TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA

"Composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de la Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera del 2021"

Tesis para optar al título profesional de:

BIÓLOGA MARINA

Presentado por:

Mary Isabel Lizarbe Palacios (0000-0002-8636-3827)

Asesores:

Luzmila Rodriguez Quispe (0000-0001-6969-5849)

Bernabé Moreno Leveroni (0000-0002-9751-6307)

Lima – Perú

2024

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA

"Composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de la Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera del 2021"

Tesis para optar al título profesional de:

BIÓLOGA MARINA

Presentado por:

Mary Isabel Lizarbe Palacios (0000-0002-8636-3827)

Asesores:

Luzmila Rodriguez Quispe (0000-0001-6969-5849)

Bernabé Moreno Leveroni (0000-0002-9751-6307)

Lima – Perú

2024

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 12 de junio de 2024.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús
Integrante: Mg. Lourdes Mercedes Figueroa Eche
Integrante: Mg. Marie Anne Gálvez Escudero

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: Composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de la Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera del 2021

Presentada por el tesista:

- Mary Isabel Lizarbe Palacios

Para optar el Título Profesional de Biólogo Marino

Asesorada por: Blga. Luzmila Rodríguez Quispe
Coasesorada por: Mg. Bernabé Moreno Leveroni

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Mary Isabel Lizarbe Palacios			Nota (escrito): dieciséis (16)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús
Presidente del jurado

Mg. Lourdes Mercedes Figueroa Eche
Miembro del jurado

Mg. Marie Anne Gálvez Escudero
Miembro del jurado

Blga. Luzmila Rodríguez Quispe
Asesora

Mg. Bernabé Moreno Leveroni
Coasesor

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS[13]

Lima, 07 de julio del 2024

Señor, Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación

Universidad Científica del Sur

Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Mary Isabel Lizarbe Palacios, egresada de la carrera de Biología Marina de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con la asesora Luzmila Rodriguez Quispe y co-asesor Bernabé Moreno Leveroni, declaramos que este informe final de tesis titulado: Composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de la Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera del 2021, sustentado para obtener el

Título de Licenciatura en Biología Marina es original. Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [14], que afirmamos conocer en su totalidad. Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Mary Isabel Lizarbe Palacios
DNI: 74614508



Luzmila Rodriguez Quispe
DNI: 40001211



Bernabé Moreno Leveroni
DNI: 7046032

13 En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

14 Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de la Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera del 2021

Autores. Mary Isabel Lizarbe Palacios

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2415824880).

Resultado de la evaluación. 5%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Composición y abundancia

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	4%	1%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	revistas.imarpe.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1%
4	doczz.net Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia Trabajo del estudiante	<1%
6	1library.org Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DEDICATORIA

Para mi familia y aquellas constantes en mi vida que siempre me alentaron a seguir adelante.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional durante el tiempo que duró este estudio. A mis preciados profesores y asesores la Blga. Luzmila Rodriguez y el Mg. Bernabé Moreno, quienes me permitieron ser parte del Proyecto Ganador de la Beca SERNANP 2020 para investigaciones prioritarias en Áreas Naturales Protegidas "Caracterización oceanográfica de los alrededores de Isla Asia y su relación con las comunidades bentónicas submareales" (A2 Equipo IMP-02), a partir del cual se pudo realizar la presente investigación. Dicho proyecto fue financiado por KfW Development Bank y co-administrado por PROFONANPE (Peruvian Trust Fund for National Parks and Protected Areas), SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado), y el CIES (Consorcio de Investigación Económica y Social). A todas aquellas personas quienes de algún modo estuvieron involucradas tanto en las salidas de campo como en el análisis de laboratorio y posterior trabajo de gabinete. Mi corazón siempre estará agradecido con quienes me brindaron su apoyo desde el inicio hasta el final de este viaje.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

El zooplancton está compuesto de consumidores primarios que influyen en la biodisponibilidad de los nutrientes y el flujo de energía a niveles superiores de las redes tróficas. Su presencia y composición está, en parte, sujeta a cambios estacionales, dependiendo de la disponibilidad del fitoplancton cuya abundancia a su vez está influenciada por las variaciones en los parámetros fisicoquímicos del ambiente marino. Isla Asia es un área natural protegida por el Estado Peruano que alberga una gran diversidad de especies bentónicas y planctónicas. Estas forman parte de los biorecursos de aprovechamiento para la pesca artesanal de la zona. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la composición (grupos, estructura, y diversidad), abundancia y biomasa del zooplancton en los alrededores de Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera 2021. Se colectó muestras zooplancton en cuatro puntos alrededor de Isla Asia en los meses de mayo y octubre 2021 las cuales fueron identificadas hasta el taxón más específico posible. Se calculó la abundancia y biovolumen obtenidos por puntos y estaciones de muestreo. En total, se observó una mayor abundancia del zooplancton en otoño con 171,805 ind.100 m^{-3}, mientras que en primavera se registró 91,770 ind.100 m^{-3}. Se registró un total de 16 grupos taxonómicos entre ambas estaciones, 15 taxa en otoño y 14 en primavera. La mayor diversidad (H') fue encontrada en otoño. Además, la estructura del zooplancton se agrupó más cercanamente según la temporada de la colecta, indicando que el ensamble del zooplancton puede variar según la época del año. Los grupos taxonómicos predominantes durante ambas estaciones fueron: Copepoda, Hydrozoa, Vertebrata, Cirripedia, Branchiopoda y Decapoda. Las especies más abundantes fueron *Acartia tonsa* (Copepoda) (otoño y primavera) y *Obelia* sp. (primavera). Debido a su abundancia, la presencia de *A. tonsa* es clave para mantener los flujos de energía en la red trófica de la comunidad. Además, su disponibilidad en ambas estaciones es favorecida por su capacidad de reproducirse durante todo el año en la costa de Perú. La abundancia del hidrozoo *Obelia* sp. pudo estar relacionado a la estacionalidad de la productividad primaria, incrementando la disponibilidad de su alimento, y a las condiciones frías; sin embargo, se consideró como un *bloom* puntual. Finalmente, reportamos el conteo de huevos de anchoveta que fue al menos un orden de magnitud mayor en primavera que en otoño, lo cual se puede explicar mediante la correlación negativa entre dicha abundancia con la temperatura. Esta investigación sirve de línea base para futuras evaluaciones que incorporen el componente planctónico como parte importante en la transferencia energética, particularmente alrededor de una isla costera protegida por el Estado dentro del Gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ABSTRACT

Zooplankton is composed of primary consumers that influence nutrient bioavailability and energy flow to higher levels of food webs. Its presence and composition are partly subject to seasonal changes, depending on the availability of phytoplankton, which abundance is in turn influenced by variations in the physicochemical parameters of the marine environment. Isla Asia is a natural area protected by the Peruvian State that holds to a great diversity of benthic and planktonic species. These are part of the bioresources used for artisanal fishing in the area. The objective of this work was to determine the composition (groups, structure, and diversity), abundance and biomass of zooplankton in the surroundings of Isla Asia in the fall and spring seasons of 2021. Zooplankton samples were collected at four points around Isla Asia in the months of May and October 2021, and was identified to the most specific taxon possible. The abundance and biovolume obtained by sampling points and stations were calculated. In total, a greater abundance of zooplankton was collected in autumn with 171,805 ind.100 m-3, while in spring 91,770 ind.100 m-3. A total of 16 taxonomic groups were identified between both seasons, 15 taxa in autumn and 14 in spring. The greatest diversity (H') was found in autumn. Additionally, zooplankton structure grouped more closely according to the season of sampling, explaining that zooplankton assembly can vary depending on the time of year. The predominant taxonomic groups during both seasons were: Copepoda, Hydrozoa, Vertebrata, Cirripedia, Branchiopoda and Decapoda. The most abundant species were *Acartia tonsa* (Copepoda) (autumn and spring) and *Obelia* sp. (spring). Due to its abundance, the presence of *A. tonsa* is key to maintaining energy flows in the community's food web. Furthermore, its availability in both seasons is favored by its ability to reproduce throughout the year on the coast of Peru. The abundance of the hydrozoan *Obeli*a sp. could be related to the seasonality of primary productivity, increasing the availability of their food, and to the cold conditions; However, it was considered a punctual bloom. Finally, we report the anchovy egg count that was at least an order of magnitude higher in spring than in autumn, which can be explained by the negative correlation between abundance and temperature. This research serves as a baseline for future evaluations that incorporate the planktonic component as an important part of energy transfer, particularly around a state-protected coastal island within the Gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt.

Palabras claves: zooplancton, meroplancton, oceanografía biológica, isla costera, ecosistema marino-insular, Isla Asia

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

INTRODUCCIÓN

El zooplancton marino está compuesto por organismos que se distribuyen a lo largo de toda la columna de agua (Mojica y Franco 2019) y a nivel mundial lo conforman cerca de 7,000 especies descritas en 15 filos (Bucklin et al. 2010). Según su desarrollo ontogénico, las especies representantes del zooplancton se pueden dividir en holoplancton (permanecen toda su vida como plancton) y meroplancton (solo durante la fase larval). Ejemplos del meroplancton son las larvas de crustáceos, braquiópodos, gasterópodos, pelecípodos, pterópodos, eufaúsidos y poliquetos (Ayón et al. 2008). La supervivencia y el asentamiento de algunas larvas afecta la dinámica, demografía y distribución de la estructura comunitaria tanto en la columna de agua como en la zona bentónica (Jiménez, 2016). Varias de las especies que forman parte del meroplancton son de importancia comercial en la pesca artesanal en su etapa adulta, registrando una mayor abundancia de estos biorecursos (e.g., caracol plomo *Thaisella chocolata*, concha de abanico *Argopecten purpuratus*) como parte del bentos de las zonas insulares (Flores et al. 2019).

A su vez, el zooplancton cumple un rol de conectividad en la red trófica (Işkın et al. 2020), ya que influye en la biodisponibilidad de los nutrientes y el flujo de energía a través de vías directas e indirectas, afectando directamente la biomasa y la estructura de la comunidad de sus presas (a través del consumo) y depredadores (al ser consumidos) (Hébert et al. 2017). Por otro lado, el zooplancton contribuye en el ciclo del carbono oceánico, siendo el primer eslabón del almacenamiento y proporcionando a la vez nutrientes esenciales para organismos como bacterias, zooplancton de mayor tamaño, peces, y cetáceos (Smith 2016).

La variación estacional de los parámetros fisicoquímicos en el medio marino afecta la distribución y disponibilidad del zooplancton. Un claro ejemplo son las anomalías positivas de El Niño Oscilación Sur (ENSO), las cuales interrumpen las surgencias con aguas bajas en nutrientes, resultando en la disminución de la biomasa de fitoplancton y zooplancton (Thiel et al. 2007) y afectando progresivamente a las poblaciones de peces y numerosas especies de aves marinas (Vianna et al. 2014). Por ello, estos organismos planctónicos también suelen considerarse como indicadores biológicos, por la capacidad de algunos en adaptarse a ambientes hostiles de temperatura y salinidad (Fernández 2015).

La Isla Asia conforma un polígono insular y marino protegido por el Estado al ser parte de Reserva Nacional Sistema de Islas e Islotes de Puntas Guaneras (RNSIIPG). La protección de Isla Asia es clave para preservar las áreas donde ocurren procesos que favorecen la riqueza y productividad del mar peruano, tales como las surgencias y el desove de peces e invertebrados, manteniendo la diversidad biológica y abundancia de recursos del litoral (Gutiérrez et al. 2017). Estudios anteriores en otros sistemas insulares de la RNSIIPG tales como Islas Ballestas y Chincha, registraron 22 grupos taxonómicos de zooplancton siendo los más frecuentes Copepoda, Cirripedia y Appendicularia (Morón et al. 2017). El componente zooplanctónico de los alrededores de Isla Asia (RNSIIPG) es de gran relevancia para el ecosistema marino-costero. Sin embargo, este no ha sido

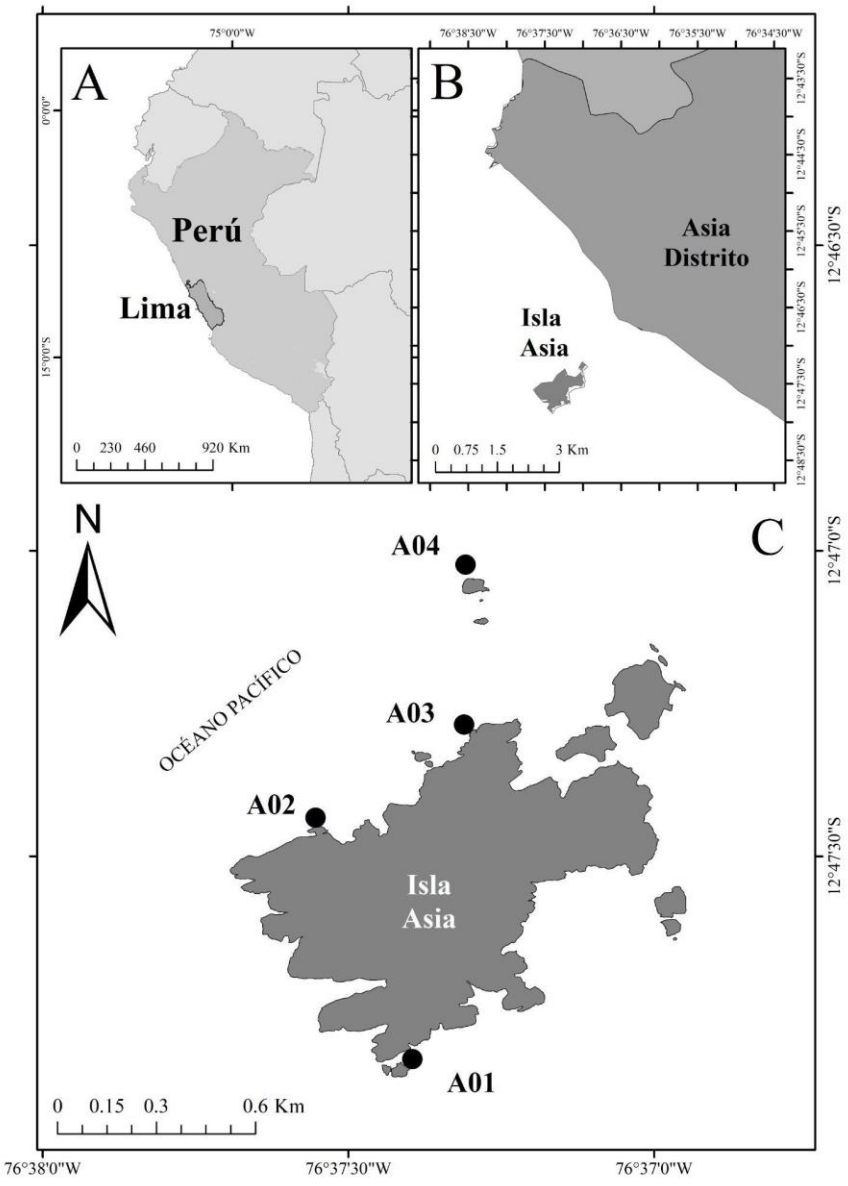
Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

descrito en detalle aún, por ende, su valor de conservación es desconocido, así como su relación con el componente bentónico. Por ello, el presente trabajo tuvo por objetivo determinar la composición (grupos, estructura, y diversidad), abundancia y biomasa del zooplancton en los alrededores de Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera 2021.

MATERIALES Y MÉTODOS

Isla Asia (12°47' S, 76°37' O) se encuentra a 95 km al sureste de Lima, en el distrito de Asia, y representa un polígono perteneciente a la RNSIIPG con un área predominantemente marina de 38 km^2 (Fig. 1). Además, Isla Asia fue calificada por PROABONOS como una de las islas con mayor abundancia de aves y una de las que tuvo mayor rendimiento en la producción de guano (12x10^3 t) durante 2008 (Castro 2014, AGRORURAL 2017).



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 1. Zona de estudio. A) Ubicación del Departamento de Lima, costa central del Perú, B) distrito de Asia y C) puntos de muestreo alrededor de Isla Asia (A01, A02, A03, A04).

Obtención de las muestras

Las muestras fueron colectadas en cuatro puntos alrededor de la isla (Fig. 1) en dos días consecutivos durante otoño (mayo) y primavera (octubre) 2021. En cada punto de muestreo se realizó un arrastre horizontal a 1 m de la superficie utilizando una red estándar de zooplancton WP-2 de 30 cm de diámetro de apertura, 1.5 m de largo, y 150 µm de tamaño de malla, con un flujómetro mecánico Hydro-Bios amarrado al medio de la apertura. Cada arrastre se realizó durante cinco minutos procurando mantener una velocidad de tres nudos (González-Yajimovich et al. 2015). Las muestras se colocaron en un frasco rotulado de 500 ml, y fueron preservadas en formaldehído al 4%. Posteriormente se transportaron y analizaron en el laboratorio de Oceanografía de la Universidad Científica del Sur.

Los parámetros fisicoquímicos como el pH y la temperatura superficial del mar (TSM) se midieron con un potenciómetro HANNA Groline HI 981, mientras que el oxígeno disuelto (OD) se determinó usando la metodología de Winkler modificada por Carrit (1966). Asimismo, la salinidad (en función de la conductividad) a lo largo de la columna de agua se midió con un perfilador CTD modelo Sea-Bird SBE19 V2. Las coordenadas geográficas en cada punto se registraron con un receptor GPS Garmin eTrex 20x.

Análisis de muestras

Cada muestra se filtró con una malla de 80 µm para su procesamiento. El conteo de zooplancton se realizó mediante el fraccionamiento consecutivo empleando vasos de precipitado (Beakers), considerando como mínimo 200 individuos de los tax más abundantes (método Huntsman Marine Laboratory Beaker) (Van Guelpen et al. 1982), de modo que se permita el conteo rápido. La cuantificación de los volúmenes de zooplancton se llevó a cabo mediante el método de desplazamiento (Robertson, 1970), para lo cual se colocó una muestra filtrada de zooplancton en una probeta graduada de volumen conocido, siendo el valor del biovolumen de zooplancton la diferencia entre el volumen inicial y el volumen desplazado por la muestra, expresado en $ml.100m^{-3}$. La densidad fue el número de individuos registrados entre el volumen de agua filtrada, multiplicado por 100, expresado en la unidad de individuos por 100 m^3 (Ramos y Napa 2020). Una vez calculados los volúmenes de agua filtrada, se calcularon las abundancias de los respectivos grupos taxonómicos identificados. La identificación taxonómica se realizó hasta el taxón más específico posible, empleando guías de identificación, listados de registros y descripción de estadios de vida, como los de Boltovskoy (1999), Aronés (1997), Santander y Sandoval de Castillo (1973), Ayón et al, (2008), Conway (2012) y Itoh y Nishida (1995). Se utilizó un estereomicroscopio Zeiss-Stemi 305 cam y un microscopio Nikon Eclipse E100.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Análisis estadístico

La normalidad y homogeneidad de varianza de los datos de biovolúmenes, abundancias y parámetros fisicoquímicos totales por punto de muestreo (agrupados por estaciones, primavera y otoño) fueron verificados mediante las pruebas de Shapiro-Wilk ($p>0.05$) y homocedasticidad de Levene ($p>0.05$), respectivamente. Dado que los datos no siguieron una distribución normal, se realizó la prueba no paramétrica de MannWhitney ($p<0.05$) para determinar si hubo diferencias entre las estaciones.

Los valores de abundancia por grupo taxonómico fueron evaluados mediante un análisis multivariado de ordenamiento multidimensional no-paramétrico (nMDS) utilizando la medida de distanciamiento de Bray-Curtis. Seguido de ello se ejecutó la prueba PERMANOVA (permutational multivariate ANOVA) para comprobar las diferencias entre la composición del zooplancton de las dos estaciones del año. Adicionalmente, se empleó el análisis de porcentaje de similitud SIMPER para identificar a los grupos taxonómicos con mayor contribución a la disimilitud entre estaciones.

Por otro lado, se realizó el análisis de correlación de Spearman para relacionar los valores de biovolumen de zooplancton, abundancia, riqueza y parámetros fisicoquímicos. Para determinar cuáles fueron las estaciones más diversas se calculó la riqueza (S'), el índice de dominancia de Simpson (D), el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), y la equidad de Pielou (J'). El cálculo de los estadísticos descriptivos, las pruebas estadísticas e índices de diversidad, y su respectiva representación gráfica, se obtuvo con los programas PAST v.4.05 (Hammer y Harper, 2001) y Microsoft Excel.

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos

Durante la evaluación de otoño, la temperatura osciló entre 17.1–17.3°C y el oxígeno disuelto entre 3.7–5.4 $mg.l^{-1}$, mientras que en primavera estos fueron 15.7–16.5°C y 4.88–7.16 $mg.l^{-1}$, respectivamente. Los valores de oxígeno disuelto fueron mayores sobre todo en los puntos de muestreo A02 y A03 durante primavera (Tabla 1). Se encontraron diferencias entre los valores de oxígeno disuelto, temperatura, conductividad y salinidad entre estaciones (otoño y primavera) (Mann-Whitney $p<0.05$).

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos registrados en cada punto de muestreo (A01, A02, A03 y A04) durante ambos periodos de evaluación.

	Otoño (mayo 2021)				Primavera (octubre 2021)			
	A01	A02	A03	A04	A01	A02	A03	A04
O.D ($mg.l^{-1}$)	5.4	3.7	3.96	4.19	5.83	7.16	7.05	4.88
Temperatura °C	17.3	17.3	17.2	17.1	15.7	16.4	16.5	15.7
pH	7.92	7.89	7.9	7.85	7.91	8.21	8.21	8
Salinidad (PSU)	35.01	35	34.99	34.98	34.46	34.66	34.69	34.71

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Conductividad ($\mu S.cm^{-1}$)	44991	44204	44840	44809	42239	43245	43353	42248

Biovolumen de muestra

El biovolumen registrado fue mayor en primavera con un rango de valores de 9.17–16.19 $ml.100m^{-3}$, mientras que en otoño el rango fue de 3.47–9.82 $ml.100m^{-3}$ (Fig. 2). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre estaciones.

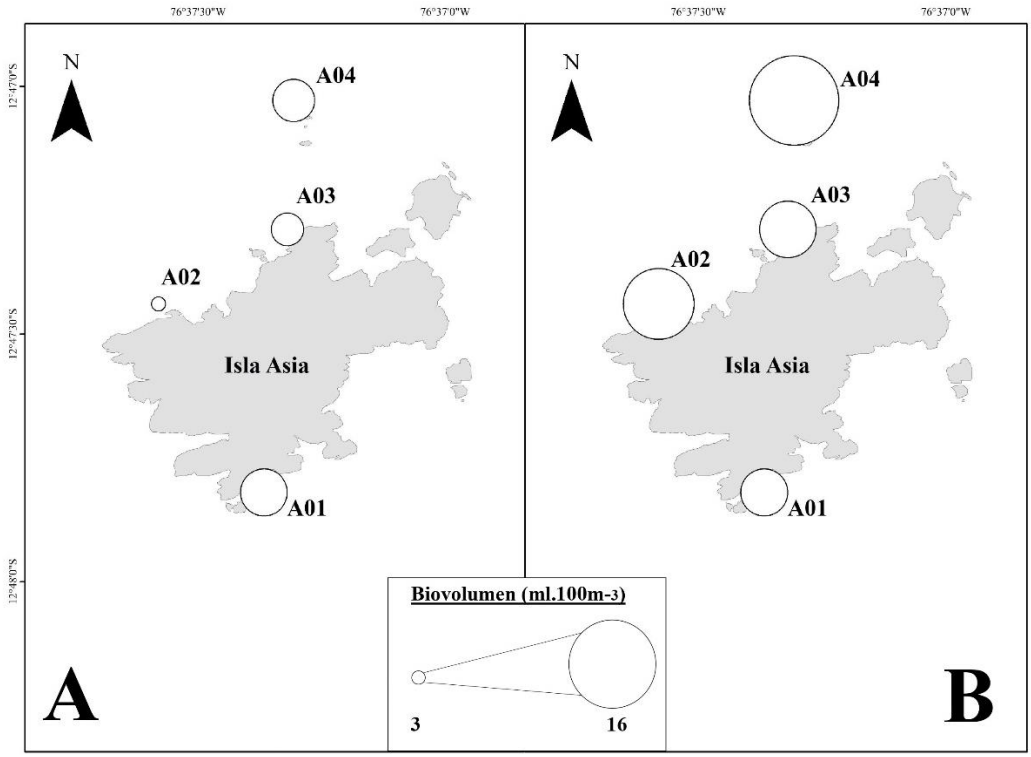


Figura 2. Biovolúmenes ($ml.100m^{-3}$) registrados en los alrededores de Isla Asia durante A: otoño (mayo), y B: primavera (octubre) 2021.

Abundancia de grupos taxonómicos.

En general, la mayor abundancia de organismos fue encontrada durante otoño, siendo casi el doble que la registrada en primavera (Tabla 2). Además, la abundancia de grupos taxonómicos fue mayor en el punto de muestreo A01 en otoño.

Tabla 2. Abundancia de organismos separados por grupos taxonómicos (GT) registrada en los cuatro puntos de muestreo durante otoño y primavera.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

G.T.	Abundancia (ind.100m^-3)							
	Otoño				Primavera			
	A01	A02	A03	A04	A01	A02	A03	A04
Copepoda	79902	32798	19832	17630	64	4932	8707	729
Cirripedia	1126	2626	1107	2980	133	16	47	1911
Branchiopoda	949	3492	705	1183	0	0	0	146
Appendicularia	196	402	621	854	69	186	192	675
Vertebrata	124	28	148	137	4365	2773	2871	3331
Decapoda	1126	547	176	1678	651	60	0	934
Brachiopoda	124	0	0	0	0	0	5	16
Hydrozoa	0	14	28	66	5	16	5	58388
Echinodermata	0	76	0	18	0	16	0	356
Scyphozoa	0	7	0	18	0	0	0	97
Oligotrichea	0	7	21	12	0	0	0	22
Polycheata	0	14	0	12	5	22	0	16
Euphausiacea	26	14	21	42	5	0	0	0
Gastropoda	0	0	28	872	0	0	0	0
Bivalvia	0	0	0	18	0	0	0	0
Bryozoa	0	0	0	0	0	0	5	0
Subtotal	83573	40024	22688	25520	5297	8022	11830	66620
Total		171805				91770		

En mayo 2021 (otoño), Copepoda fue el grupo taxonómico más abundante con representatividad máxima de 95.6% en A01 y 69% en A04. Seguido de Cirripedia con 11% en A04 y 1.3% en A01. Asimismo, Branchiopoda estuvo representado en 8.7% en A03 con y 4.6% en A04. Otros grupos como Decapoda (6.5%), Appendicularia (3.3%) y Gastropoda (3.4%) se encontraron en mayor abundancia en el punto A04 (Fig. 2). Los demás grupos representaron menos del 1% de la abundancia total.

En octubre 2021 (primavera) la abundancia de los grupos taxonómicos fue más variada a comparación de otoño (Fig. 3). En A01 predominó el grupo Vertebrata (ictioplancton) con 82.4%, seguido del grupo Decapoda (12.3%). Mientras que en A02 y A03 el grupo Copepoda fue más abundante (61.5% y 73.6%, respectivamente), seguido del grupo Vertebrata (34.6% y 24.3%). En A04 se observó una notoria diferencia donde Hydrozoa tuvo el 87.6% de abundancia, seguido de Vertebrata con un 5% en total. Otros grupos con porcentajes de representatividad >1% fueron Cirripedia y Appendicularia. Los demás grupos representaron <1% de la abundancia total (Fig. 3).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

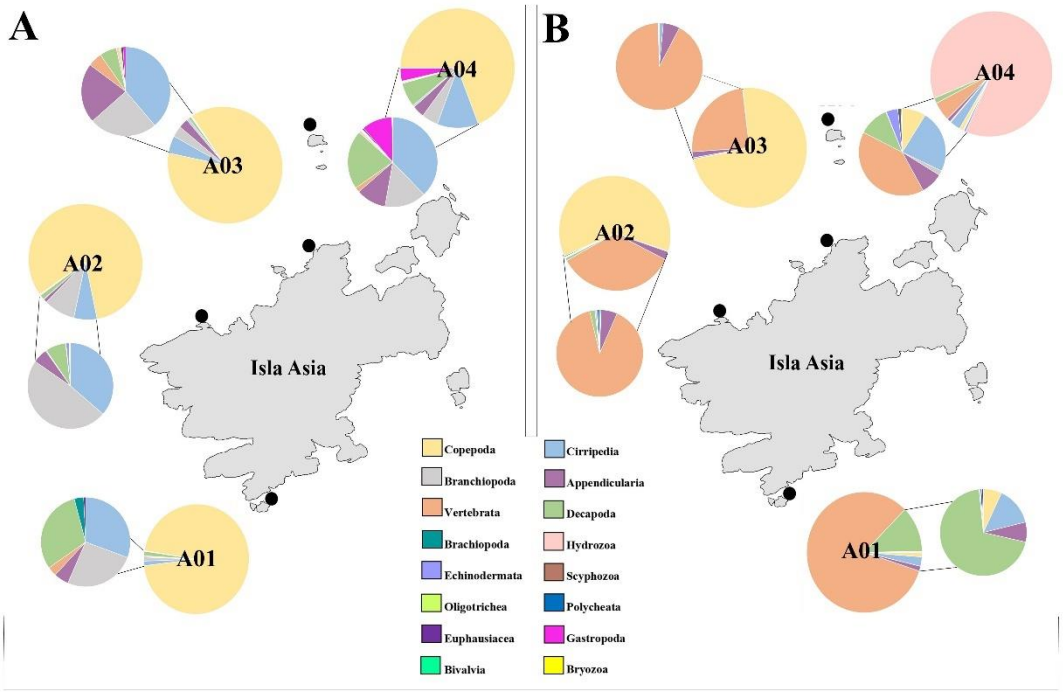


Figura 3. Porcentaje de representación basado en la abundancia de los grupos taxonómicos en cada punto de muestreo durante A) otoño y B) primavera.

Diversidad y composición del zooplancton

Se registró un total de 16 grupos taxonómicos entre ambas estaciones. En otoño se registró un total de 15 taxones, mientras que en primavera se registró 14 taxones. Para la riqueza (S) se tomaron en consideración las clases, familias y especies identificadas. En la tabla 3 se describen los valores de los índices de dominancia de Simpson (D), diversidad de Shannon-Wiener (H'), equidad de Pielou (J'), la riqueza (S) y los biovolúmenes en cada punto de muestreo según estación.

Tabla 3. Valores de riqueza taxonómica, índices de diversidad, biovolúmenes y abundancias en los puntos de muestreo según estación.

	Mayo 2021 (otoño)				Octubre 2021 (primavera)			
	A01	A02	A03	A04	A01	A02	A03	A04
Riqueza taxonómica (S)	16	26	20	32	12	12	8	21
Shannon (H')	0.24	0.69	0.57	1.13	0.64	0.84	0.67	0.58
Equitatividad (J')	0.12	0.28	0.25	0.43	0.31	0.41	0.34	0.23
Dominancia (D)	0.92	0.68	0.77	0.50	0.70	0.50	0.60	0.77
Biovolumen (ml.100m^{-3})	9.82	3.47	7.05	8.96	9.17	12.60	9.35	16.19
Abundancia (ind.100m^{-3})	83573	40024	22688	25520	5297	8022	11830	66620

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Los grupos taxonómicos predominantes durante ambos periodos de muestreo, ordenados según abundancia total, fueron Copepoda, Hydrozoa, Vertebrata, Cirripedia, Branchiopoda y Decapoda. En la tabla 4 se describe a los taxones inferiores identificados dentro de los grupos Copepoda, Decapoda e Hydrozoa, reportados según puntos y estaciones de muestreo. Asimismo, se realizó una subclasificación de los individuos dentro de los grupos Copepoda, Cirripedia y Vertebrata (Tabla 5).

Tabla 4. Abundancia (ind.100m^{-3}) de las especies, familias y órdenes más representativas de los taxones Copepoda, Decapoda e Hydrozoa.

		Otoño				Primavera			
		A01	A02	A03	A04	A01	A02	A03	A04
Copepoda	*Acartia tonsa*	79110	31288	18167	14429	60	4855	8707	626
	Paracalanus parvus	556	901	1107	932	-	71	.	49
	Centropages brachiatus	131	333	451	1923	-	-	-	-
	Oithona sp.	-	118	-	-	-	-	-	-
	Oithona nana	-	-	28	30	-	-	-	-
	Corycaeus sp.	-	35	-	48	-	-	-	-
	Hemicyclops sp.	-	-	28	113	-	-	-	-
Decapoda	Hippidae	164	499	148	1409	633	44	-	626
	Pinnotheridae	746	21	21	36	14	-	-	92
	Xanthidae	65	21	7	54	5	-	-	205
	Porcelannidae	7	7	-	143	-	5	-	-
	Caridea	33	-	-	12	-	-	-	-
	Brachyura	111	-	-	6	-	-	-	-
	Paguridae	-	-	-	12	-	-	-	-
Hydrozoa	*Obelia* sp.	-	7	-	30	5	16	5	58129
	Clitya sp.	-	7	-	-	-	-	-	-
	Narcomedusae	-	1	-	-	-	-	-	-
	Anthoathecata	-	-	21	18	-	-	-	11
	Trachymedusae	-	-	-	-	-	-	-	124
	Leptothecata	-	-	7	6	-	-	-	124

Tabla 5. Abundancia (ind.100m^{-3}) de las subclasificaciones de los grupos taxonómicos Copepoda (nauplio y adulto), Cirripedia (nauplio y estadio cypris) y Vertebrata (huevos, huevos de *Engraulis ringens* y larva), diferenciados por los puntos y estaciones de muestreo.

		Copepoda		Cirripedia		Vertebrata		
		Nauplio	Adulto	Nauplio	Cypris	Huevos	*Engraulis ringens* (huevos)	Larvas
Otoño	A01	79	79823	1060	65	124	0	0
	A02	97	32701	2626	0	21	7	0
	A03	42	19789	1093	14	141	7	0
	A04	167	17463	2962	18	131	6	0
Primavera	A01	5	60	119	14	440	3916	10
	A02	5	4926	0	16	510	2247	16
	A03	0	8707	23	23	599	2273	0
	A04	16	713	1776	135	1906	1425	0

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

En el análisis multidimensional, se observó un evidente distanciamiento según la temporada de muestreo, entre los datos de otoño y primavera (Fig. 4), donde los puntos más similares para otoño fueron A02, A04 y A03, siendo A01 el más distante. Por otro lado, en primavera, los puntos más similares fueron A03, A02 y A01, mientras A04 fue el más distante, separación que fue muy diferente a la estación previa.

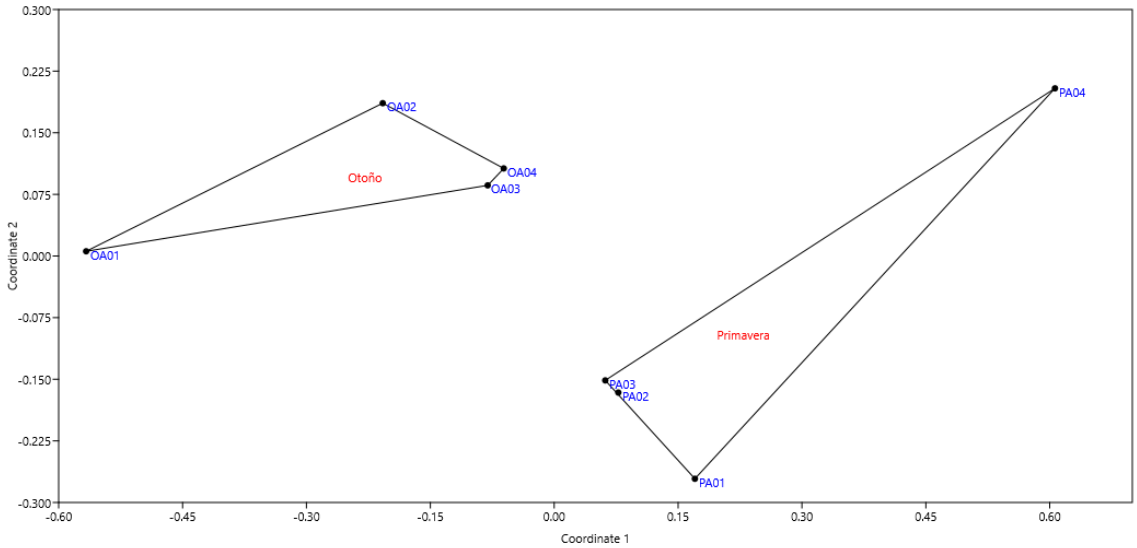


Figura 4. Agrupamiento según periodo y puntos de muestreo mediante el método multivariado de escalamiento multidimensional no paramétrico (nMDS). Los códigos de los puntos de muestreo (A01–A04) están antecedidos por la letra O y P para otoño y primavera, respectivamente.

Se encontró diferencias significativas entre las abundancias de los grupos taxonómicos entre las estaciones de otoño y primavera (PERMANOVA $p<0.05$). Los grupos taxonómicos que representaron mayor disimilitud entre otoño y primavera fueron: Copepoda, Hydrozoa Vertebrata (ictioplancton: huevos y larvas de peces), Cirripedia, Branchiopoda y Decapoda (SIMPER) (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de porcentajes de similitud SIMPER de la contribución a la variación de las abundancias de los grupos taxonómicos entre las estaciones de otoño y primavera.

Grupo taxonómico	% de contribución	% acumulativo
Copepoda	62.8	62.8
Hydrozoa	17.2	80.0
Vertebrata	8.0	88.0
Cirripedia	4.5	92.5

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Branchiopoda	3.7	96.2
Decapoda	1.7	97.9

Correlación entre variables

Se encontró una correlación negativa entre la riqueza de especies y el pH y OD. Por otro lado, se encontró una correlación positiva tanto entre el biovolumen y el pH, como entre la abundancia y salinidad; asimismo, se encontró correlaciones positivas en el grupo Copepoda y la temperatura, salinidad y conductividad, como también entre Branchiopoda con la temperatura y la salinidad, y entre Euphausiacea con la conductividad (Tabla 7). Además, se registró correlaciones negativas significativas entre los grupos Cirripedia y Branchiopoda con el OD (oxígeno disuelto) y el pH. Al igual que entre Vertebrata con la temperatura, salinidad y conductividad, y entre Euphausiacea con el pH.

Tabla 7. Coeficiente de correlación de Spearman entre los valores de abundancias de cada taxón (ind.100m^{-3}), abundancia por punto y estación (ind.100m^{-3}), biovolumen (ml.100m^{-3}) y riqueza S', con los parámetros fisicoquímicos (* p<0.05).

	O.D (mg.l^{-1})	°C	pH	Salinidad (PSU)	Conductividad (µS.cm^{-1})
Copepoda	-0.52	0.99*	-0.40	0.93*	0.93*
Cirripedia	-0.81*	0.40	-0.78*	0.62	0.36
Branchiopoda	-0.86*	0.77*	-0.79*	0.85*	0.66
Appendicularia	-0.71	0.28	-0.54	0.55	0.43
Vertebrata	0.57	-0.94*	0.51	-0.86*	-0.81*
Decapoda	-0.38	0.12	-0.56	0.38	0.24
Brachiopoda	0.20	-0.48	0.54	-0.23	-0.41
Hydrozoa	-0.37	-0.31	-0.23	-0.07	-0.16
Echinodermata	-0.38	-0.13	-0.20	0.10	-0.25
Scyphozoa	-0.52	-0.11	-0.38	0.19	-0.14
Oligotrichea	-0.71	-0.01	-0.43	0.30	0.10
Polycheata	0.07	-0.41	0.10	-0.32	-0.54
Euphausiacea	-0.59	0.67	-0.81*	0.66	0.76*
Gastropoda	-0.48	0.24	-0.66	0.23	0.48
Bivalvia	-0.25	0.08	-0.58	0.08	0.25
Bryozoa	0.41	-0.08	0.50	-0.25	-0.08
O.D (mg.l^{-1})	–	0.16	0.02	0.07	0.27
°C	-0.55	–	0.25	0.01	0.01
pH	0.83*	-0.46	–	0.25	0.33
Salinidad (PSU)	-0.69	0.89*	-0.47	–	0.01
Conductividad (µS.cm^{-1})	-0.45	0.89*	-0.40	0.86*	–
Abundancia (ind.m^{-3})	-0.52	0.53	-0.23	0.83*	0.55
Biovolumen (ml.100m^{-3})	0.69	-0.57	0.79*	-0.36	-0.38
Riqueza_S	-0.84*	0.36	-0.79*	0.56	0.34

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos

Las mayores concentraciones de OD (oxígeno disuelto) fueron registradas durante primavera, estación del año en la cual las surgencias en la costa de Perú suelen ocurrir con mayor intensidad (Calienes et al. 1985). La oxigenación es causada por eventos que ocurren paralelamente mediante la advección de aguas profundas ricas en oxígeno (Ayón y Hirche 2021) que a su vez aumentan la disponibilidad de nutrientes intensificando la productividad primaria y generando una zona de alta fotosíntesis y, por ende, mayor concentración de oxígeno (Graco et al. 2007).

Las condiciones más frías registradas en el muestreo de octubre (primavera) (Tabla 1) estarían relacionadas a la anomalía negativa de –0.83 (ENFEN/ICEN; Índice Costero El Niño) registrada en dicho mes, mientras en mayo (otoño) se registró una anomalía de negativa menor de –0.59 (ENFEN/ICEN). En otras islas de la RNSIIPG, como Islas Chincha (13.6°S) e Islas Ballestas (13.7°S), se registró una TSM promedio de 17.54 °C para primavera (Morón et al. 2017), mientras que en Isla Asia la temperatura promedio fue menor (16.08 °C) durante la misma en estación a pesar de encontrarse a 1° latitudinal más al norte (aprox. 95 y 105 km, respectivamente), y registrarse una anomalía negativa de –1.19 en octubre del 2017 (ENFEN/ICEN). En cuanto a los valores de salinidad para las tres islas, estos fueron similares, variando entre 34.63–34.99 PSU, los cuales son característicos de Aguas Costeras Frías (ACF) (Flores et al. 2013).

Composición y abundancia del zooplancton

Los copépodos conforman alrededor del 79% de la biomasa de zooplancton encontrada en el Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) (Escribano et al. 2007); asimismo, el zooplancton que domina en el sistema de surgencia sobre la plataforma continental de Perú son copépodos pequeños los cuales aprovechan las floraciones de fitoplancton que se desarrollan en estas aguas de surgencia (Espinoza y Bertrand 2014). Esto coincide con los resultados, donde las tres especies más abundantes alrededor de Isla Asia fueron los copépodos pequeños (*Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus* y *Centropages brachiatus*), comúnmente asociadas a la plataforma continental cercana a la costa en el sistema de surgencia (Santander 1981, Hidalgo et al. 2010).

En la Isla Lobos de Tierra (6.3°S) durante otoño se ha registrado 46 especies de copépodos, de los cuales *P. parvus* (97 $x10^3$ ind.$100m^{-3}$), *Oithona* sp. (28 $x10^3$ ind.$100m^{-3}$) y *O. nana* (590 ind.$100m^{-3}$) fueron las más abundantes (Flores et al. 2017), encontrándose en abundancias mayores que en el presente estudio. Similarmente, en Islas Ballestas y Chincha las especies más abundantes de copépodos fueron *P. parvus*, *O. nana* y *A. tonsa*, donde la última representó al 50% del zooplancton total, con una abundancia promedio de 363.184 ind.$100m^{-3}$ (Morón et al. 2017), mientras en Isla Asia, esta misma especie representó el 15.5% durante la misma estación. Asimismo, en el estudio mencionado, la mayor abundancia de zooplancton fue encontrada en puntos de muestreo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

más costeros, escenario que no fue similar a Isla Asia durante primavera, pero sí durante otoño (Tabla 2).

Los copépodos *Acartia* sp., *P. parvus* y *Hemicyclops* sp. se han reportado como los más frecuentes en la Estación Fija Carpayo (Callao), con una mayor abundancia durante el mes de mayo (Aronés-Flores 2022), al igual que lo registrado a los alrededores de Isla Asia en otoño. Esta predominancia *A. tonsa*, seguida de *P. parvus* y *C. brachiatus*, también se ha observado en otras islas y bahías de la costa centro sur del Perú (Morón et al. 2017, Aronés-Flores 2022). En otoño, *A. tonsa* representó el 83.2% del total de zooplancton, y el 60% de la muestra total entre estaciones, siendo la dominante en los alrededores de Isla Asia. Además, la especie ha representado entre 44% y 46% de la abundancia total en verano y primavera respectivamente, en la bahía Callao (Ayón y Hirche 2021), siendo considerada también predominante de la costa central del Perú (Criales-Hernández 2009). Debido a su abundancia, este copépodo cosmopolita es clave para mantener los flujos de energía en la red trófica de la comunidad (Márquez-Rojas et al. 2008). Por otro lado, uno de los factores que hace abundante la presencia de *A. tonsa* es su capacidad de reproducirse todo el año en la costa de Perú (Ayón y Hirche 2021).

El segundo grupo taxonómico más abundante fue Hydrozoa, donde *Obelia* sp. fue el principal componente. En primavera, este grupo representó más de la mitad del total del zooplancton, del cual casi en su totalidad se encontró en la estación A04. Esta medusa se registró en otoño en los puntos A02 y A04, mientras que en primavera se encontró en todos los puntos de muestreo. La abundancia registrada en A04 durante primavera fue hasta tres mil veces la abundancia calculada en otros puntos y estaciones (Tabla 4) la cual puede ser considerada como un bloom de *Obelia*. Proliferaciones similares han sido reportadas en la costa de Mar del Plata (Argentina), con un incremento de 200 veces la abundancia previamente calculada (Genzano et al. 2008). Asimismo, Morón et al. (2017), reportaron una mayor frecuencia de hidromedusas, braquiópodos y equinodermos en primavera (60%), que en otoño (20%) en Islas Ballestas y Chincha. Los hidrozoos del género *Obelia* son pequeños (diámetro de campana 1 mm, ancho de tentáculo 0,05 mm) (Sutherland et al. 2016), pero abundantes, además de ser cosmopolitas y habitar zonas neríticas (Mujica y Andrade 2019). Asimismo, existen reportes que mencionan una mayor probabilidad de proliferaciones bajo temperaturas templadas (20.5°C), a comparación de temperaturas extremas, además de ser dominantes en los meses de agosto, septiembre (verano boreal) y noviembre (otoño boreal) en el Golfo de México (Pruski y Miglietta 2019). Por otro lado, en este estudio no se encontró una correlación significativa de la temperatura con la abundancia de *Obelia* sp., y se registró a temperaturas entre 15–16°C. No obstante, el punto de muestreo donde se registró el bloom fue A04, el más cercano a la costa y de menor profundidad, lo cual pudo favorecer a estos organismos gelatinosos por la mayor disponibilidad de alimento, provocando una mayor disimilitud en el agrupamiento multidimensional (nMDS) (Fig.4). Así como se ve reflejado en el porcentaje de contribución a la disimilitud, donde Hydrozoa fue el segundo grupo taxonómico que causó la mayor variación entre otoño y primavera, precedido del grupo Copepoda (Tabla 6).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

El tercer grupo más abundante fueron representantes de Vertebrata, el cual tuvo una mayor presencia en primavera. Esos incrementos estacionales han sido registrados con anterioridad, siendo la abundancia hasta 62 veces mayor en comparación entre marzo a septiembre (Ayón y Hirche 2021). Asimismo, la anchoveta peruana *Engraulis ringens* fue la que contribuyó más a la abundancia durante la primavera, siendo más de seis veces mayor que el resto de los huevos (Tabla 5). También se registró larvas de la lisa común *Mugil cephalus* junto con larvas de anchoveta en A01 y A02 durante la primavera (Tabla 5). La anchoveta peruana es un pez pelágico costero, encontrado principalmente dentro de las primeras 50 millas. Este recurso es clave en la conectividad de la red trófica en el mar peruano, ya que canaliza la productividad primaria (fitoplancton) y secundaria (zooplancton) hacia niveles tróficos superiores (Jahncke et al. 2004), sustentando además la mayor parte de la industria pesquera peruana y parte de la pesquería mundial (Bouchon 2018). Además, poseen una dieta principalmente basada en el zooplancton, el cual representa hasta el 90% del contenido de carbono, donde los eufáusidos son la presa principalmente representada (67.5% del carbono dietético), seguida de copépodos pequeños (26.3%) (Espinoza y Bertrand 2008, Torrejón 2014).

Por otro lado, la mayor abundancia de huevos de anchoveta en primavera se puede deber a que esta especie tiene picos de desove se dan entre el invierno y primavera austral (julio-octubre) (Bouchon 2018). Siendo así que, se ven favorecidas por las temperaturas frías, tal como se observa en la correlación negativa obtenida entre la temperatura, salinidad y conductividad con la abundancia de Vertebrata (Tabla 7). Además, se verían favorecidos por los posibles incrementos en la productividad primaria-secundaria, que representa su principal alimento una vez que las reservas vitelinas se agotan.

El cuarto grupo más abundante fue Cirripedia, el cual tuvo mayor presencia en otoño, siendo la abundancia casi cuatro veces mayor que en primavera. Asimismo, se registraron individuos en estadio nauplio en su mayoría y en estadio cypris en menores cantidades, teniendo esta mayor presencia en primavera (Tabla 5). Este grupo se caracteriza por tener larvas móviles y ser organismos sésiles en su etapa adulta, por lo que se pueden encontrar en costas rocosas templadas, a la deriva en la superficie de los océanos adheridos a objetos flotantes o como comensal de vertebrados e invertebrados marinos (Carlton et al. 2011, Candeias 2006, Celis et al. 2007). Encontrar organismos en estadio cypris nos indica que están próximos a asentarse en el sustrato duro ya que esta etapa dura aproximadamente tres días en el género *Balanus* (Landers et al. 2013). Por otro lado, Cirripedia es un importante componente del meroplancton, siendo en muchos casos solo menos abundante que el grupo Copepoda (Muxagata 2004). Como también, es un grupo representativo en la costa centro sur del Perú, dominando en abundancia en otoño (Aronés-Flores 2022), como es en el caso de Isla Asia. A pesar de que la identificación taxonómica de este grupo no se pudo llevar a niveles inferiores, ya que a nivel microscópico esto no es posible en los estadios nauplio ni cypris (Landers et al. 2013), los géneros comúnmente encontrados en la zona central costera de Perú son *Jehlius cirratus* y *Notochthamalus scabrosus* en el intermareal (Ibanez-Erquiaga et al. 2018), *Balanus*, *Amphibalanus* (Pilsbry 1909, Carlton et al. 2011) y *Austromegabalanus psittacus* (observación personal) en el sublitoral.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Otro grupo representativo fue Branchiopoda (cladócero *Pleopis polyphemoides*), los cuales son considerados importantes productores secundarios y ampliamente distribuidos en ecosistemas neríticos marinos (Kodama et al. 2021). Si bien son estacionalmente abundantes mayormente en aguas frías templadas, cuando ocurren picos de reproducción llegan a representar una parte importante del alimento de depredadores pelágicos como peces, medusas, chaetoceros, ctenóforos, entre otros (Marazzo y Louis-Valentin 2003). Asimismo, ha sido reportado como componente importante del zooplancton de la costa peruana, sobre todo en los 13°S dentro de la plataforma continental, con una mayor concentración en la mezcla de agua costera y subtropical (Pinedo 2014). Además, la especie contribuyó a la abundancia del zooplancton en otras islas como Islas Ballestas y Chincha (Morón et al. 2013). En este estudio, *P. polyphemoides* se registró en todos los puntos de muestreo en la estación de otoño, y únicamente en el punto A04 en la estación de primavera. Esto pudo deberse a las mayores temperaturas de otoño, ya que se encontró una correlación positiva con la temperatura y la salinidad (Tabla 7). Lo anterior puede ser relacionado a un aumento en su tasa de reproducción, ya que además las hembras partenogenéticas son dominantes en su población. Sin embargo, estudios anteriores en el mar Báltico sugieren que, otros factores como la depredación predominan sobre factores abióticos (Põllupüü, Simm y Ojaveer 2010), ya que en los periodos de alta productividad no solo sus presas (diatomeas, dinoflagelados) incrementan, también lo hacen distintas larvas de peces que se pueden alimentar de estos cladóceros.

Por otro lado, Decapoda estuvo conformado por un total de seis familias, las cuales estuvieron mayormente presentes en la estación de otoño, y con menor abundancia en primavera. Las zoeas de la familia Hippidae fueron las de mayor contribución a la abundancia, con mayor presencia en la estación A04 (Tabla 4), la estación más cercana a la franja costera (Fig.1B). Dentro de esta familia, la especie *Emerita analoga* es componente importante de la fauna intermareal y submareal-somera de sustratos arenosos los cuales abundan frente al distrito Asia (observación personal), pudiendo completar su desarrollo larvario en aguas distantes de donde residen sus poblaciones adultas (Morgan et al., 2018) alejadas del disturbio mecánico de las olas, patrón similar que ha sido reportado en la costa de Valparaíso, Chile (Mujica 2006). De igual manera, las familias Pinnotheridae, Xanthidae, y Porcellanidae son comunes en la costa central peruana (Moscoso 2012), y representativas del SCH. Por otro lado, al norte de Chile, se reportaron las mayores abundancias de zoeas en octubre (primavera), seguido de enero (verano), mientras que el más bajo se determinó en mayo (Rivera, Guzmán y Palma 2019), contrario a los ocurrido en Isla Asia.

El punto de muestreo con mayor diversidad (H') fue A04 durante otoño, teniendo también el menor valor de dominancia (D), lo cual se justifica por la distribución más equitativa de los biololúmenes de cada taxón. Por otro lado, el valor más bajo de diversidad (H') se registró en el punto de muestreo A01 en otoño, con mayor dominancia (D) debido a la contribución del taxón Copepoda a la abundancia (Tabla 2). La baja equitatividad (J) en puntos como A01 (otoño) y A04 (primavera) se debió a la alta biomasa representada por los grupos Copepoda e Hydrozoa, respectivamente. Esto sugiere que en la estación de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

otoño podemos encontrar una mayor diversidad de taxones en los alrededores de Isla Asia, lo que a su vez está vinculado con la predominante presencia de copépodos; a pesar de la clara diferencia en la distribución de abundancias, la cual fue más equitativa en primavera, a comparación de otoño. Asimismo, en Isla Asia durante otoño se registraron valores de equitatividad (J) de 0.12 a 0.43, similares a los registrados a inicios de otoño en Isla Lobos de Tierra (0.18 – 0.63) (RNSIIPG, 6°S) (Flores et al. 2017).

Variabilidad estacional del zooplancton

A comparación de Isla Asia, donde se registró un total de 16 grupos taxonómicos, en Islas Ballestas y Chincha (Morón et al. 2017) e Isla Lobos de Tierra se han registrado 22 grupos taxonómicos con predominancia de Copepoda, Cirripedia y Appendicularia; y 26 de grupos con predominancia de Copepoda, Euphausiacea y Decapoda, respectivamente (Flores et al. 2017). Los biovolúmenes registrados en los alrededores de Isla Asia fueron menores en otoño que en primavera, siendo el valor mínimo de primavera 9.17 $ml.100m^{-3}$, similar al valor mínimo registrado en Islas Ballestas y Chincha con 9.57 $ml.100m^{-3}$, específicamente en Isla Chincha, obteniendo los valores máximos en puntos costeros alejados de las islas (Morón et al. 2017). Dicho patrón en la fluctuación de los biovolúmenes según la lejanía a la costa se ha reportado tanto en Islas Ballestas y Chincha, Isla Lobos de Tierra y este estudio en Isla Asia.

Por otro lado, el menor biovolumen registrado en Isla Asia se puede deber a su menor extensión superficial comparada con el conjunto de Islas Ballestas y Chincha, esto también podría generar que menos aves usen la superficie y por ende reducir la capacidad de fertilización por parte del reingreso del guano al sistema marino (Polis y Hurd, 1996). En este aspecto, Isla Lobos de Tierra, registró un valor mayor en otoño (16 $ml.100m^{-3}$) (Flores et al. 2017) a comparación de Isla Asia (Tabla 3), sin embargo, menor que el de Islas Ballestas durante primavera, lo cual puede deberse a que los picos de productividad primaria suceden en la estación de primavera. Otro factor es la cercanía a costa y a otras islas, si bien Isla Asia es la isla más cercana a la costa (<2 km), e Isla Lobos de Tierra la más alejada de la costa (>11 km), ninguna se encuentra rodeada de otras islas y penínsulas como Islas Ballestas y Chincha.

Se observó un distanciamiento entre la estructura del zooplancton según la temporada del año. Para otoño, los puntos A03 y A04 fueron más similares, mientras el punto A01 fue el más distanciado. A01 se ubica en la zona más expuesta de la isla, donde se cuantificó una mayor dominancia del taxón Copepoda, asimismo, el taxón Brachiopoda fue registrado únicamente en este punto (Tabla 2) además de valores mayores del OD (Tabla 1). Por otro lado, en primavera los puntos más similares entre sí fueron A01, A02 y A03, mientras el más alejado fue A04, contrario a lo observado en otoño. Podemos explicar esta variación debido a la aparición de un posible bloom del hidrozoo *Obelia* sp., el cual se presentó únicamente en el punto A04. Asimismo, los taxones Cirripedia, Appendicularia y Echinodermata fueron más abundantes en A04 que en el resto de los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

puntos. Durante primavera A04 presentó una mayor riqueza taxonómica, y en casos como Oligotrichea, Scyphozoa, Branchiopoda, estos fueron registrados únicamente en A04.

Los valores de biovolúmenes registrados en todas las estaciones (a excepción de A01) fueron mayores en primavera (Tabla 3), mientras que las abundancias fueron notablemente mayores en la estación de otoño (Tabla 2), exceptuando el punto A04, donde se encontró la mayor abundancia entre estaciones. Una de las posibles razones es la variación en cantidades de individuos y especies registradas en ambas estaciones ya que en primavera se registraron más individuos de organismos de mayor volumen como medusas (Hydrozoa) e ictioplancton (Vertebrata), en comparación con lo observado en de otoño donde predominaron especies de menor tamaño como del grupo Copepoda, Cirripedia, Branchiopoda, entre otros. Un patrón similar se registró en la composición del zooplancton en Islas Ballestas y Chincha (Morón et al. 2017).

La menor abundancia de copépodos frente el incremento de individuos de mayor volumen durante primavera ha sido registrada en el Pacífico Antártico ante la presencia de organismos gelatinosos de las familias Sagittidae y Thaliacea, debido a que estos son depredadores activos dentro del zooplancton (Mojica y Franco-Herrera 2019). Dentro del grupo Hydrozoa, el género dominante fue *Obelia*, cuyas especies tienen hábitos suspensívoros y, se ha reportado como parte de su dieta a dinoflagelados, diatomeas, materia orgánica particulada detrítica, bacterias, nauplios de copépodos, copépodos, huevos de invertebrados como crustáceos, entre otros (Oreja et al. 2012, Sutherland et al. 2016). Sin embargo, la captura de presas de mayor tamaño que las mencionadas es menos exitosa, debido a que estos pueden liberarse más fácilmente de los tentáculos (Sutherland et al. 2016). Por lo que, no podríamos asociar la depredación de *Obelia* sp. sobre *A. tonsa*, durante primavera en Isla Asia, como una de las causas de la reducción de su abundancia.

Por otro lado, la especie *A. tonsa* ha sido catalogada como omnívora (Giesecke y González 2004), consumiendo organismos entre 0,5 µm y 120 µm de tamaño. Cuya dieta además varía dependiendo de las condiciones oceanográficas, estando compuesta de diatomeas, dinoflagelados y nanoflagelados, favoreciéndoles las condiciones de eventos La Niña, donde incrementa la disponibilidad de su alimento (Criales-Hernández 2009). Es así como, el bloom de *Obelia* sp. podría haber menguado el alimento disponible para *A. tonsa*, ya que ambos taxa se alimentan de diatomeas y dinoflagelados, sin embargo, *Obelia* sp. es también capaz de alimentarse de una mayor variedad de presas. Siendo también favorecidos por el posible incremento de la productividad primaria durante primavera, aumentando el material particulado.

El copépodo calanoideo *Centropages brachiatus* es una de las más frecuentes y abundantes, reportada como indicadora de aguas costeras frías (ACF) en la costa peruana (Ayón et al. 1999). En este estudio fue reportada únicamente en otoño, cuando las temperaturas fueron mayores que en primavera. Asimismo, la mayor abundancia de *C. brachiatus* se presenta cerca de la costa, especialmente en zonas de surgencias costeras y con mayor productividad primaria (González y Marín 1998).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Asimismo, en zonas cuya distribución es usual (Lambayeque), la población de *C. brachiatus* ha presentado una disminución en abundancia y frecuencia en los períodos cálidos, principalmente durante EN 1997-1998 (Gutiérrez et al. 2005). Durante dichos períodos, estos organismos podrían ejercer una diapausa, que les permitiría sobrevivir hasta volver a las condiciones ambientales favorables (Baumgartner y Tarrant 2017). Además, entre San José– Islas Lobos de Tierra, esta especie estuvo asociada a una TSM entre 17.6–17,9 °C y salinidad de 34,9–35.03 UPS (>34.9) (Torres et al. 2021), lo cual coincide con los datos de temperatura y salinidad en los alrededores de isla Asia durante la estación donde se registró a *C. brachiatus.*

En cuanto a Cirripedia, en estudios anteriores se ha determinado a la temperatura como un factor determinante para la presencia de cirrípedos del género *Balanus* en las Islas Dauphin (Alabama EE.UU.) (Landers et al. 2013). Esto se relacionaría con las mayores cantidades de cirripedia registradas en otoño, a comparación de primavera, donde se registraron temperaturas más bajas (Tabla 1). Asimismo, en la bahía de Callao, durante el verano se encontraron larvas de Cirripedia y Polychaeta entre las más abundantes (Ayón y Hirche 2021). Por otro lado, también se ha registrado que diversas variables como la disponibilidad de alimentos, la salinidad y posiblemente los efectos de la contaminación, afectan no solo el asentamiento de las larvas y la selección del sustrato, sino también la producción de huevos y larvas en Cirripedia (Landers et al. 2013).

Es importante mencionar que, las condiciones oceanográficas y características fisicoquímicas frente a la costa peruana están principalmente bajo la influencia del sistema de surgencia de Humboldt, cuyos efectos aumentan temporalmente debido a los vientos, incrementando así la productividad del mar (Mojica y Franco-Herrera 2019). Además, los eventos climáticos como El Niño y La Niña condicionan la dinámica climática y afectan el esparcimiento del plancton, así como el suministro de nutrientes. Se ha demostrado que este suministro puede llegar a tener un papel más importante que la temperatura en el control de la eficiencia de la conversión de carbono fotosintético en nueva biomasa (Marañón et al. 2018), en ambientes ricos en nutrientes, como la costa peruana. Los resultados de este trabajo servirán como línea base biológica para contar con información sobre la estructura y composición de un importante componente de la cadena trófica como lo es el zooplancton. Asimismo, estos datos serán valiosos para la renovación del Plan Maestro de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, del cual la última edición fue del 2016–2020 y cuya actualización aún está pendiente. Se recomienda involucrar al componente fitoplanctónico, como también priorizar la identificación a nivel de especie de los huevos, larvas y zoeas que se encuentran en la columna de agua, siguiendo un monitoreo estacional a lo largo del año.

CONCLUSIONES

El presente estudio representa la primera descripción detallada de la composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de Isla Asia. El componente

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

zooplanctónico de Isla Asia durante el otoño y primavera del 2021 estuvo principalmente representado por la especie de copépodo cosmopolita *Acartia tonsa*. Asimismo, se registró un total de 16 grupos taxonómicos, entre los cuales los más abundantes fueron Copepoda, Hydrozoa, Vertebrata, Cirripedia, Branchiopoda, Decapoda y Appendicularia. Este trabajo expone tanto las posibles relaciones entre las abundancias del zooplancton, la temperatura y el oxígeno disuelto, como también la variabilidad estacional del zooplancton, encontrándose los grupos de menor tamaño (copépodos, larvas de cirrípedos, y el cladócero *Pleopis polyphemoides*) en mayores abundancias durante otoño (mayo). Por otro lado, los individuos de los grupos de mayor tamaño (Hydrozoa, Vertebrata) fueron más abundantes durante primavera (octubre). Lo mencionado se encuentra relacionado a la estacionalidad de la productividad primaria y las surgencias de masas de agua frías ricas en nutrientes, provocando una variación en los valores de los factores abióticos, como también en las abundancias y relaciones tróficas entre las especies del zooplancton. Asimismo, entre algunos de los representantes del meroplancton se encontraron en estadio larval a gasterópodos, bivalvos y peces (por ejemplo, la anchoveta peruana *Engraulis ringens*), a los cuales pertenecen grupos considerados como biorecursos de las islas de la RNSIIPG. Este estudio sirve de línea base para futuras evaluaciones que incorporen el componente zooplanctónico de Isla Asia, la cual es una isla costera protegida por el Estado dentro del Gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt.

REFERENCIAS

AGRORURAL (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural). (2017, 27 de septiembre). Extraen 12 mil toneladas de guano de la isla “Asia”. Recuperado de: https://www.agrorural.gob.pe/extraen-12-mil-toneladas-de-guano-de-isla-asia/

Aronés Flores, K. (2022). Variabilidad temporal del zooplancton en la Estación Fija frente a Carpayo, Callao entre 2014 y 2019. Boletín Instituto del Mar del Perú, 37(1), 77–90. https://doi.org/10.53554/boletin.v37i1.359

Aronés, K. J. (1997). *Distribución horizontal de los Amphipoda (Crustacea) en el mar peruano durante el Fenómeno ‘‘El Niño” verano 1983.* (Tesis de licenciatura). Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12958/2105

Ayón P, Zarate M, Aronés K. (1999). Variaciones en el comportamiento del copépodo Calanoideo Centropages brachiatus (Dana, 1849), frente a la costa peruana durante el evento El Niño 97-98. Libro de resúmenes ampliados Tomo II. VIII COLACMAR, 17-21 octubre de 1999.

Ayón, P., & Hirche, H.-J. (2021). Zooplankton of the low-oxygen waters of Bahia Callao (Central Peru) - with special reference to the reproductive activity of the copepod Acartia tonsa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 262, 107572. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107572

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Ayón, P., Criales-Hernandez, M. I., Schwamborn, R., & Hirche, H. J. (2008). Zooplankton research off Peru: a review. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 238-255. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.020

Baumgartner, M. F., & Tarrant, A. M. (2017). The Physiology and Ecology of Diapause in Marine Copepods. Annual review of marine science, 9, 387–411. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060505

Boltovskoy, D. (1999). South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. Vo12: 869- 1706.

Bouchon Corrales, M. (2018). *La pesquería de anchoveta en Perú.* (Tesis doctoral). Universidad de Alicante. Alicante, España. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10045/103709

Bucklin, A., Nishida, S., Schnack-Schiel, S., Wiebe, P. H., Lindsay, D., Machida, R. J. y Copley, N. (2010). "A census of zooplankton of the global ocean," in Life in the World's Oceans: Diversity, Distribution and Abundance, ed A. D. McIntyre (Oxford: Blackwell Publishing Ltd.), 247–265.

Calienes, R., Guillén, O. & Lostaunau, N. (1985). Variabilidad espacio-temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. *Boletín Instituto del Mar del Perú* (10): 6-12.

Candeias, A. (2006). *Feeding, swimming and respiration in barnacle larvae (Cirripedia: Thoracica)*. (Tesis doctoral). Bangor University, Reino Unido. Recuperado de: https://research.bangor.ac.uk/portal/en/theses/feeding-swimming-and-respiration-in-barnacle-larvae-cirripedia-thoracica

Carlton, J.T., Newman, W.A., Pitombo, F.B. (2011). Barnacle Invasions: Introduced, Cryptogenic, and Range Expanding Cirripedia of North and South America. In: Galil, B., Clark, P., Carlton, J. (eds) In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology, vol 6. *Springer, Dordrecht.* https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3_5

Carrit, D.E. (1966). Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining oxygen in seawater. A NASCO Report. *Journal of Marine Research*, 24: 286–318.

Castro, Patricia. (2014). *Impacto causado por la actividad turística en la población de la especie Sula variegata en la Isla Asia, para criterios de conservación en Asia, Cañete - 2014.* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Lima - Perú. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12692/15281

Celis, A., Rodríguez-Almaráz, G., & Álvarez, F. (2007). Los cirripedios torácicos (Crustacea) de aguas someras de Tamaulipas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(2), 325-337.

Conway, D.V.P. (2012). Identification of the copepodite developmental stages of twenty-six North Atlantic copepods. Occasional Publications. *Marine Biological Association of the United Kingdom*, No. 21, Plymouth, United Kingdom, 35 pp.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Escribano, R., Hidalgo, P., González, H.E., Giesecke, R., Riquelme-Bugueño, R., Manríquez, K., 2007. Interannual and seasonal variability of metazooplankton in the Central/ South upwelling region off Chile. *Progress in Oceanography*. 75, 470–485. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2011.11.006

Espinoza, P. & Bertrand, A. (2008). Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt Current system. *Progress in Oceanography* 79: 215-227. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.022

Espinoza, P., & Bertrand, A. (2014). Ontogenetic and spatiotemporal variability in anchoveta *Engraulis ringens* diet off Peru. *Journal of fish biology*, 84(2), 422-435. https://doi.org/10.1111/jfb.12293

Fernández, M. (2015). Orden Calanoida. Ibero diversidad entomológica. *Idea-sea*., 89: 1-27.

Flores Castillo, D., Tejada Cáceres, A., Alarcón Vélez, J., Sarmiento Bedezú, H., & Muñoz, R. (2019). Línea base del sitio piloto Islas Ballestas: Recursos pesqueros. Informe del Instituto del Mar del Perú. 46(1), 2019, p. 67-77. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3332

Flores G, Morón O, Bances S, Solís J, Guzmán M, Correa J, Gómez E, Crispín M, Anculle T. (2017). Caracterización de los procesos físicos, químicos, biológicos y sedimentológicos. Isla Lobos de Tierra, Perú. Marzo 2014. Informe del Instituto del Mar del Perú. 44(2): 212-244. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3209

Flores, R., Espino, M., Luque, G. & Quispe, J. (2013). Patrones de variabilidad ambiental en el mar peruano. *Revista peruana de biología*, 20(1), 21-28.

Genzano, G., Mianzan, H., Diaz-Briz, L., & Rodriguez, C. (2008). On the occurrence of *Obelia* medusa blooms and empirical evidence of unusual massive accumulations of *Obelia* and Amphisbetia hydroids on the Argentina shoreline. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 36(2), 301-307. ISSN 0718-560X.

Giesecke, R., & González, H. E. (2004). Mandible characteristics and allometric relations in copepods: a reliable method to estimate prey size and composition from mandible occurrence in predator guts. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(4), 607-616. http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000400004

González A, Marín V. 1998. Distribution and life cycle of *Calanus chilensis* and *Centropages brachiatus* (Copepoda) in Chilean coastal waters: a GIS approach. *Marine Ecology-Progress Series*, 165: 109-117. http://www.jstor.org/stable/24827259

González-Yajimovich, O., M.C. Ruíz de la Torre, H. Bustos-Serrano, R. Castro-Valdez, A. González-Silvera, E. M. Santamaría del Ángel, R. Durazo-Arvizu, S.A. Tanahara-Romero, R. Morales-Chávez, B. Martín-Atienza, R. Jara-Montañez, G. Sandoval-Garibaldi, R.E. Zúñiga Zumaya, R. Rico Mora, J. A. Fernández Apango, V.A. Zavala-Hamz y J.G. y Vaca-Rodríguez (2015). Reporte Técnico Del Crucero Oceanográfico Bahía De Todos Santos (BTS) 2015-2. Universidad Autónoma de Baja California, Baja California. 56 pp.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Graco, M., Ledesma, J., Flores, G., & Girón, M. (2007). Nutrientes, oxígeno y procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú. *Revista Peruana de Biología* 14 (1): 117 – 128. https://doi.org/10.15381/rpb.v14i1.2165

Gutiérrez, D., Aronés, K., Chang, F., Quipuzcoa, L. & Villanueva, P. (2005). Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensambles de Microfitoplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002. Boletín Instituto del Mar del Perú. 22(1-2): 1-60.

Gutiérrez, T. M., Castillo, P. J., Naranjo, B. L., & Akester, M. J. (2017). Current state of goods, services and governance of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem in the context of climate change. *Environmental development*, 22, 175-190. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2017.02.006

Hammer O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1): 9pp.

Hébert, M. P., Beisner, B. E., y Maranger, R. (2017). Linking zooplankton communities to ecosystem functioning: toward an effect-trait framework. *Journal of Plankton Research*, 39(1), 3-12. https://doi.org/10.1093/plankt/fbw068

Hidalgo, P., Escribano, R., Vergara, O., Jorquera, E., Donoso, K. & Mendoza, M. (2010). Patterns of copepod diversity in the Chilean coastal upwelling system. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography.* 57, 2089–2097. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2010.09.012

Ibanez-Erquiaga, B., Pacheco, A. S., Rivadeneira, M. M., & Tejada, C. L. (2018). Biogeographical zonation of rocky intertidal communities along the coast of Peru (3.5–13.5 S Southeast Pacific). *PloS one*, *13*(11), e0208244.

Işkın, U., Filiz, N., Cao, Y., Neif, ÉM., Öğlü, B., Lauridsen, TL., Davidson, TA., Søndergaard, M., Tavşanoğlu, ÜN., Beklioğlu, M. y Jeppesen, E. (2020). Impact of Nutrients, Temperatures, and a Heat Wave on Zooplankton Community Structure: An Experimental Approach. *Water*. 12(12):3416. https://doi.org/10.3390/w12123416

Itoh, H., & Nishida, S. (1995). Copepodid stages of Hemicyclops japonicus Itoh and Nishida (Poecilostomatoida: Clausidiidae) reared in the laboratory. *Journal of crustacean Biology*, 15(1), 134-155. https://doi.org/10.1163/193724095X00640

Jahncke, J., Checkley, D., & Hunt, G. (2004). Trends in carbon flux to seabirds in the Peruvian upwelling system: effects of wind and fisheries on population regulation. *Fisheries Oceanography*, 13(3): 208–223. https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.2004.00283.x

Jiménez Campeán, A. (2016). *Asentamiento y reclutamiento de poliquetos bentónicos en la plataforma continental frente a Callao desde verano a invierno de 2015*. (tesis de posgrado). Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Kodama, T., Ohshimo, S., Tanaka, H., Ashida, H., Kameda, T., Tanabe, T., Okazaki, M., Ono, T. & Tanaka, Y. (2021). Abundance and habitats of marine cladocerans in the Sea of Japan over two decades. *Progress in Oceanography*, 194, 102561. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102561

Landers, S. C., M. E. Perry & R. N. Jones. (2013). Colonization of Artificial Substrates at Dauphin Island, Alabama: A Comparison of Balanus (Cirripedia), Membranipora tenuis (Bryozoa), and Conopeum tenuissimum (Bryozoa) Settlement in 1999-2000 and 2010-12. *Gulf of Mexico Science* 31 (1). doi: https://doi.org/10.18785/goms.3101.01

Marañón, E., Lorenzo, M. P., Cermeño, P., & Mouriño-Carballido, B. (2018). Nutrient limitation suppresses the temperature dependence of phytoplankton metabolic rates. *The ISME journal*, 12(7), 1836-1845. https://doi.org/10.1038/s41396-018-0105-1

Marazzo, A., & Louis Valentin, J. (2003). Population parameters of *Pleopis polyphemoides* (Crustacea, Cladocera) in a tropical bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57(5-6), 1015–1021. https://doi.org/10.1016/S0272-7714(03)00007-6

Márquez-Rojas, B., Marín, B., Díaz-Ramos, J. R., & Troccoli, L. (2008). Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana (Concepción)*, 72(1), 52-67. http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382008000100008.

Mojica López, L. H., & Franco-Herrera, A. (2019). Composición y abundancia taxonómica del zooplancton desde el Pacífico Sur hasta la Península Antártica 2016-2017. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 48(2), 119-142. https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2019.48.2.769

Morgan, S. G., Miller, S. H., Robart, M. J., & Largier, J. L. (2018). Nearshore larval retention and cross-shelf migration of benthic crustaceans at an upwelling center. *Frontiers in Marine Science*, 5, 161. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00161

Morón, O., Quispe, J., Lorenzo, A., Flores, G., Sánchez, S., Aronés, K., Solís, J. & Quipuzcoa L. (2017). Caracterización de los procesos físicos, químicos, biológicos y sedimentológicos en las islas Ballestas y Chincha. 2013. Informe del Instituto del Mar del Perú. Vol. 44(4): 472-506. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3229

Moscoso, V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú. 27(1-2), 2012, 209 p. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2190

Mujica, A. (2006). Larvas de crustáceos decápodos del archipiélago Juan Fernández (33o 40's-78o 50'w) e islas desventuradas (26o 20's-80o 05'w). *Ciencia y Tecnología del Mar*, 29(1), 137-152.

Mujica, R. K. & Andrade, R. C. (2019). Distribución y ecología de medusas y sifonóforos en tres estaciones de la zona marino costera de la Península de Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 6 (2)pág 24-33. doi: 10.26423/rctu.v6i2.443 10.26423/rctu.v6i2.443

Muxagata, E., Williams, J. A., & Sheader, M. (2004). Composition and temporal distribution of cirripede larvae in Southampton Water, England, with particular reference

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

to the secondary production of *Elminius modestus*. *ICES Journal of Marine Science*, 61(4), 585-595. https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.03.015

Pilsbry, H. A. (1909). Report on barnacles of Peru, collected by Dr. RE Coker and others. *Proceedings of The United States National Museum*, in 1909, in volume 37, pages 63-74. doi: 10d.5479/si.00963801.37-1700.63

Polis, G. A., & Hurd, S. D. (1996). Linking marine and terrestrial food webs: allochthonous input from the ocean supports high secondary productivity on small islands and coastal land communities. *The American Naturalist*, 147(3), 396-423. https://doi.org/10.1086/285858

Põllupüü, M., Simm, M., & Ojaveer, H. (2010). Life history and population dynamics of the marine cladoceran Pleopis polyphemoides (Leuckart)(Cladocera, Crustacea) in a shallow temperate Pärnu Bay (Baltic Sea). *Journal of plankton research*, 32(10), 1459-1469. https://doi.org/10.1093/plankt/fbq063

Pruski, S., & Miglietta, M. P. (2019). Fluctuation and diversity of Hydromedusae (Hydrozoa, Cnidaria) in a highly productive region of the Gulf of Mexico inferred from high frequency plankton sampling. *PeerJ*, 7, e7848. https://doi.org/10.7717/peerj.7848

Ramos-Centeno, J., y Napa-España, J. (2020). Abundancia, composición y diversidad del zooplancton en la zona de Cojimíes-Manabí, durante los meses de mayo-octubre del 2018. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU*. ISSN: 2600-5824., 3(5), 21-40.

Rivera, M. J., Guzmán, G. G., & Palma, G. S. (2019). Cross-shelf distribution of decapod larvae in a coastal upwelling zone of northern Chile: some oceanographic implications. *Continental Shelf Research*, 181, 50–71. https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.05.006

Robertson, A. (1970). An Improved apparatus for determining plankton volume. *Fish. Bull.South-Afrika*. 6(1):23-26.

Ruz, P. M., Hidalgo, P., Riquelme-Bugueño, R., Franco-Cisterna, B., & Cornejo, M. (2017). Vertical distribution of copepod eggs in the oxygen minimum zone off Mejillones Bay (23 S) in the Humboldt Current System. *Marine Ecology Progress Series*, 571, 83-96. doi: 10.3354/meps12117.

Ruz, P. M., Hidalgo, P., Yáñez, S., Escribano, R., & Keister, J. E. (2015). Egg production and hatching success of Calanus chilensis and Acartia tonsa in the northern Chile upwelling zone (23 S), Humboldt Current System. *Journal of Marine Systems*, 148, 200-212. https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2015.03.007

Santander H, Sandoval de Castillo O. (1973). Estudio sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta. Informe del Instituto del Mar del Perú. N°41: 1-30.

Santander, H., (1981). The zooplankton in an upwelling area off Peru. In: Richards FA (ed) Coastal Upwelling Coastal and Estuarine Sciences 1,400-410pp. American Geophysical Union, Washington D.C.

SERNANP [Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por Estado] (2016). Plan Maestro de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (2016-2020). Lima, Perú. Disponible en:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

https://sis.sernanp.gob.pe/biblioteca/descargarPublicacionAdjunto.action?strIdInterno=2006733537778374727250693275682028806 7

Smith, Joy. (2016). *The effects of ocean acidification on zooplankton: Using natural CO2 seeps as windows into the future*. (Tesis doctoral). Universidad de Bremen, Alemania.

Sutherland, K.R., Gemmell, B.J., Colin, S.P. & Costello, J.H. (2016). Prey captured by the cosmopolitan hydromedusae, *Obelia* spp., in the viscous regime. *Limnology and Oceanography*, 61: 2309-2317. https://doi.org/10.1002/lno.10390

Thiel, M., Macaya, E.C., Acuña, E., Arntz, W.E., Bastias, H., Brokordt, K., Camus, P.A., Castilla, J.C., Castro, L.R., Cortes, M., Dumont, C.P., Escribano, R., Fernandez, M., Gajardo, J.A., Gaymer, C.F., Gomez, I., Gonzalez, A.E., Gonzalez, H.E., Haye, P.A., Illanes, J.-E., Iriarte, J.L., Lancelotti, D.A., Luna-Jorquera, G., Luxoro, C., Manriquez, P.H., Marin, V., Vianna, J.A., Cortes, M., Ramos, B., Sallaberry-Pincheira, N., González-Acuña, D., Dantas, G.P.M., Morgante, J., Simeone, A. y Luna-Jorquera, G. (2014). Changes in abundance and distribution of Humboldt Penguin Spheniscus humboldti. *Marine Ornithology*, 42: 153–159.

Torrejón Magallanes, E. J. (2014). *Estimación del descarte y captura incidental en la pesquería industrial de cerco del stock norte-centro de la anchoveta peruana (Engraulis ringens).* (Tesis magistral). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Ensenada, Baja California, México. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12958/3033

Torres, D., Ayón, P., Castro, J., Quesquén, R., & Correa, D. (2021). Cambios en distribución y abundancia de *Centropages brachiatus* (Dana, 1849) entre 2016 y 2017 frente a la costa centro-norte del Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú, 36(2), 2021. https://hdl.handle.net/20.500.12958/4236

Van Guelpen, L., Markle, D. F. y Duggan, D. J. (1982). An evaluation of accuracy, precision and speed of several zooplankton subsampling techniques. *ICES Journal of Marine Science, 40: 226 – 236.* https://doi.org/10.1093/icesjms/40.3.226

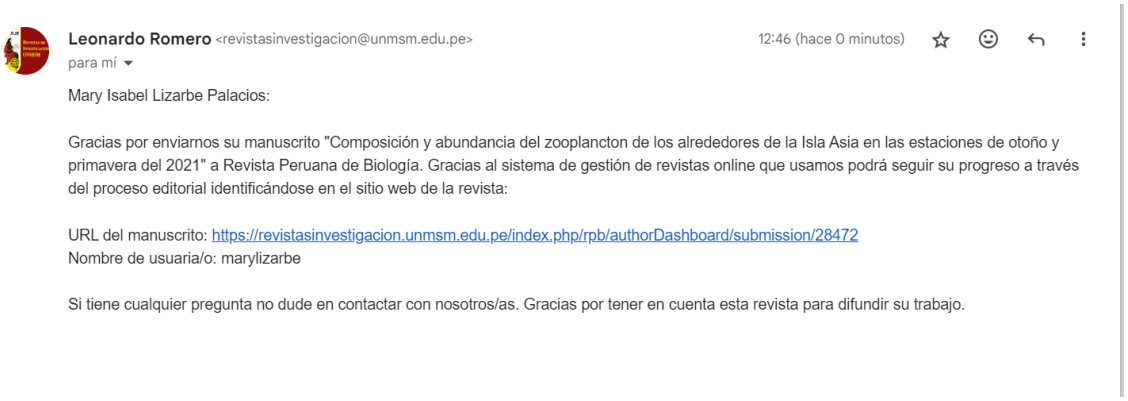
Vianna, J. A., Cortes, M., Ramos, B., Sallaberry-Pincheira, N., González-Acuña, D., Dantas, G., Morgante, J., Simeone, A. & Luna-Jorquera, G. (2014). Changes in abundance and distribution of Humboldt Penguin Spheniscus humboldti. *Marine Ornithology*, 42, 153-159.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexos:

Anexo 1. Evidencia del envío a revista científica.



Leonardo Romero <revistasinvestigacion@unmsm.edu.pe> 12:46 (hace 0 minutos)
para mí

Mary Isabel Lizarbe Palacios:

Gracias por enviarnos su manuscrito "Composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de la Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera del 2021" a Revista Peruana de Biología. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito: https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/authorDashboard/submission/28472
Nombre de usuaria/o: marylizarbe

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta esta revista para difundir su trabajo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 2. Copia de documento de aprobación del comité de ética.

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CON ANIMALES Y BIODIVERSIDAD

Constancia N° 126-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2021

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido aprobado (reunión ordinaria del 28 de setiembre de 2021).

Código de registro: 313-2021-PRE5

Título: Composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de la Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera del 2021

Investigador(a): Mary Isabel Lizarbe Palacios

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-AB-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (hasta el 14 de marzo del 2023), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 15 de setiembre de 2021.

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR - UCSUR - Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad

Méd. Vet. Gianmarco Paolo Rojas Moreno

Presidente de Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexo 3. Copia de resolución directoral de aprobación del proyecto de tesis:

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 104-DACBM-DAFCVB-U. CIENTÍFICA-2021

Lima, 05 de octubre del 2021
Visto el proyecto de tesis presentado por los estudiantes de la Carrera de Biología Marina, se expide la presente Resolución:

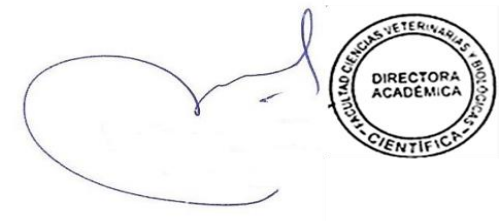
CONSIDERANDO:

o Que, para optar el título profesional en Biología Marina, de la Carrera de Biología Marina de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas de la Universidad Científica del Sur, es necesario la realización y sustentación de una tesis.
o Que, el Reglamento de Tesis pertinente, dispone que el Proyecto de Tesis debe ser presentado a la Carrera de acuerdo con el perfil aprobado, el cual debe ser dictaminado por el Comité de Investigación.
o Que, los estudiantes han cumplido con presentar su proyecto de tesis, bajo la asesoría de sus asesores.
o Que la Comisión de Grados y Títulos de la Dirección ha emitido una evaluación favorable y recomienda la inscripción del proyecto citado.
Se expide la resolución:

ESTUDIANTE: Mary Isabel Lizarbe Palacios
TÍTULO: Composición y abundancia del zooplancton de los alrededores de la Isla Asia en las estaciones de otoño y primavera del 2021.
ASESOR: Blga. Luzmila Rodríguez Quispe
N° REGISTRO: N° 313-2021-PRE5
N° C. ÉTICA: N° 125-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2021
Estando a lo dispuesto por el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Científica del Sur, el Reglamento de Tesis de la Carrera y a las normas vigentes, en uso de las atribuciones conferidas a la Carrera,

SE RESUELVE:

1º APROBAR los mencionados Proyecto de Tesis para optar el título profesional en Biología Marina.
2° Declarar a los estudiantes expeditos para la realización del Proyecto de Tesis aprobado.
3° Nombrar a los docentes mencionados como Asesores de los Proyecto de Tesis, que realizarán los estudiantes citados.
4º Disponer la inscripción del proyecto de tesis aprobado en el Registro de Tesis para optar el Título Profesional de la Carrera de Biología Marina de la CIENTÍFICA.
Regístrese, comuníquese y archívese.



MG. NATHALY MARINA VARGAS LOPEZ
DIRECTORA ACADÉMICA
CARRERA BIOLOGÍA MARINA

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis