



Universidad de Concepción



Universidad de Concepción

Facultad de Ciencias Náucales y Oceanográficas

Distribución latitudinal de Copépodos dominantes en zonas de surgencias en Chile

Seminario de Título

Kevin Andrés Sáez Gaete

Seminario de Título presentado al Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias
Naturales y Oceanográficas Universidad de Concepción

Para optar al Título de BIÓLOGO MARINO

Concepción-Chile

2023

Profesora Guía: Dra Pamela Hidalgo Díaz

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA

Este Seminario de Título ha sido realizado en el Departamento de Oceanografía de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas.

Profesor(a)Guía:

Dra. Pamela Hidalgo

Miembro Comité

Dra Paula Ruz-Moreno

Evaluador Externo

Ms Braulio Fernández

Jefe de Carrera:

Dr. Ariel Valenzuela

Agradecimientos:

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que me apoyaron y ayudaron durante este duro proceso de realización de mi seminario de título. En primer lugar, agradezco a los docentes de la carrera de Biología Marina de la universidad de Concepción, por brindarme su sabiduría y experiencia, especialmente a mi profesora guía Dra. Pamela Hidalgo la cual me apoyó en todo momento para realizar esta investigación además de preocuparse mucho por sus alumnos lo cual demuestra dedicación.

A mi Comisión los cuales me dieron la información, ayuda y orientación durante todo el proceso. Gracias a su compromiso pude llevar a cabo mi trabajo con éxito, tiempo y además aprendí muchas cosas nuevas en el camino.

Finalmente, pero no menos importante, quiero agradecer a mi familia por brindarme ese amor incondicional que me acompañó en mis momentos más difíciles, por las constantes palabras motivacionales y por ser mi fuente de inspiración ya que si no fuera por ellos yo no estaría acá. Además, agradecer a todos mis amigos, los antiguos y los que hice en el camino, por estar siempre presente, por el aliento que me daban y también los consejos.

A todos ellos muchas gracias de verdad.

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	1
1. Introducción.....	2
1.1.1 Características generales.....	3
1.1.2 Importancia ecológica.....	3
1.1.3 Distribución latitudinal.....	4
1.1.4 Surgencias costeras.....	4
1.2 Zonas de estudio.....	6
1.3 Hipótesis.....	8
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos específicos.....	8
2. Materiales y métodos.....	9
2.1 Áreas de estudio.....	9
2.2 Obtención de datos de variabilidad ambiental.....	10
2.3 Recolección de muestras zooplanctónicas.....	10
2.4 Identificación de las especies dominantes de la comunidad de copépodos.....	11
2.5 Análisis de Datos.....	11
3. Resultados.....	12
3.1 Condiciones oceanográficas.....	12
3.1.1 Zona de Mejillones.....	12

3.1.2 Zona de Valparaíso.....	13
3.1.3 Zona de Concepción.....	16
3.2 Composición de especies.....	19
3.2.1 Especies Dominantes.....	20
3.2.2 Sistemática de especies.....	23
3.3 Índice de diversidad.....	25
3.4 Relación entre zonas de estudio.....	27
3.5 Abundancia de copépodos en las zonas de interés.....	28
3.5.1 Contribución de copépodos (%) en las zonas de estudio.....	29
3.6 Correlación especie/variable ambiental.....	31
3.7 Distribución latitudinal.....	31
3.8 Registro OBIS.....	31
4. Discusión.....	35
5. Conclusiones.....	37
6. Bibliografía.....	40

Resumen

Las áreas de surgencias costeras chilenas, tales como Mejillones, Valparaíso y Concepción, son reconocidas por su alta productividad y diversidad. Sin embargo, existe aún un vacío de conocimiento en entender la estructura y el funcionamiento de estas zonas. Se realizó un estudio integrado en estas áreas de surgencia de análisis de muestras de zooplancton, desde estaciones de muestreo en cada área, para identificar a los copépodos dominantes y su distribución latitudinal. Las muestras zooplanctónicas fueron recolectadas con redes Tucker y WP-2 de 200 micras de apertura de red y las variables ambientales fueron obtenidas desde perfiladores oceanográficos autónomos (CTD) (0-80 m. de profundidad) durante los años 2018, 2019 y 2020 en todas las estaciones del año, exceptuando primavera para Mejillones.

Los resultados se dividieron en las variables oceanográficas, la composición de especies y la dominancia respectiva en cada zona. Se observó que las zonas de Mejillones y Valparaíso compartían similitudes en sus variables ambientales a diferencia de Concepción. En Valparaíso se logró observar que el total de copépodos estaba dominado por dos órdenes principalmente, el Orden Cyclopoida presentó mayor abundancia con un 45% de abundancia total de especies y el Orden Calanoida con 25%. Concepción estuvo dominado por el Orden Calanoida con más del 80% de abundancia total de especies. Finalmente, Mejillones al igual que en Concepción, estuvo dominando principalmente por el Orden Calanoida con más del 80% de la abundancia total.

Las especies dominantes para Concepción fueron *Paracalanus* cf. *indicus* y *Calanoides patagoniensis*. Por otro lado, en Valparaíso se observó una mayor dominancia de *P. indicus*, seguido de *Oithona similis*. En el caso de Mejillones, se evidenció una menor dominancia de *P. indicus*, pero una mayor abundancia y diversidad de otras especies de copépodos en esta zona.

La distribución latitudinal de los copépodos en estas tres zonas de surgencia puede llegar a ser compleja y estar influenciada por factores ambientales específicos de cada zona. Además, la dominancia y la predominancia de especies de copépodos en las zonas

de surgencia de Chile variaban en función de la temperatura, oxígeno disuelto, profundidad y salinidad, afectando así la distribución y abundancia de las especies de copépodos.

Abstract

Chilean coastal upwelling areas, such as Mejillones, Valparaíso and Concepción, are recognized for their high productivity and diversity. However, there is still a knowledge gap in understanding about the structure and functioning of these areas. An integrated study was conducted in these upwelling areas by analyzing zooplankton samples from sampling stations in each area to identify the dominant copepods and their latitudinal distribution. Zooplankton samples were collected with Tucker and WP-2 nets of 200-micron net aperture and environmental variables were obtained from autonomous oceanographic profilers (CTD) (0-80 m. depth) during 2018, 2019 and 2020 in all seasons of the year, except spring for Mejillones.

The results were divided into oceanographic variables, species composition and respective dominance in each zone. It was observed that Mejillones and Valparaíso zones, shared similarities in their environmental variables, unlike Concepción. In Valparaíso, it was observed that the total number of copepods was dominated by two main orders, the Order Cyclopoida presented the highest abundance with 45% of the total abundance of species and the Order Calanoida with 25%. Concepción was dominated by the Order Calanoida with more than 80% of total species abundance. Finally, Mejillones, like Concepción, was dominated mainly by the Order Calanoida with more than 80% of the total abundance.

The dominant species for Concepción were *Paracalanus* cf. *indicus* and *Calanoides patagoniensis*. On the other hand, in Valparaíso, a greater dominance of *P.* cf. *indicus* was observed, followed by *Oithona similis*. In the case of Mejillones, a lower dominance of *P.* cf. *indicus* was evidenced, but a higher abundance and diversity in other copepod species in this zone.

The latitudinal distribution of copepods in these three upwelling zones can be complex and influenced by zone-specific environmental factors. In addition, the dominance and abundance of copepod species in the Chilean upwelling zones varied as a function of temperature, dissolved oxygen, depth and salinity, thus affecting the distribution and abundance of copepod species.

1.- Introducción

Los ecosistemas de surgencia costera en Chile tienen una reconocida importancia económica, científica y de recursos como fuente de alimento. Sin embargo, conocer su estructura y funcionamiento sigue siendo un desafío para su entendimiento dado que solo algunas zonas han sido foco de estudio (Hidalgo et al., 2001; Escribano et al., 2004; Hidalgo et al., 2010; Ruz et al., 2017). En consecuencia, el patrón latitudinal de diversidad de copépodos podría estar submuestreado, por lo cual, existe la necesidad de una mayor comprensión en estas zonas de surgencia.

Una aproximación para conocer estas zonas puede ser a través de determinar la estructura comunitaria de sus poblaciones en el ambiente pelágico, lo cual nos indicaría cuáles son las especies que coexisten en una zona y tiempo determinado, y funcionalmente, sería otra aproximación que nos permitiría, conocer las especies que controlan el sistema (las especies predominantes) que deberían tener una mayor contribución en la transferencia de energía en el ecosistema (Drira et al., 2008.)

Los copépodos son un grupo de microcrustáceos muy diversos y abundantes en los océanos que, a su vez, han sido reconocido por predominar en hasta el 90% del total de la comunidad zooplanctónica en zonas de surgencias costeras (Turner, 2004; Böttjer et al. 2010; Cass, 2011). Además, los copépodos pueden ser usados como modelos de estudios para evidenciar las variaciones del sistema marino a los cambios ambientales, derivados del cambio climático o del Ciclo de El Niño-La Niña, por ejemplo, debido a sus rápidas respuestas fisiológicas, cambios en abundancias y distribución (Gómez-Gutiérrez et al., 1992; Palomares-García, 1992; Palomares-García y Gómez-Gutiérrez, 1996; Palomares-García et al., 2003). Su principal rol ecológico, es ser los consumidores primarios, que captan la materia orgánica recién producida por el fitoplancton desde las aglomeraciones o distribución heterogéneamente que estas microalgas presentan asociados a las condiciones ambientales bio-físicas (Morales et al., 2010) tanto en la escala espacial costa-océano como latitudinalmente. Conocer su distribución latitudinal y cuáles son las especies dominantes en los diferentes sectores ayudará a diferenciar, clasificar e identificar a los copépodos relevantes en los ecosistemas para profundizar su estudio en el futuro, en relación con las respuestas a las variaciones ambientales. Además, esto

permitirá obtener información base para alimentar a las plataformas de Programas de diversidad como el Sistema de Información de Biodiversidad Oceánica (OBIS.)

Para abordar este estudio, se seleccionaron tres áreas de estudios especiales por sus características ambientales: Mejillones (23°S), Valparaíso (32°S) y Concepción (36°S). Las cuales permitieron evaluar la distribución latitudinal de los copépodos y sus asociaciones con la variabilidad ambiental en cada zona.

El presente seminario, tuvo como objetivo identificar las especies de copépodos dominantes dentro de las zonas seleccionadas observando su distribución latitudinal para diferenciar si existen diferencias a lo largo de las costas de Chile. Logrando así entender mejor las zonas de surgencias en Chile.

1.1.1.- Características generales

Los Copépodos son una clase de microcrustáceos con tamaños que oscilan entre 0.5 a 3 mm generalmente, aunque hay especies más pequeñas (Walter et al., 2017). Estos carecen de caparazón, presentando un exoesqueleto a diferencia de otros crustáceos y con una gran variedad de morfotipos (Reid et al., 2010). Los copépodos son organismos claramente diferenciables entre ellos por su morfología, segmentación y su par de ramas caudales en su extremo posterior (Reid & Williamson, 2010). Para la identificación de especies es necesario visualizar el apéndice en diferentes vistas para así poder observar caracteres de valor taxonómico.

1.1.2.- Importancia ecológica:

Los copépodos marinos forman uno de los grupos de zooplancton más abundantes en las áreas costeras en el Pacífico Sur, los cuales cumplen un rol ecológico importante en la bomba biológica, por su alta productividad, y por ser responsables de capturar el carbono recientemente producido por los productores primarios y canalizarlo hacia niveles tróficos superiores. Además, estos organismos han sido reconocidos como potenciales indicadores biológicos dando respuestas a variaciones ambientales a través de cambios en

la estructura de sus comunidades. Muchas especies pueden indicar, por ejemplo, cargas contaminantes o el estado trófico de un sistema acuático (Drira et al., 2018). Las especies de copépodos con un amplio rango de distribución dentro de un área presentan una amplia tolerancia a las variaciones de parámetros ambientales. Las variables que influyen principalmente sobre la distribución de los copépodos son la temperatura, el oxígeno disuelto, la salinidad, el pH y la transparencia. En términos de biomasa, los copépodos componen más del 50% de la biomasa del zooplancton en el océano y hasta el 95% en aguas continentales (Elias et al., 2008). Se denomina copépodo dominante a aquella especie que presenta una mayor abundancia y/o frecuencia de aparición en un área determinada y en tiempo determinado. Al respecto, los copépodos representan más del 90% de la composición del zooplancton. Por lo cual su rol ecológico es clave para entender la estructura y funcionamiento del ecosistema marino.

1.1.3.- Distribución latitudinal

La distribución latitudinal es un patrón de gran escala generalmente usado para encontrar la respuesta a variables como riqueza y diversidad de especies, se basa en el supuesto que, las especies difieren unas de otras y responden de manera distinta a los cambios ambientales. Considerando que los copépodos se encuentran abundantemente en todos los océanos, estudios sobre su distribución son posibles y obedecen a la asociación con las características ambientales circundantes (Marquet et al., 2004; Villalobos et al., 2013).

1.1.4.-Surgencias costeras

La surgencia es uno de los procesos de interacción océano-atmósfera de importancia clave en la productividad de los ecosistemas marinos costeros. La surgencia costera resulta de la transferencia de *momentum* desde el viento hacia el océano y del efecto de la rotación terrestre (Mann & Lazier 1991). Uno de los efectos principales de la surgencia respecto de los procesos productivos es el aumento de los nutrientes, especialmente nitrato. El consecuente aumento de la productividad primaria es un

complejo proceso de interacción físico-biológica. Uno de los conceptos más realista para explicar la surgencia es el transporte de Ekman, o la teoría de Ekman. Este concepto se refiere a cómo se mueven las aguas costa afuera, generando un movimiento neto de agua en 90 grados con respecto a la dirección inicial del viento (Mann et al., 1991). Cabe mencionar que la surgencia no sólo es producto del viento, pues la batimetría juega un papel importante en su desarrollo y la corriente asociada al anticiclón del Pacífico Suroriental es determinante en su persistencia. El movimiento ascendente de agua subsuperficial lleva consigo las propiedades de ésta, incluyendo bajo contenido de oxígeno, alto contenido de nutrientes (fosfatos, nitratos, etc.) y bajas temperaturas, estas últimas afectan el clima de la región costera adyacente. Las zonas de surgencias tienen importancia tanto desde el punto de vista físico, como del biológico y del económico, pues éstas favorecen al fitoplancton mediante el flujo de nutrientes de la capa subsuperficial hacia la zona eufótica, haciendo de las regiones de surgencias las más productivas en el océano mundial (Cushing., 1969).

En las zonas de surgencia hay centros de surgencia, donde ocurre con mayor intensidad procesos que son favorecidos por la topografía de la plataforma continental y la línea de costa. Asociados a estos eventos, se pueden encontrar frentes y remolinos (Djurfeldt, 1989; Cáceres & Arcos, 1991); Mesías et al., 2001), que pueden actuar como mecanismos de retención o advección de organismos. Asociado a este afloramiento costero, se desarrollan fuertes termoclinas, oxiclinas (oxígeno) o haloclinas (cambio en la salinidad) y la biomasa del fitoplancton aumenta debido al ingreso de nuevos nutrientes hacia la zona eufótica. Además, se han visto variaciones en las distribuciones verticales a nivel población en copépodos dominantes, así como también variaciones en los hábitos de alimentación o incluso cambios en las tasas de reproducción y desarrollo (Peterson et al., 1979).

Análisis ambientales sugieren que la circulación de la masa de agua durante el afloramiento es una fuerza motriz para estructurar los patrones espaciales de la distribución de los copépodos. Por otra parte, los copépodos, independientemente de la hora del día, tienden a permanecer en una gran proporción en aguas cercanas a la superficie, limitados por una capa mínima de oxígeno poco profunda. Esto implica que la

advección durante el afloramiento activo puede hacer que grandes fracciones de las poblaciones sean transportadas mar adentro, permitiendo la exportación de zooplancton a aguas más oceánicas y ampliando su distribución (Yáñez et al., 2012).

1.2.- Zonas de estudio

Existen varias zonas de surgencia reconocidas en Chile, las cuales se ubican al sur de Arica, sur de Iquique hasta Punta Lobos, Antofagasta-Mejillones, al sur de Coquimbo, al sur de Valparaíso, San Antonio y la zona comprendida entre Talcahuano y el Golfo de Arauco. En el presente estudio se analizaron 3 de ellas:

Zona de Mejillones: Mejillones se ubicada a 65 kilómetros de Antofagasta presenta 103,15 km de longitud costera (Herrera et al., 2004). Mejillones del Sur es una bahía con uno de los desarrollos industriales más importantes del norte de Chile. Todas estas actividades económicas que se desarrollan en el borde costero generan una presión importante sobre el sistema marino, que hasta la fecha no es conocida en su totalidad. Los estudios científicos ambientales en esta bahía son escasos, con sólo un par de trabajos que dan cuenta de la distribución de metales en sedimentos marinos y en la columna de agua (Valdés et al., 2005, 2008). Esta zona presenta altas tasas de producción primaria durante todo el año debido al afloramiento costero intermitente, promoviendo la reproducción continua, el crecimiento y la producción secundaria del zooplancton.

Además, presenta una intensa y extensa zona mínima de oxígeno (OMZ), donde el límite superior de la oxiclina puede ascender hasta aguas muy poco profundas (25-50 m de profundidad) incluso más someras dependiendo del afloramiento en las zonas costeras debido al afloramiento de aguas subsuperficiales ecuatoriales (Morales et al., 1999)

En términos de diversidad marina, es reconocida como un área de alta diversidad desde componentes pequeños del plancton hasta ser centro de alimentación de variados cetáceos, y ser una bahía de gran actividad pesquera (Marín et al., 1993)

En esta zona se han reconocido tres masas de agua principales: (1) el Agua Subantártica, aguas más frías y de baja salinidad asociadas a la rama del ecuador de la corriente de Humboldt, (2) Aguas Superficiales Subtropicales, con mayor temperatura y alta salinidad, y (3) Aguas Subsuperficiales Ecuatoriales, asociadas con la OMZ (Blanco et al., 2001).

Zona de Valparaíso: Esta zona, es de importancia económica dada su alta actividad pesquera, industrial y turística, además, de presentar una gran actividad portuaria por tener los puertos de entrada más importantes de Chile. Oceanográficamente, frente a su costa y hasta los 1000m de profundidad se puede distinguir tres masas de agua como indicadores de zonas límites entre ellas (Fosa de Atacama, Océano pacífico y ríos y estuarios). De las cuales se han seleccionado las superficies de anomalías termostérica, por estar ubicadas donde se considera que encuentra el centro de la zona de mezcla entre masas adyacentes (Silva et al., 1974, 1975). Las masas de agua entre la superficie del mar y la superficie de la anomalía corresponden a Aguas de origen Sub-Antártico típicas de las de la corriente de Humboldt, Sub- ecuatorial y Agua Intermedia antártica (Gunter et al., 1936; Wyrtyk et al., 1963, 1966, 1967). Esta zona se ve influenciada por vientos del Suroeste la mayor parte del año, esta al intensificarse provoca un ascenso de aguas subsuperficiales, de menor temperatura, más salinas y de bajo oxígeno, esto puede ocurrir en cualquier estación del año (Silva et al., 1973).

Zona de Concepción: El área costera frente a Concepción, al igual de las áreas anteriores, es parte del Sistema de Corriente de Humboldt y con importantes actividades pesqueras industriales y artesanales, además de los movimientos portuarios asociadas a sus costas. Esta bahía se encuentra bajo la influencia de vientos anticiclónicos asociados al centro de alta presión del Pacífico suroriental, con vientos predominantes del Norte(N) en invierno y del Sur Suroeste(S-SO) en primavera-verano, que inducen frecuentes e intensos eventos de surgencia costera, particularmente en torno a Punta Lavapié (Arcos et al., 1987; Peterson et al., 1988; Sobarzo et al., 1993). Las estimaciones del transporte de Ekman

indican que las aguas frías superficiales provienen de 150-200 m de profundidad, en escalas de 2 a 7 días (Arcos et al., 1987). En periodos de surgencia activa, ascienden a las capas superficiales aguas de hasta 11°C que cubren toda la plataforma, mientras que, durante eventos leves, las aguas tienen mínimos de 13°C (Cáceres et al., 1991). Además, las aguas de la plataforma continental adyacente a la bahía de Concepción también son afectadas por estos eventos, donde la recirculación juega un rol importante en la productividad. Durante la surgencia activa, las aguas superficiales de la bahía se desplazan al Noroeste (NO), favoreciendo la concentración de clorofila-*a* en la bahía (Mesías y Salinas, 1986; Arcos et al., 1987; Ahumada et al., 1983, 1991).

1.3.- Hipótesis

La distribución latitudinal es diferenciada entre las especies de copépodos dominantes asociada a variaciones locales de las áreas de surgencia costera en Chile (Mejillones, Valparaíso y Concepción).

1.4.- Objetivos

1.4.1.- Objetivo general

Conocer los patrones de distribución latitudinal de las especies de copépodos dominantes en las zonas de surgencias costeras frente a Chile.

1.4.2.- Objetivos específicos

2.3.1.- Determinar la estructura de la comunidad de copépodos (especies dominantes) en tres zonas de surgencias costeras: Mejillones, Valparaíso y Concepción.

2.3.2.- Caracterizar las condiciones ambientales de zonas de surgencias costeras: Mejillones, Valparaíso y Concepción.

2.3.3.- Evaluar la relación entre los copépodos dominantes y las características ambientales de cada zona de estudio.

2.3.4.- Compilar la información biológica y ambiental obtenidas en formatos estandarizados con control de calidad de ESPOBIS-Chile.

2.-Materiales y métodos

2.1.- Área de estudio

Para este trabajo se escogieron 3 zonas de surgencia costera: Mejillones, Valparaíso y Concepción (figura 1). Ubicadas en distintas latitudes y características particulares ya mencionadas y caracterizadas en la sesión 1.2. Estas zonas se encuentran distribuidas a lo largo de Chile, y son reconocidas por ser centros importantes de productividad y alta actividad pesquera.

En la bahía de Mejillones, la estación muestreada corresponde a la estación 3 (St3) ($23^{\circ}02.0'S, 70^{\circ}28,2'W$), esta tiene una profundidad de 120 m de la Serie de Tiempo del Proyecto FONDECYT 1191343 (P. Hidalgo) de la Universidad de Concepción. De la bahía de Valparaíso, se utilizaron muestras de zooplancton de la serie de tiempo de Valparaíso (STOV; $32^{\circ}55.000'S, 71^{\circ}52.000'W$) del proyecto FONDECYT 3180177 (P. Ruz) de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, del cual se usaron los datos de la estación n°3, que tiene una profundidad de 0-100 m. En la bahía de Concepción, la estación 18 fue la referente del muestreo ($36^{\circ}30.08'S; 73^{\circ}07.97'W$), perteneciente a la serie de tiempo de la Universidad de Concepción Dr. Rubén Escribano. Esta estación tiene una profundidad aproximadamente de 90 m y ha sido estudiada desde 2002. En este trabajo se analizaron las muestras de los años 2018, 2019 y 2020.

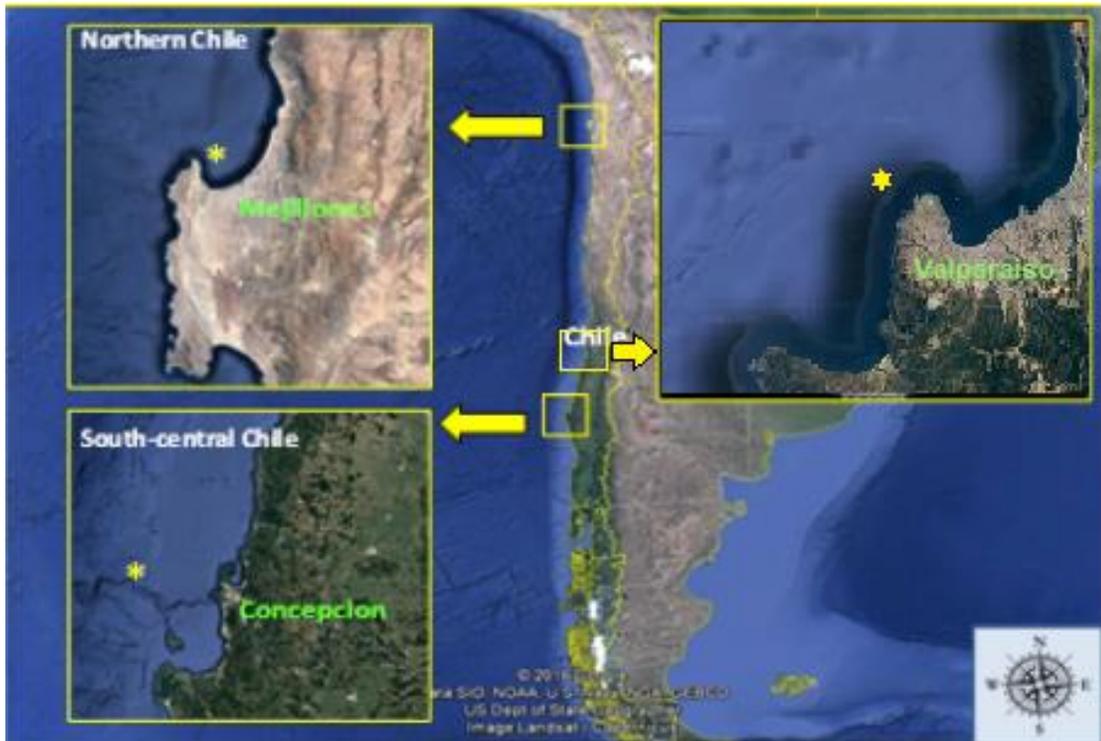


Figura 1: Ubicación de las áreas de estudio en la costa de Chile. El símbolo amarillo indica la estación de muestreo en cada localidad.

2.2.- Obtención data variabilidad ambiental

En cada zona de estudio, la información hidrográfica se obtuvo a través de perfiladores oceanográficos (CTD) los cuales entregan datos de temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, profundidad y fluorescencia en algunos casos. En las zonas de Mejillones y Concepción se utilizó el modelo Seabird 19 y en Valparaíso el Seabird 25. Para la zona de Mejillones, las condiciones ambientales se obtuvieron de la tesis “**Variabilidad espacio-temporal de la estructura comunitaria de Copépodos epipelágicos en el área de surgencia costera en Bahía de Mejillones (23°S), norte de Chile**” de Daniela Araya (Araya, 2010).

2.3.- Recolección de muestras zooplanctónicas

Las muestras de zooplancton fueron recolectadas por medio de redes tipo WP2 y Tucker de 200 micras de apertura de red y con lances desde los 80 m hasta la superficie y estratificadas (60-30 y 30-0m). Las muestras recolectadas fueron colocadas en contenedores plásticos y fijadas en solución de formalina tamponada con bórax al 10% para ser transportadas y almacenadas en los respectivos laboratorios.

2.4.- Identificación de las especies dominantes de la comunidad de copépodos

El análisis de las muestras se realizó sobre fracciones (1/4 o 1/16 partes, dependiendo de la concentración de la muestra). Para la identificación de las especies dominantes se dispuso de equipos ópticos del laboratorio de zooplancton, tales como lupa estereoscópica (ZEISS) y microscopio convencional (Ivens) cuando corresponda. Se observaron los caracteres primarios y secundarios según se requirieron de acuerdo con Hidalgo et al (2014). Además, se utilizó la bibliografía especializada y páginas electrónicas específicas, tales como Crustácea, Copépodos marinos: Calanoida (Vives & Shmeleva 2007), <http://copepodes.obs-banyuls.fr/>. Por otra parte, los nombres científicos se validaron y actualizaron de acuerdo con WoRMS (2023) <https://www.marinespecies.org/>.

2.5.- Análisis de datos

Los datos oceanográficos fueron organizados en planillas Excel, por zona de estudios y graficados a través de Ocean Data View para caracterizar las condiciones locales tanto en variables de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Los datos de abundancia fueron previamente estandarizados en metros cúbicos de acuerdo con el volumen filtrado en cada una de las muestras para ser tabulados y graficados.

Se obtuvo la abundancia numérica y relativa de las especies por zona y se hicieron análisis estadísticos para establecer las asociaciones entre las especies y las variables ambientales (previa normalización de los datos) en cada área. También se realizaron correlaciones y análisis para evidenciar asociaciones y efectos de factores en la distribución de las especies, tales como localidad, estacionalidad, variables

oceanográficas. Por último, toda la información obtenida se estandarizo con el formato de Darwin Core de acuerdo con el requerimiento de OBIS (<http://obis.org>), cumpliendo así con el objetivo n°4.

3.- Resultados

Los resultados se presentan divididos en 3 categorías: Las variables oceanográficas de cada bahía, composición de especies y la dominancia respectiva en cada zona. Los datos fueron analizados, transformados y ordenados con el programa PRIMER 6 y la data ambiental fue trabajada con Ocean data view. Estos últimos análisis son exploratorios, por lo tanto, no son determinantes.

3.1 Condiciones oceanográficas

Las condiciones oceanográficas tienen un impacto significativo en la distribución latitudinal en las especies marinas. Conocer estas condiciones nos permite conocer mejor como se distribuyen las especies y como estas interactúan con el entorno, logrando así un mejor entendimiento en el funcionamiento de estas zonas de importancia.

3.1.1 Zona de Mejillones

Temperatura

Presentó una temperatura mínima de 13,5° C, en el mes de junio, variando entre los 13° y 14° C durante los meses de muestreo. Sus condiciones térmicas en la columna de agua mostraron un patrón homogéneo con leves variaciones de las temperaturas medias en cada uno de los meses muestreados.

Los perfiles verticales en esta estación, mostro un patrón con una capa superficial más cálida y termoclina entre los primero 20-10 metros de profundidad. En la escala espacial costa-océano, se observó un patrón similar, con una capa superficial más cálida

y decreciendo hacia las mayores profundidades. No obstante, se observó un decrecimiento de los valores superficiales hacia los meses de mayo y junio.

Tabla 1: Valores promedios de la columna de agua (90-0m) de profundidad de la variable oceanográfica: Temperatura (°C) en la estación muestreada (ST 3) durante los meses estudiados.

Estación	
ST3	T(°C)
	14,1 ± 0,91
	14,1 ± 0,49
	14,4 ± 0,62
	14 ± 0,61
	14,2 ± 0,67
	13,5 ± 0,45

Salinidad

La salinidad fue conservativa y no mostró diferencias significativas durante los meses de muestreo con un valor de 34,8 ppt.

Tabla 2: Valores promedios de la columna de agua (90-0m) de profundidad de la variable oceanográfica: Salinidad en la estación muestreada (ST 3) durante los meses estudiados.

Estación	
ST3	S(PSU)

	34,8 ± 0,05
	34,8 ± 0,02
	34,8 ± 0,15

3.1.2 Zona de Valparaíso

Temperatura:

Presenta un máximo de temperatura en agua superficial en la estación de verano llegando a 16.6°C y un promedio de $13,1 \pm 2$ °C. En primavera en el mes de septiembre la temperatura del agua en los primeros 10 m logra un mínimo de 5°C, para luego mantener una temperatura constante de 13°C, a diferencia del mes de octubre en donde la temperatura del agua superficial es mucho mayor. Lo cual sugiere que dentro del mes de septiembre aguas subantárticas de bajas temperaturas suben a aguas más someras. Se aprecia una termoclina entre los 15 a 35 m de profundidad.

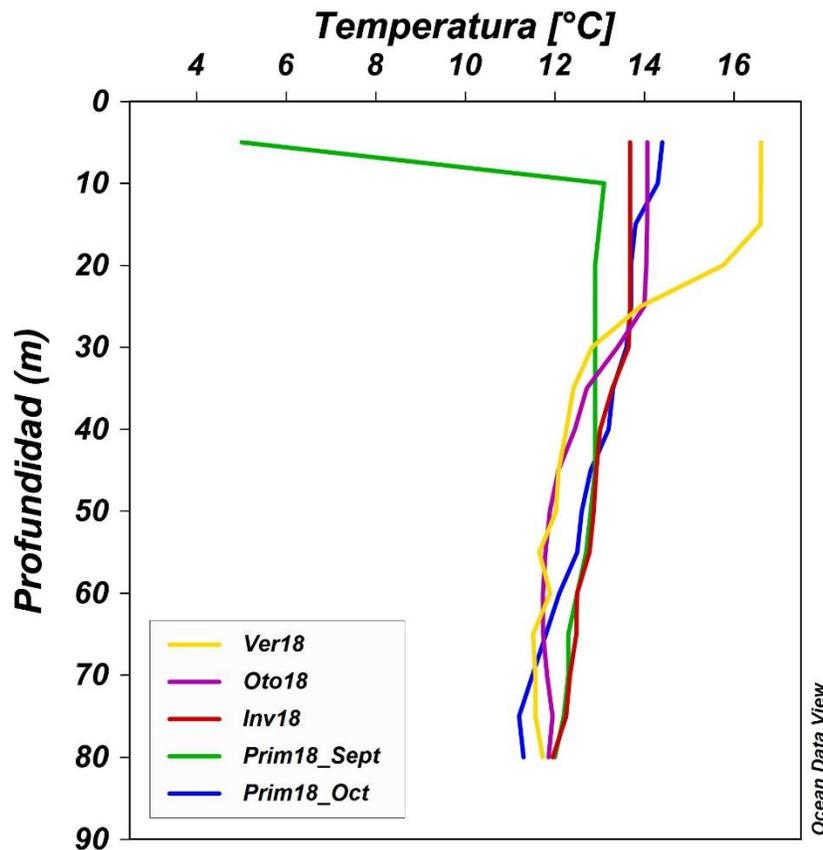


Figura 2: Datos de temperatura cada 5 metro en la bahía de Valparaíso (2018) en distintas estaciones del año. Cada color representa una estación específica.

Salinidad:

En la estación de verano la salinidad de la bahía de Valparaíso es menor que en las demás estaciones, llegando a un mínimo de 34,080 a los 35 m de profundidad. La salinidad en primavera (septiembre) tiende a permanecer casi constante, con algunas variaciones a los 60 a 80 m de profundidad. En cambio, en otoño la salinidad en la bahía alcanza un máximo de 34,780 ppt a los 75 m de profundidad. Se aprecia la haloclina entre los 25 a 35 m de profundidad.

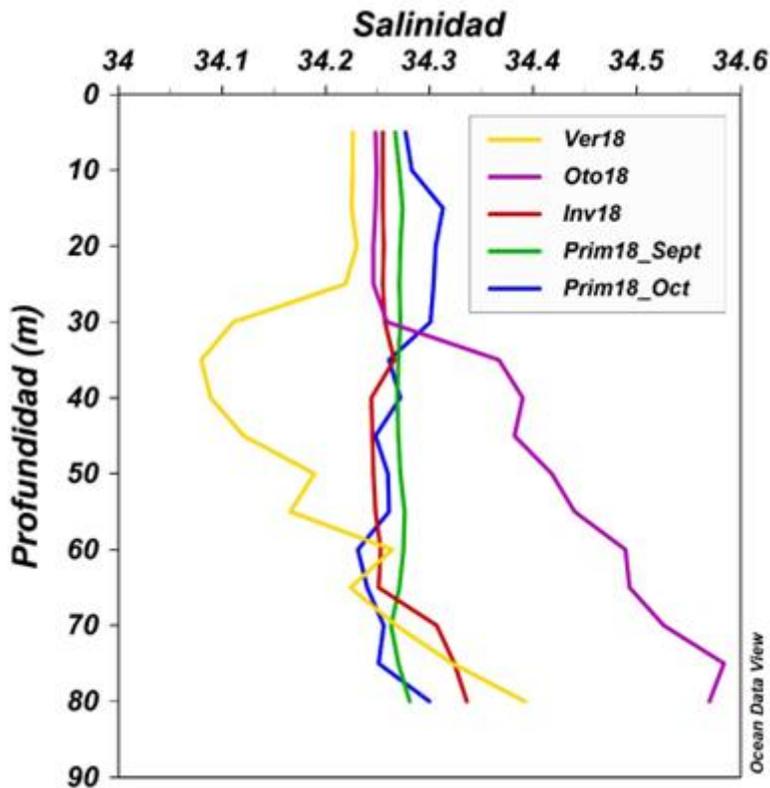


Figura 3: Datos de Salinidad cada 5 metros en la bahía de Valparaíso (2018) en distintas estaciones del año.

Oxígeno disuelto:

La estación de otoño a diferencia de las otras estaciones presenta una mayor concentración de oxígeno disuelto en los primeros 25 m de profundidad, hasta que se presenta la oxíclina a los 30 m de profundidad, donde luego los valores de esta estación disminuyen significativamente hasta llegar a un mínimo de 0.8 ml L^{-1} a los 75 m. Las demás estaciones presentan valores muy semejantes en los primeros 15 m y sobre todo las estaciones de invierno y primavera (septiembre) que presentan valores similares hasta los 50 m de profundidad. Verano es la estación en la cual la concentración de oxígeno disuelto no deja de disminuir a medida que aumenta la profundidad.

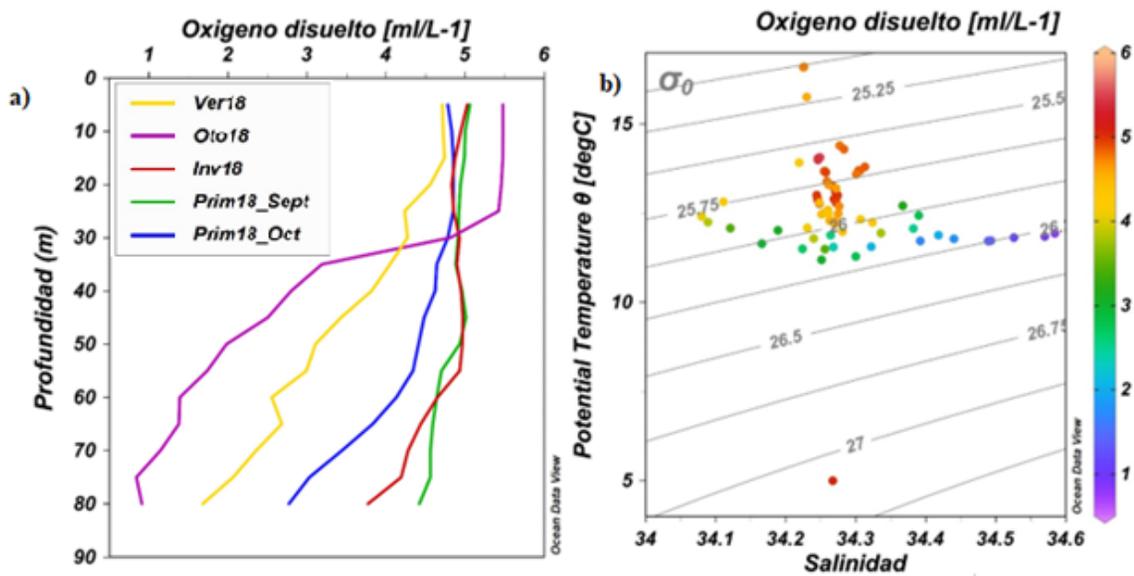


Figura 4: Datos de oxígeno disuelto cada 5 metros en la bahía de Valparaíso (2018) en distintas estaciones del año. a) concentración de oxígeno disuelto a distintas profundidades, b) concentración de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura potencial.

3.1.3 Zona de Concepción

Temperatura:

Los datos de temperatura para la bahía de Concepción presentan gran variabilidad en las estaciones a medida que aumentamos la profundidad. Los mayores valores los podemos encontrar en verano (2020, 13.4°C), pero solamente hasta los 25 m, ya que luego a medida que aumenta la profundidad la temperatura disminuye constantemente. La menor temperatura en aguas superficiales se encontró en la estación de invierno (2019) hasta los 10 m, luego presenta un aumento significativo hasta los 30 m de profundidad.

En invierno 2018 a diferencia de primavera (2018) la temperatura presenta poca variación, disminuyendo de a poco a medida que aumenta la profundidad. En cambio, en primavera hay una disminución drástica de temperatura entre los 10-20 m lo cual puede deberse a la presencia de Aguas Subantárticas de baja temperatura. Cabe resaltar que dentro de esta estación se encuentran las menores temperaturas dentro del estudio.

La termoclina se presenta entre los 10 a 25 m de profundidad.

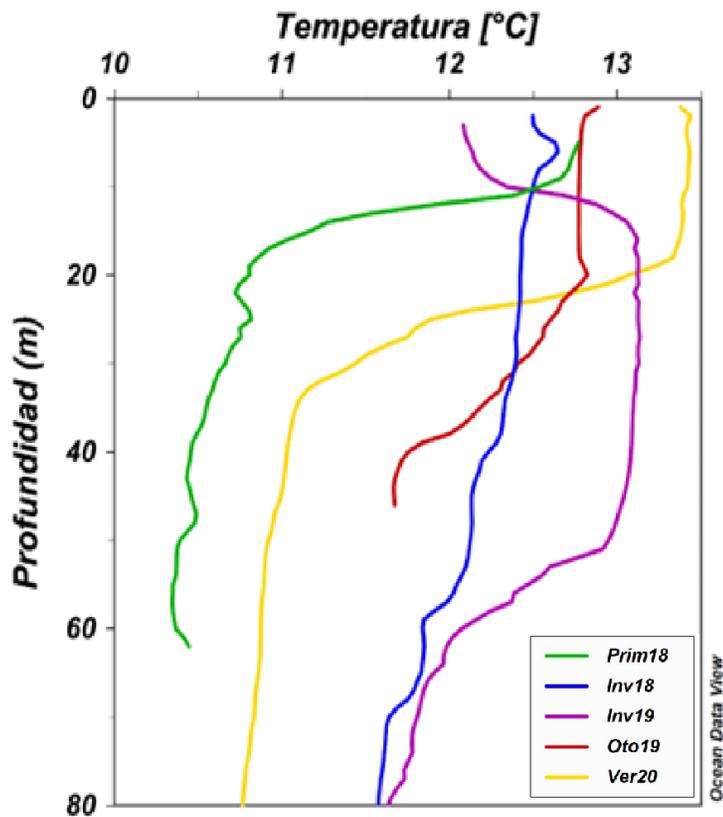


Figura 5: Datos de temperatura cada 1 metro en la bahía de Concepción (2018-2019-2020) en distintas estaciones del año.

Salinidad:

Para la salinidad, los mayores valores los encontramos en verano con un máximo de 34.6 ppt en los primeros metros de profundidad, donde luego disminuye un poco hasta los 40 m para luego permanecer constante. La estación de invierno 2019 presenta los valores más bajos en aguas someras cercana a los 5 m de profundidad, para luego aumentar significativamente en los 10 m donde se encuentra la haloclina hasta llegar a valores cercanos a los valores máximos en la estación de verano. Invierno 2018 presenta las menores concentraciones de salinidad a mayor profundidad entre todas las estaciones.

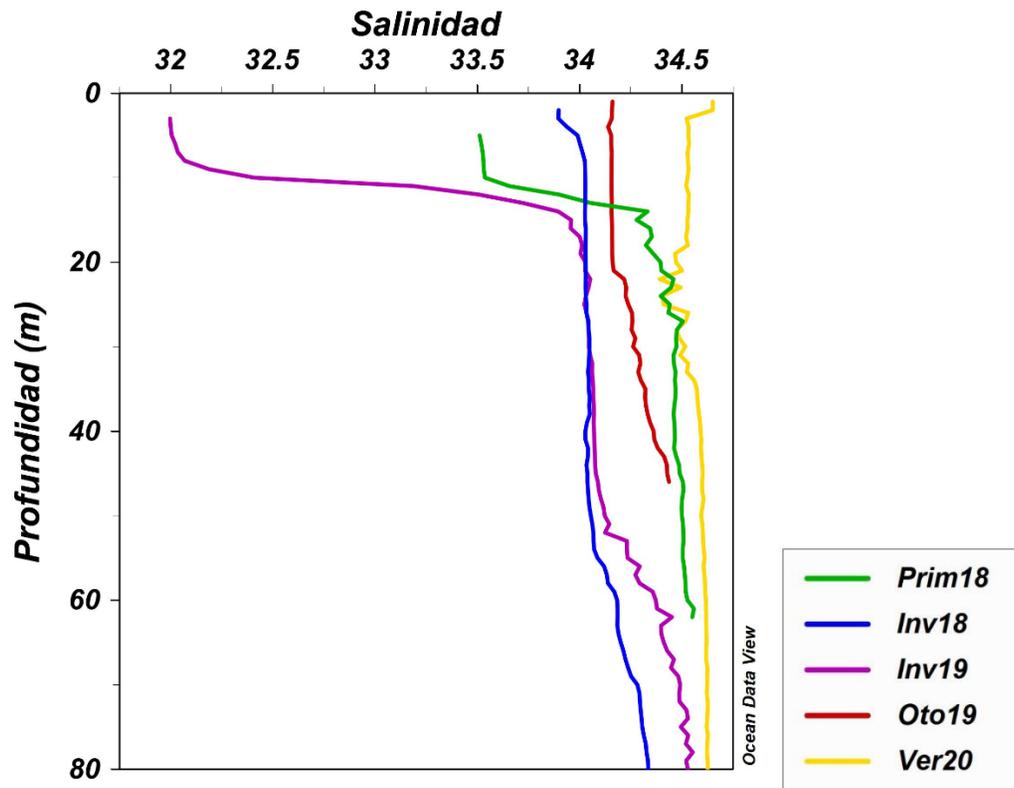


Figura 6: Datos de salinidad cada 1 metro en la bahía de Concepción (Primavera e invierno 2018- Invierno y otoño 2019- Verano 2020) en distintas estaciones del año.

Oxígeno disuelto:

Para la estación de primavera, a los 10 m. de profundidad se aprecia un brusco aumento en la concentración de oxígeno disuelto hasta los 8.6 ml L^{-1} , para luego disminuir constantemente hasta los 60 m. La estación de verano 2020 fue la que menos concentración de oxígeno disuelto tuvo a medida que aumentaba la profundidad. Invierno 2019 y 2018 no presentaron grandes cambios en sus concentraciones, sino hasta los 55m de profundidad donde esta concentración disminuyó. La oxiclina la podemos observar entre los 20 a 25 m de profundidad.

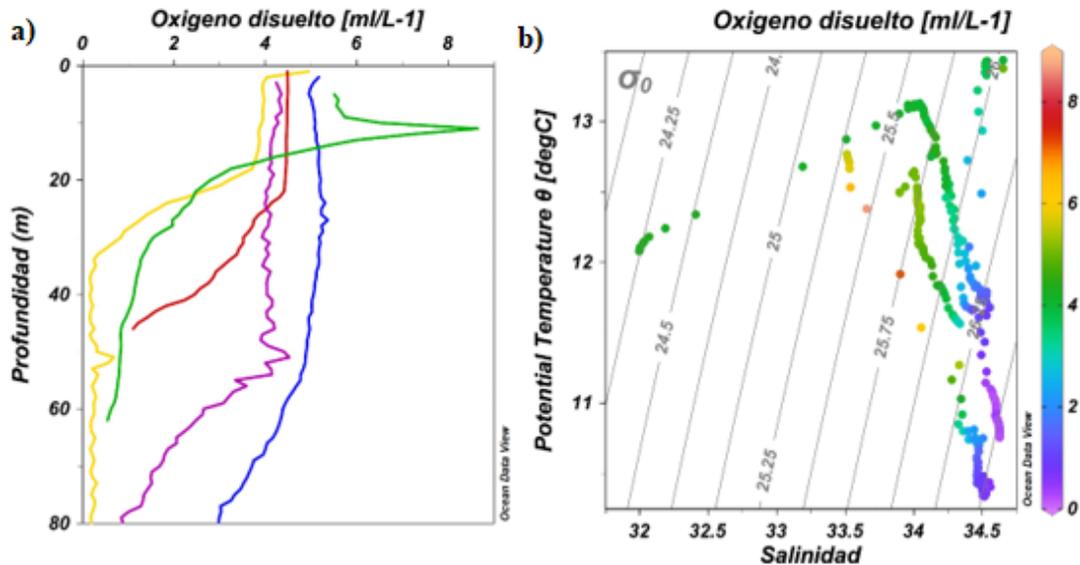


Figura 7: Datos de oxígeno disuelto cada 1 metro en la bahía de Concepción (2018-2019-2020) en distintas estaciones del año. a) concentración de oxígeno disuelto a distintas profundidades, b) concentración de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura potencial.

3.2 Composición de especies

En Valparaíso se logró observar que el total de copépodos estaba dominado por dos órdenes principalmente. En primer lugar, está el orden Cyclopoida el cual presentó tasas mayores a 45% de abundancia total de especies en todos los muestreos, en segundo lugar, está el orden Calanoida con tasas mayores a 25%. Dentro de estos órdenes las especies *Oithona similis* y *Paracalanus* cf. *indicus* respectivamente fueron las más abundantes dentro del muestreo, superando algunas veces la mitad del total de copépodos capturados.

En Concepción el total de copépodos estaba dominado por el orden calanoida con tasas de más del 80% de abundancia total de especies. Donde las mayores abundancias fueron *P. cf indicus* y *C.patagoniensis* respectivamente.

En Mejillones al igual que en concepción, estuvo dominando principalmente por el orden, calanoidea. Donde encontramos a *P. cf. indicus* con una abundancia del 56%, *C.brachiatus* con un 19% y *A.tonsa* con un 15%.

3.2.1 Especies Dominantes

Acartia tonsa

A. tonsa es un copépodo calanoideo que comúnmente se encuentra en salinidades que van del 5‰ (Davis, 1944; Cervetto, 1987) al 30‰ (Lance, 1963, Brylinski, 1981, Sobral, 1985, Gaedke, 1990) y se ha reportado que tolera del 0‰ (Cronin et al., 1962) al 52‰ (Rey et al., 1991). *A.tonsa* presenta eurihalinidad lo cual le permite vivir en ambientes con un amplio rango de concentración de sales, sin que se vea afectado su metabolismo, aunque presenta altas tasas de mortalidad si el cambio instantáneo de salinidad es superior al 10-15‰. *A. tonsa* parece ser capaz de sobrevivir a salinidades extremadamente bajas, además de ser capaz de sobrevivir a salinidades mucho mayores que las de su hábitat normal, esto último solo si los copépodos se introducen en salinidades de forma gradual. Eso sí, *A. tonsa* es sensible a los aumentos de salinidad, pero no a los descensos.

Esta especie presenta dos mecanismos de captura de alimento. 1) cuando se le presentan diatomeas (u otras presas inmóviles) el copépodo genera una corriente de alimentación y captura las diatomeas que llegan con la corriente de alimentación (alimentación en suspensión). 2) cuando se expone a ciliados, y presumiblemente a otras presas móviles, el copépodo se alimenta por emboscada. No produce una corriente de alimentación, sino que se hunde inclinadamente en el agua. Los ciliados son detectados por mecanorreceptores en las antenas y, una vez que el ciliado ha sido percibido, el copépodo intenta capturarlo.

Calanoides patagoniensis

Copépodo de 1-10 pulgada de longitud (2,55 mm). El rostrum es bífido hasta la base, cada rama es muy delgada y forma un largo filamento. Las antenas anteriores son tan largas como el cuerpo, delgadas, poco setiformes, con las articulaciones bastante constreñidas en el macho. Ramas de la mandíbula-palpa con dos articulaciones, cortas. Segunda mandíbula-pie del macho con dos setas reflejadas y densamente plumosas (como en *Calanus*).

Pies natatorios delgados, las espinas marginales y terminales largas y delgadas. El quinto par de pies del macho es muy largo y delgado, y sobrepasa considerablemente la extremidad del abdomen; el del lado izquierdo es el más largo; la segunda articulación de cada lado lleva en su ápice una rama interna corta y rudimentaria, que en el lado izquierdo es de una sola articulación y casi obsoleta, mientras que en el derecho es más larga y de tres articulaciones: la rama principal de cada miembro termina en una larga espina como seta (Arcos et al., 1974).

Centropages Brachiatus

C. brachiatus está ampliamente distribuida en el hemisferio sur, asociada a aguas antárticas y subantárticas (Björnberg et al., 1981; Bradford-Grieve et al., 1999). Esta especie está fuertemente asociada al afloramiento. (González et al., 1998; Escribano et al., 2000). *C. brachiatus* está presente durante todo el año en el norte de Chile (et al., 2001).

Esta especie a pesar de los fuertes cambios estacionales en Chl-a, es capaz de mantener su capacidad reproductiva a lo largo de todas las estaciones. Esto sugiere que la fuerte variación en la biomasa fitoplanctónica, medida como Chl-a, no representa adecuadamente los cambios en el suministro de alimento para este copépodo. Durante el ciclo anual, además de las diatomeas, los copépodos pueden disponer de diversos recursos alimentarios, como flagelados heterótrofos, ciliados y dinoflagelados en la fracción de tamaño del microplancton (González et al., 2007) y el nanoplancton (Böttjer et al., 2007).

Por lo tanto, la alternancia de alimentos, junto con un suministro continuo en el tiempo, puede explicar el crecimiento sostenido de este copépodo durante el ciclo anual en un sistema de afloramiento tan productivo (Daneri et al., 2000, Montero et al., 2007).

C. brachiatus puede proceder de aguas subantárticas más frías, por lo que se espera que esté adaptado a condiciones más frías. Estas adaptaciones a la temperatura dependientes de la especie pueden ser una característica ampliamente extendida del zooplankton ectotermo en el océano que merece atención para comprender los ciclos vitales de las especies y la dinámica de las poblaciones (Hidalgo et al., 2008).

Con todo lo anterior podemos deducir que, esta especie puede crecer en condiciones alimentarias no limitantes en estas zonas de afloramiento.

Paracalanus cf indicus

P. cf. indicus es un copépodo calanoideo de pequeño tamaño (<1 mm longitud total) (Hidalgo *et al.* 2012), presenta altos niveles de abundancias y dominancia durante todo el año en las zonas de surgencia en las costas de Chile (Escribano & Hidalgo 2000, Hidalgo & Escribano 2001, Morales *et al.* 2010, Hidalgo *et al.* 2012), por lo cual puede representar un papel clave en la estructura y función de la comunidad zooplanctónica en las zonas de surgencias costeras del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH). Esta especie es un componente clave en la estructura y función de la comunidad de copépodos en las zonas costeras del SCH (Escribano & Hidalgo 2000, Escribano *et al.* 2007, Hidalgo *et al.* 2010). Generalmente se encuentran en grandes cantidades en la capa superficial, por sobre los 20-30 m de profundidad, donde su abundancia es mayor.

La OMZ ha sido señalada como una barrera físico-química para la distribución y migración vertical de varias especies de copépodos, en especial en *P.cf. indicus* (Escribano *et al.* 2000, 2009, Hidalgo & Escribano 2001, Hidalgo *et al.* 2010, 2012).

Oithona similis

Especie del orden cyclopoida, se considera uno de los copépodos más abundantes y ubicuos del mundo. Fue descrita por primera vez por Claus en 1866 a partir de especímenes recogidos en el mar Mediterráneo, cerca de Niza (Francia) (Claus 1863).

Rhincalanus nasutus

R.nasutus está muy extendido en todos los océanos (Schmaus, 1917). Se describe como una especie con una clara preferencia por el océano abierto (Vervoort, 1963), pero también se ha descrito en zonas de plataforma y talud (Koslow y Ota, 1981; Sameoto, 1984; Hansen et al., 2005), así como en bahías costeras poco profundas (Castro et al., 1993). Habita en un amplio rango de profundidades, desde la superficie hasta por debajo de los 2000 m (Vervoort, 1946; Wheeler, 1970). Aparte de este patrón general, parece que esta especie también está asociada a fenómenos de afloramiento costero (Longhurst, 1967; Peterson, 1998). Las estrategias de su ciclo de vida incluyen la residencia en capas profundas sin migración vertical diurna en épocas de escasez de alimento, seguida de un ascenso a capas superiores del agua cuando aumenta la productividad primaria. (Dahms, 1995; Williams-Howze, 1997).

Podemos encontrar a *R.nasutus* donde las concentraciones de oxígeno son inferiores a 0,13 ml/ L⁻¹. Por lo tanto, lo que demuestra esta especie es que las bajas concentraciones de oxígeno no son un requisito previo para su existencia.

3.2.2 Sistemática de especies

En esta sección se presentará la sistemática para cada una de las especies dominantes observadas durante la investigación. Esta fue validada a través de la página oficial de Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS) 2023.

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea

Clase Copepoda

Orden Calanoida

Familia Centropagidae

Genero *Centropages*

Especie *Centropages brachiatus*

Familia Calanidae

Genero *Calanoides*

Especie *Calanoides Patagoniensis* (Brady, 1883)

Familia Rhincalanidae

Genero *Rhincalanus*

Especie *Rhincalanus nasutus* (Giesbrecht, 1888)

Familia Paracalanidae

Genero *Paracalanus*

Especie *Paracalanus indicus* (Wolfenden, 1905)

Familia Acartiidae

Genero *Acartia*

Especie *Acartia Tonsa* (Dana, 1849)

Orden Cyclopoda

Familia Oithonidae

Genero *Oithona*

Especie *Oithona similis* (Claus, 1866)

3.3 Índices de diversidad

Para evaluar la diversidad biológica en las zonas de estudio se utilizó el índice de Shannon y el índice Simpson. Estos índices son ampliamente utilizados para estimar la diversidad de especies en un área determinada.

Para la zona de Concepción, se registraron 9 especies diferentes y se calculó un índice de Shannon y Simpson para las distintas estaciones del año. En la época de verano se aprecia un índice Shannon de 0,3 lo cual sugiere una baja diversidad de especies en esta época, esto podría indicar también una poca variabilidad en la abundancia de especies. Además, su índice Simpson es de 0.16, está más cerca del 0 que del 1 por lo que es una baja dominancia. Eso significaría que no hay una especie dominante y que hay baja probabilidad de sacar la misma especie al azar.

Para la estación de otoño el índice Shannon es mayor al igual que el índice Simpson, llegando a los 1,3 y 0,7 respectivamente. Por lo tanto, esto indicaría que la comunidad tiene una alta variabilidad en la abundancia de especies, ósea, una gran presencia de especies en la zona de estudio. Mientras tanto el índice Simpson nos dice que hay una probabilidad moderada de que dos individuos seleccionados al azar en la zona de estudio pertenezcan a la misma especie, esto sugiere que la dominancia de una o pocas especies no es muy alta en la comunidad.

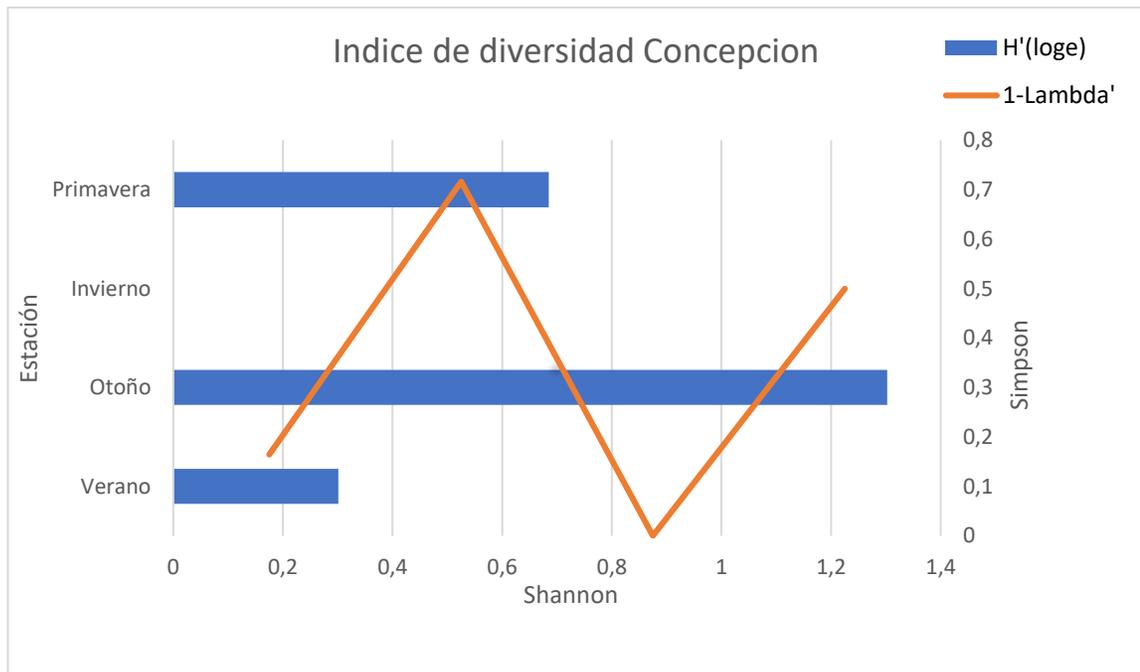


Figura 8: Índices de diversidad Shannon (H') y Simpson ($1-\Lambda'$) en Concepción para las distintas estaciones del año.

En la zona de Valparaíso el índice Shannon mostro valores sobre los 0,6 lo cual indica que esta zona tiene una comunidad de especies con una diversidad moderadamente alta, por lo tanto, una cantidad considerable de especies presentes en la zona de estudio (Fig. 11).

Por otra parte, el índice Simpson vario entre los 0,54 y 0,7, excepto en la estación de invierno donde este tuvo un valor de 0 lo cual nos indica que en esa estación ni una sola especie domina completamente la comunidad, por lo tanto, presenta una diversidad de especies extremadamente baja, ya que todas las muestras o individuos seleccionados al azar pertenecen a diferentes especies (Fig. 11).

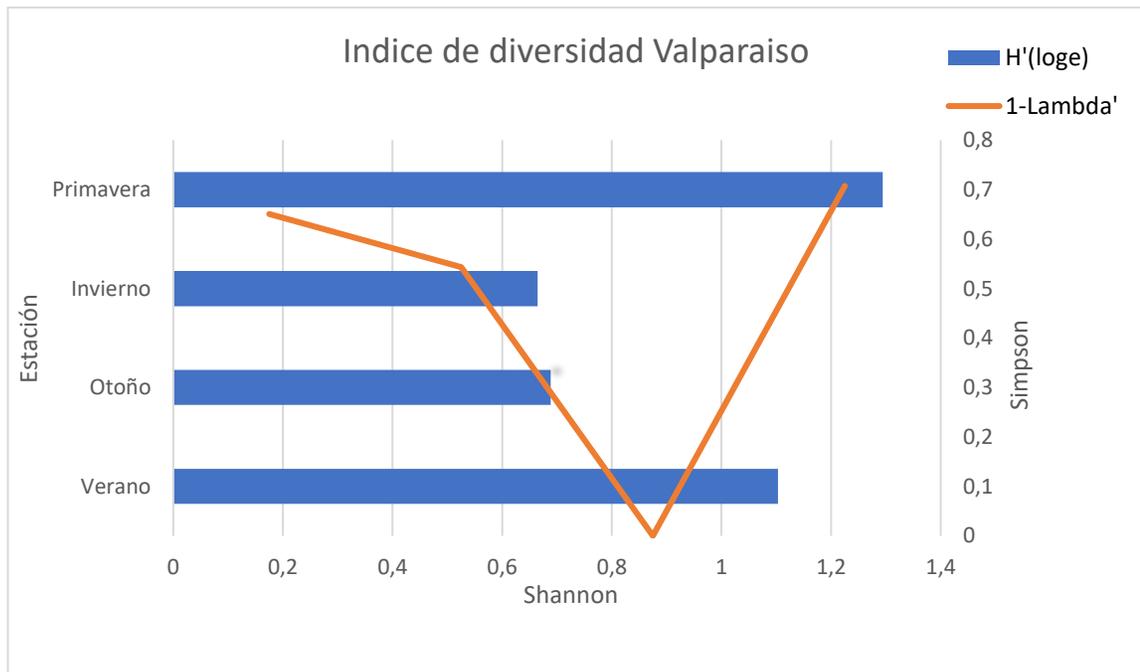


Figura 9: Índices de diversidad Shannon (H') y Simpson (1-Lambda') en Valparaíso para las distintas estaciones del año.

Mejillones muestran un índice Shannon mayor a 0,8 para todas las estaciones exceptuando primavera, esto indica que la comunidad de especies tiene una alta diversidad significativa en la abundancia de especies y, por lo tanto, una cantidad considerable de especies dentro de la zona con una gran diversidad de especies diferentes (Fig. 12).

El índice Simpson varía entre 0,67 y 0,48, esto sugiere que la comunidad de especies tiene una distribución de abundancia desigual, también puede significar que algunas especies son más abundantes que otras. Además, esto indica que hay varias especies presentes en la zona, pero ninguna predomina completamente o es más dominante en la comunidad (Fig. 12).

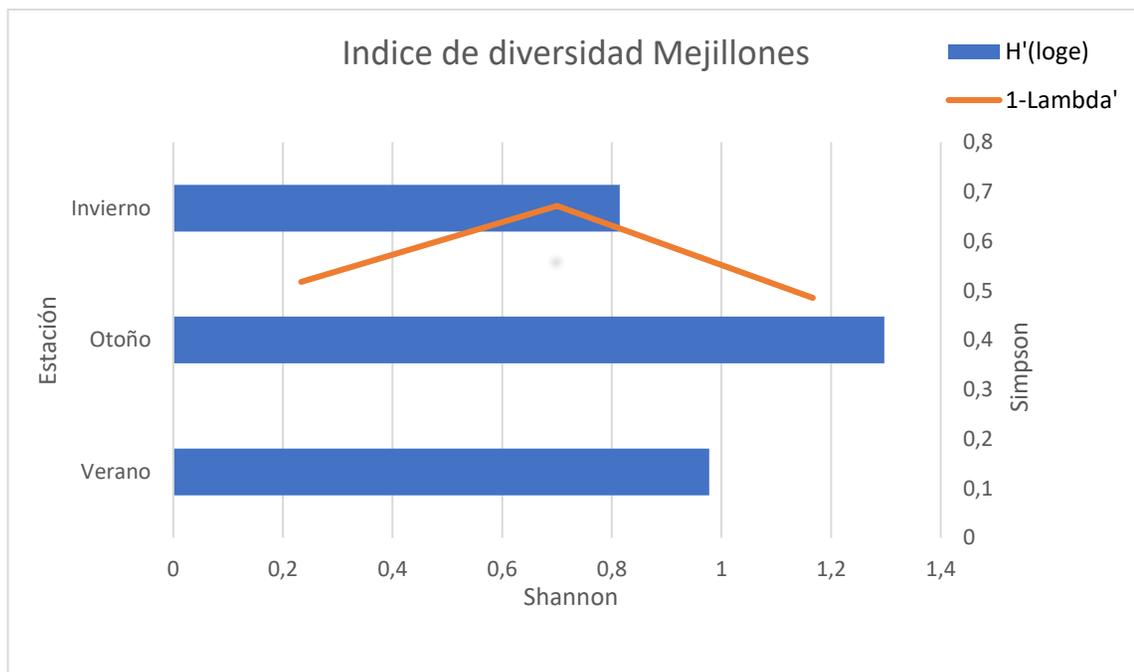


Figura 10: Índices de diversidad Shannon (H') y Simpson ($1-\Lambda'$) en Mejillones para las distintas estaciones del año.

3.4 Relación entre zonas de estudio

Las zonas de estudio fueron comparadas entre estacionalidades a lo largo del año a través de un dendrograma CLUSTER (Fig. 13)

El dendrograma muestra la similitud y disimilitud entre las tres zonas de estudio (Mejillones, Concepción y Valparaíso) en función de las estaciones del año (verano, otoño, invierno, primavera). En este, las estaciones del año se agrupan por la similitud de las zonas de estudio, de modo que las zonas de estudio más similares se agrupan primero.

De acuerdo con el análisis las mayores similitudes fueron entre las mismas zonas, pero en diferentes estaciones del año. Por otra parte, si comparamos las similitudes entre zonas, Mejillones muestra una mayor similitud con Valparaíso que con la zona de Concepción, con la excepción de la estación de otoño en Concepción. Además, se observa que la zona de Concepción muestra disimilitud en todas las demás estaciones del año, sobre todo en verano.

Este dendrograma sugiere que las zonas de Mejillones y Valparaíso tienen una mayor similitud en términos de condiciones climáticas durante las diferentes estaciones del año, mientras que Concepción no.

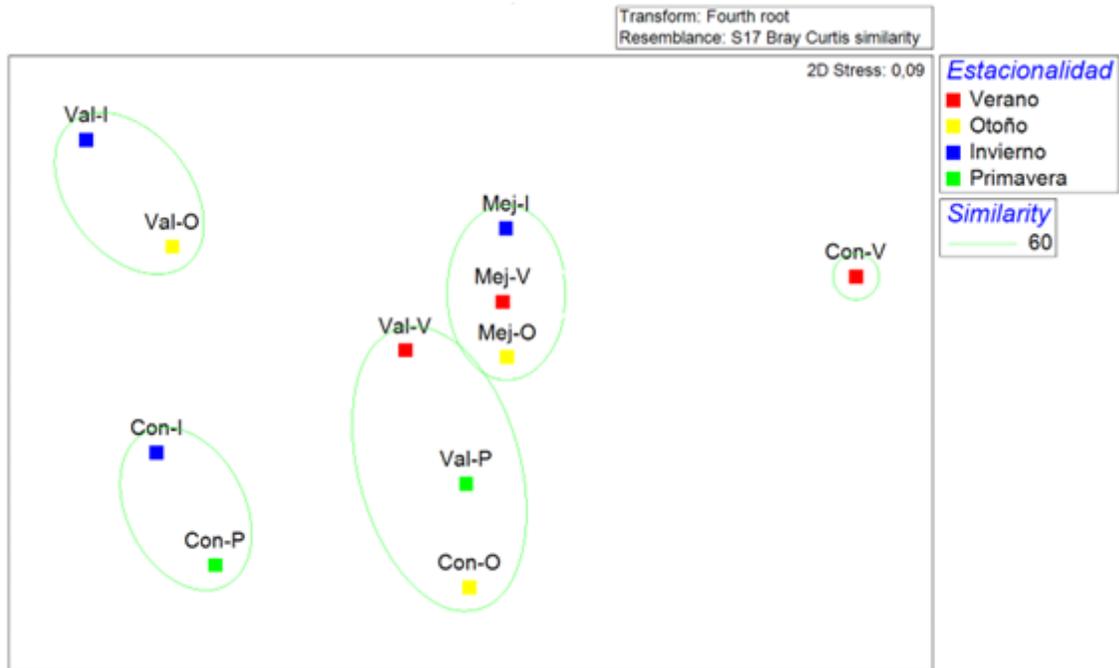


Figura 11: Análisis multivariado de índices CLUSTER (similitud y disimilitud) de las tres localidades en las distintas estaciones del año.

3.5 Abundancia de copéodos en las zonas de interés.

Las figuras 12 y 13 muestran las diferencias en las abundancias numéricas (ind m³) de copéodos entre las tres zonas de estudio y las diferentes estaciones.

En Concepción se observan las mayores abundancias numéricas llegando a los 90mil ind m³, lo sigue Valparaíso con un valor sobre los 60 mil ind m³ y finalmente Mejillones presenta la menor abundancia con unos 10mil ind m³aproximadamente.

Estas diferencias en las abundancias son influenciadas por varios factores ambientales, como lo son la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Estos factores

pueden variar latitudinalmente entre las distintas zonas de estudio, lo que podría explicar las fluctuaciones de las abundancias observadas en este trabajo.

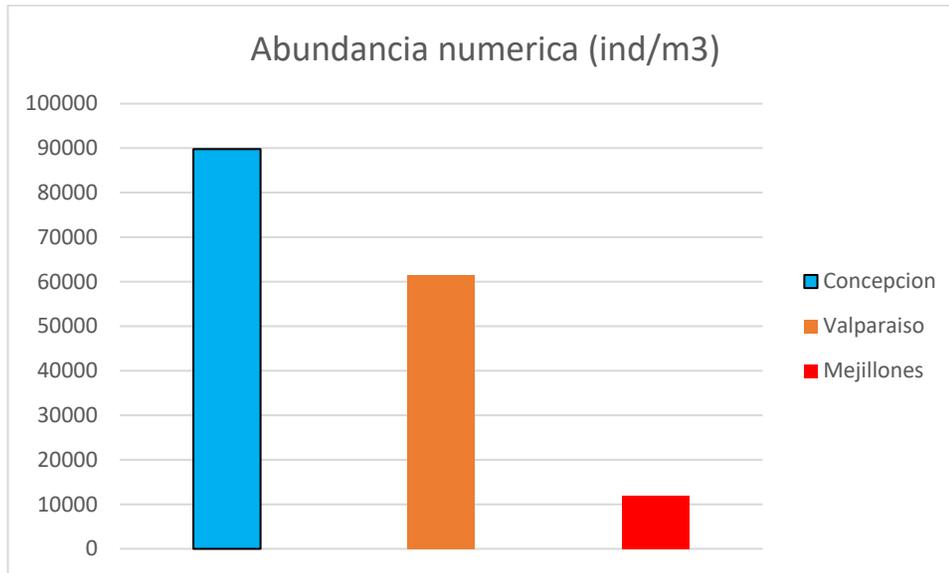


Figura 12: Grafico de barras de las abundancias numéricas por zona de estudio.

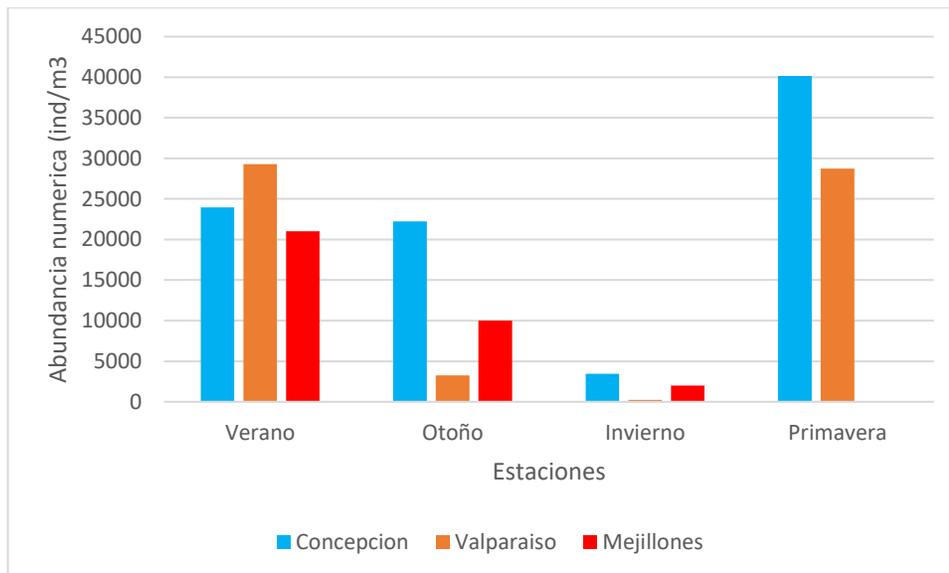


Figura 13: Grafico de barras de las abundancias numéricas por zona de estudio y por estación.

3.5.1 Contribución de copépodos (%) en las zonas de estudio

La abundancia de los copépodos en las distintas zonas de estudio nos permite conocer cuáles son las especies importantes dentro de la comunidad del zooplancton en cada zona. Los resultados de los análisis SIMPER nos ayuda a identificar las especies de copépodos que son más importantes en términos de su contribución en la composición de especies en las diferentes localidades estudiadas.

En estos análisis, los resultados muestran variadas contribuciones, pero con ciertas especies que presentan una alta o significativa contribución dentro de cada zona de estudio como lo es *P. cf. indicus*, el cual presenta una contribución del 37% en Mejillones, 46% en Concepción y 72% en Valparaíso. Esto significa que esta especie de copépodo es relevante en términos de contribución a la variación en la comunidad de especie en las tres áreas de estudio.

El otro caso es *A. tonsa*, el cual presenta un bajo pero significativo porcentaje de contribución en las tres zonas de estudio. Esto puede significar que esta especie es responsable de una proporción relativamente baja en la composición de especies en estas áreas. Por lo tanto, es probable que, al tener una abundancia relativamente baja, no desempeñe un papel tan importante en la ecología o biología dentro de las zonas de estudio como otras especies que presentan una mayor contribución en el análisis SIMPER. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, aunque sea baja la contribución, esta especie puede ser importante para comprender la estructura de las comunidades de copépodos y como esta va cambiando a través del tiempo o en respuestas a los cambios en las variables ambientales.

Tabla 3: Especies de copépodos y su contribución (%) en las zonas de estudio mediante el análisis SIMPER.

Especies Mejillones	%
<i>P. indicus</i>	37,23
<i>C.brachiatus</i>	18,26
<i>A.tonsa</i>	15,75
<i>R. nasutus</i>	11,77
<i>C.chilensis</i>	11,01

Especies Valparaiso	%
<i>P. indicus</i>	71,99
<i>O.similis</i>	15,94
<i>A.tonsa</i>	12,07

Especies Concepción	%
<i>P. indicus</i>	45,63
<i>C.patagoniensis</i>	42,93
<i>A.tonsa</i>	7,83

3.6 Correlación especie/variable ambiental

Los resultados de los análisis BEST, mostraron que existen diferencias significativas entre las variables oceanográficas asociadas a las especies entre las distintas zonas. Se encontraron varios tipos de correlación tanto alta como baja para las distintas especies (tabla 4)

P. cf. indicus mostro una correlación de 0.084 con el oxígeno lo cual se considera una correlación positiva baja o débil, lo que significa que la relación entre la especie y esta variable es pequeña. Es decir, hay una pequeña influencia del oxígeno sobre las abundancias de esta especie, explicando en menor medida los cambios en las distintas estaciones. Sin embargo, dado que es una correlación débil no puede ser considerada estadísticamente significativa.

Por otro lado *C. brachiatus* y *C. chilensis* presentan una correlación positiva moderada (0,558 y 0,658 respectivamente) entre las abundancias de estos copépodos y los niveles de salinidad en el ambiente. Esto sugiere que a medida que aumentan los niveles de salinidad en el ambiente, aumenta la probabilidad de encontrar estas especies en las zonas de estudio.

Tabla 4: Mayores correlaciones entre las especies de estudio con las variables ambientales, a través de análisis BEST en Primer 6.

Sp	Correlación	Variable
<i>P.Indicus</i>	0,084	Oxígeno
<i>C.Brachiatus</i>	0,558	Salinidad
<i>A.Tonsa</i>	0,101	Oxígeno;Salinidad
<i>C.Chilensis</i>	0,658	Salinidad
<i>C.Typicus</i>	0,388	Temperatura
<i>O.similis</i>	0,307	Temperatura
<i>R.nasutus</i>	0,25	Temperatura
<i>C.patagoniensis</i>	0,154	Salinidad

3.7 Distribución latitudinal

A través de los resultados anteriores, podemos ver que el copépodo *P. cf. indicus* ha tenido un alto porcentaje de contribución en las tres zonas de estudio, por lo que su distribución latitudinal es amplia y posiblemente pueda adaptarse a diferentes condiciones ambientales en estas zonas de surgencia. Por otro lado, *A. tonsa* si bien también se encontró en las tres áreas de estudio, presenta una baja pero significativa porcentaje de contribución, aun así, esto no es menor y podría tener un papel importante dentro de las zonas tanto ecológicamente como biológicamente.

Además, las especies *C. brachiatus*, *C. patagoniensis* y *O. similis* presentaron un gran y significativo porcentaje de contribución solo en una zona de estudio cada uno. *C. brachiatus* fue encontrado en Mejillones, mientras que *C. patagoniensis* fue encontrado en Concepción y *O. similis* fue únicamente encontrado en Valparaíso. Todo esto nos da a entender que estas especies presentan una distribución latitudinal más restringida o limitada por las condiciones oceanográficas propias de cada zona.

3.8 Registro OBIS

Luego de tener toda la información de los muestreos y las especies se procedió a traspasar esta información al formato “Darwin Core”. Para ello se crearon tres planillas

de tipo Excel (tablas 5, 6 y 7) que contienen distinta información de los muestreos, las cuales se publicaran en OBIS.

Tabla 5: Planilla “Event Core” para las localidades de Concepción y Valparaíso en las distintas estaciones del año.

eventID	eventDate	decimalLatitude	decimalLongitude	minimumDepthInMeters	maximumDepthInMeters
Stov_ver	2018-03-22	-32,91	-71,86	0	80
Stov_oto	2018-04-22	-32,91	-71,86	0	80
Stov_inv	2018-06-26	-32,91	-71,86	0	80
Stov_pri	2018-09-27	-32,91	-71,86	0	80
Zeuss_ver	2022-01-14	-36,5	-73,11	0	80
Zeuss_oto	2019-05-22	-36,5	-73,11	0	80
Zeuss_inv	2018-07-12	-36,5	-73,11	0	80
Zeuss_pri	2018-10-26	-36,5	-73,11	0	80

La planilla “Event Core” se utilizó para registrar información sobre los eventos de muestreo en un área específica del océano. Esta es esencial para la publicación y el intercambio de datos de biodiversidad marina ya que permite estandarizar la información del muestreo, tales como el tiempo y ubicación geográfica del mismo.

Tabla 6: Planilla “Occurrence” para las localidades de Concepción y Valparaíso en las distintas estaciones del año.

eventID	occurrenceID	scientificName	scientificNameID	scientificNameAuthorship	basisOfRecord	occurrenceStatus
Stov_ver	similis_1	O.similis	106656	Claus, 1866	PreservedSpecimen	Present
Stov_ver	nasutus_1	R.nasutus	104543	Giesbrecht, 1888	PreservedSpecimen	Present
Stov_ver	tonsa_1	A.tonsa	104262	Dana, 1849	PreservedSpecimen	Present
Stov_ver	Euchaeta_1	Euchaeta	104174	Philippi, 1843	PreservedSpecimen	Present
Stov_ver	Clausocalanus_1	Clausocalanus	104161	Giesbrecht, 1888	PreservedSpecimen	Present
Stov_ver	patagoniensis_1	C.patagoniensis	345759	Brady, 1883	PreservedSpecimen	Present
Stov_ver	indicus_1	P.indicus	104683	Wolfenden, 1905	PreservedSpecimen	Present
Stov_oto	similis_2	O.similis	106656	Claus, 1866	PreservedSpecimen	Present
Stov_oto	indicus_2	P.indicus	104683	Wolfenden, 1905	PreservedSpecimen	Present
Stov_oto	Clausocalanus_2	Clausocalanus	104161	Giesbrecht, 1888	PreservedSpecimen	Present
Stov_oto	patagoniensis_2	C.patagoniensis	345759	Brady, 1883	PreservedSpecimen	Present
Stov_inv	similis_3	O.similis	106656	Claus, 1866	PreservedSpecimen	Present
Stov_inv	indicus_3	P.indicus	104683	Wolfenden, 1905	PreservedSpecimen	Present
Stov_inv	Clausocalanus_3	Clausocalanus	104161	Giesbrecht, 1888	PreservedSpecimen	Present
Stov_pri	similis_4	O.similis	106656	Claus, 1866	PreservedSpecimen	Present
Stov_pri	nasutus_4	R.nasutus	104543	Giesbrecht, 1888	PreservedSpecimen	Present
Stov_pri	tonsa_4	A.tonsa	104262	Dana, 1849	PreservedSpecimen	Present
Stov_pri	indicus_4	P.indicus	104683	Wolfenden, 1905	PreservedSpecimen	Present
Stov_pri	Clausocalanus_4	Clausocalanus	104161	Giesbrecht, 1888	PreservedSpecimen	Present
Stov_pri	patagoniensis_4	C.patagoniensis	345759	Brady, 1883	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_ver	indicus_5	P.indicus	104683	Wolfenden, 1905	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_ver	patagoniensis_5	C.patagoniensis	345759	Brady, 1883	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_oto	indicus_6	P.indicus	104683	Wolfenden, 1905	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_oto	patagoniensis_6	C.patagoniensis	345759	Brady, 1883	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_oto	similis_6	O.similis	106656	Claus, 1866	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_inv	tonsa_7	A.tonsa	104262	Dana, 1849	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_inv	Euchaeta_7	Euchaeta	104174	Philippi, 1843	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_inv	patagoniensis_7	C.patagoniensis	345759	Brady, 1883	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_pri	nasutus_8	R.nasutus	104543	Giesbrecht, 1888	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_pri	tonsa_8	A.tonsa	104262	Dana, 1849	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_pri	patagoniensis_8	C.patagoniensis	345759	Brady, 1883	PreservedSpecimen	Present
Zeuss_pri	indicus_8	P.indicus	104683	Wolfenden, 1905	PreservedSpecimen	Present

En “Occurrence” se registró información sobre las ocurrencias observadas de los organismos en cada área de estudio. Incluyendo información de sus científicos, la autoría de la especie y el estado de cómo fueron observadas las ocurrencias. Esta planilla se vincula directamente con la planilla “Even Core” a través del término eventID permitiendo que la información se presente de manera coherente, facilitando el análisis e integración de los datos entre las diferentes planillas.

Tabla 7: Planilla “eMoF” para las localidades de Concepción y Valparaíso en las distintas estaciones del año.

EventID	occurrenceID	measurementType	measurementTypeID	measurementValue	measurementUnit	measurementUnitID
STOV_ver		Sea-Bird SBE 25	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/L22/current/TOOL0040/			
STOV_ver		WP-2	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/L22/current/NETT0168/	200	um	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UMIC/
STOV_ver		Water Temperature	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P01/current/TEMPST01/	13,1887137	Degrees Celsius (°C)	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPAA/
STOV_ver		Salinity	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P01/current/PSALST01/	34,209		
STOV_ver		Dissolved Oxygen	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P01/current/DOXYZZXX/	3,49755223	ml L-1	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UMLL/
STOV_ver	similis_1	Abundance	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P02/current/ZATX/	14944	Number per cubic metre	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPMM/
STOV_ver	nasutus_1	Abundance	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P02/current/ZATX/	96	Number per cubic metre	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPMM/
STOV_ver	tonsa_1	Abundance	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P02/current/ZATX/	160	Number per cubic metre	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPMM/
STOV_ver	Euchaeta_1	Abundance	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P02/current/ZATX/	64	Number per cubic metre	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPMM/
STOV_ver	clausocalanus_1	Abundance	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P02/current/ZATX/	608	Number per cubic metre	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPMM/
STOV_ver	patagoniensis_1	Abundance	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P02/current/ZATX/	864	Number per cubic metre	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPMM/
STOV_ver	indicus_1	Abundance	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P02/current/ZATX/	12544	Number per cubic metre	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPMM/
Stov_oto		Sea-Bird SBE 25	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/L22/current/TOOL0040/			
Stov_oto		WP-2	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/L22/current/NETT0168/	200	um	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UMIC/
Stov_oto		Water Temperature	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P01/current/TEMPST01/	12,7285605	Degrees Celsius (°C)	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPAA/
Stov_oto		Salinity	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P01/current/PSALST01/	34,3846349		
Stov_oto		Dissolved Oxygen	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P01/current/DOXYZZXX/	3,12484074	ml L-1	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UMLL/
Stov_oto	similis_2	Abundance	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P02/current/ZATX/	1704	Number per cubic metre	http://vocab.nerc.ac.uk/collection/P06/current/UPMM/

Por último, la planilla “eMoF” contiene la información de las mediciones o hechos asociados a las “ocurrencias” de especies registradas. Esta planilla está ligada a las anteriores, así, teniendo estas tres planillas nos es posible poder subir la información a la plataforma OBIS, cumpliendo así el último objetivo de este trabajo.

4.- Discusión

Las zonas de estudio en el presente seminario (Mejillones, Valparaíso y Concepción) son zonas reconocidas por su alta actividad biológica, dado que se encuentran en zonas de surgencias costeras (Fierro-González, 2019). Sin embargo, no presentan el mismo patrón de variabilidad. De acuerdo con el dendrograma realizado, se observó que las zonas de Mejillones y Valparaíso tienen una mayor similitud en términos de condiciones climáticas durante las diferentes estaciones del año, difiriendo con Concepción, el cual muestra un patrón notoriamente estacional, esto sugiere que las condiciones ambientales podrían ser un factor importante en las respuestas ecológicas de las especies que estructuran las comunidades biológicas. En este estudio se observó que la abundancia numérica de copépodos varía entre las distintas zonas de estudio y que esta variación está influenciada por varios factores ambientales, como la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

Es importante mencionar que, aunque se han realizado estudios sobre la dominancia de especies de copépodos en las costas de nuestro país, se requieren de estudios detallados que permitan hacer análisis de distribución más completos y precisos. Por esta razón la información obtenida en este estudio se dejó en el formato Darwin Core como iniciativa para poner a disposición este conjunto de datos en la plataforma OBIS, de

forma que queden accesibles en línea y para todo público. Este formato utiliza términos para describir la información del muestreo y biodiversidad, creando un inventario completo con las especies dominantes y las variables ambientales registradas. Esto permitirá acceder a información detallada sobre la distribución de especies de copépodos en nuestras costas.

Es necesario destacar que algunos de los copépodos presentaron una contribución más significativa en la comunidad de especies que otras. Como por ejemplo *P. cf. indicus* es una especie importante en términos de contribución a la variación en la comunidad de especies en las tres zonas de estudio, como también lo es *A. tonsa*, pero presentando una contribución relativamente baja a la comunidad de especies. Sin embargo, las especies que contribuyen con un bajo porcentaje aun así pueden ser importantes para comprender la estructura de las comunidades de copépodos y como estas varían a través del tiempo o en respuesta a cambios en las variables ambientales. Las contribuciones pueden ayudar entregando información útil sobre que especies de copépodos son más sensibles a los cambios ambientales o cuáles son importantes en términos de su papel en la trama trófica, ayudándonos así a identificar especies importantes para la ecología y la biología de estos organismos.

Las correlaciones entre la presencia de las especies de copépodos y las variables ambientales fueron variadas dependiendo de cada especie. *C. brachiatus* y *C. chilensis* presentaron una correlación positiva moderada entre su presencia y los niveles de salinidad en la zona. Sin embargo, es importante destacar que la correlación no implica eventualidad y es posible que otros factores influyan también en la distribución de las especies.

Los resultados nos indican que *P. cf. indicus* es una especie con una alta distribución latitudinal, ya que se encontró en las tres zonas de estudio con un alto porcentaje de contribución. Esto nos puede decir que esta especie posee una capacidad de adaptación diferente a las demás especies, permitiéndole vivir en diferentes condiciones de las zonas de surgencia. Por otro lado *A. tonsa* parece estar más limitada y puede tener preferencia a condiciones ambientales específicas.

Para las demás especies como lo son *O. similis*, *C. brachiatus* y *C. chilensis* mostraron porcentajes de contribución significativos solo en una zona de estudio. Esto sugiere que la distribución latitudinal de estos copépodos puede estar influenciada por factores ambientales específicos en cada zona.

En cuanto a las especies que no mostraron una dominancia notoria en alguna de las zonas de estudio, se debe rescatar que ciertas especies mostraron predominancia, como lo fue *R. nasutus* que, si bien no fue dominante en Valparaíso, esta especie mostró una mayor abundancia relativa en comparación con otras especies en la comunidad.

Los estudios han demostrado que los copépodos dominantes en estas zonas pueden variar en función de las variables ambientales. En las costas de Concepción por ejemplo *A. tonsa* es dominante mayormente en verano, por lo cual esto puede estar relacionado con las variaciones estacionales en las distintas variables ambientales.

En general, estos resultados indican que la distribución latitudinal de los copépodos en estas tres zonas de surgencia es compleja y puede estar influenciada por factores ambientales específicos de cada zona. Además, los diferentes patrones de abundancia y distribución de los copépodos pueden proporcionarnos valiosa información sobre las interacciones ecológicas y las adaptaciones de estos organismos en su entorno.

En resumen, la dominancia y la predominancia de especies de copépodos en las zonas de surgencia de Chile varían en función de las variables ambientales como la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Afectando así la distribución y abundancia de las especies de copépodos, lo que a su vez tiene un impacto en la estructura y funcionamiento de estas zonas de importancia en nuestro país.

5.- Conclusión

En conclusión, los copépodos dominantes en las zonas de Concepción, Valparaíso y Mejillones presentan una distribución latitudinal diferente, lo cual puede explicarse como una respuesta diferencial a las condiciones oceanográficas de cada zona.

En la zona de Concepción, se encontró que las especies dominantes fueron *P. cf. indicus* y *C. patagoniensis*. Por otro lado, en Valparaíso, se observó una mayor dominancia de *P. cf. indicus*, seguido de *O. similis*, aunque *P. cf. indicus* mostró una contribución más significativa dentro de esta zona. En el caso de Mejillones, se evidenció una menor dominancia de *P. cf. indicus*, pero una mayor abundancia y diversidad de otras especies de copépodos en esta zona. Por lo tanto, indica que existen diferencias en la dominancia de especies de copépodos entre las distintas zonas estudiadas.

A pesar de las diferencias en las dominancias y sus porcentajes de contribución, se observan algunas similitudes entre zonas. Por ejemplo, Mejillones y Valparaíso muestran similitudes por sus condiciones oceanográficas durante las distintas estaciones y su alta diversidad de especies. Al contrario de Concepción con una variabilidad diferente en las distintas estaciones del año. Por otro lado, Concepción en otoño y Mejillones, muestran una baja dominancia en la comunidad de copépodos.

En particular, *P. cf. indicus* mostró una baja relación con las variables ambientales ya que estuvo presente en las tres zonas lo cual demuestra una mayor adaptabilidad a las distintas condiciones ambientales. Por otro lado, se encontró que *C. brachiatus*, *C. patagoniensis* y *C. chilensis* están directamente relacionados con la salinidad de manera positiva. Esto significa que, a mayor salinidad en el ambiente, aumenta la probabilidad de encontrar estas especies. Podemos decir entonces que existe una relación entre las especies de copépodos y las variables ambientales en las zonas de surgencia estudiadas, aunque estas relaciones varían entre especie y zona.

En cuanto a la relación entre las especies de copépodos y las variables ambientales, se pudo evidenciar que existen diferencias significativas en la relación entre las especies de copépodos y estas variables en las distintas zonas de estudio. Estos hallazgos nos permiten inferir que las distribuciones latitudinales de las especies de copépodos varían, ya que cada una responde de manera diferente frente a los cambios en las condiciones oceanográficas en las aguas de nuestro país. Por lo tanto, se concluye que se acepta la hipótesis de una distribución latitudinal diferenciada entre especies de copépodos dominantes, asociadas a las variaciones locales de las zonas de surgencia costera en Chile.

6.- Bibliografía

Alcaraz, M. (1977). Ecología, competencia y segregación en especies congénicas de copépodos (Acartia).

Ballester, B., Clarot, A., & Bustos, V. (2014). Chacaya 2: reevaluación de un campamento Arcaico Tardío (6000 al 4000 Cal ap) de la costa de Mejillones, ii Región, Chile. *Werkén*, (15), 31-48.

Bradford, J. M. (1978). *Paracalanus indicus* Wolfenden and *Corycaeus aucklandicus* Kraemer, two neritic pelagic copepods from New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 8(2), 133-141.

Brady, G.S. (1883). Report on the Copepoda collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. *Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the Years 1873-76, Zoology*. 8 (part 23): 1-142, pl. 1-55.

Castro, L. R., Troncoso, V. A., & Figueroa, D. R. (2007). Fine-scale vertical distribution of coastal and offshore copepods in the Golfo de Arauco, central Chile, during the upwelling season. *Progress in Oceanography*, 75(3), 486-500.

Cepeda, G. D., Sabatini, M. E., Scioscia, C. L., Ramírez, F. C., & Viñas, M. D. (2016). On the uncertainty beneath the name *Oithona similis* Claus, 1866 (Copepoda, Cyclopoida). *ZooKeys*, (552), 1.

Cervetto, G., Gaudy, R., & Pagano, M. (1999). Influence of salinity on the distribution of *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 239(1), 33-45.

Dussart, B. H. (1979). *Algunos copépodos de América del Sur* (No. 30). Museo Nacional de Historia Natural.

Edward, V. O. K. (2019). Taxonomía, distribución y aspectos ecológicos de los copépodos (Crustacea: Copepoda) de charcas temporales del estado de Jalisco.

Escribano, R., & Hidalgo, P. (2000). Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80(2), 283-290.

Escribano, R., & Hidalgo, P. (2001). Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, norte de Chile (23° S). *Revista de biología marina y oceanografía*, 36(1), 43-60.

Fierro González, P. A. (2019). Estructura comunitaria de copépodos pelágicos asociados a montes submarinos de la Dorsal Juan Fernández (32-34° S) en el Pacífico Sur Oriental.

Franco Cisterna, B. A. (2016). Caracterización de la microbiota gastro-intestinal del zooplancton asociado a la zona de mínimo oxígeno frente a Chile.

García-Herrera, N., Cornils, A., Laudien, J., Niehoff, B., Höfer, J., Försterra, G., ... & Richter, C. (2022). Seasonal and diel variations in the vertical distribution, composition, abundance and biomass of zooplankton in a deep Chilean Patagonian Fjord. *PeerJ*, 10, e12823.

González Espinoza, C. A. (2019). Variabilidad oceanográfica espacial y su impacto sobre la estructura comunitaria, filogeografía y biogeoquímica del zooplancton pelágico en el Pacífico Suroriental.

Herrera, J. A. (2004). Las sociedades costeras tardías en la península de Mejillones y el litoral de Antofagasta, norte de Chile. *Chungará (Arica)*, 36, 543-546.

Hidalgo, P., Escribano, R., & Morales, C. E. (2005). Annual life cycle of the copepod *Eucalanus inermis* at a coastal upwelling site off Mejillones (23 S), northern Chile. *Marine Biology*, 146(5), 995-1003.

Hidalgo, P., & Escribano, R. (2007). Coupling of life cycles of the copepods *Calanus chilensis* and *Centropages brachiatus* to upwelling induced variability in the central-southern region of Chile. *Progress in Oceanography*, 75(3), 501-517.

Hidalgo, P., & Escribano, R. (2008). The life cycles of two coexisting copepods, *Calanus chilensis* and *Centropages brachiatus*, in the upwelling zone off northern Chile (23° S). *Marine biology*, 155, 429-442.

Hidalgo, P., Escribano, R., Fuentes, M., Jorquera, E., & Vergara, O. (2012). How coastal upwelling influences spatial patterns of size-structured diversity of copepods off central-southern Chile (summer 2009). *Progress in Oceanography*, 92, 134-145.

Kjørboe, T., Saiz, E., & Viitasalo, M. (1996). Prey switching behaviour in the planktonic copepod *Acartia tonsa*. *Marine Ecology Progress Series*, 143, 65-75.

Marín, V. I. C. T. O. R., Rodríguez, L. U. I. S., Vallejo, L., Fuenteseca, J., & Oyarce, E. (1993). Efectos de la surgencia costera sobre la productividad primaria primaveral de Bahía Mejillones del Sur (Antofagasta, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural*, 66(4), 479-491.

Leonardo R. Castro, Victor A. Troncoso, Dante R. Figueroa, (2007). Fine-scale vertical distribution of coastal and offshore copepods in the Golfo de Arauco, central Chile, during the upwelling season,

PALMA, S. (1994). Distribución y abundancia de larvas de langostino colorado *Pleuroncodes monodon* frente a la costa de Concepción, Chile. *Investigaciones marinas*, 22, 13-29.

Pérez Seijas, G. M., Ramírez, F. C., & Viñas, M. D. (1987). Variaciones de la abundancia numérica y biomasa del zooplancton de red en el Golfo San Jorge (año 1985).

Ramírez, F. C. (1978). Zooplancton y producción secundaria. Parte I. Distribución y variación estacional de los copépodos. *Campa-as de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino por los B/T'Shinkai Maru'y'Walther Herwig'y B/P'Marburg', a-os*, 202-212.

Schnack-Schiel, S. B., Niehoff, B., Hagen, W., Böttger-Schnack, R., Cornils, A., Dowidar, M. M., ... & Richter, C. (2008). Population dynamics and life strategies of *Rhincalanus nasutus* (Copepoda) at the onset of the spring bloom in the Gulf of Aqaba (Red Sea). *Journal of Plankton Research*, 30(6), 655-672.

Libros:

Catálogo de los copépodos (Crustacea: Copepoda: Calanoida y Cyclopoida) de cuerpos de agua temporales de Jalisco, México. Taxonomía y distribución
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9hZIEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=copepodos+ficha+taxon%C3%B3mica&ots=MKmoTv3tFk&sig=9zUCTv7d6Jh8SrWjaCTiYS07k-o#v=onepage&q=copepodos%20ficha%20taxon%C3%B3mica&f=false>