 8 a 10 meses (Lombeida, 1999).



Ilustración 5. Sistema suspendido o long line en el mar. Fuente: Autor.

Existen diferentes tipos de contenedores que sirven para colocar las semillas de la ostra de Pacífico en las diferentes etapas del crecimiento, la forma de los contenedores se adaptan

de acuerdo a las características del sitio como la profundidad, fuerza de la corriente y el tipo de molusco bivalvo a cultivar, estos son instalados en el sistema *long line* o suspendidos, cuyo objetivo es permitir el paso de la corriente facilitando la alimentación de los individuos; en Ecuador se utilizan el tipo “linterna pearl” y “lantern net” (Lodeiros et al., 2018) (ilustración 6).



Ilustración 6. Contenedor “Lantern net” o linterna para juveniles y engorde. Fuente: Autor.

De acuerdo con estudios recientes, Treviño et al. (2020) indica que un cultivo de *Magallana gigas* alcanzó su talla comercial (8 cm) en un periodo de 5 meses, en un sistema instalado en el estuario de Rio Chone en Bahía de Caráquez, Ecuador, esto se debió a que hubo un alto índice de fitoplancton (30 $\mu\text{g/L}$) lo que permitió que se desarrolle dentro de ese tiempo, en relación a un cultivo desarrollado en la Bahía de Ayangué, provincia de Santa Elena donde las ostras alcanzaron su talla comercial en 8 a 10 meses (Lodeiros et al., 2018), lo que demuestra el potencial productivo del cultivo de la ostra del Pacífico en la costa ecuatoriana.

AMBIENTES EURIHALINOS

Son ecosistemas acuáticos el cual se caracteriza por el rango de salinidad que fluctúa conforme a las entradas y salidas de agua dulces continentales y aguas marinas, los ambientes identificados como eurihalinos son estuarios, marismas, lagunas costeras, deltas y zonas intermareales (Elliott & McLusky, 2002).

Este ecosistema acuático cumple un papel ecológico importante debido que alberga una alta productividad biológica, además de ser un lugar que sirve de refugio, alimentación crianza y reproducción de especies de peces, crustáceos, y moluscos (Elliott & McLusky, 2002), algunas de estas presentan adaptaciones fisiológicas que permiten sobrevivir al cambio de salinidad (Kinne, 1964).

En particular los ecosistemas tropicales y subtropicales en los estuarios del Ecuador crean una dinámica pesquera de gran relevancia y en durabilidad de la biodiversidad, sin embargo, el impacto antropogénico puede alterar su ecosistema, por lo que es importante realizar estudios constantes para monitorear las afectaciones resultantes de estas acciones (Day et al., 2012).

AMBIENTES EURITÉRMICOS

Los ecosistemas euriotérmicos se caracterizan por presentar amplias fluctuaciones de temperatura, las especies que habitan en las zonas euriotérmicas poseen la capacidad de adaptarse y tolerar dichos cambios; estas zonas son las intermareales, lagunas someras, estuarios y cuerpos de agua que se encuentran expuestos a variaciones climáticas o mareales (Kinne, 1964), esto se debe a factores como la corriente fría de Humboldt en la época seca y la corriente cálida de El Niño en la época lluviosa, lo que genera un clima de sabana tropical y monzónico tropical de temperaturas de 25°C y precipitaciones aproximadas anuales de 500 y 1000 mm (Twilley et al., 2001).

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ZONA COSTERA ECUATORIANA

Ecuador se encuentra ubicado dentro del cinturón de bajas presiones atmosféricas donde se localiza la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) e influenciado por sistemas meteorológicos por los cuatro puntos cardinales, esto explica que en ciertas áreas del Ecuador posee la influencia de masas de aire con diferentes características de temperatura y humedad (INOCAR, 2015).

La región litoral recibe la influencia de la corriente fría de Humboldt, el cual disminuye la temperatura hasta la altura del Cabo Pasado que le corresponde por estar en la Zona Tórrida, en consecuencia, no permite el paso de vientos cálidos y húmedos del Pacífico, por lo que las precipitaciones son escasas en la Península de Santa Elena. Mientras que la corriente Cálida de El Niño influye directamente en el clima de la región Litoral desde el Norte hasta el Cabo Pasado, provocando que sea más cálido, y en consecuencia mayor presencia de lluvias (INOCAR, 2015).

De acuerdo con INOCAR (2015) la costa ecuatoriana está clasificada de la siguiente manera:

- Costa Norte que corresponde a la costa norte y centro de la Provincia de Esmeraldas,
- Costa Central correspondiente a la costa sur de la provincia de Esmeraldas y la costa de la provincia de Manabí,
- Costa Centro Sur que comprende la costa de la provincia de Santa Elena y su de la provincia del Guayas; y,
- Costa Sur que corresponde a la costa de la provincia de El Oro.

COSTA CENTRO-SUR, PROVINCIA DE SANTA ELENA (CLIMA TROPICAL SECO)

Las precipitaciones en la provincia de Santa Elena presentan características particulares a través del año, siendo que durante la época húmeda existen precipitaciones ligeras, a

excepción cuando ocurren eventos inusuales donde la temperatura es cálida desarrollando precipitaciones moderadas o fuertes. Mientras que, en época seca, las precipitaciones disminuyen drásticamente ocasionando que sean nulas o casi nulas (INOCAR, 2015) (ilustración 7).

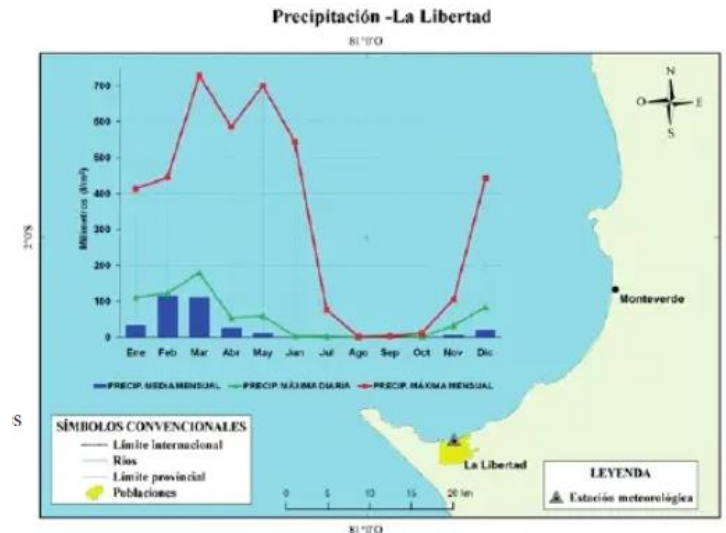


Ilustración 7. Diagrama de las precipitaciones en la costa centro – sur, provincia de Santa Elena, desde la estación meteorológica de La Libertad. Fuente: INOCAR, 2015.

Las temperaturas superficiales del aire registran durante la época húmeda que está supera los 25°C y en época seca varía entre 21 y 23°C, aunque en ocasiones se registraron temperaturas máximas de 39°C (época húmeda) y 17°C (época seca) tal como lo muestra. La dirección y velocidad del viento provienen de los cuadrantes Sur-Oeste, con predominancia de vientos del Sur-Oeste, con velocidades normales que llegan a 4 m/s (ilustración 8, a y b).



Ilustración 8. Velocidad, dirección y frecuencia del viento predominantes. a) estación húmeda, y b) estación seca – La Libertad. Fuente: INOCAR (2015).

CONDICIONES AMBIENTALES Y OCEANOGRÁFICAS EN LA COMUNA MONTEVERDE

La comuna Monteverde, ubicada en la provincia de Santa Elena, presenta condiciones climáticas y oceanográficas particulares que influyen en la actividad acuícola. El clima de la región es clasificado como tropical seco, con una temperatura media anual de 23,6 °C alcanzando máximas de 31.5 °C durante la estación lluviosa (febrero – marzo) y mínimas de 17°C en la estación seca (agosto – septiembre). La precipitación media anual es de

aproximadamente 248 mm, concentrándose principalmente entre diciembre y mayo (Mindiola & Recalde, 2008).

Oceanográficamente, la zona esta influenciada por la corriente fría de Humboldt, que transporta aguas ricas en nutrientes desde el sur, y por la corriente cálida de El Niño, que afecta la región principalmente durante la estación lluviosa. Durante la época seca (mayo a noviembre), la temperatura superficial del mar varía entre 21°C y 25°C, mientras que en la época lluviosa (diciembre a abril) puede alcanzar entre 25°C y 28°C. estas variaciones térmicas y de salinidad impactan directamente en el metabolismo y crecimiento de *Magallana gigas* (Vélez, 2015); estas condiciones permiten que pueda desarrollarse el molusco en la zona de Monteverde – Santa Elena.

Las corrientes marinas en la región presentan velocidades que varían según la temporada. La velocidad de la corriente en el sector de Monteverde durante la época húmeda alcanzó un máximo de 0.33 m/s durante el flujo y 0.29 m/s en reflujo, y durante la época seca fue de 0.24 m/s en flujo y 0.28 m/s en reflujo. Estas corrientes facilitan la dispersión de nutrientes y la oxigenación del agua, factores esenciales para el cultivo de ostras (INOCAR, 2015) (ilustración 9).

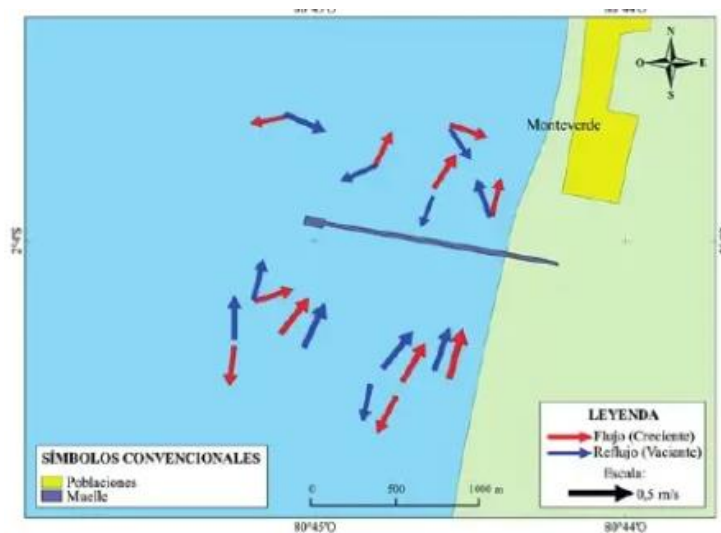


Ilustración 9. Distribución de las corrientes superficiales en el sector de Monteverde. Fuente: INOCAR (2015).

MÉTODOS DE PRESERVACIÓN DE ORGANISMOS MARINOS

La preservación de especímenes biológicos marinos es un proceso fundamental en estudios ecológicos y taxonómicos, ya que permite conservar las características morfológicas de los organismos para su análisis posterior. Uno de los métodos más utilizados en campo es la fijación con formaldehído (formol), especialmente en concentraciones al 4-10%, dependiendo del tipo y tamaño de los organismos.

El formol actúa como un agente fijador que coagula proteínas, deteniendo la autólisis y la actividad microbiana. Esta propiedad lo convierte en una herramienta eficaz para la preservación de peces, moluscos, crustáceos y otros macroinvertebrados marinos (González & Díaz, 2014; Fink et al., 1979). Para organismos pequeños o frágiles, como larvas o juveniles, se recomienda una solución tamponada de formol al 4%, diluida en agua de mar, para evitar deformaciones, endurecimiento excesivo o daño de los tejidos (Anderson, 2000; Roper & Sweeney, 1983). Se utiliza formol comercial al 37% el cual es diluida con agua de mar hasta llegar a la concentración del 4%, el mismo es calculado mediante la fórmula $V_1C_1 = V_2C_2$ obteniendo V_1 el volumen a inicial; C_1 la concentración inicial, V_2 el volumen final y C_2 la concentración final (Moreira, 2024).

El protocolo general consiste en sumergir los organismos en una solución de formol durante un periodo de 24 a 72 horas, dependiendo del tamaño y densidad de los ejemplares. Posteriormente, los individuos deben ser transferidos a una solución de almacenamiento, típicamente etano al 70%, que garantiza una preservación prolongada y reduce la toxicidad del formol (Hernández et al., 2016).

CONSERVACIÓN DE MUESTRAS DE MICROALGAS MARINAS

La conservación de microalgas marinas es fundamental para estudios de biodiversidad, ecología de fitoplancton, monitoreo ambiental, análisis taxonómico y cultivo experimental. Existen diversos métodos de conservación de las muestras que se aplican conforme el estudio, almacenamiento y análisis que se realizará.

FIJACIÓN CON FORMOL O LUGOL

Para estudios taxonómicos y ecológicos, como esta investigación, la fijación es una técnica estándar. El formol neutro al 4% y el lugol acético (o yodado) son los fijadores más empleados.

Para el objeto de esta investigación se utilizó Lugol acético (o yodado) al 5 %, el cual es preferido para muestras destinadas a conteos cuantitativos, ya que mejora la visibilidad de los orgánulos celulares debido que conserva la estructura celular sin una contracción significativa (Thondsen, 1978).

DIVERSIDAD ECOLÓGICA

Este método representa una de las formas más directas de medir la biodiversidad, fundamentándose en el conteo del número de especies presentes, es decir, la riqueza específica. La riqueza permite evaluar de manera comparativa a diversidad biológica entre comunidades, tanto en el tiempo como en el espacio (Magurran, 1988). En estudios ecológicos, esta métrica se utiliza frecuentemente como punto de partida, ya que provee una estimación inicial del estado de la biodiversidad en un área determinada. Su interpretación se potencia cuando se combina con otros índices de diversidad, como el índice de Shannon-Wiener (1949), índice de Simpson (1949) para la diversidad y uniformidad de los datos, índice de Pielou (1966) para la equidad y distribución de las especies, y el índice de Margalef (1958) para la riqueza específica, con estos índices se busca poder determinar con estas variables, la relación con profundidad, temperatura, salinidad y pH la abundancia y dispersión espacial de los organismos marinos adheridos en las linternas, (Villafranca & Jiménez, 2004; Magurran, 1988).

MARCO LEGAL

En el Ecuador, las actividades acuícolas que se desarrollan en todo el territorio del país están regulados a través de la Subsecretaría de Acuicultura del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, esto lo realiza mediante la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca (Registro Oficial N°187 de fecha 21 de abril del

2020), y su Reglamento General de la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca (Cuarto Suplemento N°19 de fecha 11 de marzo del 2022).

En la LODAP (2020) en el artículo 102 zona de reserva para reproducción de especies menciona que *“Es el área destinada para la reproducción de recursos hidrobiológicos, comprendida desde la línea de bajamar a lo largo de la costa continental del Ecuador hasta una distancia hacia el mar de al menos una milla. Las coordenadas geográficas correspondientes y sus respectivos puntos de referencia serán establecidos por el ente rector en coordinación con las autoridades competentes y sustentados con un informe técnico del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca.”*, donde en el literal g) indica que se puede realizar maricultura artesanal en las áreas que el ente rector (Subsecretaría de Acuicultura) determine para aquello.

En el RLODAP (2022), se establece en el artículo 104 los parámetros para la autorización de la actividad de maricultura en las fases de cría y cultivo.

Considerando que el estudio se realizó en un área de cultivo autorizada por la Subsecretaría de Acuicultura, el presente no posee impedimento ni requiere de autorización adicional.

METODOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se desarrolló en la provincia de Santa Elena, debido que es la provincia donde se desarrolla la mayoría de los cultivos ostrícolas con la ostra del Pacífico (*Magallana gigas*) (Jiménez & Torres, 2023). La provincia de Santa Elena cuenta con una extensión de 3.762,8 km² y con 385.735 habitantes de acuerdo con el VIII censo de INEC (2022) y la Parroquia Colonche cuenta con 40.058 habitantes según INEC (2025). La provincia de Santa Elena cuenta con tres cantones los cuales son La Libertad con 25,3 km² de área territorial, cantón Salinas con 68,7 km² y el más extenso el cantón Santa Elena con 3.668,90 km² (Prefectura de Santa Elena, 2009). La comuna Monteverde cuenta con un muelle y atracadero de una empresa privada actualmente en desuso, pero con capacidad de operar como muelle de embarcaciones pesqueras (Empresa Pública Universidad Estatal Península de Santa Elena [EP UPSE], 2019). La zona esta influenciada por la corriente fría de Humboldt, que transporta aguas ricas en nutrientes desde el sur, y por la corriente cálida de El Niño, que afecta la región principalmente durante la estación lluviosa. La temperatura promedio superficial del mar varía entre 21°C a 25°C en época seca, y 25°C a 28°C durante la época lluviosa, la salinidad es de 32 a 34 ppt, estas variaciones térmicas y de salinidad impactan directamente en el metabolismo y crecimiento de *Magallana gigas* (Vélez, 2015); la velocidad de la corriente en el año 2015 en la época lluviosa alcanzó un máximo de 0.33 m/s durante el flujo y 0.29 m/s en reflujo, y durante la época seca fue de 0.24 m/s en flujo y 0.28 m/s en reflujo. Estas corrientes facilitan la dispersión de nutrientes y la oxigenación del agua, factores esenciales para el cultivo de ostras (INOCAR, 2015) (ilustración 10).

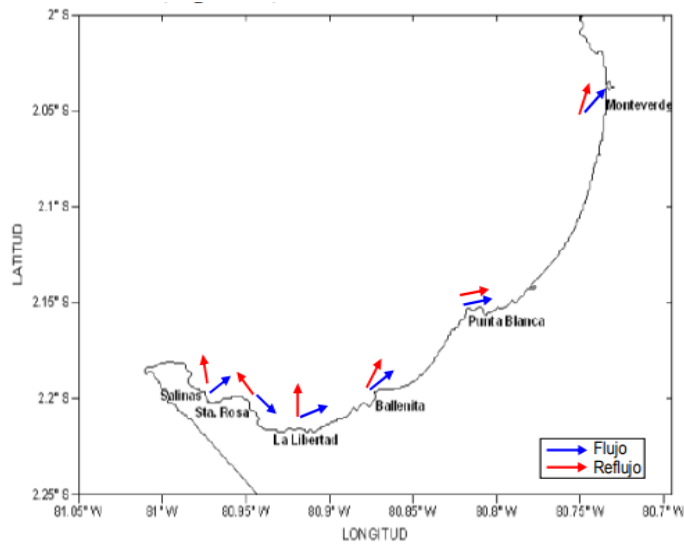


Ilustración 10. Circulación superficial desde la puntilla de Salinas hasta Monteverde (INOCAR, 2009).

El área de estudio se llevó a cabo en la comuna Monteverde, parroquia Colonche en un cultivo artesanal de *M. gigas* perteneciente a una organización pesquera local, mismo que se encuentra instalada a 0.265 millas náuticas frente a su costa, en las coordenadas en grados decimales Latitud: -2.048375, Longitud: -80.740211 como se observa en la ilustración 11.

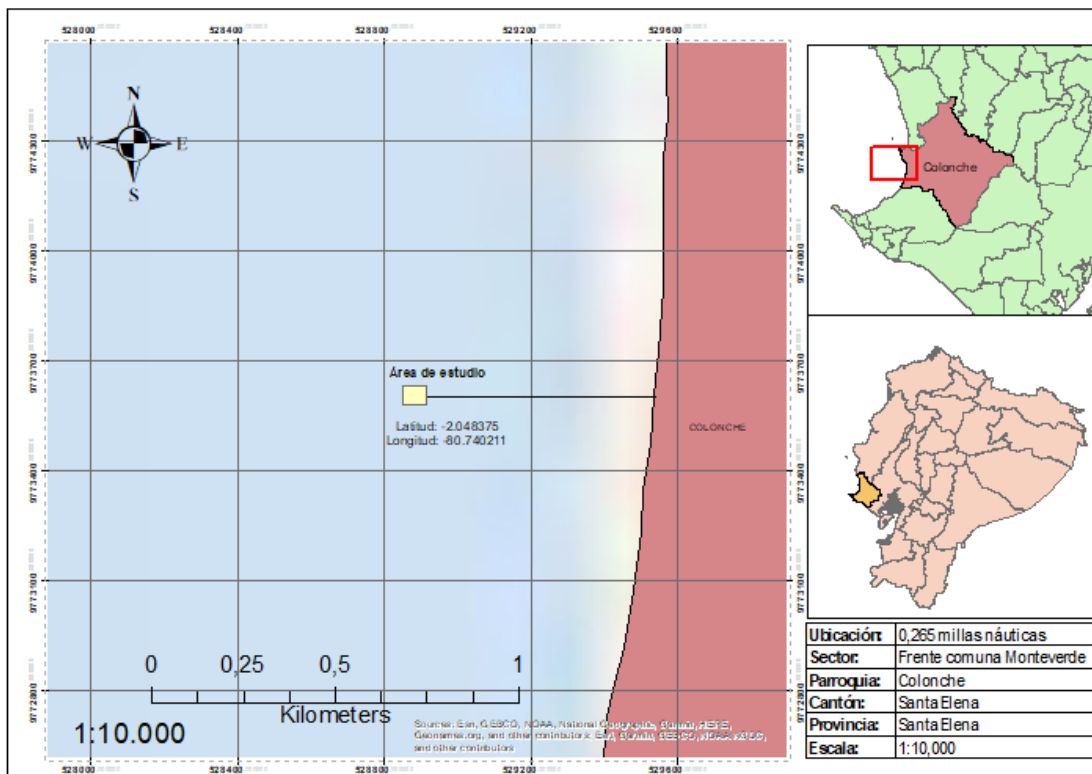


Ilustración 11. Área de cultivo frente a la comuna Monteverde.

Se instaló 7 jaulas o linternas de engorde en una línea de cultivo con una extensión de 100 metros de largo denominado “línea madre”, las linternas utilizadas son de fase de engorde con ojo de malla de 15 mm de apertura, material de poliestireno, el cual posee 10 compartimientos o pisos de 20 cm de altura x 25 cm de diámetro de ancho, la altura total de la linterna (estirada) es de 2 metros; cuando esta es sumergida la altura que alcanza es de 4 metros debido que se suma desde la superficie más la altura de la linterna, como se observa en la ilustración 12; además, se colectó muestras de microalgas para relacionar el *biofouling* presente en las linternas durante el tiempo de la investigación.

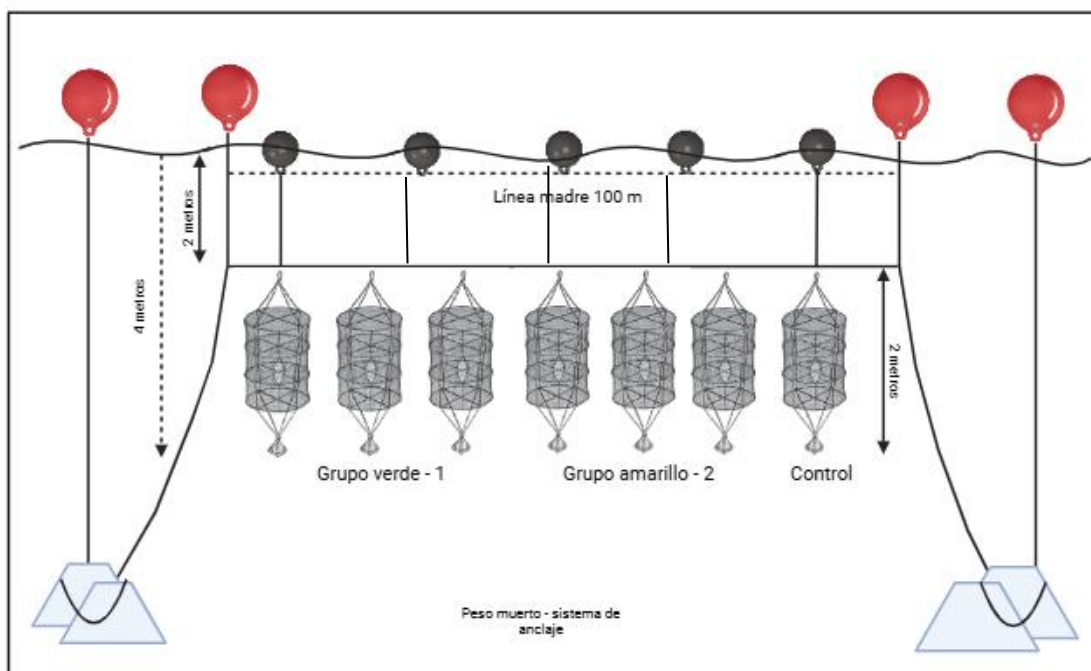


Ilustración 12. Sistema de cultivo de prueba. Fuente: Autor.

Las linternas para este estudio fueron colocadas en el sentido oeste-este de la corriente frente a la playa de Monteverde (ilustración 11), sin cobertura conocida como “condón” (Freddy González, comunicación personal, 19 de enero del 2024), esto con el objetivo de permitir la adherencia de los posibles organismos marinos de interés.

MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se enmarca en el enfoque cualitativo, y cuantitativo del tipo descriptivo y correlacional, y se aplica el diseño no experimental, el cual consiste en el

seguimiento del sistema de cultivo de ostras en el medio natural, permitiendo la adherencia de los especímenes biológicos marinos, sin alterar ni manipular las variables. Se utilizó el diseño transeccional descriptivo, que comprende la recolección y análisis de las muestras, así como señala Hernández et al. (2014).

En relación con el estudio de las muestras de los organismos marinos recolectados durante los meses de enero y marzo del 2024, se procedió a analizar e identificar las muestras mediante las características morfológicas, utilizando el método descriptivo y estadístico para analizar y clasificar la taxonomía de los individuos recolectados, a través de las técnicas de recolección *in situ* y trabajo en laboratorio.

Para el estudio de las muestras micro algales recolectadas, se procedió a utilizar el método cuantitativo, discreto, independiente, tipo explicativo y correlacional; y el diseño no experimental, esto consiste en recolectar y reportar los resultados obtenidos. En este diseño de investigación cuantitativo, se recolecto las muestras para analizarlas y contabilizarlas; se utilizó el estudio con alcance explicativo y correlacional para asociar esta variable para poder predecir un patrón, con la ayuda de técnicas de recolección *in situ* y trabajo en laboratorio.

TRABAJO *IN SITU*

COLECTA DE MUESTRAS DE MACROFOULING

Se realizaron 5 muestreos en total durante los meses de enero y marzo del 2024 en jornada diurna, el cual comprende 2 muestreos durante el mes de enero repartido en 1 muestreo y colecta para el grupo 1 (verde) y 1 muestreo y colecta para el grupo 2 (amarillo); la misma metodología se repitió en el mes de marzo, adicional que se colectó las muestras de la linterna control (tabla 2), donde el primer muestreo consistió en la instalación de un sistema de cultivo de la ostra del Pacífico *Magallana gigas*, donde se ubicaron siete jaulas con una población total de 420 ostras, repartidas en los compartimientos 1, 5 y 10, en cada uno se agregaron 20 individuos; así mismo se dividió en dos grupos de tres linternas y una independiente para control; al grupo uno se identificó con listones de plástico de color

verde, al grupo dos con listones de color amarillo y a la linterna “control” con listón rojo (ilustración 13).

| Mes | Grupo 1 – Verde / fecha | Grupo 2 – Amarillo / fecha | Control – Rojo / fecha | Total muestreos |
|---|-------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|
| Enero | 22 | 29 | | 2 |
| Marzo | 15 | 22 | 22 | 3 |
| Instalación del sistema: 19 de enero del 2024 | | | | 5 |

Tabla 2. Calendario de planificación de los muestreos.

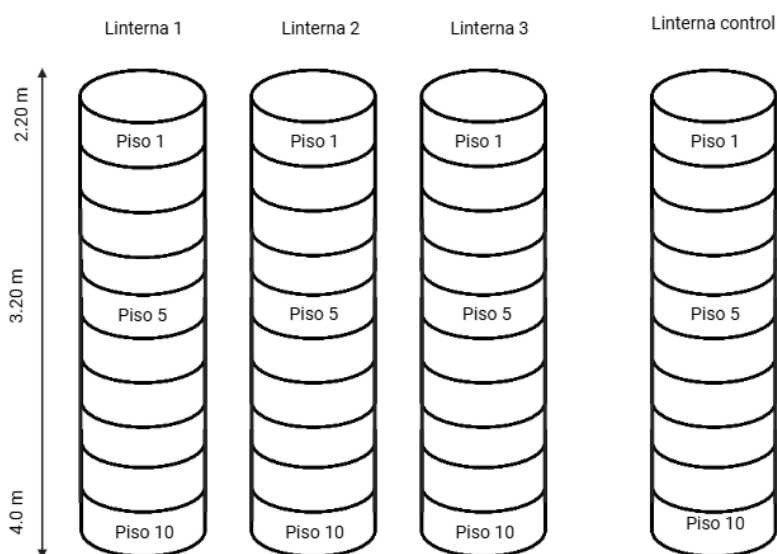


Ilustración 13. Metodología de investigación: ilustración de la profundidad de los pisos, número de linternas por grupo y linterna control.

En este estudio se aplicó parcialmente la metodología de Villafranca & Jiménez (2004), con adaptación al área de cultivo y sistema. La metodología se aplica en todas las colectas de las muestras, que consistió en la toma *in situ* durante la jornada diurna durante el traspaso de las ostras y limpieza de las linternas (contenedores), se tomaron del piso (parte interior inferior) del compartimiento de manera manual con ayuda de pinzas de acero inoxidable tipo L, se colocaron en bandejas plásticas para retirar el sustrato lodoso de las

muestras y posteriormente se almacenaron en envases de vidrio de 500 g, en formol al 37% diluido con agua de mar para su preservación y evitar daños debido a la competencia entre organismos; se rotularon de la siguiente manera: fecha de muestreo, tipo de grupo, número de linterna del grupo y número de compartimiento (tabla 3), con el objeto de observar la diferencia en abundancia y diversidad de acuerdo a la profundidad. Cabe indicar que se utilizó un envase por toma de muestra, solo en el caso de las muestras obtenidas del contenedor de control se utilizó dos envases en el piso 5. Se retiró la linterna “control” en el último muestreo, la cual no fue manipulada durante toda la investigación para que pudiera adherirse organismos sin el sesgo que podía tener la manipulación en los muestreos previos.

| Modelo de rotulación de las muestras | | | |
|---|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Fecha de muestreo | Tipo de grupo | Número de linterna del grupo | Número de compartimiento |
| 22/01/2024 | Verde | #1 | Piso 1 |
| 22/01/2024 | Verde | #1 | Piso 5 |
| 22/01/2024 | Verde | #1 | Piso 10 |

Tabla 3. Ejemplo de rotulación de las muestras colectadas en campo.

*Nota: el significado de las siglas VIP1-220124 corresponde a verde 1 piso 1 del 22 de enero del 2024, es decir, del grupo verde primera réplica del piso 1 de la fecha del 22 de enero del 2024, continuando con verde 1 piso 5 del 22 de enero del 2024, y así sucesivamente. Para el grupo amarillo se denominó de la misma manera siendo A1P1-290124, lo que significa, amarillo 1 del piso 1 de la fecha de muestreo 29 de enero del 2024, lo que continua con el resto de las réplicas de este grupo, y, por último, para la linterna del grupo control se utiliza la misma metodología de rotulación aplicando CP1-220324, lo que significa control piso 1 de la fecha de muestreo 22 de marzo del 2024. Esta nomenclatura se aplica a todas muestras para una mejor identificación al momento de realizar la identificación y análisis.

Se tomó como información adicional, la longitud de las ostras midiendo el largo, ancho y peso, con un calibrador vernier y balanza gramera marca CAMRY, para relacionar la presencia del macrofouling en las linternas según el estadio de la *Magallana gigas*.

COLECTA DE MUESTRAS DE MICROALGAS

Se colectó muestras de microalgas, para cuantificar la producción primaria en los días de muestreo, se utilizó un balde de plástico de 10 litros para facilitar el trabajo en campo; se pasó en total 60 litros de agua de mar a través de una malla de 30 micras (μm), las muestras se almacenaron en envases de vidrio de 180 g, en las muestras se aplicó lugol al 5%, hasta que el agua de mar tomará un tono café oscuro, el envase fue recubierto con papel aluminio. La rotulación se realizó de la siguiente manera: fecha de muestra, y número de réplica.

Las muestras de macrofouling y microalgas fueron analizadas en el laboratorio del Centro de Investigaciones Biológicas y Prácticas Académicas – CIBPA de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Se tomaron los parámetros físicos previo al inicio de la jornada de muestreo durante los meses de estudio, con los siguientes equipos calibrados: YSI Pro20i, EcoSense® pH10A, VEEGEE STX-3 Salinity 0-100%, HANNA Salinity Tester-Marine para medir de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ppt), potencial de Hidrógeno (pH), y oxígeno disuelto (OD).

FASE DE LABORATORIO

CUANTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DE MICROALGAS

Se utilizó un microscopio electrónico marca BOECO 2000 con cámara para fotografiar las muestras y una cámara Neubauer.

Para estimar la abundancia de microalgas presentes en el medio asociado al cultivo de *Magallana gigas*, se utilizó la técnica de recuento directo en cámara Neubauer. Las muestras fueron fijadas previamente en Lugol 5% para preservar las células y evitar su degradación antes del análisis. Posteriormente, se homogenizó la muestra y se colocaron alícuotas de 10 μ L en la cámara de Neubauer para su observación al microscopio óptico compuesto bifocal EUROMEX BSCOPE® con el ocular de 10X.

El recuento se realizó con los cuadrantes esquineros de 16 compartimientos por el tamaño de la célula, considerando únicamente células de microalgas visibles y sin identificación taxonómica. Los resultados se expresaron en número de células por milímetro (cel/mL), lo que permitió obtener una estimación de la concentración relativa de fitoplancton en el entorno del sistema suspendido.

IDENTIFICACION DE MACROFOULING

La identificación morfológica de los organismos marinos colectados se llevó a cabo mediante la observación directa con un estereoscopio marca EUROMEX BSCOPE®, y en algunos casos, con microscopio óptico marca EUROMEX BSCOPE®, basándose en las claves taxonómicas especializadas por cada grupo que fueron previamente identificados de manera ocular. Los ejemplares fueron preservados en formol al 37% y diluido con agua de mar, posteriormente, se cambió a formol al 4% según el grupo, con el objetivo de mantener la integridad de las estructuras morfológicas necesarias para su análisis.

Cada muestra fue analizada de forma individual. Para ello, se tomó el envase contenedor de la muestra y, mediante el uso de pinzas de acero inoxidable tipo L, se retiraron cuidadosamente los organismos marinos conservados. Estos se colocaron inicialmente en un vaso de precipitación con agua destilada para facilitar su manipulación. Posteriormente, los ejemplares fueron transferidos a cajas Petri para su observación general. En los casos que requirieron una examinación más detallada, se utilizó el microscopio óptico, según el tamaño del organismo.

Dado que las muestras estaban conservadas en formol al 4%, se aplicaron medidas bioseguridad durante el manejo, incluyendo el uso de una mascarilla para gases tóxicos, guantes de nitrilo y gafas de protección.

METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE ACUERDO CON EL GRUPO

Para gasterópodos y bivalvos, se realizó la identificación de acuerdo con la forma y ornamentación de la concha (costillas, espinas, coloración), tipo de abertura, estructura de opérculo (en caso de existir), simetría (en bivalvos) y líneas de crecimiento (Keen, 1971).

Para artrópodos con enfoque a decápodos y anfípodos, se realizó la identificación de acuerdo con sus características morfológicas como caparazón, forma y segmentación del cuerpo, número y disposición de las patas, quelas, antenas, ojos y estructuras bucales (Hendrixx, 1995; Brusca, 1980; LeCroy, 2000).

Para anélidos principalmente poliquetos, se revisó la morfología por la presencia y forma de parapodios, quetas, prostomio, peristomio, cirros, colores y patrones corporales, y segmentos corporales diferenciados (Fauchald, 1977; Dean, 2009; Blake et al., 2009).

Para la identificación de briozoos se utilizó la guía de Hayward y Ryland (1998) y Winston (1982) mediante la forma de las colonias, tipo de zoecios, presencia de opérculo, avicularios y ovicelas, así como patrón de crecimiento.

Para identificación de equinodermos enfocado en ofiuroideos y equinoideos se revisó la guía de Clark y Rowe (1971) y Pawson (2007), se revisó las características como simetría radial, tipo y disposición de espinas, placas dérmicas, pedicelarios y ambulacros.

En relación con la caracterización de los cefalópodos, se localizó un solo tipo de organismo, en este, se revisó las características morfológicas como disposición de los tentáculos, estructura del manto, presencia de papilas dérmicas, forma de los ojos, tamaño

relativo del sifón, y características de la piel a través de la guía de la Subsecretaría de Pesca de Chile (1998).

Para la identificación de Platelmitos, se utilizó la guía de Prudhoe (1985), y Tyler et al. (2006), donde se consideró la morfología general del cuerpo, simetría, pigmentación, presencia de órganos adhesivos o reproductivos visibles, y forma del aparato digestivo.

Para la identificación morfológica de peces presentes en los sistemas de suspendidos se empleó la guía de identificación de FAO para especies de especies para los fines de la pesca del Pacífico Centro – Oriental, la cual proporciona claves taxonómicas detalladas, ilustraciones anatómicas y características diagnosticas para peces óseos y cartilagosos, para objeto de este estudio solo se considerará los peces óseos.

Además, se corroboró la información con la guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca del Pacífico Centro – Oriental, y en la página de WoRMS – World Register of Marine Species (<https://www.marinespecies.org/>), para corroborar la información y los nombres actuales por especie.

Este estudio, se analizó hasta el nivel taxonómico más bajo posible, sin embargo, en la mayoría de los casos se llegó hasta género.

REVISIÓN DE LITERATURA

En esta investigación se incluye los registros reportados en cultivos de moluscos bivalvos en Ecuador en tesis de grado, tesis de maestría, informes técnicos registradas en instituciones académicas, y en la base de datos ResearchGate (<https://www.researchgate.net/>).

ANÁLISIS PARA MEDIR LA DIVERSIDAD ECOLOGICA

Para estimar la diversidad biológica, así como la riqueza y abundancia de las especies presentes en el área de estudio, se emplea el índice de Shannon-Wiener (H') (1949), una métrica ampliamente utilizada en ecología para evaluar la heterogeneidad de las comunidades ecológicas. Complementariamente se utilizó el índice de equidad (Evenness) que es una medida que proporciona una medida de uniformidad en la distribución de las abundancias relativas de las especies dentro de la comunidad. Esta combinación de índices permite una caracterización más integral de la estructura comunitaria, revelando no solo cuantas especies están presentes, sino también como se distribuyen los individuos entre ellas.

$$\text{Índice de Shannon-Wiener:} \quad H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$\text{Índice de equidad:} \quad J = \frac{H}{H_{max}}$$

Para el análisis de la composición espacio temporal de los organismos marinos mediante gráficos estadísticos de Excel versión 2018, InfoStat 2020 (versión estudiantil) que es el software que cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas, inferencial, gráficos para el análisis exploratorio y como métodos avanzados de modelación estadística y ANOVA, seguido de un análisis múltiple de medias, y el programa PAST (Paleontological Statistics) versión 4.03, el cual es un software gratuito con funciones de manipulación de datos científicos del área de biología, agronomía, ecología, ciencias ambientales y otras áreas relacionadas con el análisis de estadístico y manejo de datos (Hammer, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

IDENTIFICACION DEL MACROFOULING

Durante el periodo de investigación comprendido entre el mes de enero y marzo del 2024, se realizó 5 muestreos al sistema suspendido de cultivo de *Magallana gigas*, donde se utilizó dos grupos con tres réplicas cada uno; y se instaló una linterna como “control” que se la ubicó el día 19 de enero y se retiró el 22 de marzo. Se consideró 53 días de diferencia entre el primer vs segundo muestreo por grupo, y la linterna control 63 días, para permitir la adherencia del macrofouling en los contenedores del cultivo ubicado al frente de la comuna Monteverde, provincia de Santa Elena obteniendo 34 especies de macrofouling, de los cuales 1 pertenece al phylum Annelida (Phyllodocida), 13 al phylum Arthropoda (Amphipoda, Decapoda, y Sessilia), 2 phylum Bryozoa (Cheilostomatida), 1 phylum Chordata (Phlebobranchia), 1 phylum Cnidaria (Scleractinia), 3 phylum Echinoderma (Ophiacanthida, Diadematoidea, y Camarodonta), 12 phylum Mollusca (Octopoda, Ostreida, Nudibranchia, Amphipoda, Pectinida, y Mytilida) y 1 phylum Platyhelminete (Polycladia), de los cuales se encuentran distribuidas en 16 órdenes, y 28 familias (Anexo 6).

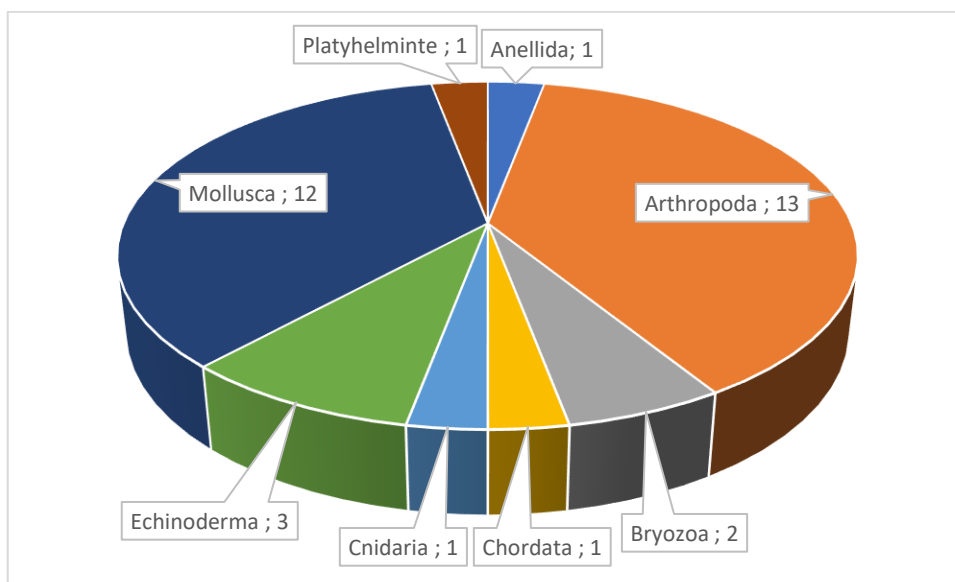


Gráfico 1. Phylum de fauna acompañante identificados en el área de estudio.

ABUNDANCIA DE ORGANISMOS EN GRUPO 1 – VERDE

En el grupo verde se dividió en dos muestreos y se rotuló conforme indica la tabla 2, con diferencia de 53 días entre cada uno. Se aplicó tres réplicas para cada muestreo y cada piso, obteniendo por cada muestreo 9 muestras, siendo un total de 18 muestras por grupo, así como indica la tabla 4.

| Linterna | Muestra 22/01/2024 | | | Muestra 15/03/2024 | | |
|----------------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| Piso 1 | V1P1- | V2P1- | V3P1- | V1P1- | V2P1- | V3P1- |
| | 220124 | 220124 | 220124 | 150324 | 150324 | 150324 |
| Piso 5 | V1P5- | V2P5- | V3P1- | V1P5- | V2P5- | V3P5- |
| | 220124 | 220124 | 220124 | 150324 | 150324 | 150324 |
| Piso 10 | V1P10- | V2P10- | V3P1- | V1P10- | V2P10- | V3P10- |
| | 220124 | 220124 | 220124 | 150324 | 150324 | 150324 |

Tabla 4. Rótulo y método de muestreo de acuerdo con los pisos del grupo 1 - verde.

En el primer muestreo se registró 3 Phylum repartidos en Arthropoda en las especies *Aoroides longimerus*, *Aora spp.*, *Euphyllas spp.*, *Callinectes spp.*, *Homalaspis plana*, *Callinectes arcuatus*, y *Panulirus gracilis* con un total de 28 individuos; Phylum Bryozoa se registró 1 especie el cual es *Pomocellaria californica* con 1 individuo, y del Phylum Mollusca se registró 1 especie *Octopus mimus* con 3 individuos (gráfico 1), obtenidos de la base del piso y en los adheridos en las valvas de las ostras del Pacífico.

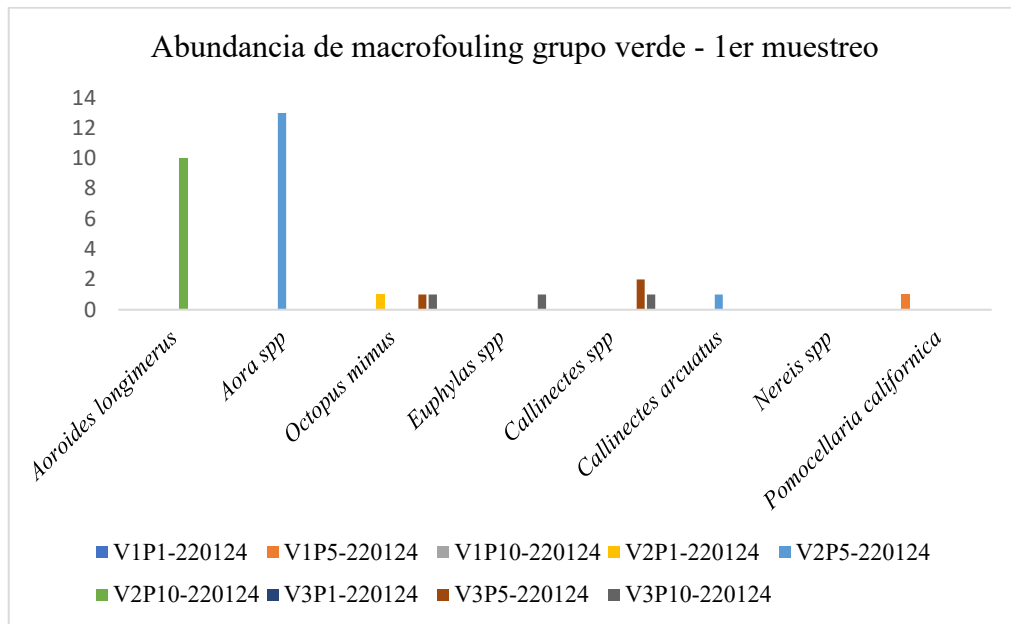


Gráfico 2. Abundancia obtenida en el muestreo 1 del grupo verde realizado el 22 de enero del 2024.

En general en el primer muestreo se obtuvo que el Phylum Arthropoda representa el 87,5%, seguido del Phylum Mollusca con 9,38%, finalmente el Phylum Bryozoa con 3,12%, el cual se representa en el gráfico 2.

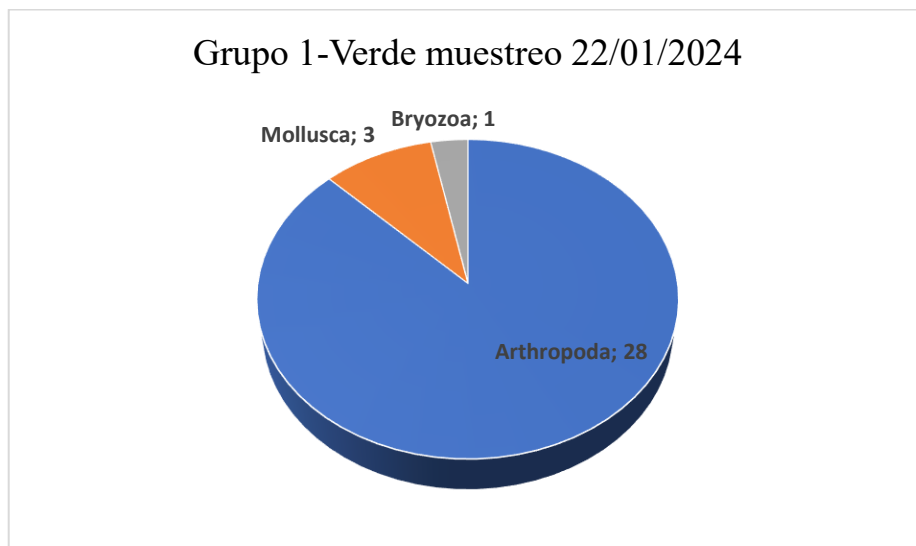


Gráfico 3. Abundancia Relativa primer muestreo realizado en el grupo 1-verde el 22 de enero del 2024.

En el segundo y último muestreo se registró 5 Phylum repartidos en Arthropoda en las especies *Aoroides longimerus*, *Aora spp.*, *Callinectes spp.*, *Homalaspis plana*, *Callinectes arcuatus*, *Gammarus spp.*, *Petrolisthes jugosus*, *Maiopsis panamensis*, *Balanus trigonus*,

Apherusa glacialis, y *Callinectes sapidus* con 988 individuos; Phylum Bryozoa de la especie *Arthropoma spp.* con 9 individuos; Phylum Echinodermata en las especies *Ophiocomella alexandri* y *Echinometra vanbrunti* con 30 individuos; Phylum Mollusca de las especies *Octopus mimus*, *Pteria sterna*, *Anomia peruviana*, *Agropecten purpuratus*, *Pinna rugosa*, y *Lithophaga lithophaga* con 31 individuos; y Phylum Platyhelminte de la especie *Thysanozoon spp.* con 16 individuos (grafico 3), obtenidos de la base del piso y en los adheridos en las valvas de las ostras del Pacífico.

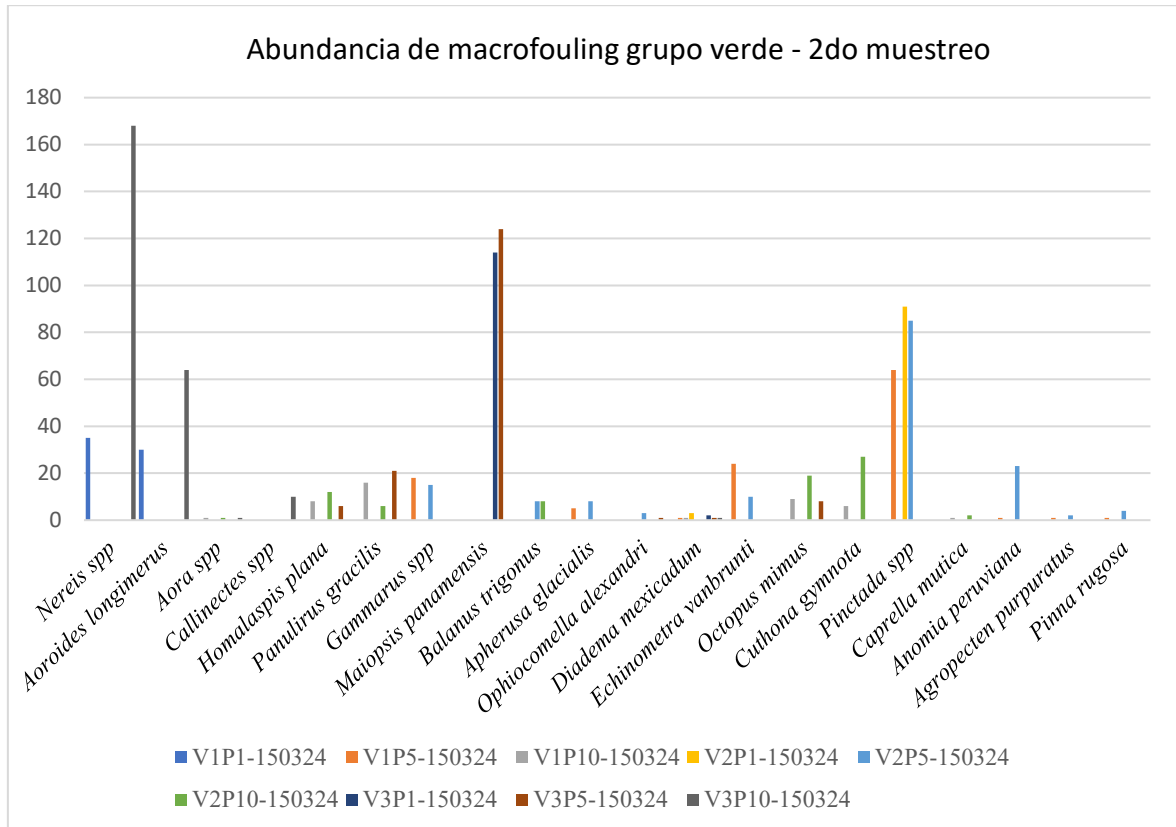


Gráfico 4. Abundancia obtenida en el muestreo 2 del grupo verde realizado el 15 de marzo del 2024.

En el segundo muestreo se obtuvo un N=1074 de los Phylum Arthropoda que representa el 91,99%, seguido del Phylum Mollusca con 2,89%, Phylum Echinodermata con 2,79%, Phylum Bryozoa con 0,84% finalmente el Phylum Platyhelmintes con 1,49%, el cual se representa en el gráfico 4.

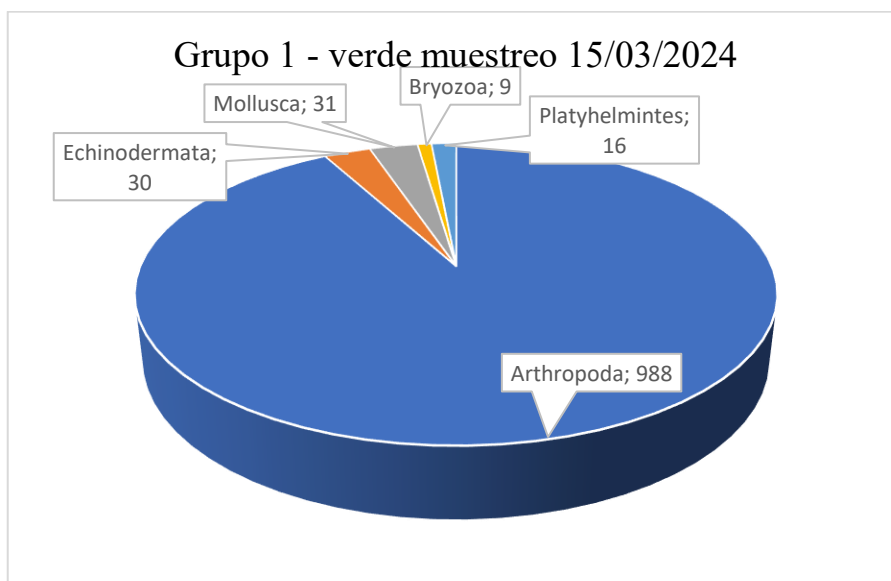


Gráfico 5. Abundancia Relativa segundo muestreo realizado en el grupo 1-verde el 15 de marzo del 2024.

ABUNDANCIA DE ORGANISMOS EN GRUPO 2 – AMARILLO

En el grupo amarillo se dividió en dos muestreos y se rotuló conforme indica la tabla 1, con diferencia de 53 días entre cada uno. Se aplicó tres réplicas para cada muestreo y cada piso, obteniendo por cada muestreo 9 muestras, siendo un total de 18 muestras por grupo, así como indica la tabla 5.

| Linterna | Muestra 29/01/2024 | | | Muestra 22/03/2024 | | |
|----------------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| Piso 1 | A1P1- | A2P1- | A3P1- | A1P1- | A2P1- | A3P1- |
| | 290124 | 290124 | 290124 | 220324 | 220324 | 220324 |
| Piso 5 | A1P5- | A2P5- | A3P1- | A1P5- | A2P5- | A3P5- |
| | 290124 | 290124 | 290124 | 220324 | 220324 | 220324 |
| Piso 10 | A1P10- | A2P10- | A3P1- | A1P10- | A2P10- | A3P10- |
| | 290124 | 290124 | 290124 | 220324 | 220324 | 220324 |

Tabla 5. Rótulo y método de muestreo de acuerdo con los pisos del grupo 2 - amarillo.

En el primer muestreo del grupo se registró 6 Phylum repartidos en Annelida en la especie *Nereis spp.* con un total de 10 individuos; Phylum Arthropoda se registró *Aora spp.*, *Callinectes spp.*, *Homalaspis plana*, *Callinectes arcuatus*, *Panulirus gracilis*, y *Gammarus*

spp. con un total de 117 individuos; Phylum Bryozoa con la especie *Pomocellaria californica* con 1 individuo; Phylum Chordata con la especie *Asciidiella scabra* registrando 7 individuos; Phylum Echinoderma en la especie *Diadema mexicadum* con 5 individuos; Phylum Mollusca en las especies *Pteria sterna*, *Cuthona gymnota*, *Pinctada spp.*, *Caprella mutica*, *Lithophaga lithophaga*, *Geukensia demissa*, y *Mytilus aristatus* con 62 individuos; y Phylum Platyhelminthes con la especie *Thysanozoon spp.* con 37 individuos (gráfico 5), obtenidos de la base del piso y en los adheridos en las valvas de las ostras del Pacífico.

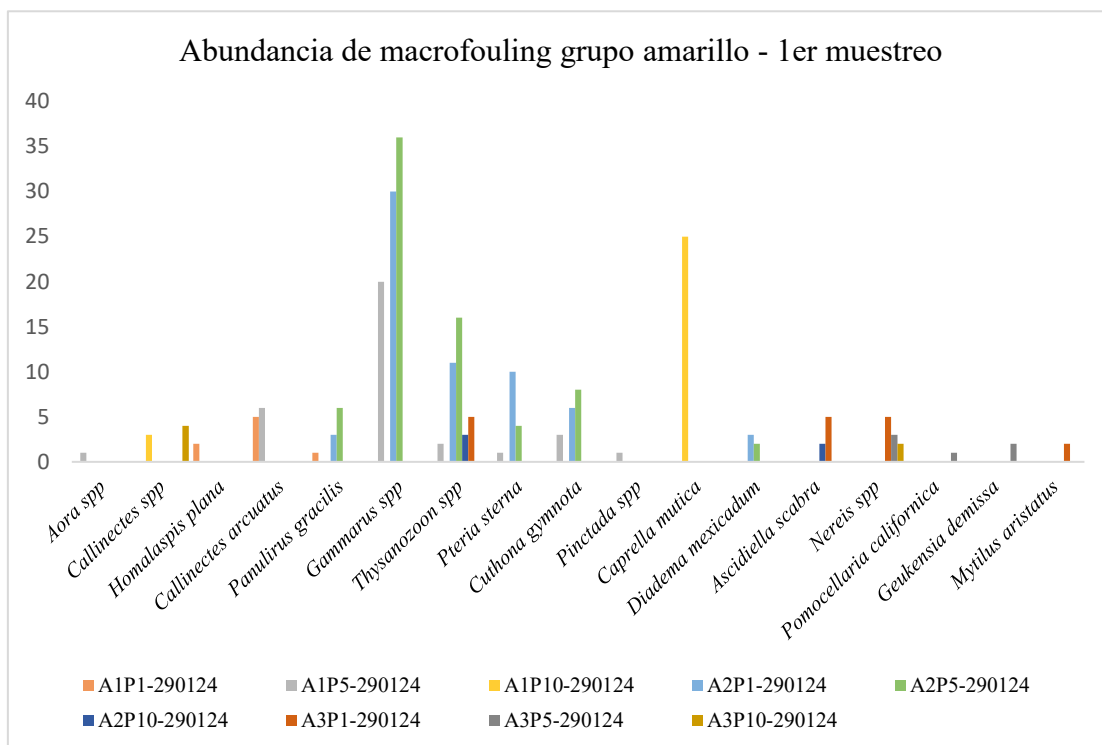


Gráfico 6. Abundancia obtenida en el muestreo 1 del grupo amarillo realizado el 29 de enero del 2024.

En general en el primer muestreo del grupo amarillo, se obtuvo que el Phylum Arthropoda representa el 48,95%, seguido del Phylum Mollusca con 25,94%, del phylum Platyhelminthes con 15,48%, del phylum Annelida con 4,18%, del phylum Chordata con 2,93%, del phylum Echinodermata con 2,09%, finalmente el Phylum Bryozoa con 0,42%, el cual se representa en el gráfico 6.

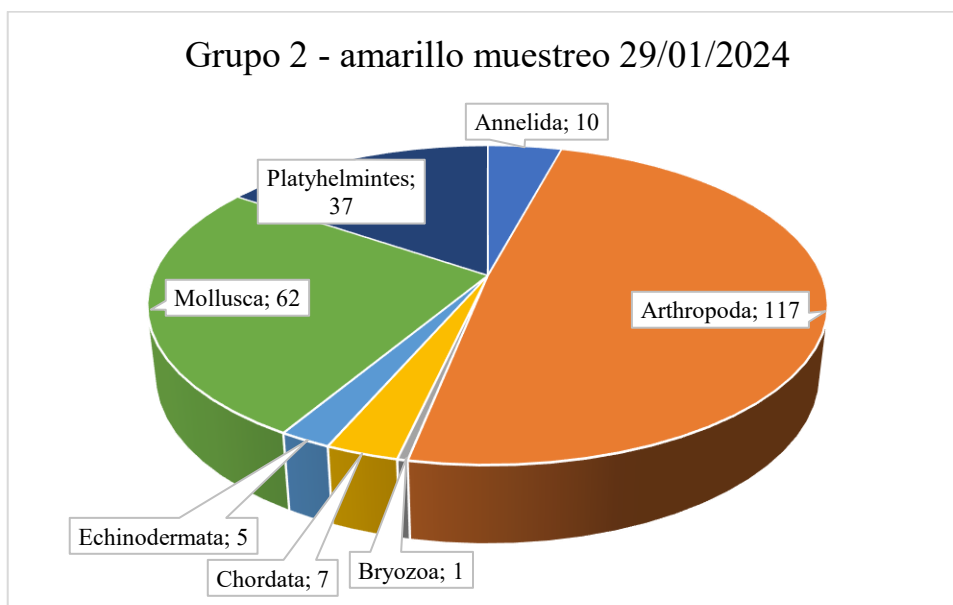


Gráfico 7. Abundancia Relativa primer muestreo realizado en el grupo 2-amarillo el 29 de enero del 2024.

En el segundo y último muestreo se registró se registró 6 Phylum repartidos en Annelida de la especie *Nereis spp.* con un total de 18 individuos; Phylum Arthropoda se registró *Aoroides longimerus*, *Aora spp.*, *Callinectes spp.*, *Homalaspis plana*, *Callinectes arcuatus*, *Panulirus gracilis*, *Gammarus spp.*, *Petrolisthes jugosus*, *Maiopsis panamensis*, *Balanus trigonus*, *Apherusa glacialis*, y *Callinectes sapidus*. con un total de 1445 individuos; Phylum Bryozoa con las especies *Arthropoma spp.*, y *Pomocellaria californica* con 127 individuos; Phylum Echinoderma en las especies *Ophiocomella alexandri* y *Echinometra vanbrunti* con 26 individuos; Phylum Mollusca en las especies *Octopus mimus*, *Pteria sterna*, *Cuthona gymnota*, *Pinctada spp.*, *Caprella mutica*, *Geukensia demissa*, y *Mytilus aristatus* con 178 individuos; y Phylum Platyhelminthes con la especie *Thysanozoon spp.* con 5 individuos (gráfico 7), obtenidos de la base del piso y en los adheridos en las valvas de las ostras del Pacífico.

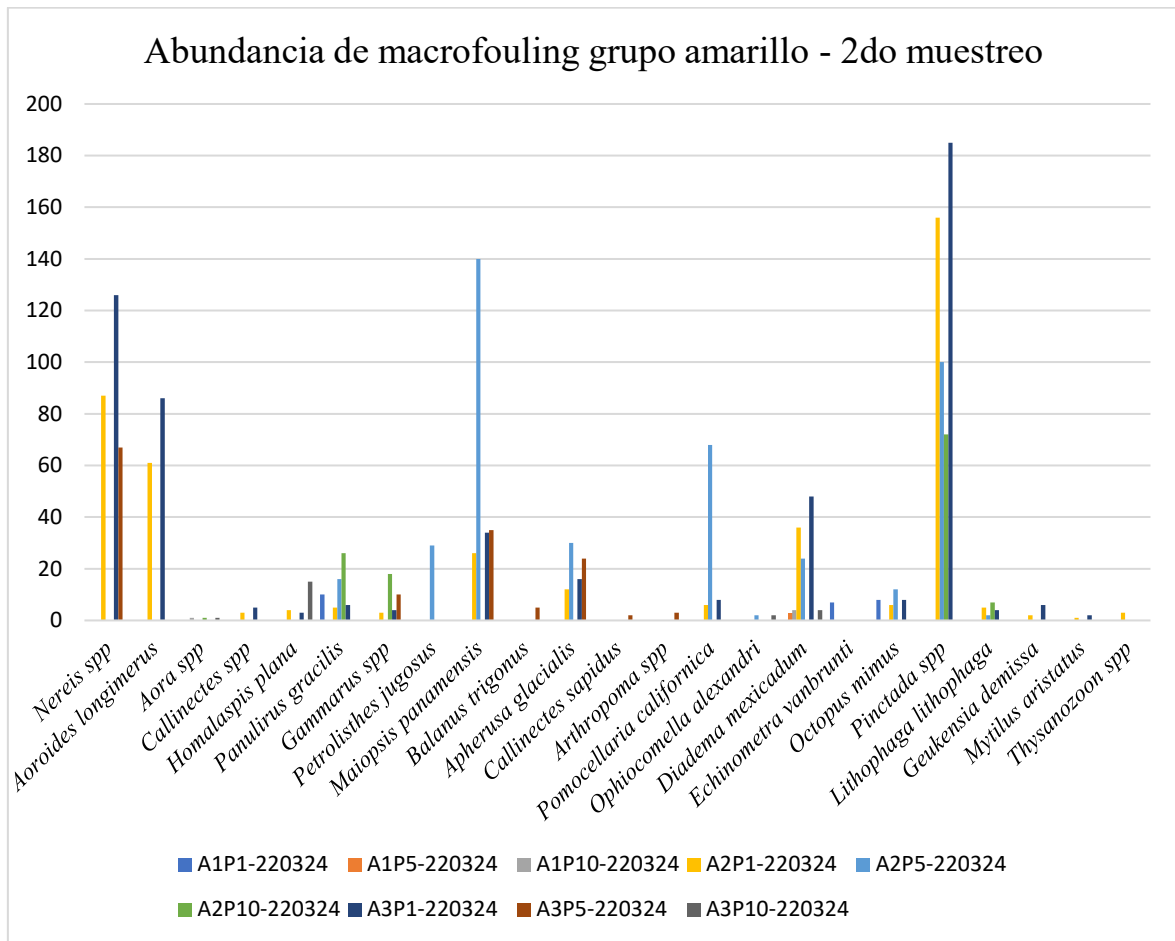


Gráfico 8. Abundancia obtenida en el muestreo 2 del grupo amarillo realizado el 22 de marzo del 2024.

En el segundo muestreo se obtuvo un N=1799 de los Phylum Arthropoda que representa el 80,32%, seguido del Phylum Mollusca con 9,89%, Phylum Bryozoa con 7,06%, phylum Echinodermata con 1,45%, phylum Annelida con 1,00%, finalmente el Phylum Platyhelminthes con 0,28%, el cual se representa en el gráfico 8.

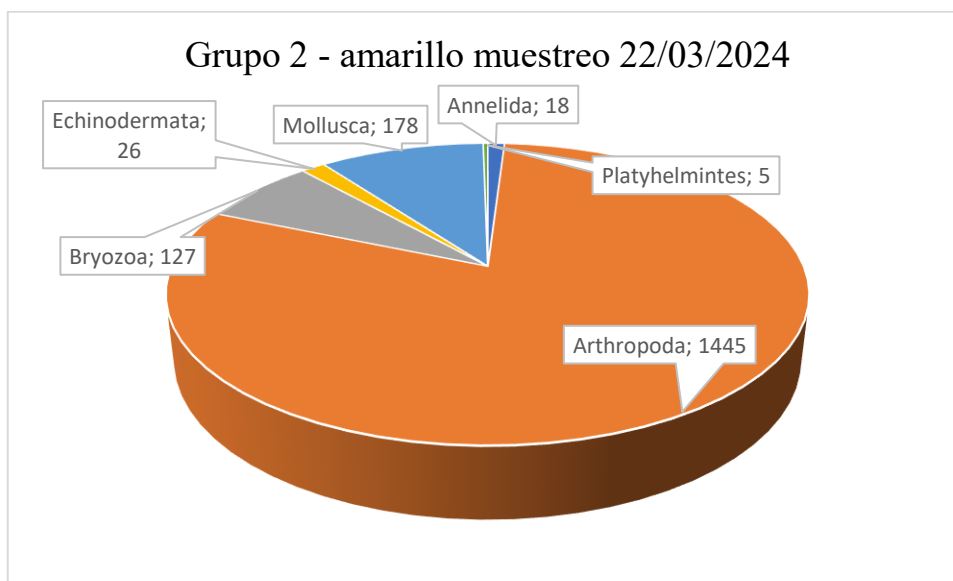


Gráfico 9. Abundancia Relativa segundo muestreo realizado en el grupo 2-amarillo el 22 de marzo del 2024.

ABUNDANCIA DE ORGANISMOS EN GRUPO CONTROL

Se tuvo una linterna control que se instaló el 19 de enero del 2024 y retirada el 22 de marzo del 2024, estando sumergida 63 días. Se obtuvo 1 muestra por cada piso, obteniendo 3 muestras en total. Se registró 8 Phylum repartidos en Annelida de la especie *Nereis spp.* con 26 individuos; Phylum Arthropoda de las especies *Aoroides longimerus*, *Aora spp.*, *Callinectes spp.*, *Homalaspis plana*, *Callinectes arcuatus*, *Panulirus gracilis*, *Gammarus spp.*, *Maiopsis panamensis*, *Balanus trigonus*, *Apherusa glacialis*, y *Callinectes sapidus* con 1083 individuos; Phylum Bryozoa con las especies *Arthropoma spp.*, y *Pomocellaria californica* con 15 individuos; Phylum Chordata con la especie *Asciella scabra* registrando 1 individuo; Phylum Cnidaria con la especie *Tubastraea spp.* con 1 individuo; Phylum Echinodermata registrando las especies *Ophiocomella alexandri*, *Diadema mexicadum*, y *Echinometra vanbrunti* con 37 individuos; Phylum Mollusca con las especies *Octopus mimus*, *Pteria sterna*, *Pinctada spp.*, *Caprella mutica*, *Spondylus crassisquama*, *Agropecten purpuratus*, *Lithophaga lithophaga*, *Geukensia demissa*, y *Mytilus aristatus* con 68 individuos; y Phylum Platyhelminte con la especie *Thysanozoon spp.* con 14 individuos (gráfico 9) obtenidos de la base del piso y en los adheridos en las valvas de las ostras del Pacífico.

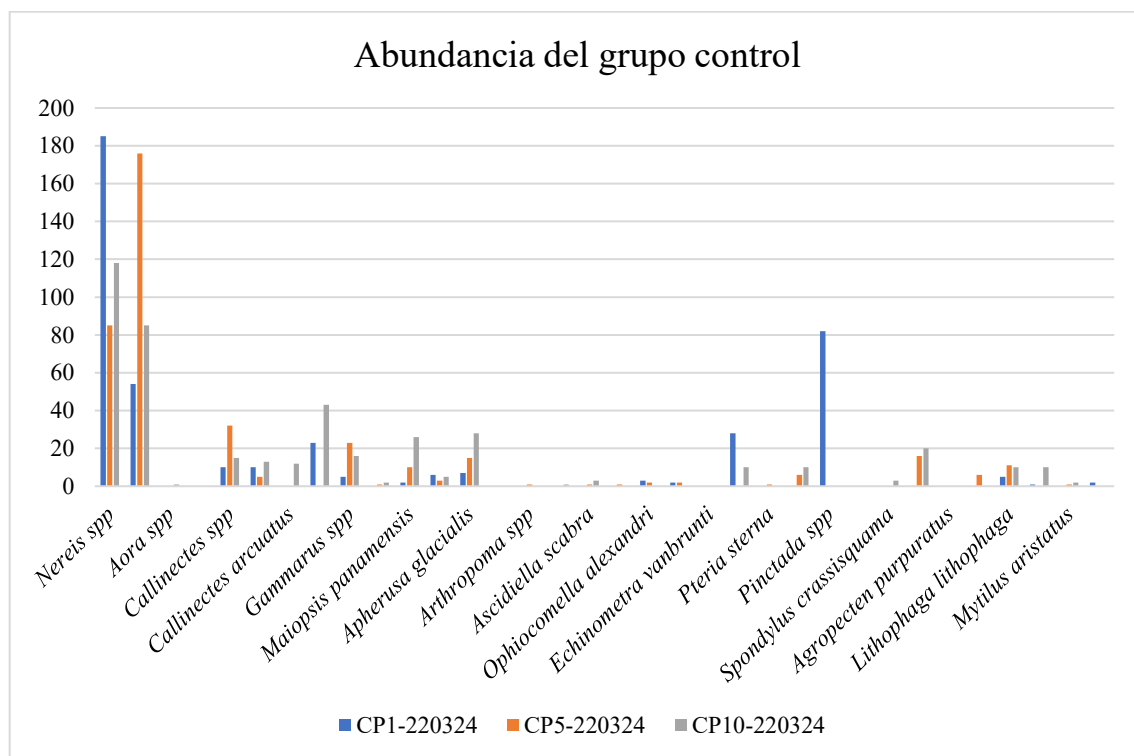


Gráfico 10. Abundancia obtenida en la linterna control realizado el 22 de marzo del 2024.

En general en la muestra del grupo control se obtuvo un N=1256 de los Phylum Arthropoda que representa el 86,23%, seguido del Phylum Mollusca con 5,41%, phylum Echinodermata con 2,95%, phylum Annelida con 2,07%, Phylum Bryozoa con 1,19%, Phylum Platyhelminthes con 1,11%, phylum Cnidaria con 0,96%, finalmente phylum Chordata con 0,08% el cual se representa en el gráfico 10.

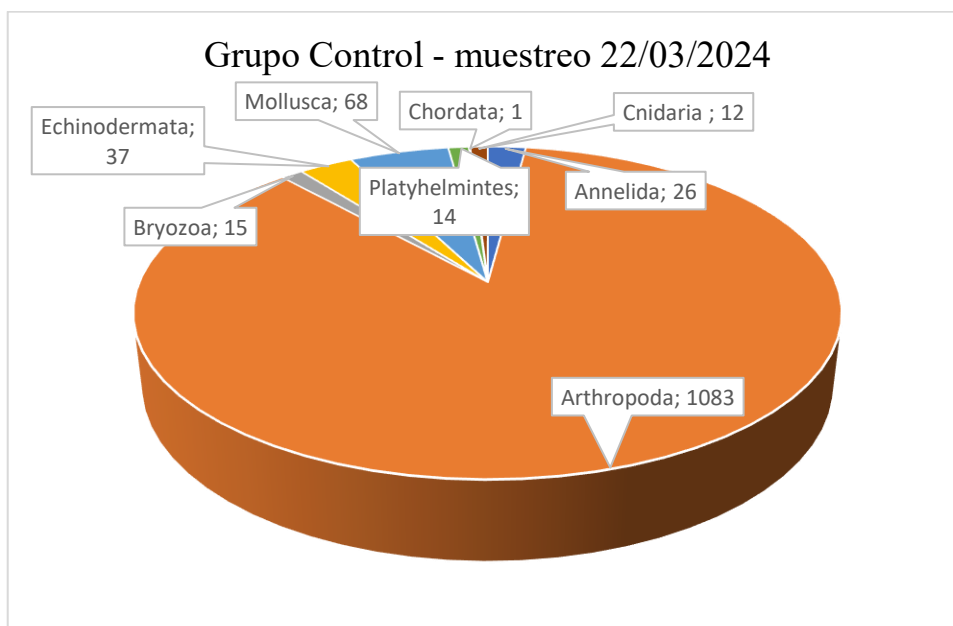


Gráfico 11. Abundancia Relativa del muestreo realizado en el grupo control el 22 de marzo del 2024.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

ANÁLISIS CUALITATIVO

Los parámetros físicos del agua de mar no representaron variabilidad durante los meses de muestreo de enero a marzo del 2024, siendo 28,76°C en promedio de temperatura, la más baja fue de 27,1 °C y más alta de 30°C; con un pH promedio de 7,86; salinidad 34,26 ppt; 5,94 mg/L (tabla 6), y que se ven representados en el gráfico 11.

| Fecha/muestreo | T (°C) | Salinidad (ppt) | pH | OD (mg/L) |
|-----------------|--------|-----------------|-------|-----------|
| 19/1/2024 | 28,7 | 34,3 | 7,95 | 5,73 |
| 22/1/2024 | 27,1 | 34 | 7,35 | 5,87 |
| 29/1/2024 | 29 | 34 | 7,32 | 5,87 |
| 15/3/2024 | 29 | 34 | 7,96 | 5,87 |
| 22/3/2024 | 30 | 35 | 8,8 | 6,33 |
| Promedio | 28,76 | 34,26 | 7,876 | 5,94 |

Tabla 6 Parámetros físicos del agua de mar tomados durante los muestreos.

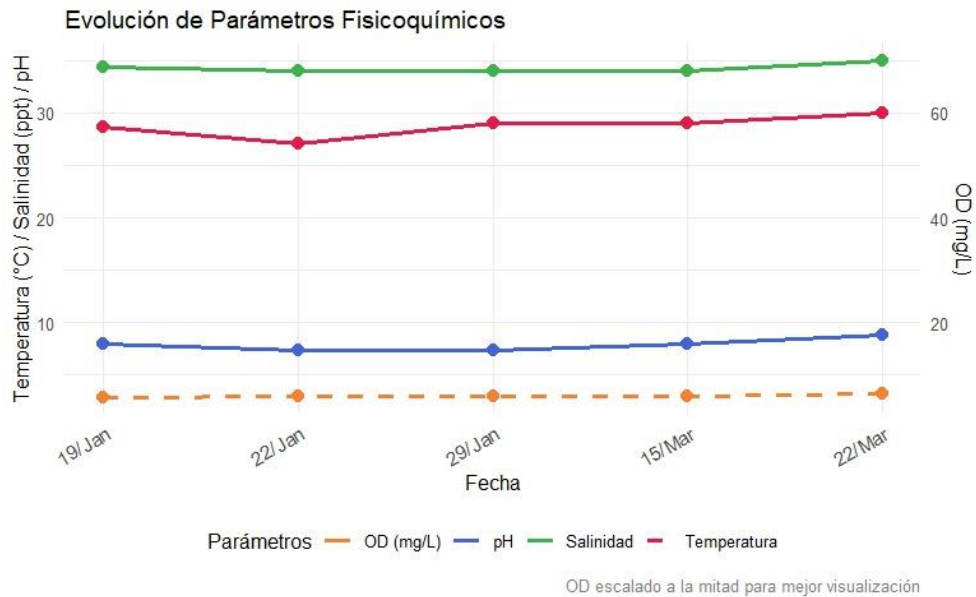


Gráfico 12. Parámetros físicos del agua de mar durante los muestreos, donde se midió temperatura (°C), salinidad (ppt), pH, y OD (mg/L)

GRUPO VERDE

El análisis de la distribución espacial de los organismos respecto a las diferentes profundidades de 2,20 m, 3,20 m, y 4,0 m correspondientes al piso 1, piso 5 y piso 10 como lo indica la figura 14 en relación con el primer grupo de muestreo del 22 de enero del 2024, los parámetros físicos del agua de mar fue 27,1°C de temperatura, salinidad de 34 ppt, pH de 7,35 y OD (mg/L) de 5,87, donde se obtuvo que en la “linterna verde 1” se obtuvo un N= 32. En el piso 1 no se encontró fauna acompañante en el compartimiento; en el piso 5 se encontró un individuo del Phylum Bryozoa; y en el piso 10 no se encontró fauna acompañante. Mientras que en la segunda réplica “linterna verde 2”, en el piso 1 se encontró un individuo de pulpo de la especie *Octopus mimus* del Phylum Mollusca. En el piso 5 se observa la presencia de 14 individuos del phylum Arthropoda distribuida en la circunferencia de la base del piso de la linterna. En el piso 10 también se encontró 10 individuos del phylum Arthropoda así mismo en la base del compartimiento. En la “linterna verde 3”, en el piso 1 no se encontró fauna acompañante, en el piso 5 se encontró un individuo del phylum Mollusca y dos individuos del phylum Arthropoda, por último, en el piso 10 se obtuvo 2 individuos del phylum Arthropoda y 1 individuos del phylum Mollusca, esta información es representada en el gráfico 12.

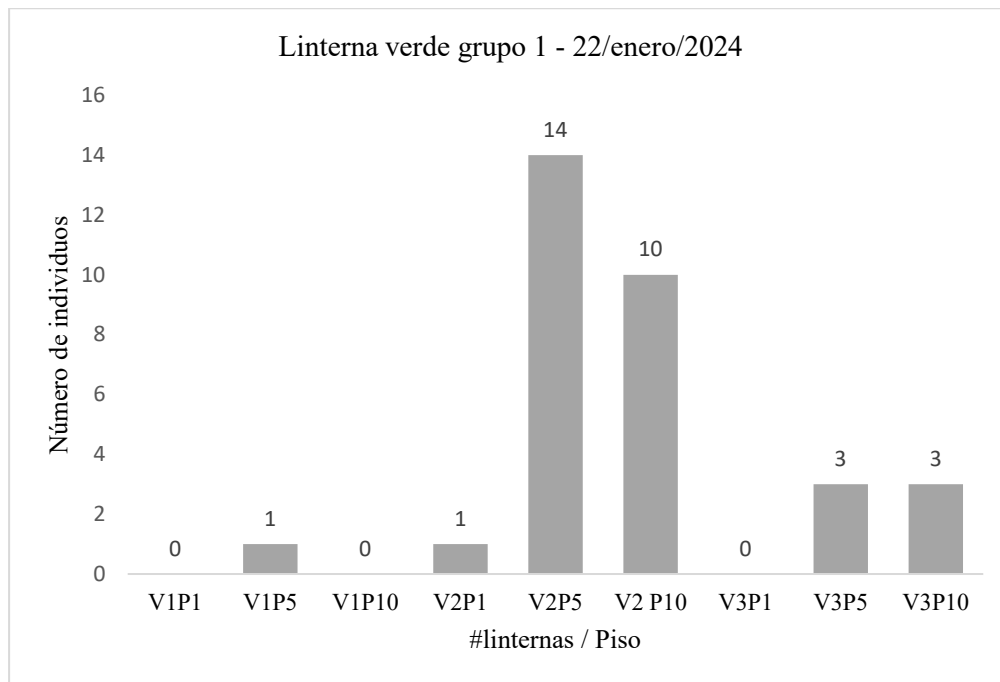


Gráfico 13. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de las linternas 1, 2 y 3 del 22 de enero del 2024.

El análisis espacial del muestreo del 15 de marzo del 2024 los parámetros físicos del agua de mar fue 29°C de temperatura, salinidad de 34 ppt, pH de 7,96 y OD (mg/L) de 5,87, donde se obtuvo que en la “linterna verde 1” en el piso 1, ya apareció fauna acompañante siendo representado por el phylum Arthropoda con N=65; en el piso 5 se evidenció un N=116 distribuidos en 107 individuos del phylum Arthropoda, 1 individuo del phylum Bryozoa, y 8 individuos del phylum Mollusca; y en el piso 10 se obtuvo el N=42, distribuidos en 31 individuos del phylum Arthropoda, 1 individuo del phylum Bryozoa, 8 individuos del phylum Echinodermata, y 2 individuos del phylum Mollusca.

Mientras que en la segunda réplica “linterna verde 2”, en el piso 1 se tuvo un N=94, siendo 91 individuos del phylum Arthropoda y 3 individuos del phylum Bryozoa; en el piso 5 se obtuvo un total de N=161 siendo 133 individuos del phylum Arthropoda, 3 individuos del phylum Echinodermata, 17 individuos del phylum Mollusca, y 5 individuos del phylum Platyhelminthes; en el piso 10 se encontró N=75 distribuidos en 52 individuos del phylum Arthropoda, 12 individuos del phylum Echinodermata, 3 individuos del phylum Mollusca, y 8 individuos del phylum Platyhelminthes.

Finalmente, en la “linterna verde 3” se obtuvo en el primer piso N=116 distribuidos en 114 individuos en el phylum Arthropoda, y 2 individuos del phylum Bryozoa, en el piso 5 se

obtuvo N=161 distribuidos en 153 individuos del phylum Arthropoda, 1 individuo del phylum Bryozoa, y 7 individuos del phylum Echinodermata. Por último, en el piso 10 se obtuvo N=244 distribuidos en 242 individuos del phylum Arthropoda, 1 individuo del phylum Bryozoa, y 1 individuo del phylum Mollusca, esto se ve representado en el gráfico 13.

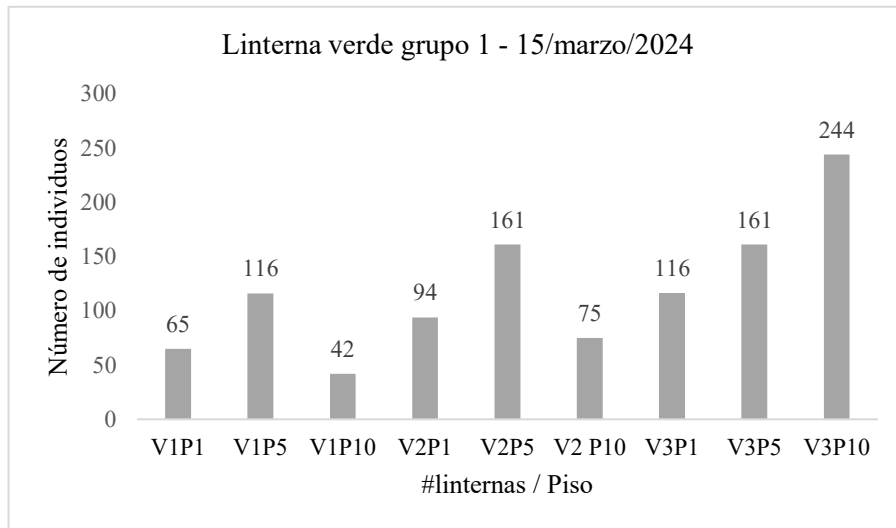


Gráfico 14. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de las linternas 1, 2 y 3 del 15 de marzo del 2024.

GRUPO AMARILLO

El análisis de la distribución espacial de los organismos respecto a las diferentes profundidades de 2,20 m, 3,20 m, y 4,0 m correspondientes al piso 1, piso 5 y piso 10 como lo indica la figura 14 en relación con el primer grupo de muestreo del 29 de enero del 2024, los parámetros físicos del agua de mar fue 29°C de temperatura, salinidad de 34 ppt, pH de 7,32 y OD (mg/L) de 5,86, donde se obtuvo que en la “linterna amarilla 1” se obtuvo un N= 70. En el piso 1 se encontró N=8 correspondiente al phylum Arthropoda; en el piso 5 se encontró N=34 distribuidos en 27 individuos del Phylum Arthropoda, 3 individuos del phylum Mollusca, y 2 individuos del phylum Platyhelminthes; y en el piso 10 se encontró N=28 repartidos en 3 individuos del phylum Arthropoda, y 25 individuos del phylum Mollusca. Mientras que en la segunda réplica “linterna amarilla 2”, en el piso 1 se encontró N=63 distribuidos en 33 individuos en el phylum Arthropoda, 3 individuos del phylum Echinodermata, 16 individuos del phylum Mollusca, y 11 individuos del phylum Platyhelminthes. En el piso 10 se recolectó 5 individuos, siendo 2 del phylum Chordata, y 3 del plhyllum Platyhelminthes. En la “linterna verde 3”, en el piso 1 se recolectó 17

individuos, distribuidos a 5 individuos del phylum Annelida, 5 individuos del phylum Chordata, 2 individuos del phylum Mollusca, y 5 individuos del phylum Platyhelminthes, en el piso 5 se encontró N=6 distribuidos en 3 individuos del phylum Annelida, 1 individuo del phylum Bryozoa, y 2 individuos del phylum Mollusca, por último, en el piso 10 se obtuvo N=6 distribuidos en 2 individuos del phylum Annelida, y 4 individuos del phylum Arthropoda, esta información es representada en el gráfico 14.

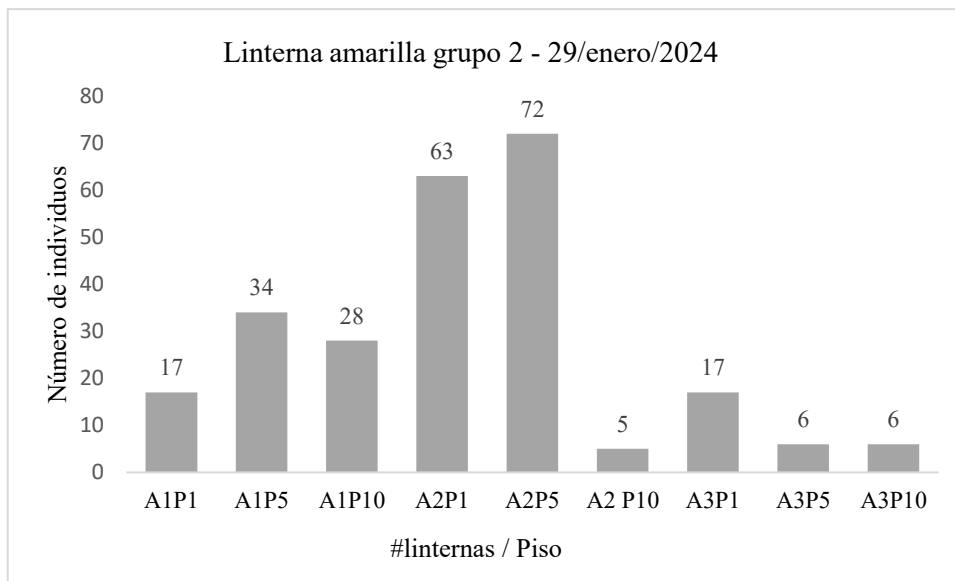


Gráfico 15. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de las linternas 1, 2 y 3 del 29 de enero del 2024.

El análisis espacial del muestreo del 22 de marzo del 2024 los parámetros físicos del agua de mar fue 30°C de temperatura, salinidad de 35 ppt, pH de 8,8 y OD (mg/L) de 6,33, donde se obtuvo que en la “linterna amarilla 1” en el piso 1, se encontró N=25 correspondiente al phylum Arthropoda; en el piso 5 se evidenció un N=3 correspondiente al phylum Bryozoa, y en el piso 10 se recolectó N=5 distribuidos en 4 individuos del phylum Bryozoa, y 1 individuo del phylum Mollusca. En la “linterna amarilla 2” se recolectó en total N=1025 distribuidos en todos los pisos, localizando en el piso 1 N=443 repartidos en 5 individuos del phylum Annelida, 374 individuos en el phylum Arthropoda, 38 individuos del phylum Bryozoa, 4 individuos del phylum Echinodermata, y 22 individuos del phylum Mollusca. En el piso 5 se recolectó N=458 correspondiente a 2 individuos del phylum Annelida, 332 individuos del phylum Arthropoda, 24 individuos del phylum Bryozoa, 2 individuos del phylum Echinodermata, y 98 individuos del phylum Mollusca, finalmente en el piso 10 se obtuvo N=124 distribuidos en 7 individuos del

phylum Annelida, 116 individuos del phylum Arthropoda, y 1 individuo del phylum Mollusca.

En la “linterna amarilla 3” se obtuvo N=741, en el piso 1 se recolectó N=573 distribuidos en 4 individuos del phylum Annelida, 486 organismos del phylum Arthropoda, 54 individuos del phylum Bryozoa, 3 individuos del phylum Bryozoa, y 26 individuos del phylum Mollusca; en el piso 5 se recolectó N=146 distribuidos en 112 individuos en el phylum Arthropoda, 29 individuos del phylum Mollusca, y 5 individuos del phylum Platyhelminthes; finalmente, en el piso 10 se recolectó N=22 distribuidos en 4 individuos en el phylum Bryozoa, 17 individuos del phylum Echinodermata, y un individuo del phylum Mollusca, el cual se ve representada en el gráfico 15.

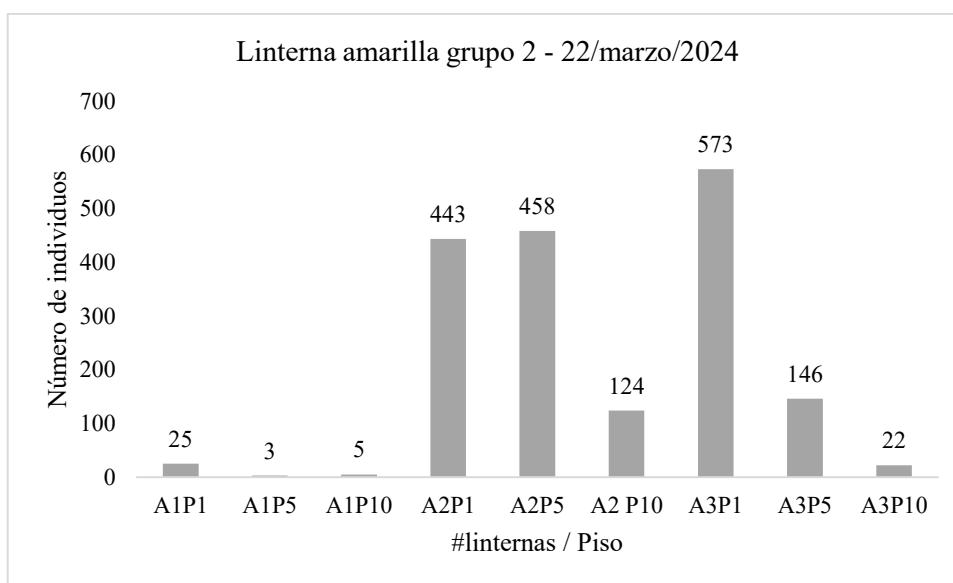


Gráfico 16. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de las linternas 1, 2 y 3 del 22 de marzo del 2024.

GRUPO CONTROL

La información de los parámetros físicos del agua de mar es la misma que se recolectó en el muestreo del 22 de marzo del 2024. La linterna control no se manipuló durante toda la investigación, solo se levantó la linterna para comprobar que no se haya cortado o extraviado.

En este sentido, se recopiló N=1256 distribuido en todos los pisos, a continuación se indica que en el piso 1 se recolectó N=425 distribuidos en 5 individuos en el phylum Annelida, 389 individuos del phylum Arthropoda, 3 individuos al phylum Bryozoa, 13 individuos del phylum Echinodermata, 9 individuos del phylum Mollusca, y individuos del phylum

Platyhelminthes; en el piso 5 se obtuvo N=398 distribuidos en 11 individuos del phylum Annelida, 349 individuos del phylum Arthropoda, 2 individuos del phylum Bryozoa, 1 individuo del phylum Chordata, 8 individuos del phylum Echinodermata, 24 individuos del phylum Mollusca, y 3 individuos del phylum Platyhelminthes; finalmente, en el piso 10 se encontró N=433 distribuidos en 10 individuos del phylum Annelida, 345 individuos del phylum Arthropoda, 10 individuos del phylum Bryozoa, 12 individuos del phylum Cnidaria, 16 individuos del phylum Echinodermata, 35 individuos del phylum Mollusca, y 5 individuos del phylum Platyhelminthes, el mismo que se representa en el gráfico 16.

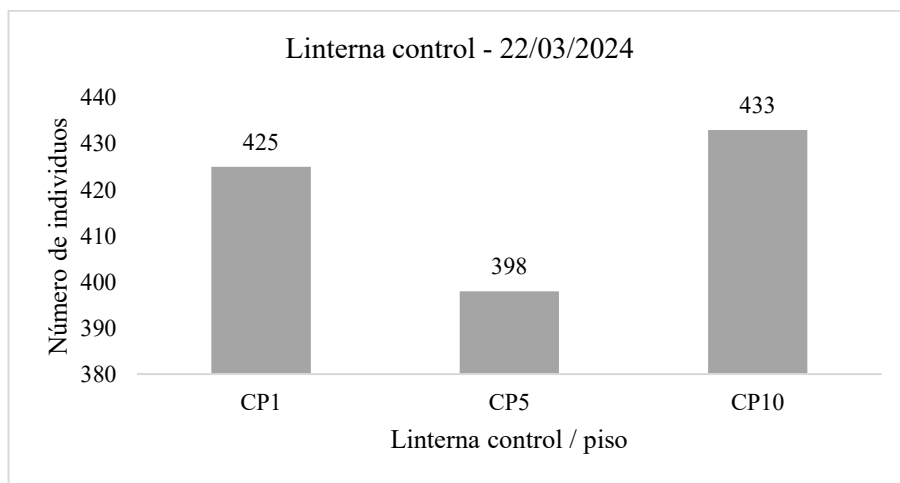


Gráfico 17. Número de individuos del piso 1, 5 y 10 de la linterna control del 22 de marzo del 2024.

ABUNDANCIA DE MICROALGAS

Durante el periodo de la investigación se pudo obtener que existe una gran abundancia de fitoplancton en la zona de la comuna Monteverde, donde se considera que esta depende de las precipitaciones previas al muestreo. Además, que cuenta con la salida del río Javita, y el estuario Palmar ubicados a 1.20 km y 3.5 km respectivamente.

Durante el primer mes de muestreo de microalgas se obtuvo que en 60 litros de agua un promedio de ± 417.44 células. La temperatura durante los muestreos del mes de enero fue de 28.7°C , 27.1°C , y 29.0°C , salinidad promedio fue de 34.1 ppt y pH fue de 7.95, 7.35, y 7.32; mientras que en el mes de marzo fue de 29.0°C y 30.0°C , salinidad de 34.5 ppt, pH de 7.96 y 8.8, y microalgas promedio de ± 296.56 células (Gráfico 18).

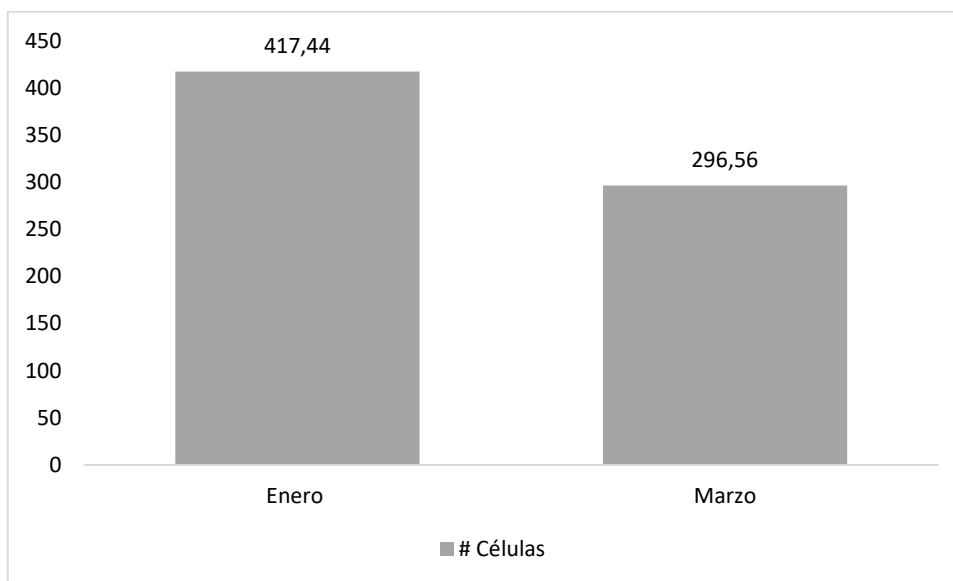


Gráfico 18. Cuantificación de microalgas durante los muestreos

La cuantificación del fitoplancton obtenido durante el mes de enero y marzo del 2024. Menciona INOCAR (2024) que durante los últimos días de enero e inicios de febrero del 2024 se registró mayores precipitaciones en gran parte de la costa ecuatoriana donde hubo desbordamiento de ríos. Indican que, las condiciones de anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región en el Pacífico ecuatorial oriental (niño 1+2) y central (niño 3.4) persiste condiciones El Niño donde se registró temperaturas superficiales de 20°C alrededor de los 50 m de profundidad y salinidad de 33 ppt. Mientras que en el mes de marzo del 2024 las condiciones oceanográficas del litoral ecuatoriano estuvieron marcadas por un evento de El Niño costero, con anomalías positivas en la temperatura superficial del mar superiores a 2°C respecto a lo normal (superando los 27°C), debilitamiento de la corriente fría de Humboldt y fortalecimiento de la corriente cálida del norte. Estas condiciones generaron un incremento en la evaporación y precipitaciones, especialmente en la región litoral, como cambios en el patrón del oleaje, con estados del mar que variaron de moderado a muy agitado (INOCAR, 2024). Estas alteraciones influyeron directamente en la productividad marina, la distribución de las especies y la dinámica ecológica costera, con posibles efectos sobre la biodiversidad asociada a cultivos marinos como *Magallana gigas* en zonas como Monteverde, Santa Elena.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico realizado en ANOVA, se evidenció diferencias significativas en la riqueza específica (número de especies) entre las distintas linternas evaluadas ($F=3.69$; $p=0.0026$), con un R^2 ajustado de 0.46, lo que indica que el 46% de la variación en la riqueza puede ser atribuida al tipo de linterna. Las linternas A2P-220324, CP-220324 y A3P-220324 presentaron valores más altos de riqueza, con promedio de 11.67, 10.33 y 9.33 especies respectivamente. Por el contrario, las linternas V1P-220124 no registró ninguna especie asociada. Este patrón sugiere que ciertas condiciones micro ambientales asociadas a la ubicación o manejo de las linternas pueden favorecer el asentamiento de una mayor variedad de organismos. El coeficiente de variación ($CV= 65.89\%$) indica una alta heterogeneidad entre linternas, característica normal en ambientes marinos abiertos influenciados por múltiples factores ecológicos (gráfico 17).

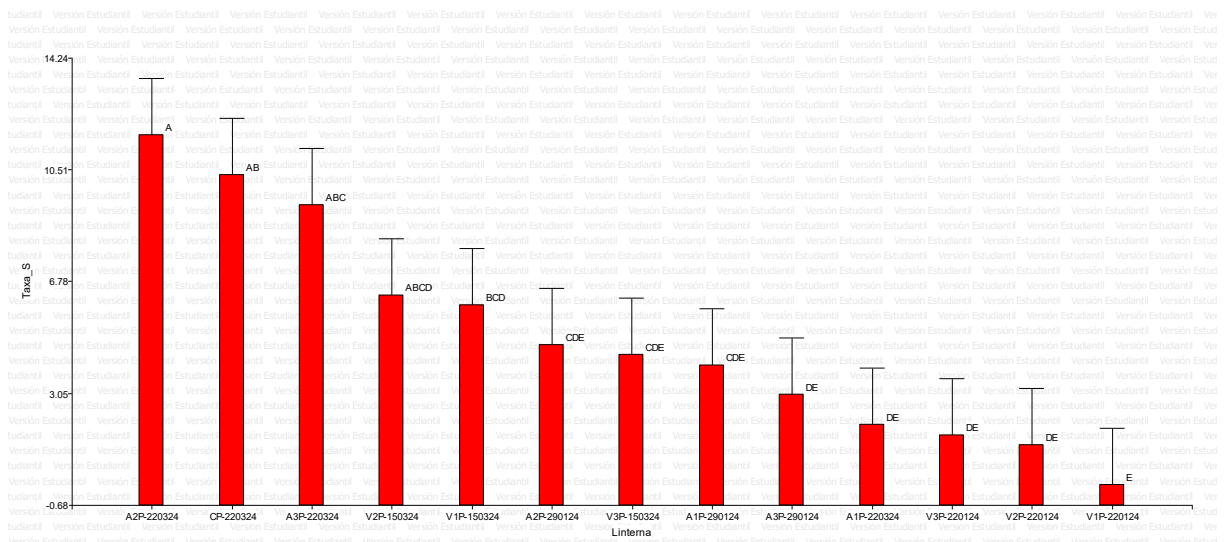


Gráfico 19. Riqueza específica entre las linternas de la investigación.

En cuanto a la abundancia total de los individuos, también se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($F= 3.94$; $p= 0.0017$), con un R^2 ajustado de 0.48. Las linternas con mayor número de individuos fueron nuevamente A2P-220324 (341.67), A3P-220324 (247) y CP-220324 (239.33), mostrando consistencia con los patrones de riqueza. Por otro lado, V1P-220124 no presentó individuos asociados. Este resultado refuerza la hipótesis de que en determinadas linternas ofrecen condiciones más favorables para el reclutamiento y permanencia de organismos. El elevado coeficiente de variación ($CV= 101.27\%$) refleja la gran dispersión en los datos de abundancia,

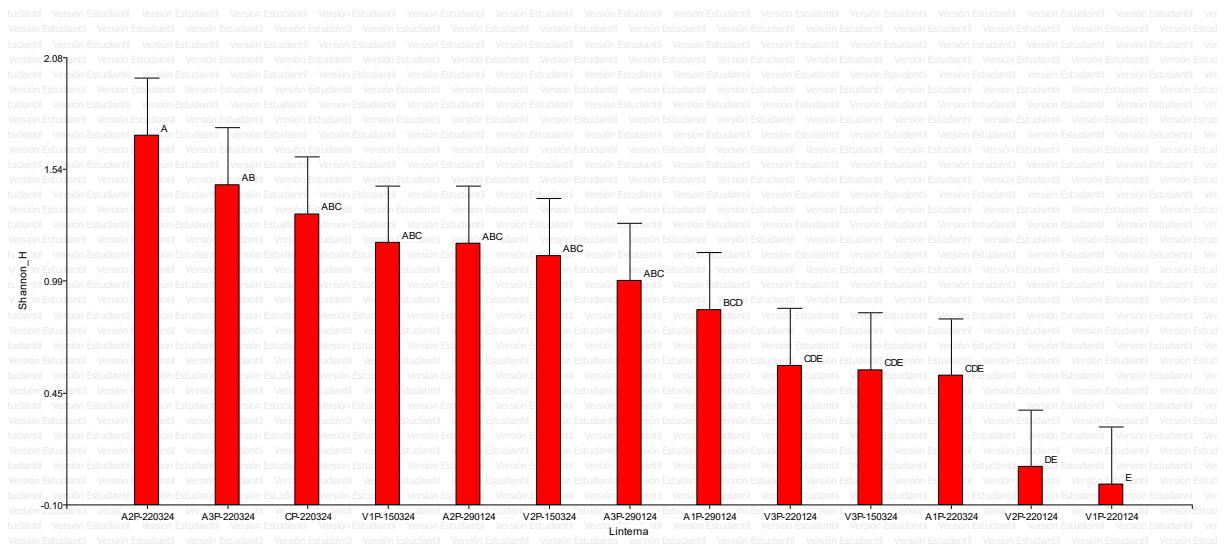


Gráfico 21. Índice de Shannon-Wiener (1949).

Finalmente, el análisis del índice de equidad (Evenness e^H/S) mostró diferencias significativas entre tratamientos ($F= 4.47$; $p= 0.0007$), siendo A1P-220324 y A3P-290124 las linternas con mayor uniformidad en la distribución de abundancias (0.94), mientras que V1P-220124 presento un valor de 0, indicando ausencia total de equidad o presencia de una sola especie dominante. El R^2 ajustado de 0.52 sugiere una relación considerable entre el tipo de linterna y la distribución de los organismos asociados. Este patrón sugiere que, además de la riqueza y abundancia, la uniformidad en la estructura comunitaria también esta influenciada por factores propios de cada linterna, posiblemente relacionado con la orientación respecto a las corrientes, la exposición de sedimentos o la competencia interespecífica (gráfico 20).

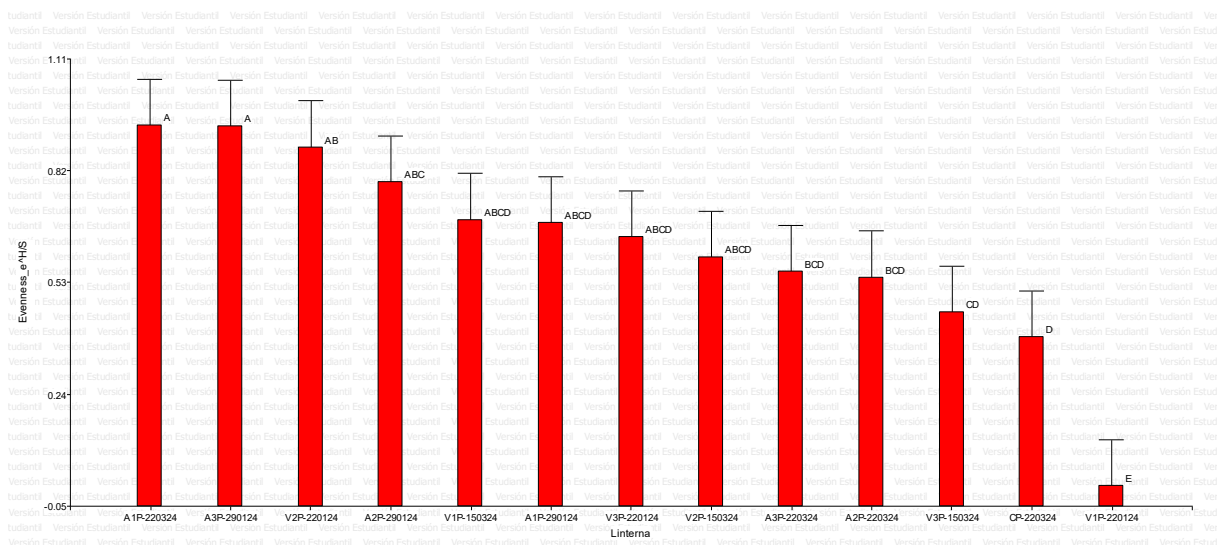


Gráfico 22. Índice de equidad (Evenness e^H/S).

REGISTRO DEL MACROFOULING MÁS RELEVANTE LOCALIZADO EN LA ZONA DE MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA

Octopus mimus (A. Gould, 1852)



Ilustración 14. Ejemplar de *Octopus mimus* colectado en Monteverde

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Orden: Octopoda

Familia: Octopodidae

Género: Octopus

Especie: *Octopus mimus* (A. Gould, 1852)

Descripción:

Es un animal de tamaño relativamente grande (longitud total hasta 1200 mm, peso total hasta 4104 g), de manto grueso, ovalado o redondeado posteriormente. Cabeza pequeña con 2-3 papilas supra-oculares. Presenta un ocelo tenue a cada lado de la cabeza, en el nacimiento de los brazos 2 y 3. Membrana interbraquial profunda con sectores desiguales. Brazos moderadamente largos, unas cuatro veces la longitud del manto, los brazos laterales son los más largos. Ventosas de tamaño medio, con amplia separación entre ellas; ventosas agrandadas presentes en los brazos 2 y 3 de machos y hembras. Tercer brazo derecho es el hectocotilizado y presenta 129-149 ventosas en los machos; órgano copulatorio muy pequeño. Penis corto, delgado y con un divertículo redondeado. Siete a nueve laminillas branquiales por hemibranchia externa. Huevos pequeños (<2.6mm).

Distribución:

Se distribuye en el Pacífico sudeste desde el norte de Perú (Tumbes) a Chile Central (Bahía de San Vicente). En Ecuador se ha reportado en áreas marino-costeras donde se encuentran distribuidos en la línea de costa rocosa hasta los 30 metros de profundidad.

***Ophiocomella alexandri* (Lyman, 1860)**



Ilustración 15. Ejemplar Ophiocomella alexandri colectado en Monteverde

Phylum: Echinodermata

Clase: Ophiuroidea

Orden: Ophiacanthida

Familia: Ophiocomidae

Género: Ophiocomella

Especie: *Ophiocomella alexandri* (Lyman, 1860)

Descripción:

Disco redondo cubierto densamente por gránulos espiniformes alargados y separados que se extienden hasta la base de los brazos, debajo de ellos existen escamas imbricadas. Escudos radiales cubiertos por gránulos. Cinco brazos largos, de 120 mm de largo y 2.3 mm de ancho. Placas dorsales de los brazos proximales y medias, cordiformes con bordes redondeados; segmentos distales con placas triangulares.

Distribución:

Se distribuye desde la costa del Pacífico Oriental, hasta las islas Galápagos.

Spondylus crassisquama (Lamarck, 1819)



Ilustración 16. Ejemplar de *Spondylus crassisquama* colectado en Monteverde

Phylum: Mollusca

Clase: Bivalvia

Orden: Pectinida

Familia: Spondylidae

Género: *Spondylus*

Especie: *Spondylus crassisquama* (Lamarck, 1819)

Descripción:

Conocida anteriormente *Spondylus princeps*. Se caracteriza en la valva izquierda que presenta costillas radiales elevadas; seis hileras primarias de espinas en forma de espátula de una longitud media, de una a seis hileras de espinas intersticiales cortas, puntiagudas u ocasionalmente espatuladas. La valva derecha difiere en la zona de fijación, estando apoyadas por costillas concéntricas foliáceas. El color exterior varía en tonalidad yendo del naranja claro al rojo oscuro e incluso morado, el margen interior de la concha presenta una banda de color amplia a juego con el color exterior. Existen dos variedades principales: rosa y púrpura, ambas con espinas de color naranja.

Distribución:

Se distribuye desde el Golfo de California hasta el Golfo de Guayaquil en Ecuador, aunque posteriormente, se reportan su aparición desde la Isla de Cedros en el Pacífico mexicano hasta la Isla La Plata en Ecuador. Se ha reportado que el género puede colonizar las costas de Perú (Puerto Lima) como resultado de eventos El Niño, cuando las aguas cálidas imperan en el lugar.

***Echinometra vanbrunti* (A. Agassiz, 1863)**



Ilustración 17. Ejemplar de Echinometra vanbrunti colectado en Monteverde

Phylum: Echinodermata

Clase: Echinoidea

Orden: Camarodonta

Familia: Echinometridae

Género: *Echinometra*

Especie: *Echinometra vanbrunti* (A. Agassiz, 1863)

Descripción:

Es una especie bentónica de color morado con una testa de forma ovalada cubierta de espinas cónicas, robustas, afiladas y estriadas de color púrpura o negro que habita en el intermareal rocoso y aguas someras a una profundidad de 3 m generalmente, encontrándose en posas de marea o grietas entre rocas adhiriéndose fuertemente al sustrato y excavando agujeros ya sea en sustratos rocosos, arenosos y arrecifes coralinos.

Distribución:

Se distribuyen desde el Norte de California Central hasta el Sur de Perú y en la costa ecuatoriana se encuentran distribuidos en Salinas, Punta Carnero, Los Frailes hasta las Islas Galápagos existiendo en esta mayor abundancia, así como en Colombia.

***Panulirus gracilis* (Streets, 1871)**



Ilustración 18. Ejemplar de *Panulirus gracilis* colectado en Monteverde

Phylum: Arthropoda

Clase: Malacostraca

Orden: Decapoda

Familia: Palinuridae

Género: *Panulirus*

Especie: *Panulirus gracilis* (Streets, 1871)

Descripción:

La langosta verde presenta un cuerpo tubular, ligeramente comprimido dorsoventralmente, es simétrico y está conformado por el cefalotórax y el abdomen. El cefalotórax posee una forma semicilíndrica con protuberancias espinosas, un rostro pequeño con dos ojos protegidos por cuernos frontales, tres pares de maxilípedos, siendo el tercero el que no presenta exopodito y los periópodos se muestran poco desarrollados; por su parte el abdomen muestra surcos transversales en los segmentos abdominales con escasas espinas.

Distribución:

Se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico oriental desde Baja California Sur, México, hasta la costa oeste de Perú y las Islas Galápagos en América del Sur.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en un cultivo de la ostra del Pacífico *Magallana gigas* ubicado en la comuna Monteverde, parroquia Colonche, cantón y provincia de Santa Elena mostraron la dominancia del phylum Arthropoda presente en todas las linternas del estudio (verde, amarilla y control), seguido del Phylum Mollusca, y en menor proporción de los phylum Bryozoa, Echinodermata, Platyhelminthes, Cnidaria, Chordata y Annelida, indicando un total de 34 especies distribuidas en 16 órdenes y 28 familias, lo cual refleja un alto grado de heterogeneidad taxonómica en la comunidad de la fauna acompañante.

Esta diversidad es consistente por lo reportado por Saá (2015), Sánchez (2015), Delgado (2021) y de la información recopilada por Reyes (2021) en sistemas de cultivo de *Magallana gigas*, donde el sistema funciona como un sustrato artificial que favorece el asentamiento de organismos móviles y sésiles, incrementando la complejidad estructural del hábitat del *biofouling* (Fitridge et al., 2012). La presencia de *Panulirus gracilis*, *Balanus trigonus* o *Pomocellaria californica* indica una mezcla de organismos de distintos niveles tróficos y hábitos ecológicos, incluyendo filtradores, depredadores y omnívoros, lo cual sugiere una comunidad funcionalmente diversa.

En el análisis temporal del grupo 1 – verde mostró un incremento significativo en la riqueza y número total de individuos entre el primer (N= 32) y segundo muestreo (N=1074). Este aumento puede atribuirse a la progresiva colonización de la fauna acompañante en las linternas sumergidas conforme transcurre el tiempo, el mismo ha sido documentado en publicaciones como Martín et al. (2025).

En el primer muestreo del grupo verde, el phylum Arthropoda representó el 87,5% de abundancia y el phylum Mollusca en menor proporción, incluyó depredadores como el *Octopus mimus*, mientras en el segundo muestreo, la dominancia del phylum Arthropoda aumentó en 91.99%, donde aparecen las especies *Petrolisthes jugosus*, *Maiopsis panamensis* y *Callinectes sapidus*, lo que sugiere que el phylum Arthropoda tiende a colonizar rápida y eficazmente las estructuras sumergidas como las linternas.

La aparición de equinodermos y platelmitos representados por *Echinometra vanbrunti* y *Thysanozoon spp.* respectivamente, durante el segundo muestreo sugiere que es una respuesta a cambios en la estructura trófica del sistema, probablemente en busca de alimento y espacio de refugio ante depredadores, por lo que el sistema comienza a atraer organismos con mayor complejidad taxonómica. La dinámica de sucesión primaria tiene implicaciones tanto ecológicas como productivas, ya que, en ciertas especies, como los crustáceos decápodos, pueden competir con las ostras por alimento o espacio, llegando en muchas ocasiones dañando las estructuras (linternas).

Por su parte, el grupo amarillo fue el que presentó la mayor abundancia total registrada (N= 1799 en el segundo muestreo) mostrando una diversidad taxonómica más rica y compleja, presentando 6 phylum en todos los muestreos. Durante el primer muestreo se observó una comunidad relativamente equilibrada, con predominancia del phylum Arthropoda representando un 48,95%, seguido del phylum Mollusca con el 25,94% y phylum Platyhelminthes con un 15,48%. La presencia simultánea de poliquetos de la especie *Nereis spp.*, tunicados de la especie *Asciidiella scabra* y equinodermos de la especie *Diadema mexicanum*, y una variedad de moluscos y artrópodos, indica una fase de colonización temprana, pero con representación de distintos niveles tróficos. Este patrón es indicativo de un proceso de sucesión ecológica temprana, en las que especies pioneras aprovechan los espacios recién disponibles sobre las estructuras del cultivo de suspendido de *Magallana gigas*.

En el segundo muestreo, luego de 53 días adicionales de la inmersión, la abundancia total aumento sustancialmente pasando de 239 a 1799 individuos presentes en todas las linternas, siendo el phylum Arthropoda dominante en un 80,32%, con más de 12 especies registradas incluyendo nuevos registros como *Petrolisthes jugosus*, *Apherusa glacialis* y *Callinectes sapidus*. El aumento del phylum Bryozoa y la persistencia de moluscos como *Pteria sterna* y *Mytilus aristatus* sugiere que el sistema se encuentra en una fase intermedia de maduración ecológica, donde comienza a establecerse especies sésiles estructuradoras del hábitat. Sin embargo, el descenso porcentual de Platyhelminthes y Annelida podría deberse a la competencia o desplazamiento por parte de especies dominantes que comienzan a ganar espacio en los compartimientos de las linternas, lo que refleja un proceso de competencia característico de comunidades en evolución.

A diferencia del grupo verde, la colonización del grupo amarillo se concentró fuertemente en los pisos 1 y 5 (2.20 y 3.20 metros), especialmente en las linternas 2 y 3. Estas diferencias podrían estar relacionadas con la exposición diferencial a las corrientes, y la orientación del sistema suspendido en relación con los otros grupos. El análisis estadístico reveló que estas linternas también obtuvieron los valores altos de diversidad y abundancia, destacando a la linterna amarilla réplica 2 del 22 de marzo del 2024 con un valor de Shannon $H' = 1.70$ y mayor número de individuos $N = 341$, ambos significativamente diferentes respecto a las demás ($p < 0.01$ LSD). Sin embargo, también se registraron niveles más bajos de equidad, indicando dominancia de algunas especies oportunistas.

En síntesis, la mayor proporción de artrópodos en ambos muestreos podría estar relacionada con su elevada capacidad de dispersión larval, rápida tasa de reproducción y plasticidad ecológica. Además, la persistencia de especies filtradoras, depredadoras y sésiles dentro del sistema de cultivo sugiere que estas comunidades cumplen funciones ecológicas relevantes, incluyendo reciclaje de nutrientes, competencia por espacio y posiblemente interacciones tróficas con la *Magallana gigas*.

En el grupo control, el cual pasó sumergido por 63 días, se registró un total de 1.256 individuos, de los cuales 86,23% correspondió al phylum Arthropoda, este patrón es consistente con los grupos experimentales evaluados, aunque llama la atención la alta concentración de organismos en solos tres muestras (una por piso), lo cual sugiere que el tiempo de inmersión es uno de los factores más determinantes en la acumulación de macrofouling. Un dato bastante destacable fue la presencia de un solo individuo de la especie *Spondylus crassisquama*, el cual fue hallado incrustado en la valva de una ostra. La riqueza observada en este grupo control donde se registró 8 phylum, también fue superior al del grupo verde y equiparable al grupo amarillo, lo que indica que incluso sin intervención ni rotación, las linternas son colonizadas activamente por una comunidad diversa, con una sucesión ecológica avanzada un poco más de dos meses (enero a marzo del 2024).

Además, se evidenció una alta abundancia de fitoplancton, especialmente en enero (± 417 células/60 L), coincidiendo con precipitaciones intensas y descargas del río Javita y el estuario Palmar. Esta productividad primaria habría favorecido el asentamiento de organismos filtradores como bivalvos y briozoos, observados con mayor frecuencia en los primeros muestreos del grupo Amarillo y en el grupo Control. En marzo, aunque las temperaturas fueron más altas por la influencia del fenómeno de El Niño costero, se registró una disminución de la abundancia de microalgas (± 297 células/60 L), posiblemente debido a la estratificación de la columna de agua. Este descenso puede haber afectado negativamente la diversidad y equidad en algunas linternas, favoreciendo la dominancia de artrópodos tolerantes y disminuyendo la presencia de especies filtradoras. Por tanto, la abundancia fitoplanctónica actuó como un indicador ecológico relevante, influyendo en la composición del *biofouling* y modulando la sucesión ecológica en los sistemas suspendidos.

En términos ecológicos, los resultados confirman que las linternas de cultivo no solo son estructuras productivas para *Magallana gigas*, sino que también funcionan como microhábitats complejos capaces de sostener comunidades bentónicas ricas y funcionalmente diversas. Sin embargo, esta biodiversidad no es homogénea ni estática, ya que varía según el tiempo de exposición, la rotación del sistema y posiblemente factores ambientales locales (corrientes, temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto entre otros). Este conocimiento es esencial para la gestión ecológica de los cultivos, ya que algunas especies del macrofouling pueden ser utilizadas con fines de producción acuícola como es el *Octopus mimus*, o considerar este tipo de sistemas como medio de repoblación de *Spondylus crassisquama* o de diferentes especies de *Spondylus* (especie endémica amenazada).

Esto se relaciona con la información recopilada por Reyes (2021) donde indica en la revisión bibliográfica sobre la caracterización del *biofouling* asociado a los cultivos de *Crassostrea gigas* ahora *Magallana gigas* (WoRM, 2025) y *Argopecten purpuratus*, identificando cinco filos dominantes en las estructuras de cultivo: *Annelida* (Polychaeta), *Bryozoa* (Gymnolaemata), *Echinodermata* (Echinoidea), *Arthropoda* (Maxillopoda y Malacostraca) y *Chordata* (Ascidiacea). El filo *Arthropoda*, representado por el género *Balanus*, fue el más frecuente, adhiriéndose principalmente a las valvas, boyas y linternas

de cultivo. Estos grupos, en altas densidades, llegan a colonizar los cultivos en mar abierto, compitiendo por espacio y alimento. Utilizar el estudio presentada por Reyes (2021) permite la identificación de las especies que puedan presentarse durante los meses de enero a marzo del 2024 en el sector Monteverde en un cultivo artificial, y dar la posibilidad del potencial comercial y explorar oportunidades para la diversificación de la producción acuícola, a través de la interacción de estos organismos en la ecología del sistema ostrícola. En relación con el análisis de los parámetros fisio-químicos del agua de mar durante el periodo de estudio comprendido entre enero y marzo del 2024, en la zona de cultivo frente a la comuna Monteverde presentaron poca variabilidad temporal, lo que sugiere que las condiciones ambientales relativamente estables en la columna de agua. La temperatura promedio registrada fue de 28.76°C, con un rango de variación estrecho entre 27.1°C y 30°C. estos valores se encuentran dentro del rango óptimo para el desarrollo fisiológico de *Magallana gigas*, cuya tolerancia térmica abarca temperaturas entre 10°C y 30°C, aunque la actividad metabólica se maximiza entre los 20°C y 28°C (Shumway, 1996). Por lo tanto, la estabilidad térmica observada en el área de cultivo podría favorecer tanto el crecimiento de las ostras como la proliferación de organismos del macrofouling.

El pH promedio fue de 7.86, un valor que se mantiene dentro de los rangos típicos del océano superficial, aunque ligeramente por debajo del valor promedio global (~8,1), lo que puede estar relacionado con procesos locales de respiración biológica intensa, descomposición de materia orgánica o poca renovación de agua debido a corrientes suaves, lo que lleva a la relación de la cercanía de la salida del río Javita, y el estuario Palmar. A pesar de ello, el pH no alcanzó niveles críticos para organismos calcificantes como bivalvos y briozoos. La salinidad media fue de 34.26 ppt, indicando una condición marina típica con baja influencia continental, ideal para especies eurihalinos como la ostra del Pacífico. este parámetro mostró buena estabilidad espacial, lo que podría estar contribuyendo a la homogeneidad en la composición taxonómica observada entre la distribución de las linternas.

Los valores de oxígeno disuelto (OD) en promedio fue de 5,94 mg/L, el cual se encuentra dentro del rango normal y aceptable para aguas marinas con influencia de las corrientes superficiales.

En conjunto, los resultados de los factores abióticos permiten considerar el desarrollo favorable del cultivo de *M. gigas*, lo que permite la presencia de la fauna acompañante, en abundancia y riqueza.

Por último, la comparación de los tres grupos experimentales (verde, amarillo y control) permitió identificar diferencias significativas en la colonización, diversidad y estructura comunitaria del macrofouling asociado a los cultivos suspendidos de *Magallana gigas*. Estas diferencias fueron influenciadas principalmente por el tiempo de inmersión, el grado de manipulación de las linternas durante el proceso de limpieza y la profundidad del sistema suspendido, en interacción con condiciones ambientales como temperatura, salinidad y oxigenación del agua marina durante la temporada lluviosa del 2024. Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) corroboraron estadísticamente estas diferencias: el factor “linterna” tuvo efectos altamente significativos ($p < 0,005$) sobre la riqueza de especies, el número de individuos, el índice de Shannon (H') y la equidad (Evenness $e^{H/S}$).

En conjunto, los resultados confirman que el desempeño ecológico del *biofouling* varía significativamente entre linternas en función de la profundidad, el tiempo de inmersión y la manipulación estructural, como lo respalda el R^2 ajustado de hasta 0.52 para la variable equidad en el modelo estadístico. La linterna control mostró una estructura comunitaria más estable y funcionalmente diversa, mientras que las linternas del grupo verde y amarilla presentaron mayor variabilidad, dominancia del phylum Arthropoda, y un patrón de colonización más dependiente del entorno físico inmediato. Estos resultados sugieren que los sistemas de cultivos suspendidos sirven para evaluar la ecología de la fauna local y poder desarrollar diseños que sirvan de estrategia para el manejo que integre la biodiversidad como indicador de sostenibilidad acuícola.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La profundidad del sistema suspendido de cultivo influye significativamente en la diversidad y abundancia de macrofouling, aceptar la hipótesis alternativa. Esta influencia se evidenció tanto en los patrones verticales de colonización (mayor abundancia en pisos intermedios y profundos) como en la estructura comunitaria observada en cada linterna. Las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.005$), lo que confirma el efecto de la profundidad sobre los índices ecológicos evaluados (riqueza, Shannon y equidad).

Se identificaron 34 especies de macrofouling distribuidas en 8 phylum, 16 órdenes y 28 familias, con una clara dominancia del phylum *Arthropoda*, seguido de *Mollusca*, *Echinodermata* y *Bryozoa*. Estas especies fueron registradas durante las jornadas de limpieza y traspaso donde se muestrearon en distintas profundidades, cumpliendo el objetivo de caracterización taxonómica. Algunas especies, como *Octopus mimus*, *Pteria sterna* y *Panulirus gracilis*, tienen potencial acuícola o valor económico complementario.

La cuantificación por profundidad evidenció una mayor abundancia de organismos en linternas con más tiempo de inmersión y menor manipulación, especialmente en el grupo Control. Asimismo, se observó una distribución diferencial por pisos, donde las condiciones de menor turbulencia y mayor retención de partículas parecieron favorecer la colonización de la fauna acompañante de especies locales en los niveles más bajos del sistema.

Los parámetros abióticos registrados (temperatura promedio entre 27 y 30 °C, salinidad 34–35 ppt, y niveles normales de oxígeno disuelto) se mantuvieron relativamente estables, salvo por los efectos estacionales de El Niño costero. Se identificó un patrón de variación del fitoplancton, con mayor abundancia en enero que en marzo, influenciado por las precipitaciones y descargas fluviales. Esta disponibilidad de microalgas actuó como un factor regulador de la diversidad, favoreciendo el asentamiento de especies filtradoras en momentos de alta productividad. Las condiciones ambientales estables permiten que se pueda seguir evaluando y realizando estas investigaciones para robustecer la base de datos de las especies que acompañan a los cultivos de maricultura.

Adicionalmente, la presencia de un individuo de *Spondylus* dentro del sistema de cultivo, específicamente adherido a la valva de *M. gigas*, sugiere que esta especie prefiere este tipo de sustrato calcáreo. Este hallazgo evidencia el potencial de utilizar las estructuras suspendidas de cultivo de ostras como herramientas para favorecer o mejorar el manejo del recurso pesquero que puede derivar al reclutamiento y repoblación de *Spondylus* en la zona de Monteverde, contribuyendo así a los esfuerzos de conservación y al incremento de la biodiversidad local.

Se puede deducir que en el área existe una colonia de individuos adultos de *Octopus mimus* debido que existe presencia de juveniles dentro del área de cultivo siendo un problema para el desarrollo de la ostra del Pacífico, pero gratificante en relación a la información que este genera, dado que sirve de alimento para este organismo, sin embargo, también se puede considerar como una especie potencial para acuicultura marina y que se necesitaría realizar una investigación adicional enfocada en localizar el nicho, abundancia de juveniles y ajustar un sistema de cultivo que beneficie a su desarrollo.

Por último, el estudio realizado durante la temporada lluviosa del año 2024, específicamente en los meses de enero y marzo, en la comuna de Monteverde, provincia de Santa Elena, seleccionada como área piloto donde se viene desarrollando un cultivo artesanal de *Magallana gigas* de forma continua durante los últimos cinco años. La elección de este sitio se fundamentó en el testimonio de la organización pesquera dedicada a esta actividad, quienes han reportado la presencia recurrente de diversas especies asociadas a las estructuras de cultivo a lo largo de su experiencia productiva.

Ante estos antecedentes, resultó de especial interés investigativo recopilar información sistemática e identificar los organismos asociados al cultivo, con el propósito de contribuir al conocimiento sobre la biodiversidad marina que interactúa con este sistema productivo. No obstante, con base en los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda ampliar el esfuerzo de monitoreo mediante un seguimiento continuó durante un periodo anual, que

permita diferenciar las variaciones en la composición y abundancia de la fauna acompañante entre las distintas épocas del año.

El establecimiento de una base de datos robusta y actualizada sobre la fauna asociada a los cultivos de ostras resulta fundamental para comprender las dinámicas ecológicas de estos sistemas y su posible rol en la conservación y la productividad marina. Además, esta metodología puede ser replicable a otros sistemas de maricultura como el cultivo de peces, macroalgas, equinodermos, entre otros, considerando la notable carencia de información a nivel nacional sobre la caracterización de la fauna acompañante en estos entornos productivos.

RECOMENDACIONES

El pulpo se puede considerar como una especie potencial para acuicultura marina y que se necesitaría realizar una investigación adicional enfocada en localizar el nicho, abundancia de juveniles y ajustar un sistema de cultivo que beneficie a su desarrollo.

Dado al alto nivel de colonización observado en todos los grupos experimentales, se recomienda establecer protocolos de monitoreo sistemático del macrofouling con intervalos no mayores a 30 a 45 días. Esto permitirá detectar de forma oportuna los cambios en la composición y abundancia de organismos asociados a las linternas, y tomar decisiones en caso de dominancia de especies invasoras, bioerosivas o patógenas. También se sugiere evaluar la implementación de prácticas de rotación de linternas o materiales con menor capacidad de adherencia biológica, con el fin de optimizar el equilibrio entre producción acuícola y sostenibilidad ecológica.

Se recomienda realizar estudios complementarios de corrientes superficiales, velocidad de flujo y carga orgánica del agua para evaluar con mayor precisión la dinámica fisicoquímica del entorno. Estos datos son fundamentales para ajustar las prácticas de manejo del cultivo y mitigar posibles riesgos asociados a la calidad del agua en sistemas marinos cerrados o semiabiertos.

Se recomienda incorporar indicadores biológicos (como la diversidad funcional del macrofouling) dentro de los programas de monitoreo ambiental marino del sector costero ecuatoriano, como es la zona de Monteverde, donde el cultivo de *Magallana gigas* podría convertirse en una herramienta para la restauración o transformación de hábitats marinos degradados.

Se sugiere replicar este estudio de forma anual durante la temporada lluviosa, con el objetivo de evaluar las posibles variaciones interanuales en la diversidad biológica del macrofouling y establecer patrones temporales de colonización de diferentes especies. Asimismo, se sugiere aplicar esta metodología en zonas de cultivo de moluscos bivalvos en la costa ecuatoriana, con el fin de generar una línea base comparativa de los organismos asociados a diferentes especies y sistemas de maricultura. Los resultados de este trabajo evidencian la necesidad de desarrollar una guía taxonómica actualizada que facilite la identificación del macrofouling presentes en los cultivos ostrícolas, especialmente en la zona de Monteverde, provincia de Santa Elena, contribuyendo así al fortalecimiento del monitoreo ecológico en sistemas productivos marinos.

Es importante involucrar a las personas dedicadas en la maricultura en las diferentes especies de interés económico cultivadas, debido que dentro de sus jornadas pueden observar y evidenciar durante todos los ciclos de cultivo la interacción del sistema con las especies de locales, lo que permitiría llevar una base de datos inicial en relación a la información proporcionada por los maricultores, el cual se puede extender a otras zonas donde se realicen cultivos marinos como en la provincia de Manabí, Esmeraldas, Guayas y El Oro (aunque en menor proporción) permitiendo con esa información alimentar la base de datos diferenciada por localidades, de esta manera se involucra los saberes locales con la ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson, R. S. (2000). *Preservation and fixation techniques in marine biology. Marine Biology Manual Series*, 3(1), 45–58.
2. Barillé, L., Prou, J., Héral, M., & Bougrier, S. (1997). Effect of phytoplankton and suspended matter on feeding of the oyster *Crassostrea gigas*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 212(1), 85-105.
3. Bougrier, S., Geairon, P., Deslous-Paoli, J. M., Bacher, C., & Jonquière, G. (1995). Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas*. *Aquatic Living Resources*, 8(4), 339-349.
4. Callow, M. E. & Callow, J. (2002). *Marine biofouling: a sticky problem*. University of Birmingham, UK. (49-1) URL <https://biosciences-labs.bham.ac.uk/callowj/PDF%20files/iob.pdf>
5. Campaña, A. D. (2024). Evaluación del Crecimiento de Ostras del Pacífico (*Magallana gigas*, Thunberg, 1793) en el Cultivo Experimental del Sector Zurroneles Pedernales (tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí). Repositorio Digital ULEAM. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/6722/3/ULEAM-BLGO-0043.pdf>
6. Castro, P., & Huber, M. E. (2007). *Marine Biology* (7th ed.). McGraw-Hill.
7. Cedeño, V., Pérez, D., & Cajas, M. (2017). Evaluación técnica y biológica del cultivo de ostras japonesas (*Crassostrea gigas*) en Ayangué, Santa Elena, Ecuador. *Revista Técnica ESPOL*, 30 (1), 55-63.
8. Chagas, R. A., Barros, M. R., Dos Santos, W.C., & Herrmann, M. (2018). Composición de la comunidad bioincrustante de un cultivo de ostras tropicales en un estuario del Amazonas (Brasil). *Revista de Biología Marina y Oceanográfica*, 53 (1), 75-85. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572018000100009>
9. Chan, S. S., Wong, H. T., Thomas, M., Alleway, H. K., Hancock, B., & Russell, B. D. (2022). Increased biodiversity associated with abandoned benthic oyster farms highlights ecosystem benefits of both oyster reefs and traditional aquaculture. *Frontiers in Marine Science*, 9, Article 862548. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.862548>
10. CIESM Mediterranean Science Commission. (2000). Global invasive species database: *Crassostrea gigas* (mollusc). Obtenido de <http://www.ciesm.org/atlas/Crassostreagigas.html>
11. Day, J. W., Crump, B. C., Kemp, W. M., & Yáñez-Arancibia, A. (2012). *Estuarine Ecology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
12. Dealeris, J. T., Kilpatrick, B. D., & Rheault, R. B. (2004). The significance of oyster reef structure on benthic invertebrate diversity and abundance. *Journal of Shellfish Research*, 23(3), 1043-1052.
13. Delgado, S. (2021). Distribución y diversidad de moluscos invasores (Clase:

- Bivalvia) en el Pacífico y su incidencia en la zona costera del Ecuador. Tesis de Grado. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Repositorio digital UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8087/4/UPSE-TBI-2022-0009.pdf>
14. Deslous-Paoli, J. M., & Héral, M. (1988). Biochemical composition and energy value of marine molluscs from the French Atlantic coast. *Oceanis*, 14, 477-487.
 15. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
 16. Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). *InfoStat versión 2020*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>
 17. Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D. J., Lévêque, C., & Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(2), 163-182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
 18. Elliott, M., & McLusky, D. S. (2002). The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55(6), 815–827. <https://doi.org/10.1006/ecss.2002.1031>
 19. Empresa Pública UPSE. (2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Ilustre Municipalidad de Santa Elena. URL https://www.gadse.gob.ec/gadse/wp-content/uploads/2020/05/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-Santa-Elena-20192023_compressed.pdf
 20. FAO. 2025. FishStat: Producción mundial de acuicultura 1950-2023. Consultado el 12 de mayo del 2025. En: FishStatJ. Disponible en www.fao.org/fishery/es/statistics/software/fishstatj. Licencia: CC-BY-4.0.
 21. Fink, W. L., Hartel, K. E., Saul, W. G., Koon, E. M., & Wiley, E., O. (1979). A report on current supplies and practices used in curation of ichthyological collections. ASIH Ichthyological Collection Committee, 69pp.
 22. Fischer, W. et al. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental*. FAO, Roma. url https://www.researchgate.net/profile/Friedhelm-Krupp/publication/292139039_Guia_FAO_para_la_identificacion_de_especies_para_a_los_fines_de_la_pesca_Pacifico_centro-oriental_vol_1/links/56a9ced308ae2df821653fb6/Guia-FAO-para-la-identificacion-de-especies-para-los-fines-de-la-pesca-Pacifico-centro-oriental-vol-1.pdf
 23. Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J., & de Nys, R. (2012). The impact and control of *biofouling* in marine aquaculture: A review. *Biofouling*, 28(7), 649–669. <https://doi.org/10.1080/08927014.2012.700478>
 24. González, A., & Díaz, M. (2014). *Técnicas de recolección y preservación de organismos bentónicos marinos*. *Revista de Investigaciones Marinas*, 33(2), 121–132.
 25. Gordon, D. P. (2009). *Bryozoa of New Zealand: A Reference Guide*. NIWA Biodiversity Memoir 111.

26. Gouilletquer P, & Heral M (1997). Marine molluscan production trends in France: from fisheries to aquaculture. In: MacKenzie CL, Burrell VG, Rosenfield A, Hobart WL (eds). The history, present condition and future of the molluscan fisheries of north and central America, and Europe. NOAA Technical Report 129, vol 3, pp. 137–164.
27. Gouilletquer, P., Héral, M., Deslous-Paoli, J. M., Prou, J., Barillé, L., & Aligaga, K. (2004). Ecophysiology and cultivation of oysters in European waters. *Aquaculture*, 239(1), 1-30.
28. Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P. D. (2021). PAST: Paleontological Statistics Software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4 (1):9 pp.
29. Helm, M.M. & Bourne, N. & Lovatelli, A. (2004). Hatchery culture of bivalves, a practical manual. FAO Fisheries Technical Paper 471. Food and Agriculture Organization of the in the laboratory. *Mar. Biol.* 15. 350-355.
30. Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L., & Kier, P. M. (1995). *Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean*. Smithsonian Institution Press.
31. Hendrickx, M. E. (1995). *Checklist of the benthic shallow-water Crustacea of the tropical eastern Pacific*. *Revista de Biología Tropical*.
32. Heral M., Deslous-Paoli J-M. (1991). Oyster culture in European countries. En: *Estuarine y marine bivalve mollusk culture*. Ed: Menzel, W. CRC Press. 13, 54-190.
33. Herbert, R. J. H., Humphreys, J., Davies, C. J., & Roberts, C. (2016). Ecological impacts of non-native Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) and management measures for protected áreas in Europe. *Biodiversity and Conservation*, 25 (6), 1187-1210.
34. Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education. URL <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
35. INEC. (09 de junio del 2025). Censo Ecuador, cuenta conmigo. Reporte Power BI. Recuperado el 09 junio 2025 Url <https://cubos.inec.gob.ec/AppCensoEcuador/>
36. INEC. (2022). Estructura poblacional. Censo Ecuador. Resultados a Nivel Nacional. url https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/CPV_2022_Reporte_Tecnico_mar2024.pdf
37. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2015). Caracterización climática del Ecuador. INAMHI. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec>
38. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI). (s.f.). Clima del Ecuador. Recuperado de <https://www.inamhi.gob.ec>
39. Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador - INOCAR. (2015). Atlas Marino Costero del Ecuador I. INOCAR. https://www.inocar.mil.ec/web/images/atlas/atlas_marinocostero2015.pdf

40. Jereb, P., & Roper, C. F. E. (Eds.). (2010). *Cephalopods of the World. Volume II: Myopsid and Oegopsid Squids*. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 4, Vol. 2. FAO.
41. Jiménez, J. & Torres, G. (2023). Diagnóstico de la Maricultura en Ecuador: oportunidades y desafíos. *AquaTechnica* 5 (3): 134-155. Doi 10.5281/zenodo.8411400
42. Keen, A. M. (1971). *Sea Shells of Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Perú* (2nd ed.). Stanford University Press.
43. Kinne, O. (1964). The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 2, 281–339.
44. Krebs, C. (1985). *Ecology*. Ed. Harper y Row, New York. USA. 964 pp.
45. Lacoste, E., & Gaertner-Mazouni, N. (2014). *Biofouling* impact on production and ecosystem functioning: a review for bivalve aquaculture. *Reviews in Aqua-culture*, 6, 1-10.
46. Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca (2020). Suplemento - Registro Oficial N°187 de fecha 21 de abril del 2020. 90p
47. Lodeiros, C., Rodríguez-Pesantes, D., Márquez, A., Revilla, J., & Sonnenholzner, S. (2017). Cultivo suspendido de la ostra *Crassostrea gigas* en la Bahía de Ayangue, Ecuador. *Foro Ac. Rec. Mar. Rías Gal. XIX*. 19: 317-330.
48. Lodeiros, C., Rodríguez-Pesantes, D., Márquez, A., Revilla, J., ChávezVillalba, J., & Sonnenholzner, S. (2018). Suspended cultivation of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* in the eastern tropical pacific. *Aquaculture International*, 26, 337–347.
49. López Hernández, A. (2023). El Impacto del *biofouling* en la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos cultivados. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Repositorio Institucional UNAM.
50. Luppi, L. (2024). Efecto de la presencia de *Magallana gigas* (Thunberg, 1793) en los patrones de distribución de peces juveniles en marismas de *Spartina alterniflora* (Loisel, 1807), en el estuario de Bahía Blanca, Bs. As., Argentina. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Río Negro. URL <http://rid.unrn.edu.ar:8080/bitstream/20.500.12049/11920/1/Luppi%2c%20Leonel-2024.pdf>
51. Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.
52. Mann, R., Burreson & E.M., Baker, P.K., (1991). The decline of the Virginia oyster fishery in Chesapeake Bay considerations for introduction of a non-endemic species, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). *J. Shellfish Res.* 10, 379–388.
53. Marin Jarrín, M. J., & Lippmann, T. C. (2019). *Interannual variability of mixed layer dynamics in the Ecuadorian ocean*. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124(12), 8777–8797. <https://doi.org/10.1029/2019JC015086>
54. Martin, B., Huvencers, C., Reeves, S., & Baring, R. (2025). Mangrove-associated Pacific oyster (*Magallana gigas*) influence estuarine biodiversity. *NeoBiota*. 98: 1-26 (2025). <https://doi.org/10.3897/neobiota.98.131103>
55. Martínez, S., & Penchaszadeh, P. (2004). *Guía de equinodermos del Caribe*

- colombiano. INVEMAR, Colombia. url
https://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/9230Catalogo_Equinodermos_I.pdf
56. Mazouni, N., Gaertner-Mazouni, N., & Deslous-Paoli, J. M. (2001). Influence of shellfish culture on the ecosystem: An overview. *Aquatic Living Resources*, 14(2), 85-94.
 57. Mindiola, M., & Recalde, S. (2008). Análisis de metodologías para la evaluación ambiental de la construcción del terminal marítimo en el sector de Monteverde, provincia de Santa Elena. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Url
https://www.academia.edu/47087909/An%C3%A1lisis_De_Metodolog%C3%ADas_Para_La_Evaluaci%C3%B3n_Ambiental_De_La_Construcci%C3%B3n_Del_Terminal_Mar%C3%ADtimo_En_El_Sector_De_Monteverde_Provincia_De_Santa_Elena?auto=download
 58. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2012). Proyecto Maricultura y Piscicultura para el Fomento Acuícola en el Ecuador 2010-2017. Guayaquil, Ecuador.
 59. Mittermeier, R. A. Robles-Gil, P. & Mittermeier, C. G. (1997) Megadiversity. Earth's biologically wealthiest nations. Washington, Estados Unidos: Conservation International y Cemex S.A.
 60. Montaña, J. (2018). Análisis de la Productividad Primaria Oceánica Asociada a la Variabilidad Termal durante el periodo 2007 al 2017 en el Ecuador. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Sede Esmeraldas.
 61. Montaña-Moctezuma, G., López-Rocha, J., & González-González, J. (2020). Biodiversidad asociada a cultivos de bivalvos en el Pacífico tropical mexicano. *Ciencias Marinas*, 46 (2), 105-122.
 62. Moscoso, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*. 27(1-2): 8-207., available online at <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2190>
 63. National Oceanic and Atmospheric Administration (2025). Oyster reef habitat. NOAA Fisheries. Consultado el 17 de mayo del 2025. URL <https://www.fisheries.noaa.gov/national/habitat-conservation/oyster-reef-habitat#:~:text=Oyster%20reefs%20create%20important%20habitat,for%20commercially%20valuable%20species%20including>
 64. NOAA Fisheries (2021). Habitat benefits from shellfish and seaweed aquaculture. <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/habitat-shellfish-and-seaweed-aquaculture>
 65. Norman, M. D., & Hochberg, F. G. (2005). *The Current State of Octopus Taxonomy*. *Smithsonian Contributions to Zoology*, (586), 127–138.
 66. Oña Pérez, E. S. (2022). Influencia del suministro del *Chaetoceros gracilis* en relación con el índice gonadal en *Magallana gigas* en condiciones de laboratorio en la comuna El Real-Chanduy – Santa Elena, mayo-agosto 2022 (Tesis de Biología). Universidad de Santa Elena. URL <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8858>
 67. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (citado 01 de septiembre del 2023). OSTREIDAE. Cultured Aquatic Species

- Information Programme. Texto de Helm, M.M. División de Pesca y Acuicultura [en línea]. Roma. https://www.fao.org/fishery/es/culturedspecies/crassostrea_gigas_es/es
68. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2024). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0683es>. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0683es>
 69. Osorio, V. (1989). Cultivo experimental de la Ostra del Pacífico *Crassostrea gigas* en la costa de la Provincia del Guayas. En "Cultivo de moluscos en América Latina. Hernández. A. (ed.). Memorias de la segunda reunión del Grupo de trabajo Técnico de la Red Regional de Acuicultura ACUICID. Ancud-Chile, 297-309.
 70. Pawson, D. L. (1977). *The Echinoderms of Easter Island (Isla de Pascua) and Sala y Gómez*. Smithsonian Contributions to Zoology No. 235.
 71. Piazza, B. P., Banks, P. D., & La Peyre, M. K. (2005). The potencial for created oyster Shell reefs as a sustainable shoreline protection strategy in Louisiana. *Restoration Ecology*, 13(4), 499-506.
 72. Portilla, F. F., 2018. Agroclimatología del Ecuador. Editorial Universitaria Abya-Yala. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hy0MEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA17&dq=estaciones+en+ecuador&ots=q8YTfBfIpN&sig=NuNhGH2gBPKF_Vb4dvZyuTZTp5c#v=onepage&q=estaciones%20en%20ecuador&f=false
 73. Prefectura de Santa Elena. (2009, octubre). Historia. Url <https://www.santaelena.gob.ec/index.php/historia>
 74. Reglamento General de la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca (2022). Cuarto Suplemento N°19 – Registro Oficial de fecha 11 de marzo del 2022. Año I – N°19 – 129 p.
 75. Rodríguez-Domínguez, M. A., Konnerup, D., Brix, H., & Arias, C. A. (2020). Constructed wetlands in Latin America and the Caribbean: A review of experiences during the last decade. *Water*, 12(6), 1744. <https://doi.org/10.3390/w12061744>
 76. Roper, C. & Sweeney, M. (1983). Techniques for fixation, preservation, and curation of cephalopods. Department of Invertebrate Zoology, Mollusks. National Museum of Natural History. Vol. 8, p. 14. doi: <https://doi.org/10.24199/j.mmv.1983.44.02>
 77. Rosales-Contreras, Gloria-Itzel, Laguarda-Figueras, Alfredo, & Solís-Marín, Francisco-A. (2021). Morfología y microestructura interna de la estrella quebradiza *Ophiocomella alexandri* (Echinodermata: Ophiocomidae). *Revista de Biología Tropical*, 69(Suppl. 1), 358-374. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69isuppl.1.46367>
 78. Ruesink, J. L., Lenihan, H. S., Trimble, A. C., Heiman, K. W., Micheli, F., Byers, J. E., & Kay, M. C. (2005). Introduction of non-native oysters: Ecosystem effects and restoration implications. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 643–689.
 79. Saá, J. (2015). Distribución espacio - temporal de organismos encostrantes en colectores artificiales en la comuna palmar provincia de santa elena, ecuador enero – mayo 2015. Tesis de Grado. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Repositorio digital UPSE.

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2121/1/UPSE-TBM-2015-010.pdf>

80. Sánchez, K. (2015). Efectos del *biofouling* sobre el crecimiento y supervivencia en cultivo suspendido infralitoral de la ostra del pacífico (*Crassostrea gigas*; Thunberg, 1793), bajo DOD sistemas de saneamiento en el puerto real alto de diciembre 2014 - julio del 2015. Tesis de Grado. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Repositorio digital UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2135/1/UPSE-TBM-2015-018.pdf>
81. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (s.f.). Zonas climáticas del Ecuador. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe>
82. Shatkin, G., Shumway, S. E., & Hawes, R. (1997). Considerations regarding the possible introduction of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) to the Gulf of Maine: A review of global experience. *Journal of Shellfish Research*, 16(2), 463-477
83. Shatkin, G., Shumway, S. E., & Hawes, R. (1997). Considerations regarding the introduction of non-native species of shellfish. *Journal of Shellfish Research*, 16(1), 71-79.
84. Shpigel, M., & Blaylock, R. A. (1991). The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, as a biological filter for a marine fish aquaculture pond. *Aquaculture*, 92, 187–197. doi:10.1016/0044-8486(91)90020-8
85. Shumway, S. E., Davis, C., & Downey, R. (2003). Shellfish aquaculture and the environment. *World Aquaculture*, 34 (4), 15-18.
86. Soto, D. (2009). Directrices para el desarrollo sostenible de la acuicultura en zonas costeras. FAO Documento técnico de Pesca y Acuicultura No. 527.
87. Subsecretaria de pesca. (1998). Informe Final proyecto F.I.P. N°96-47 Caracterización del ciclo reproductivo del recurso pulpo (*Octopus mimus*) en las regiones I a III. Iquique-Chile. Enlace https://www.subpesca.cl/fipa/613/articulos-89581_informe_final.pdf
88. Tapia-Ugaz, L., Nizama, O., Arteaga, C., Chunga, J., Chipana, G., & Refulio, M. (2022). Caracterización biológica de los organismos incrustantes en sistemas de cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco (Ancash, Perú). *Caldasia*, 44(3), 567-582.
89. Treviño L, Lodeiros C, Vélez-Falcones J, et al. Suspended culture evaluation of Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a tropical estuary. *Aquac Res*. 2020;51:2052–2061. <https://doi.org/10.1111/are.14556>
90. Troell, M., Joyce, A., Chopin, T., Neori, A., Buschmann, A. H., & Fang, J. G. (2009). Ecological engineering in aquaculture—potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture*, 297(1-4), 1-9.
91. Troost, K. (2010). Causes and effects of a highly successful marine invasión: Case-study of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* in continental NW European estuaries. *Journal of Sea Research*, 64 (2), 145-165. doi:10.1016/j.seares.2010.02.004
92. Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. (2008). *Limnologia*. São Paulo: Oficina de textos.
93. Twilley, R. R., Rivera-Monroy, V. H., & Chen, R. (2001). *Mangrove forests*. In B.

- H. Walker (Ed.), *Ecosystems of the world 16: Wetlands* (pp. 451–463). Elsevier.
94. Vélez, J. (2015). Aspectos reproductivos de la ocelada *Zaperyx xystrer* (Jordan & Everman, 1896) en Santa Rosa, Salinas, Ecuador. Tesis de grado. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Facultad Ciencias del Mar. Url <https://1library.co/document/dy47pp0y-aspectos-reproductivos-ocelada-zaperyx-xystrer-everman-salinas-ecuador.html>
 95. Vera, L., Lucero, M., & Mindiola, M. (2009). Caracterización Oceanográfica de la costa central ecuatoriana entre la Punta del Morro y Jaramijó, Ecuador.
 96. Villafranca, S., & Jiménez, M. (2004). Abundancia y diversidad de moluscos asociados al mejillón verde *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en Guayacán, Estado Sucre, Venezuela.
 97. Yorio, P., Frere, E., Gandini, P., & Schiavini, A. (2014). Marine coastal biodiversity and conservation in Argentina: status, research and management. *AMBIO*, 33(8), 551-558.

ANEXOS

Anexo 1. Especies registradas en la linterna control.

| Especies/distribución | CP1- 220324 | CP5- 220324 | CP10- 220324 |
|---------------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| <i>Nereis spp</i> | X | X | X |
| <i>Aoroides longimerus</i> | X | X | X |
| <i>Aora spp</i> | X | X | X |
| <i>Callinectes spp</i> | X | X | X |
| <i>Homalaspis plana</i> | X | | X |
| <i>Callinectes arcuatus</i> | X | X | X |
| <i>Panulirus gracilis</i> | | X | X |
| <i>Gammarus spp</i> | X | X | X |
| <i>Maiopsis panamensis</i> | X | | X |
| <i>Balanus trigonus</i> | | X | X |
| <i>Apherusa glacialis</i> | X | | |
| <i>Callinectes sapidus</i> | | X | X |
| <i>Arthropoma spp</i> | X | X | |
| <i>Pomocellaria californica</i> | X | | X |
| <i>Asciadiella scabra</i> | | X | |
| <i>Tubastraea spp</i> | | | X |
| <i>Ophiocomella alexandri</i> | X | X | X |
| <i>Diadema mexicadum</i> | | X | X |
| <i>Echinometra vanbrunti</i> | X | X | |
| <i>Octopus mimus</i> | | | X |
| <i>Pteria sterna</i> | X | X | X |
| <i>Pinctada spp</i> | | X | |
| <i>Caprella mutica</i> | | | X |
| <i>Spondylus crassisquama</i> | | X | |
| <i>Agropecten purpuratus</i> | | | X |
| <i>Lithophaga lithophaga</i> | | X | |
| <i>Geukensia demissa</i> | | X | X |
| <i>Mytilus aristatus</i> | X | | |
| <i>Thysanozoon spp</i> | X | X | X |

Nota. 1 Muestreo del 22 de marzo del 2024, del cultivo de ostra del Pacífico en la comuna Monteverde y su distribución en los pisos 1, 5 y 10.

Anexo 2. Especies registradas en la linterna del grupo 1.

| Especies/distribución | V1P1- 220124 | V1P5- 220124 | V1P10- 220124 | V2P1- 220124 | V2P5- 220124 | V2P10- 220124 | V3P1- 220124 | V3P5- 220124 | V3P10- 220124 |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <i>Aoroides longimerus</i> | | | | | | X | | | |
| <i>Aora spp</i> | | | | | X | | | | |
| <i>Euphyllas spp</i> | | | | | | | | | X |
| <i>Callinectes spp</i> | | | | | | | X | | X |
| <i>Homalaspis plana</i> | | | | | | | | | |
| <i>Callinectes arcuatus</i> | | | | | X | | | | |
| <i>Gammarus spp</i> | | | | | | | | | |
| <i>Petrolisthes jugosus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Maiopsis panamensis</i> | | | | | | | | | |
| <i>Balanus trigonus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Apherusa glacialis</i> | | | | | | | | | |
| <i>Callinectes sapidus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Arthropoma spp</i> | | | | | | | | | |
| <i>Pomocellaria californica</i> | | X | | | | | | | |
| <i>Ophiocomella alexandri</i> | | | | | | | | | |
| <i>Echinometra vanbrunti</i> | | | | | | | | | |
| <i>Octopus mimus</i> | | | | X | | | X | | X |
| <i>Pteria sterna</i> | | | | | | | | | |
| <i>Anomia peruviana</i> | | | | | | | | | |
| <i>Agropecten purpuratus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Pinna rugosa</i> | | | | | | | | | |
| <i>Lithophaga lithophaga</i> | | | | | | | | | |

Thysanozoon spp

Nota. 2 Muestreo del grupo verde realizado el 22 de enero del 2024 sobre el estudio realizado en un cultivo de ostra del Pacífico en la comuna Monteverde y su distribución en los pisos 1, 5 y 10.

Anexo 3. Especies registradas en la linterna del grupo 1 – verde

| Especies/distribución | V1P1- 150324 | V1P5- 150324 | V1P10- 150324 | V2P1- 150324 | V2P5- 150324 | V2P10- 150324 | V3P1- 150324 | V3P5- 150324 | V3P10- 150324 |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <i>Aoroides longimerus</i> | X | | | | | | | | X |
| <i>Aora spp</i> | X | | | | | | | | X |
| <i>Euphyllas spp</i> | | | | | | | | | |
| <i>Callinectes spp</i> | | | | | | | | | X |
| <i>Homalaspis plana</i> | | | X | | | X | | X | |
| <i>Callinectes arcuatus</i> | | X | | | X | | | | |
| <i>Gammarus spp</i> | | | | | | | X | X | |
| <i>Petrolisthes jugosus</i> | | X | | | X | | | | |
| <i>Maiopsis panamensis</i> | | | X | | | X | | X | |
| <i>Balanus trigonus</i> | | | X | | | X | | | |
| <i>Apherusa glacialis</i> | | X | | X | X | | | | |
| <i>Callinectes sapidus</i> | | X | | | X | | | | |
| <i>Arthropoma spp</i> | | X | X | X | | | X | X | X |
| <i>Pomocellaria californica</i> | | | | | | | | | |
| <i>Ophiocomella alexandri</i> | | | X | | | X | | X | |
| <i>Echinometra vanbrunti</i> | | | | | X | | | X | |
| <i>Octopus mimus</i> | | | X | | | X | | | X |
| <i>Pteria sterna</i> | | X | | | X | | | | |
| <i>Anomia peruviana</i> | | | X | | | X | | | |

| | | |
|------------------------------|---|-----|
| <i>Agropecten purpuratus</i> | X | X |
| <i>Pinna rugosa</i> | X | X |
| <i>Lithophaga lithophaga</i> | X | X |
| <i>Thysanozoon spp</i> | | X X |

Nota. 3 Muestreo realizado el 15 de marzo del 2024 dentro del estudio realizado en un cultivo de ostra del Pacífico en la comuna Monteverde y su distribución en los pisos 1, 5 y 10.

Anexo 4. Especies registradas en la linterna del grupo 2

| Especies/distribución | A1P1- 290124 | A1P5- 290124 | A1P10- 290124 | A2P1- 290124 | A2P5- 290124 | A2P10- 290124 | A3P1- 290124 | A3P5- 290124 | A3P10- 290124 |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <i>Aoroides longimerus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Aora spp</i> | | X | | | | | | | |
| <i>Octopus mimus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Callinectes spp</i> | | | X | | | | | | X |
| <i>Ophiocomella alexandr.</i> | | | | | | | | | |
| <i>Homalaspis plana</i> | X | | | | | | | | |
| <i>Callinectes arcuatus</i> | X | X | | | | | | | |
| <i>Panulirus gracilis</i> | X | | | X | X | | | | |
| <i>Gammarus spp</i> | | X | | X | X | | | | |
| <i>Thysanozoon spp</i> | | X | | X | X | X | X | | |
| <i>Pteria sterna</i> | | X | | X | X | | | | |
| <i>Cuthona gymnota</i> | | X | | X | X | | | | |
| <i>Pinctada spp</i> | | X | | | | | | | |
| <i>Caprella mutica</i> | | | X | | | | | | |
| <i>Diadema mexicadum</i> | | | | X | X | | | | |
| <i>Echinometra vanbrunti</i> | | | | | | | | | |
| <i>Arthropoma spp</i> | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|--|--|---|---|---|---|
| <i>Petrolisthes jugosus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Maiopsis panamensis</i> | | | | | | | | | |
| <i>Asciodiella scabra</i> | | | | | | X | X | | |
| <i>Balanus trigonus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Apherusa glacialis</i> | | | | | | | | | |
| <i>Callinectes sapidus</i> | | | | | | | | | |
| <i>Nereis spp</i> | | | | | | | X | X | X |
| <i>Pomocellaria californic</i> | | | | | | | | X | |
| <i>Geukensia demissa</i> | | | | | | | | X | |
| <i>Mytilus aristatus</i> | | | | | | | X | | |

Nota. 4 Muestreo realizado el 29 de enero del 2024 del estudio realizado en un cultivo de ostra del Pacífico en la comuna Monteverde y su distribución en los pisos 1, 5 y 10.

Anexo 5. Especies registradas en la linterna del grupo 2

| Especies/distribución | A1P1- 220324 | A1P5- 220324 | A1P10- 220324 | A2P1- 220324 | A2P5- 220324 | A2P10- 220324 | A3P1- 220324 | A3P5- 220324 | A3P10- 220324 |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <i>Aoroides longimerus</i> | | | | X | | | X | | |
| <i>Aora spp</i> | | | | X | | | X | X | |
| <i>Octopus mimus</i> | | | X | | | X | | | X |
| <i>Callinectes spp</i> | | | | X | | | X | | |
| <i>Ophiocomella alexandri</i> | | | | X | | | X | | X |
| <i>Homalaspis plana</i> | X | | | X | X | X | X | | |
| <i>Callinectes arcuatus</i> | | | | X | | X | X | X | |
| <i>Panulirus gracilis</i> | | | | | X | | | | |
| <i>Gammarus spp</i> | | | | X | X | | X | X | |
| <i>Thysanozoon spp</i> | | | | | | | | X | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Pteria sterna</i> | | | X | X | | X | X |
| <i>Cuthona gymnota</i> | | | | | | | X |
| <i>Pinctada spp</i> | | | | | | | X |
| <i>Caprella mutica</i> | | | X | X | | X | |
| <i>Diadema mexicadum</i> | | | | | | | |
| <i>Echinometra vanbrunti</i> | | | | | X | | X |
| <i>Arthropoma spp</i> | | X | X | X | X | X | X |
| <i>Petrolisthes jugosus</i> | X | | | | | | |
| <i>Maiopsis panamensis</i> | X | | X | X | | X | |
| <i>Asciodiella scabra</i> | | | | | | | |
| <i>Balanus trigonus</i> | | | X | X | | X | |
| <i>Apherusa glacialis</i> | | | X | X | X | X | |
| <i>Callinectes sapidus</i> | | | X | X | | X | |
| <i>Nereis spp</i> | | | X | X | X | X | |
| <i>Pomocellaria californica</i> | | | X | | | X | |
| <i>Geukensia demissa</i> | | | X | | | X | |
| <i>Mytilus aristatus</i> | | | X | | | | |

Nota. 5 Muestreo al grupo amarillo del 22 de marzo del 2024 sobre el estudio realizado en un cultivo de ostra del Pacífico en la comuna Monteverde y su distribución en los pisos 1, 5 y 10.

Anexo 6. Especies registradas durante el periodo de enero a marzo del 2024.

| Phylum | Clase | Orden | Familia | Género | Especie | Nombre científico |
|---------------|--------------|-----------------|------------------|---------------|----------------|---------------------------------|
| Annelida | Polychaeta | Phyllodocida | Nereididae | Nereis | spp | <i>Nereis spp</i> |
| Arthropoda | Malacostraca | Amphipoda | Aoridae | Aoroides | longimerus | <i>Aoroides longimerus</i> |
| | Malacostraca | Amphipoda | Aoridae | Aora | spp | <i>Aora spp</i> |
| | Malacostraca | Decapoda | Portunidae | Euphyllas | spp | <i>Euphyllas spp</i> |
| | Malacostraca | Decapoda | Portunidae | Callinectes | spp | <i>Callinectes spp</i> |
| | Malacostraca | Decapoda | Platyxanthidae | Homalaspis | plana | <i>Homalaspis plana</i> |
| | Malacostraca | Decapoda | Portunidae | Callinectes | arcuatus | <i>Callinectes arcuatus</i> |
| | Malacostraca | Decapoda | Palinuridae | Panulirus | gracilis | <i>Panulirus gracilis</i> |
| | Malacostraca | Amphipoda | Gammaridae | Gammarus | spp | <i>Gammarus spp</i> |
| | Malacostraca | Decapoda | Porcellanidae | Petrolisthes | jugosus | <i>Petrolisthes jugosus</i> |
| | Malacostraca | Decapoda | Majidae | Maiopsis | panamensis | <i>Maiopsis panamensis</i> |
| | Maxillopoda | Sessilia | Balanidae | Balanus | trigonus | <i>Balanus trigonus</i> |
| | Malacostraca | Amphipoda | Calliopiidae | Apherusa | glacialis | <i>Apherusa glacialis</i> |
| | Malacostraca | Decapoda | Portunidae | Callinectes | sapidus | <i>Callinectes sapidus</i> |
| Bryozoa | Gymnolaemata | Cheilostomatida | Lacernidae | Arthropoma | spp | <i>Arthropoma spp</i> |
| Bryozoa | Gymnolaemata | Cheilostomatida | Candidae | Pomocellaria | californica | <i>Pomocellaria californica</i> |
| Chordata | Ascidiacea | Phlebobranchia | Ascidiidae | Asciella | scabra | <i>Asciella scabra</i> |
| Cnidaria | Anthozoa | Scleractinia | Dendrophylliidae | Tubastraea | spp | <i>Tubastraea spp</i> |
| Echinodermata | Ophiuroidea | Ophiacanthida | Ophiocomidae | Ophiocomella | alexandri | <i>Ophiocomella alexandri</i> |
| Echinodermata | Echinoidea | Diadematoidea | Diadematidae | Diadema | mexicadum | <i>Diadema mexicadum</i> |
| Echinodermata | Echinoidea | Camarodonta | Echinometridae | Echinometra | vanbrundi | <i>Echinometra vanbrundi</i> |
| Mollusca | Cephalopoda | Octopoda | Octopodidae | Octopus | mimus | <i>Octopus mimus</i> |
| | Bivalvia | Pterioidea | Pteriidae | Pteria | sterna | <i>Pteria sterna</i> |
| | Gastropoda | Nudibranchia | Tergipedidae | Cuthona | gymnota | <i>Cuthona gymnota</i> |

| | | | | | | |
|-----------------|--------------|------------|-----------------|-------------|--------------|-------------------------------|
| | Ostreidae | Ostreidea | Pteriidae | Pinctada | spp | <i>Pinctada spp</i> |
| | Malacostraca | Amphipoda | Caprellidae | Caprella | mutica | <i>Caprella mutica</i> |
| | Bivalvia | Pectinida | Spondylidae | Spondylus | crassisquama | <i>Spondylus crassisquama</i> |
| | Bivalvia | Pectinoida | Anomiidae | Anomia | peruviana | <i>Anomia peruviana</i> |
| | Bivalvia | Pectinoida | Pectinidae | Agropecten | purpuratus | <i>Agropecten purpuratus</i> |
| | Bivalvia | Pterioida | Pinnidae | Pinna | rugosa | <i>Pinna rugosa</i> |
| | Bivalvia | Mytilida | Mytilidae | Lithophaga | lithophaga | <i>Lithophaga lithophaga</i> |
| | Bivalvia | Mytilida | Mytilidae | Geukensia | demissa | <i>Geukensia demissa</i> |
| | Bivalvia | Mytilida | Mytilidae | Mytilus | aristatus | <i>Mytilus aristatus</i> |
| Platyhelminthes | Turbellaria | Polycladia | Pseudocerotidae | Thysanozoon | spp | <i>Thysanozoon spp</i> |

Nota. 6 La tabla corresponde a las especies registradas durante todo el estudio entorno al cultivo de ostra del Pacífico Magallana gigas, ubicado en la Comuna Monteverde, provincia de Santa Elena.



Anexo 7. Salida desde la playa de la comuna Monteverde para la toma de muestras.



Anexo 8. Trabajo en campo, recolección de las muestras durante la jornada de limpieza en el cultivo de Magallana gigas.



Anexo 9. Linterna con biofouling adherido.



Anexo 10. Preservación de muestras.



Anexo 11. Laboratorio de Ciencias del Mar, Universidad Estatal Península de Santa Elena

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “Caracterización de la fauna asociada al cultivo de *Magallana gigas* de la familia Ostreidae en sistemas suspendidos en el mar frente a la comuna Monteverde, provincia de Santa Elena, Ecuador” presentado por el estudiante, Teresa Alejandra Villavicencio Pérez, fue enviado al Sistema TURNITIN, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 8%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

The screenshot shows a Turnitin report interface. At the top, it displays the Turnitin logo and the document title: "1 de 1: Jerry Landívar Z - Análisis y caracterización de la distribución poblacional d...". Below this, the similarity score is shown as "Similitud 8%" and "Marcas de alerta". The main content area features the logo of the Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) and the text: "UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA, FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR, INSTITUTO DE POSTGRADO". The document title is repeated: "Análisis y caracterización de la distribución poblacional de la Macarela (*Scomber japonicus*) frente a la costa de Ecuador durante el periodo 2020-2023, utilizando la integración de información pesquera y sensor remoto". At the bottom left, it shows "Página 1 de 81", "13721 palabras", and a magnifying glass icon with "153%". On the right side, there is a sidebar with the following information: "Informe estándar", "2% Similitud en inglés", "8% Similitud estándar", "11 Exclusiones", and "Fuentes". The sources listed are: 1. Internet, tumi.lamolina.edu.pe, <1% (3 text blocks, 82 coinciding words); 2. Internet, www.institutopesca.gob.ec, <1% (3 text blocks, 65 coinciding words); 3. Internet.

M.Sc. Jerry Landívar Zambrano, PhD.