



Universidad de Concepción  
Facultad de Ciencias Naturales y  
Oceanográficas



# **Distribución vertical de larvas de *Munida gregaria* (Fabricius, 1793) en el sistema de canales del Sur Austral de Chile.**

César Antonio Henríquez González

Profesor Guía: Dr. Leonardo Castro

Seminario de título presentado al:

Departamento de Oceanografía  
de la Universidad de Concepción.

Para optar al título profesional de

Biólogo Marino

Concepción, Chile

Mayo, 2020

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

Profesor Guía

---

Dr. Leonardo Castro  
Universidad de Concepción, Concepción

Ha sido aprobada por la  
Siguiente comisión evaluadora:



---

Dr. Leonardo Castro  
Universidad de Concepción, Concepción

:

---

Dr. Diego Narváez  
Universidad de Concepción, Concepción

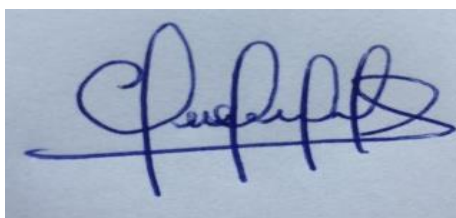
---

Dr. Fabián Tapia  
Universidad de Concepción, Concepción

## AUTORIZACIÓN

Quien suscribe, César Antonio Henríquez González, Rut: 17.187.660-5, alumno del Programa Seminario de Título Biología Marina, que imparte la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, de la Universidad de Concepción, declara ser autor de la “**Distribución vertical de larvas de *Munida gregaria* (Fabricius, 1793) en el sistema de canales del Sur Austral de Chile**” y conceder derecho de publicación, comunicación al público y reproducción de esa obra, en forma total o parcial en cualquier medio y bajo cualquier forma del mismo, a la Universidad de Concepción, Chile, para formar parte de la colección material o digital de cualquiera de las Bibliotecas de la Universidad de Concepción y del Repositorio Institucional UdeC. Esta autorización es de forma libre y gratuita, y considera la reproducción de la obra con fines académicos y de difusión tanto nacional como internacionalmente.

Asimismo, quien suscribe declara que dicha obra no infringe derechos de autor de terceros.



.....  
(FIRMA)



A mis padres y hermanos quienes me han apoyado incondicionalmente para lograr mis metas a lo largo de mi vida, a ellos este trabajo. Le agradezco a cada uno por la paciencia y los consejos que me hicieron mejor persona.  
Son la mejor familia

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la Dr. Leonardo Castro por recibirme en el Laboratorio de Oceanografía y Ecología Larval (Lopel), por guiarme académicamente compartiéndome sus conocimientos y darme la posibilidad de desenvolverme profesionalmente, permitiéndome embarcarme en diferentes proyectos dentro del laboratorio, agradecer por los consejos de vida que en su momento me brindo, debido a situaciones personales vividas.

A Pamela Barrientos encargada de laboratorio que me guío desde un comienzo a enfocarme y a lograr los objetivos de mi tesis, respondiendo a mis dudas cada vez que lo necesite.

A Samuel Soto que estuvo presente durante toda la tesis, dando ideas, respondiendo dudas, pero lo más importante fue el apoyo en los análisis estadísticos. A Eduardo Escalona por ayudarme en la identificación de los estadios larvales de *M. gregaria* y a Eduardo Flores por responder dudas que surgieron en su momento y embarcado en la embarcación Kay- Kay II me ayudo a resolverlas.

Agradecimientos al Centro IDEAL por apoyo en transporte personal, materiales y equipos a Punta Arenas para embarque en zona Sur".

Si me preguntaran que aprendiste en este laboratorio, mi respuesta seria, que buen trabajo en equipo.... Afírmate ¡¡¡¡¡. Grande familia LOPEL.

Por último, el agradecimiento más importante es para mi familia, mi madre mis hermanos y mi padre que la vida no le alcanzo para verme como un profesional. A pesar de todos los momentos difíciles, gracias a ellos he culminado mi primer logro académico importante y son las personas que me han apoyado toda mi vida sin jamás abandonarme, darle las gracias a los amigos que estuvieron presentes en esas conversaciones sin fin en busca de soluciones a tantas situaciones vividas..... Feliz de terminar este proceso, con personas como ustedes.

## ÍNDICE

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| • Resumen .....                                                                                       | 1  |
| • Introducción .....                                                                                  | 3  |
| • Hipótesis .....                                                                                     | 8  |
| • Objetivo General .....                                                                              | 8  |
| • Objetivos Específicos.....                                                                          | 8  |
| • Metodología .....                                                                                   | 9  |
| ▪ Análisis de datos.....                                                                              | 10 |
| ▪ Análisis Estadísticos .....                                                                         | 10 |
| ▪ Análisis de Datos Hidrográficos .....                                                               | 12 |
| ▪ Relación hidrografía y distribución vertical de larvas de <i>M. gregaria</i> .....                  | 12 |
| • Resultados.....                                                                                     | 14 |
| ▪ Características hidrográficas.....                                                                  | 14 |
| ▪ Secciones verticales de hidrografía. ....                                                           | 15 |
| ▪ Distribución vertical y abundancia de larvas de <i>M. gregaria</i> . ....                           | 17 |
| ▪ Distribución vertical de <i>M. gregaria</i> sobre secciones verticales de hidrografía .....         | 19 |
| ▪ Distribución vertical de la profundidad promedio (Centroides) de larvas de <i>M. gregaria</i> ..... | 22 |
| ▪ Distribución vertical de <i>M. gregaria</i> y altura de marea. ....                                 | 26 |
| • Discusión .....                                                                                     | 28 |
| • Conclusión .....                                                                                    | 37 |
| • Referencias.....                                                                                    | 39 |
| • Figuras.....                                                                                        | 45 |
| • Tablas .....                                                                                        | 58 |

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ubicación de las estaciones Yo-Yo en la Patagonia Sur de Chile (Cimar 15, Golfo Almirante Montt, Cimar 16, Seno Otway). .....                                                                                                                                                                           | 45 |
| Figura 2. Identificación de masas de agua mediante Diagramas T-S. Golfo Almirante Montt (A), Seno Otway (B). .....                                                                                                                                                                                                | 46 |
| Figura 3. Secciones verticales temporales, de temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno disuelto (mnl O <sub>2</sub> /L) y densidad (sigma-t) en la estación Yo-Yo, realizado en el Golfo Almirante Montt, entre 2 y 3 de noviembre del 2009. ....                                                               | 47 |
| Figura 4. Secciones verticales temporales, de temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno disuelto (mnl O <sub>2</sub> /L) y densidad (sigma-t) en la estación Yo-Yo, realizado en el Seno Otway, entre 24 y 25 de octubre 2010. ....                                                                              | 48 |
| Figura 5. Abundancia total (ind/1000 m <sup>3</sup> ) de larvas de M. gregaria, en el Golfo Almirante Montt y Seno Otway. ....                                                                                                                                                                                    | 49 |
| Figura 6. Abundancia promedio de larvas de M. gregaria (ZI (A), ZII (B), ZIII (C)) por día y noche, más su Desviación Estándar (línea horizontal), por un periodo de 30 horas entre el 2 y 3 de noviembre 2009 en el Golfo Almirante Montt. ....                                                                  | 50 |
| Figura 7. Abundancia promedio de larvas de M. gregaria (ZI (A), ZII (B), ZIII (C), ZIV(D) por día y noche, más su Desviación Estándar (línea horizontal), por un periodo de 30 horas entre el 24 y 25 de octubre 2010 en el Seno Otway. ....                                                                      | 51 |
| Figura 8. Abundancias de ZI, ZII, ZIII, expresadas en círculos de distinto tamaño sobrepuestas a secciones temporales verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y densidad en el Golfo Almirante Montt. Ubicación de los círculos corresponde a profundidad media. ....                                       | 52 |
| Figura 9. Abundancias de ZI, ZII, ZIII, ZIV, expresadas en círculos de distinto tamaño sobrepuestas a secciones temporales verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y densidad en el Seno Otway. Ubicación de los círculos corresponde a profundidad media del estrato muestreado con red Tucker Trawl. .... | 53 |
| Figura 10. Profundidades medias (Centroides) de las distribuciones verticales de cada estadio de desarrollo (ZI, ZII, ZIII) de M. gregaria, sobrepuestas a las secciones verticales temporales de variables hidrográficas durante las 30 horas en Golfo Almirante Montt. ....                                     | 54 |
| Figura 11. Profundidades medias (Centroides) de las distribuciones verticales de cada estadio de desarrollo (ZI, ZII, ZIII y ZIV) de M. gregaria, sobrepuestas a las secciones verticales temporales de variables hidrográficas durante las 30 horas en Seno Otway. ....                                          | 55 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 12. Abundancia integrada ind/m <sup>2</sup> en la columna de agua de cada estado de desarrollo durante las 24 horas de muestreo con sobreposición de altura de marea (A(ZI), B(ZII), C(ZIII)) en el Golfo Almirante Montt.....                                                              | 56 |
| Figura 13. Abundancia integrada ind/m <sup>2</sup> en la columna de agua de cada estado de desarrollo durante las 24 horas de muestreo con sobreposición de altura de marea A(ZI), B(ZII), C(ZIII), D(ZIV) en el Seno Otway. ....                                                                  | 57 |
| Tabla 1. Características hidrográficas de las masas de aguas presentes en la Patagonia Sur Austral de Chile, según (Sievers & Silva, 200.....                                                                                                                                                      | 58 |
| Tabla 2. Clasificación de un estuario según los aportes de agua salada y dulce. (Sievers & Silva, 2006). ....                                                                                                                                                                                      | 58 |
| Tabla 3. Cruceros con los sectores y sus respectivas fechas donde se realizó el muestreo espacio-temporal (estación Yo-yo), se realizaron estaciones tanto de día como de noche y el número total de estaciones realizadas en las 30 horas de trabajo.....                                         | 58 |
| Tabla 4. Abundancia (ind/1000m <sup>3</sup> ) de M. gregaria (ZI, ZII, ZIII) por estrato de profundidad en el Golfo Almirante Montt, a diferentes horas del día, (Día vs Noche). ....                                                                                                              | 59 |
| Tabla 5. Abundancia (ind/1000m <sup>3</sup> .) de M. gregaria (ZI, ZII, ZIII, ZIV) por estrato de profundidad en el Seno Otway, a diferentes horas del día, (Día vs Noche).....                                                                                                                    | 60 |
| Tabla 6. Resultados de test estadístico Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas en la abundancia promedio de larvas de M. gregaria entre el día/noche, en el Golfo Almirante Montt y el Seno Otway.....                                                                  | 60 |
| Tabla 7. Profundidad (m) de los centroides a diferentes horas del día (Día y noche*) de cada estadio larval encontrado (ZI, ZII, ZIII) en el Golfo Almirante Montt, con su respectivo promedio y desviación estándar. ....                                                                         | 61 |
| Tabla 8. Profundidad (m) de los centroides a diferentes horas del día (Día y noche*) de cada estadio larval encontrado (ZI, ZII, ZIII, ZIV) en el Seno Otway, con su respectivo promedio y desviación estándar. ....                                                                               | 61 |
| Tabla 9. Resultados de test estadístico Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas en la distribución vertical de larvas de M. gregaria entre el día/noche, en el Golfo Almirante Montt y el Seno Otway. ....                                                               | 62 |
| Tabla 10. Correlación de Spearman entre la profundidad de los centroides de los estadios de desarrollo de M. gregaria vs la profundidad de las variables ambientales (clinas) (rho = grado de asociación) junto con la significancia (valor p), para el Golfo Almirante Montt y el Seno Otway..... | 62 |

Tabla 11. Correlación de Spearman entre la profundidad de los centroides de los estadios de desarrollo de *M. gregaria* vs los valores medidos de las variables ambientales a la misma profundidad de los centroides ( $\rho$  = grado de asociación) junto con la significancia (valor p), para el Golfo Almirante Montt y el Seo Otway. .... 63

Tabla 12. Resultados de test estadístico Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas entre los estadios de desarrollo y la profundidad promedio (Centroide) según su desarrollo ontogénico..... 63

Tabla 13. Resultados de test estadístico Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas entre la marea llenante y vaciante y la profundidad promedio (Centroide) de los diferentes estadios larvales de *M. gregaria*, en el Golfo Almirante Montt y Seno Otway. .... 64



## RESUMEN

El langostino de los canales *Munida gregaria* es un pequeño crustáceo decápodo, que se distribuye ampliamente en aguas costeras del sur de Sudamérica, en el Océano Pacífico Suroeste y el Océano Atlántico Sur Oeste. Su alimentación se sostiene a través de la depredación y en el consumo de materia orgánica particulada (depositívoros). Son presas importantes para diversos depredadores como peces, mamíferos y aves marinas, generando un flujo de energía de niveles basales a niveles superiores. Actualmente existe poca información sobre la distribución vertical de sus estadíos larvales y los potenciales efectos de los gradientes oceanográficos. El objetivo de este estudio fue, determinar la distribución vertical de larvas de *M. gregaria* en los canales y fiordos en el extremo sur de la Patagonia. Se utilizaron muestras colectadas en dos cruceros, Cimar-Fiordo 15 realizado en noviembre del año 2009 y visitando el Golfo Almirante Montt entre el 2 y 3 de noviembre, y el Cimar-Fiordo 16, realizado el año 2010, incluyendo el Seno Otway entre el 24 y 25 de octubre del mismo año. Las muestras fueron obtenidas en estaciones de procesos (Yo-Yo) de forma estratificada (0-10, 10-25-, 25-50, 50-150 m) con una red Tucker Trawl de 1 m<sup>2</sup> de boca, 300 µm de trama durante un periodo por 30 horas, fueron combinados con perfiles CTD con frecuencia cada 3 horas. Ambos tipos de muestreos se analizaron en conjunto para determinar el efecto de las variables oceanográficas en la distribución de los diferentes estadíos larvales de *M. gregaria*. Los datos de hidrografía señalan que el Golfo Almirante Montt es más somero que el Seno Otway, con características hidrográficas más estuarinas, con temperaturas y salinidades menores, en tanto los mayores registros de temperatura y salinidad estuvieron en el Seno Otway. Al comparar los estadios larvales entre Golfo Almirante Montt y Seno Otway, los estadios larvales en el año 2009 abarcaron desde ZI a ZIII, en cambio para el año 2010 abarcaron desde ZI a ZIV, siendo la más abundante ZI en ambas zonas. La abundancia promedio de Zoea I en el Golfo Almirante Montt fue mayor durante el día, en cambio en el Seno Otway fue durante la noche, en ambos sectores de distribuyeron entre la superficie y los 150 m y va disminuyendo la abundancia con la profundidad. La distribución vertical día vs noche (profundidad media) de ZI Y ZII en el Golfo Almirante Montt no evidencio diferencias, en cambio en el Seno Otway ZI sí presentó diferencias, durante la noche están más someras y durante el día se profundizan. ZI en el Golfo Almirante Montt presentó una alta correlación entre la profundidad de los centroides y la oxiclina, en cambio en el Seno Otway fue con la termoclina. En ambos sectores no presentaron una migración diurna-nocturna influenciadas por la marea llenante y vaciante. En resumen, las larvas de *M. gregaria* presentaron mayor abundancia en aguas más templadas, menos saladas, menos densas y más oxigenadas y las variables oceanográficas como la termoclina y oxiclina pueden interferir en la distribución vertical, en cambio la marea puede influenciar el transporte horizontal y no vertical.

## ABSTRACT

The squat lobster *Munida gregaria* is a small decapod crustacean widely distributed in Southamerican coastal waters, in southeast Pacific Ocean and in the southwest Atlantic Ocean. It's feeding habits include depredation and the consumption of particulate organic matter. They are prey of various predators such as fishes, mammals and seabirds, generating a flux of energy from basal to higher trophic levels. At the present time, little is known about the vertical distribution of the larval stages and the potential effects of the oceanographic gradients. The objective of this study was to determine the vertical distribution of *M. gregaria* larvae in channels and fjords in the south Chilean Patagonia. The samples were collected in two cruises, Cimar-Fjord 15 during November in 2009 which visited the Almirante Montt Gulf between November 2-3, and the Cimar-Fjord 16, during 2010 that included the Otway sine between October 24-25. Stratified zooplankton samples (0-10, 10-25, 25-50, 50-150m depth) were obtained every 3 hours at the "process stations" (Yo-Yo) utilizing a Tucker Trawl net (1 m<sup>2</sup> mouth opening, 300 µm mesh) for 30 hours. Also, CTD profiles of the water column were obtained with a 3-hour frequency. Both kinds of samplings were analyzed altogether to determinate the effects of oceanographical variables on the distribution of the different larvae stages of *M. gregaria*. Hydrographically, Almirante Montt gulf is shallower, with more estuarine characteristics, lower salinity and temperature than Otway sine. Larval stages present in these two locations in the year 2009 were ZI to ZIII. During the year 2010 they included ZI to ZIV, being ZI the most abundant larvae in both zones. While the highest mean abundance of ZI occurred during the day, in the Otway sine ZI was more abundant during the night. In both locations they were distributed between the surface and 150 m of depth, and the abundance decreased with depth. The vertical distribution of ZI and ZII day vs night (mean depth) in Almirante Montt gulf showed no differences, instead in Otway sine ZI presented differences being shallower during the night and deepening in the day. While ZI presented a high correlation between the centroid depths and oxycline in the Almirante Montt gulf, in the Otway sine they were more correlated with the thermocline. In both locations, there were no migrations influenced by the flooding and ebbing tides. In summary, larvae of *M. gregaria* were more abundant in temperate, less saline, low in density and more oxygenated waters. The oceanographic variables such as thermocline and oxycline can interfere with the vertical distribution. Tides could influence the horizontal transport but not the vertical distribution.

## INTRODUCCIÓN

La Patagonia chilena ( $47^{\circ}18' \text{ S} - 55^{\circ} 58' \text{ S}$ ) está integrada por una serie de canales, fiordos, senos y bahías (Valdenegro & Silva, 2003) y compone uno de los sistemas estuarinos más extensos con aproximadamente  $1.600 \text{ km}^2$  de longitud de costa, con un área de alrededor de  $240.000 \text{ km}^2$  (Villenas *et al.*, 2009). Los sistemas estuarinos se clasifican en 3 categorías dependiendo de las proporciones de agua dulce y salada que los componen; agua estuarina-salada, con aproximadamente un 66% de agua de mar (21 a 31 psu), estuarina-salobre, entre 33 y 66% de agua de mar (11 a 21 psu) y estuarina-dulce, menos de 33% de agua de mar (2 a 11 psu) (Sievers & Silva, 2006). Estas zonas juegan un rol importante en la distribución de parámetros oceanográficos, presentando restricciones en el intercambio de agua en algunos lugares, generando áreas con características particulares que muestran diferencias entre los canales que conforman este sistema (Valdenegro & Silva, 2003).

La Patagonia se divide en 3 zonas, Norte, Centro y Sur. En estas áreas se han identificado diferentes masas de agua. En la zona Norte ( $41^{\circ} - 46^{\circ}\text{S}$ ) se encuentran Aguas Subantárticas (ASAA) que se extienden hasta 150 m de profundidad, remanentes del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) entre 150 y 300 m, y Agua Intermedia Antártica (AIAA) bajo 300 m. En el Centro ( $47^{\circ} - 52^{\circ}\text{S}$ ) se ha identificado ASAA hasta 150 m, un núcleo de AESS entre 200 y 300 m, un núcleo de AIAA con una profundidad alrededor de 600 m. En tanto en la zona Sur ( $52^{\circ} - 56^{\circ}\text{S}$ ) de la Patagonia se identifican Agua Subantárticas (ASAA) hasta 150 m de profundidad, esta masa de agua al mezclarse con el Agua Estuarina (AE) del sector se genera el Agua Subantártica Modificada (ASAAM) con salinidad entre 31 y 33 psu (Sievers & Silva, 2006).

El extremo sur de la Patagonia presenta características termohalinas propias de los cuerpos de agua provenientes tanto del Océano Pacífico como Atlántico, al igual que el agua dulce procedente del continente que fluyen hacia los estrechos, fiordos y canales (Valdenegro & Silva, 2003). A lo largo de la

Patagonia chilena, desde el año 1995 se han venido realizando cruceros oceanográficos organizados por el Comité Oceanográfico Nacional (CONA). Parte del crucero oceanográfico Cimar-Fiordos 15, llevado a cabo el año 2009, fue realizado en el golfo Almirante Montt que es la continuación del Canal Valdés y es el término del acceso marítimo a Puerto Natales, el cual presenta aportes de agua dulce proveniente de esteros que desembocan en él: por el noreste, el estero Última Esperanza, al sur el estero Obstrucción, al suroeste el estero Poca Esperanza y al noroeste el estero Worsley (Silva, 2010).

En el Golfo Almirante Montt la temperatura varía entre 6,0 y 7,2 °C a nivel superficial, al profundizarse la temperatura se mantiene en 7° C, en tanto la salinidad superficial fluctúa entre 14,6 y 29,3 psu, y con la profundidad la salinidad aumenta rápidamente hasta un máximo de 32 psu (Silva, 2010).

Luego, el crucero Cimar-Fiordos 16 realizado al año siguiente, incluyó el seno Otway, el cual se considera un mar interior dadas las características propias de este sector (Coloane, 2003). Presenta una orientación noreste-suroeste, se conecta con el Seno Skyring por medio del Canal Fitz Roy y al Estrecho de Magallanes a través de Canal Jerónimo (Valdenegro, 2003). El Seno alcanza profundidades aproximadas de 400 m (Valdenegro, 2003) y presenta una gradiente suave de salinidad que fluctúa entre 27,7 a 30,5 psu (Avaria *et al.*, 2003). La temperatura varía entre 5,8° a 7,5°C y el oxígeno fluctúa entre 7,5 ml O<sub>2</sub>/L en la superficie a 5,5 ml O<sub>2</sub>/L por debajo de los 100 m (Valdenegro, 2002). El aporte continental de agua dulce (ríos, escurrimiento costero y deshielo de glaciares), junto al ingreso de aguas oceánicas adyacentes, son los principales forzantes que determinan la distribución vertical de salinidad y temperatura. (Silva, 2010).

La extensión de costa y la diversidad de condiciones explican la variabilidad ambiental, generando la riqueza de especies que conforman la fauna de estos sectores (Villenas *et al.*, 2009). En términos generales, el zooplancton dentro de los fiordos y canales australes está conformado principalmente por copépodos, quetognatos, eufáusidos y carnívoros gelatinosos (medusas, sifonóforos y ctenóforos) (Mujica & Medina, 2000), al igual que larvas, juveniles y

adultos de crustáceos decápodos (Galatheidos) de importancia económica para la pesquería artesanal. (Mujica, 2003). Dentro de esta riqueza de especies se encuentra a los langostinos de los canales (Galatheidos), que, debido a su gran densidad, son reconocidos como especies claves, generando un flujo de energía, vinculando los niveles tróficos, tanto basales como superior tope (Varisco & Vinuesa, 2007).

En los fiordos australes históricamente se han detectado varias especies pertenecientes a la superfamilia Galattheoidea, encontrándose *M. gregaria* y *M. subrugosa* (Decápoda, Anomura, Munididae) (Rodríguez & Bahamonde, 1986). *M. gregaria* se distribuye ampliamente en aguas costeras del sur de Sudamérica, Pacífico Suroeste, en el Sureste Atlántico, se extiende desde Uruguay (35°S) hasta el Cabo de Hornos (55°S), incluyendo las Islas Malvinas. En el Pacífico Sureste *M. gregaria* se encuentran desde Cabo de Hornos a la isla de Chiloé (41°S) (Boschi *et al.*, 1992; Meerhoff *et al.*, 2013). En la columna de agua su distribución vertical varía entre 0 y 60 m (Diez *et al.*, 2016). En tanto *M. subrugosa* se distribuye desde el Canal de Chacao (41°40'S) hasta Bahía Orange (55°30'S); se encuentran citadas para Nueva Zelanda, Tasmania, Sur de Australia, Argentina e islas Subantárticas (Rodríguez & Bahamonde, 1986), batimétricamente se extiende desde el sublitoral a 1137 m (Retamal, 1994).

Una característica relevante de los Galatheidos, es su particular dominio en ambientes extremos tales como zonas de bajas concentraciones de oxígeno disuelto (mínima de oxígeno), escapes de metano, chimeneas hidrotermales asociados a dorsales oceánicas y cuevas volcánicas (Diez *et al.*, 2016). *M. gregaria* y *M. subrugosa* se reconocían como especies diferentes debido a sus diferencias morfológicas. (Diez *et al.*, 2016). El caparazón, incluyendo el rostro y los pedúnculos oculares, son más largos en *M. gregaria* que en *M. subrugosa*, el caparazón anterior, la base del rostro, y el dactilopodito y el propodito del tercer maxilipedio son más anchos en *M. gregaria*. Mientras que *M. subrugosa* posee el caparazón, la mandíbula y los pedúnculos oculares más anchos (Tapella & Lovrich, 2006). Un estudio molecular demostró que *M. subrugosa* y *M. gregaria* son la misma especie, destacándola como *Munida sp.* (Pérez *et al.*, 2008) por lo

que actualmente a estas dos especies se les reconoce como *M. gregaria*, única especie con diferentes morfotipos (Diez *et al.*, 2016).

*M. gregaria* posee una fase pelágica inmadura, mientras que los adultos son bentónicos (Tapella *et al.*, 2002). Constituyen en términos de biomasa, más del 50% de la comunidad en esta zona (Tapella *et al.*, 2002).

De su alimentación se argumenta que es depredador, consumiendo principalmente crustáceos, macroalgas, poliquetos, y depositívoro, capaz de ingerir materia orgánica particulada (Romero *et al.*, 2004). Como especie oportunista aprovecha sus distintos hábitos, empleando el más conveniente frente a cambios en la disponibilidad de alimento (Romero *et al.*, 2004).

La talla de madurez sexual en las hembras varía entre los 11 milímetros y aproximadamente los 13,5 milímetros de longitud cefalotorácica (Rodríguez & Bahamonde, 1986). En esta especie se tiene conocimiento que las hembras se encuentran reproductivas entre el periodo de agosto a septiembre, infiriendo que la eclosión de los huevos se produce principalmente entre octubre y enero (Rodríguez & Bahamonde, 1986). Otros estudios en el Canal Beagle (55°S 68°W) realizado entre los años 1997 y 1999, publicado el 2002, mediante el cálculo del índice gonadosomático, se determinó que las hembras ovígeras aparecen parcialmente en mayo, por lo tanto, se sugiere que el ciclo reproductivo comienza en este mes (Tapella *et al.*, 2002), llevan los huevos por tres a cuatro meses, desde alrededor de junio a septiembre, cuando la eclosión de las larvas comienza. Este organismo produce un gran número de pequeños huevos (4300, tamaño promedio de 0,10 mm) (Tapella *et al.*, 2002).

Las larvas de *M. gregaria* presentan 5 etapas de Zoeas antes de llegar a la fase de postlarvas, con una fase pelágica, mientras que los adultos son bentónicos y pueden realizar migraciones verticales en la columna de agua (Zeldis, 1985; Meerhoff *et al.*, 2013). Larvas y juveniles de *M. gregaria* presentan estacionalidad en su abundancia, en primavera se observan larvas y en verano juveniles, la abundancia de Zoeas en meses de primavera está asociado a los cambios en la biomasa de fitoplancton y la densidad del agua puede influenciar fuertemente en los desplazamientos verticales de

las larvas (Meerhoff *et al.*, 2013). La distribución de los distintos estadíos larvales puede ser influenciada por las variables oceanográficas. Algunos estudios señalan que los estadíos tempranos se encuentran en aguas más someras ricas en oxígeno, en tanto los estadíos avanzados se presentarían en zonas más profundas (León *et al.*, 2008). Dentro de estas variables oceanográficas las mareas llenante y vaciante pueden influir en la abundancia y distribución vertical de larvas, presentando diferencias tanto en localidades situadas próximas entre sí y en distintos periodos del ciclo lunar (Mujica & Nava, 2010).

En ambientes con fuerte aporte de aguas continentales se desconoce si las variaciones en los gradientes oceanográficos afectan la distribución vertical de los distintos estadíos de zoea y una posible migración vertical diurna / nocturna es también contradictoria.

En algunas zonas se ha determinado migraciones verticales de estos estadíos y mientras que en otras no han sido observadas desplazamientos claros en la columna de agua (González, 2016). Castro *et al.*, (2019) indican que todos los estudios que se han realizado de este organismo han sido en el sector Norte de la Patagonia, por lo tanto, queda por determinar cómo las etapas de desarrollo más tempranas hacen frente a las variaciones locales en las condiciones ambientales en diferentes áreas, como el sector Sur de la Patagonia donde las temperaturas son menores y mayor el aporte de aguas dulces.

El presente estudio busca determinar la distribución vertical de larvas de *M. gregaria* en la Patagonia Sur de Chile, establecer si existe migración diurna-nocturna, evaluar la posible relación entre las distribuciones verticales y la influencia de las mareas y las variaciones oceanográficas en el sistema de canales de Sur Austral de Chile.

## **Hipótesis**

Los estadíos larvales de *M. gregaria* presentaran diferencias entre localidades, en su distribución vertical, producto de las variaciones oceanográficas (temperatura, salinidad, densidad y oxígeno) en el sistema de canales de Sur Austral de Chile.

## **Objetivo General**

Determinar la distribución vertical de larvas de *M. gregaria* y efecto de variaciones oceanográficas sobre la distribución vertical larval en la zona de canales en el extremo sur de la Patagonia chilena.

## **Objetivos Específicos**

1. Determinar si existen diferencias en la distribución vertical entre estadíos larvales de *M. gregaria* en el sistema de canales de Sur Austral de Chile.
2. Determinar si los diferentes estadíos de desarrollo larval presentan migración vertical diurna/nocturna.
3. Establecer el efecto de las variaciones oceanográficas (temperatura, salinidad, densidad y oxígeno) y marea en la distribución vertical en los diferentes estadíos larvales de *M. gregaria*.

## 5. METODOLOGÍA

El presente estudio utilizó muestras colectadas de zooplancton en dos cruceros, Cimar-Fiordos 15, realizado en noviembre del año 2009 y visitando el Golfo Almirante Montt entre el 2 y 3 de noviembre ( $51^{\circ} 47,6' S$ ;  $72^{\circ} 51,0' W$ ) y Cimar-Fiordos 16, realizado el año 2010 incluyendo el Seno Otway entre el 24 y 25 de octubre del mismo año ( $52^{\circ} 04,1' S$ ;  $71^{\circ} 37,3' W$ ) (Fig. 1).

La colecta de muestras se realizó a bordo del buque oceanográfico de la Armada de Chile AGOR Vidal Gormaz el año 2009 y el buque oceanográfico Abate Molina el año 2010. Para determinar migraciones verticales Día/Noche y la distribución vertical de los estadios larvales, en una estación oceanográfica en cada crucero se realizó un muestreo intensivo de zooplancton de 30 horas en forma estratificada (estación YO-YO) en 4 profundidades (0-10, 10-25, 25-50, 50-150) mediante muestreos oblicuos, con una frecuencia cada 3 h. En los 2 años analizados se utilizó una red Tucker Trawl 1 m<sup>2</sup> de boca, 300  $\mu$ m de trama, equipadas con flujómetro para estimar el volumen de agua filtrada.

Para registrar las condiciones oceanográficas se utilizó un perfilador oceanográfico CTD (conductividad, temperatura, profundidad) el cual permite generar perfiles (oxígeno disuelto, salinidad y temperatura). Las muestras de zooplancton, incluidas larvas de *M. gregaria*, fueron neutralizadas con bórax y preservadas en formalina al 5% en frascos de 500 ml, para posteriormente ser analizadas en laboratorio. Cada muestra fue etiquetada con la estación, la hora y la profundidad en la que se realizó el muestreo.

## 5.1 Análisis de datos

### 5.2. Identificación

Para el logro de los objetivos, el presente estudio consideró una primera fase de separación de muestras junto a la identificación de las larvas de *M. gregaria* del Golfo Almirante Montt y Seno Otway.

La identificación se realizó en dependencias del Laboratorio de Oceanografía y Ecología Larval (LOPEL) perteneciente al Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción. Las larvas de *M. gregaria* fueron identificadas según su estado de desarrollo (Zoea I-V), según la descripción de Roberts (1973) y mediante una lupa estereoscópica (7x y 45x).

La cuantificación y densidad de larvas de *M. gregaria* por estadíos de desarrollo por profundidad fue expresada en ind/1000m<sup>-3</sup> en las estaciones (Yo-Yo). Para observar diferencias en las abundancias de los estadíos larvales *M. gregaria* entre el Golfo almirante Montt y el Seno Otway, se graficaron las abundancias totales, mediante la suma de las abundancias por zoea y profundidad en un periodo de 24 horas.

### 5.3. Análisis Estadísticos

Previo a los análisis estadísticos, se verificaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad, mediante la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) y prueba F para homogeneidad de varianzas, los cuales entregaron que no seguían una distribución normal ( $p < 0,05$ ). Estos análisis estadísticos se realizaron en el programa R.

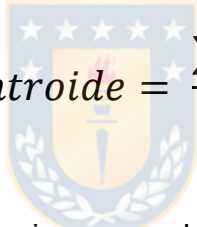
#### **Abundancia de organismo Día vs Noche.**

Para determinar cambios en la distribución vertical entre las horas del día y la noche entre los distintos estadíos de *M. gregaria*, primero se realizó un perfil

de distribución vertical promedio correspondiente a los estadios de zoea durante el día vs noche y luego, un test estadístico Kruskal-Wallis donde el factor fue Día/Noche y la variable respuesta fue la abundancia de los estadios larvales *M. gregaria* para evaluar si existirá una diferencia en su distribución con Día vs Noche.

### **Profundidad de centroides**

Para determinar si los diferentes estadios de desarrollo larval presentaran migración Diurna/ Nocturna se realizó un test estadístico Kruskal-Wallis, donde el factor fue día/noche y la variable respuesta fue la profundidad del centroide de cada estado larval durante el día y durante la noche.



$$Centroide = \frac{\sum(p_k * z_k)}{\sum p_k}$$

donde  $p_k$  es el número de organismos en el estrato  $k$ , y  $z_k$  es la profundidad media del estrato  $k$ .

Para evaluar una posible relación entre la abundancia de las diferentes larvas y los periodos de alta y baja marea, se graficó la abundancia integrada de cada zoea durante un periodo de 24 horas, a la cual se le sobrepuso la altura de marea (llenante/vacante). Los datos de la altura marea para el Golfo Almirante Montt entre el 2 y 3 de noviembre del 2009 y el Seno Otway entre el 24 y 25 de octubre del 2010 fueron obtenidos del programa Marea (Software; WXTide 4.6), la cual es una plataforma que cuenta con una gran cantidad de estaciones oceanográficas en diferentes países para predecir las mareas. Al mismo tiempo se realizó un test estadístico Kruskal-Wallis, donde el factor fue la marea llenante/vacante y la variable respuesta fue la profundidad del centroide de cada

estadio, para determinar si las diferentes zoeas presentan cambios en su distribución vertical influenciados por las mareas.

#### **5.4. Análisis de Datos Hidrográficos**

Para caracterizar la hidrografía de la zona de muestreo, se realizaron secciones verticales de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto utilizando el software Ocean Data View (ODV).

En el estudio de migración vertical las secciones fueron durante las 30 horas en la estación Yo-Yo (secciones temporales). Paralelamente, se desarrollaron diagramas T-S para identificar las masas de agua en los diferentes sectores donde se realizó el muestreo vertical.

#### **5.5. Relación hidrografía y distribución vertical de larvas de *M. gregaria***

Para evaluar una posible interacción entre la distribución de larvas de *M. gregaria* y las variables hidrográficas, se realizaron secciones verticales de salinidad, temperatura, densidad y oxígeno disuelto, a las que se superpusieron las abundancias de los distintos estadios larvales de *M. gregaria* capturadas a distintas profundidades (diagramas de burbujas de distinto tamaño en que se escala la abundancia por profundidad; software Surfer 13). Adicionalmente, se procedió a calcular los centros de masa en la vertical (centroides) a cada hora de muestreo, los que fueron superpuestos también en las secciones oceanográficas para evaluar una posible interacción entre la distribución de la profundidad promedio de las larvas de *M. gregaria* y sus variaciones con la marea. Ambos métodos gráficos se logró apreciar las profundidades a la que se encuentran las mayores abundancias de larvas y la profundidad de los centroides y su relación con la distribución vertical de características hidrográficas.

Para establecer el efecto de las variables oceanográficas sobre la distribución de los diferentes estadios de desarrollo de *M. gregaria* y su grado de asociación, se calculó la correlación de Spearman ( $\rho$ ) (prueba no paramétrica que se utiliza para medir la fuerza de una relación) entre la profundidad de los centroides de los diferentes estadios larvales a cada hora de muestreo (Día y Noche) y la profundidad de las variables oceanográficas donde se produjo la mayor diferencia (Delta) en los valores de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto (profundidad de termoclina, haloclina, picnoclina, oxiclina) en el Golfo Almirante Montt y el Seno Otway, más una correlación entre la profundidad de los centroides y los valores de las variables a la profundidad del centroide. El tipo de correlación entrega el valor de coeficiente de correlación ( $\rho$ ) y la significancia de la relación ( $p < 0,05$ ). Este análisis fue elegido porque los datos de la profundidad de los centroides no fueron normales.

Finalmente, se realizó un test estadístico Kruskal-Wallis, donde el factor fueron los estadios larvales de *M. gregaria* y la variable respuesta fue la profundidad del centroide de cada estadio (ZI y ZII). Solo se utilizaron los estadios ZI y ZII durante el día, ya que en ambos sectores éstos presentaron mayores muestreos positivos, permitiendo determinar si se presentan cambios en distribución a medida que se desarrollan ontogénicamente.

## **RESULTADOS**

### **6.1. Características hidrográficas**

#### **Identificación de masas de agua mediante diagramas T-S.**

Se presentan diagramas T-S para la identificación de masas de agua en el Golfo Almirante Montt y el Seno Otway (Fig.2.)

#### **Golfo Almirante Montt (2 y 3 de noviembre, 2009)**

Durante el muestreo en el Golfo Almirante Montt no se detectó la presencia de una masa de agua única predominante. De acuerdo a la clasificación estuarina (Sievers & Silva, 2006), esta zona encontramos agua estuarina-salada con un 66% de aporte de agua salada (Tabla 2) en las 4 profundidades durante las 30 horas que duró el muestreo. (Fig.2A).

#### **Seno Otway (24 y 25 de octubre, 2010)**

En el seno Otway se detectó la presencia de la masa de Agua Subantártica Modificada (ASAAM) (Tabla 1), que se genera debido a la mezcla de AE+ASAA con salinidades menores que 30,5 psu y temperaturas que no superen los 7,4°C, se presenta bajo los 50 m. De acuerdo a la clasificación de Sievers y Silva (2006) este sector está compuesto por agua estuarina - salada (21 a 31 psu) con un 66% de agua de mar (Tabla 2) entre los 0 a 50 m. (Fig.2B).

## 6.2 Secciones verticales de hidrografía.

### **Golfo Almirante Montt (2 y 3 de noviembre, 2009)**

Se presentan secciones verticales de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto en la estación Yo-Yo en el Golfo Almirante Montt, por un periodo de 30 horas (Fig.3).

La temperatura durante el periodo de muestreo alcanzo 6,6 °C entre la superficie y los 30 m, bajo los 30 m la temperatura va aumentando a medida que aumenta la profundidad, entre los 30 a 150 m presentó un rango de temperatura entre 6,8 a 7,4°C. La mayor temperatura se registró cerca de los 150 m con 7,4°C, con una termoclina (promedio en las 24 horas) cercana a los 30 m de profundidad.

La salinidad superficial en el Golfo Almirante Montt presentó un mínimo de 19 psu, el cual se mantuvo hasta los 25 m, para luego seguir aumentando con la profundidad. Entre los 25 a los 100 m presentó rangos de salinidad entre 20 a 24 psu. La salinidad más alta se registró cerca de los 100 m con 24 psu y una haloclina (promedio en las 24 horas) cercana a los 22 m de profundidad.

En la capa superficial la densidad (sigma-t) presentó valores menores a 15, este valor se registró entre los 0 a 25 m. Al igual que la temperatura y la salinidad, los valores de densidad van aumentando con la profundidad. Entre los 25 a 125 m presentó un rango de sigma-t entre 16 y 19. Aproximadamente cerca de los 125 m se registró el valor más alto con 19 y la presencia de la picnoclina (promedio en las 24 horas) se ubicó cercana a los 20 m de profundidad.

El oxígeno disuelto a nivel superficial presentó la máxima concentración con 7,5 ml O<sub>2</sub>/L hasta los 10 m aproximadamente, bajo esta profundidad comienza a disminuir a 6,7 ml O<sub>2</sub> /L que se mantiene hasta los 25 m, para luego

volver a disminuir a 6,5 ml O<sub>2</sub> /L. La presencia de la oxiclina estuvo cercana (promedio en las 24 horas) a los 15 m de profundidad.

### **Seno Otway (24 y 25 de octubre, 2010)**

En la Figura 4 se presentan secciones verticales de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto en la estación Yo-Yo en el Seno Otway, por un periodo de 30 horas.

La temperatura desde la superficie hasta los 10 m varió alrededor de 7°C, para luego disminuir a 6,6 °C hasta los 25 m. Bajo esta profundidad la temperatura comienza a aumentar gradualmente hasta los 7,4°C hasta los 80 m. Luego comienza a disminuir hasta llegar a los 7°C aproximadamente cerca de los 125 m. La mayor temperatura estuvo cercana a los 80 m y la mayor diferencia de temperatura fue cercana a los 35 m, donde se registró la termoclina (promedio en las 24 horas).

La salinidad desde la superficie hasta los 25 m presentó valores entre 28 y 28,5 psu, cercano a los 40 m aproximadamente aumentó a 30 psu, para luego ir aumentando levemente hasta 150 m de profundidad con 30 psu. El mayor gradiente en salinidad ocurrió a los 50 m aproximadamente y la haloclina se registró cercana (promedio en las 24 horas) a los 27 m de profundidad.

La densidad (sigma-t) presentó el mismo comportamiento que la salinidad, entre la superficie y los 25 m con densidades entre 22 y 22,5, para luego aumentar a 23 a los 60m aproximadamente, y luego llegar a una densidad de 23,5 a los 130 m, bajo esta profundidad vuelve a aumentar a 23,75. El mayor gradiente en densidad se presentó a los 50 m aproximadamente, pero la mayor diferencia en los valores de densidad fue a los 27 m (promedio en las 24 horas) de profundidad donde se registró la picnoclina.

La concentración de oxígeno disuelto a nivel superficial presentó el máximo, con 7 ml O<sub>2</sub>/L entre la superficie y los 25 m. Entre los 25 a 75 m presentó una disminución de 6,5 a 5,5 ml O<sub>2</sub>/L, por debajo de esta profundidad vuelve presentar un aumento de oxígeno a 6 ml O<sub>2</sub>/L hasta los 150 m de profundidad. La oxiclina se registró cercana a los 30 m (promedio en las 24 horas) de profundidad, donde ocurrió la mayor diferencia en los valores de oxígeno disuelto.

### **6.3. Distribución vertical y abundancia de larvas de *M. gregaria*.**

En la figura 5 se compara las abundancias totales de larvas entre el Golfo Almirante Montt (2 y 3 de noviembre, 2009) y Seno Otway (24 y 25 de octubre, 2010). Los estadios larvales en el año 2009 abarcaron desde ZI a ZIII, en cambio para el año 2010 abarcaron desde ZI a ZIV. Ambos sectores mostraron que el mayor N° de Ind/1000m<sup>3</sup> de Zoea I ocurrió entre los 0 y 50 m de profundidad. Las demás larvas presentaron abundancias bajas en comparación con la ZI.

#### **Golfo Almirante Montt (2 y 3 de noviembre, 2009)**

Durante el mes de noviembre del año 2009, se realizó un muestreo estratificado de zooplancton en el Golfo Almirante Montt durante 30 horas, en intervalos de 3 horas (total = 9 muestreos), de los cuales 6 fueron de día y 3 de noche (Tabla 3).

Zoea I. (Fig. 6A). Hubo una mayor abundancia promedio en horas del día que durante la noche (Tabla 4). También presenta una distribución más amplia durante el día (0-150 m) que durante la noche (25-50 m). La mayor abundancia de individuos fue entre los 10 y 25 m de profundidad durante el día. Al comparar

las abundancias con respecto al día vs noche, se observó que si hubo diferencias significativas (K-W;  $p < 0.05$ ) (Tabla 6).

Zoea II (Fig. 6B), presentó una mayor abundancia promedio durante las horas del día que durante la noche (Tabla 4). Su distribución vertical fue más profunda que ZI y más extensa en el día (25 a 150 m) que durante la noche (25 a 50 m). La mayor abundancia se registró entre los 25 y 50 m durante el día. Al comparar las abundancias con respecto al día vs noche, se observó que no hubo diferencias significativas (K-W;  $p > 0.05$ ) (Tabla 6).

Zoea III (Fig. 6C), no se encontraron larvas entre los 0 y 50 m durante el día, pero sí entre los 50 y 150 m, donde se registró la mayor abundancia promedio durante el día, durante el muestreo nocturno no se encontraron larvas (Tabla 4). Debido a la ausencia de ZIII durante la noche no se pudo evaluar estadísticamente si existirían diferencias día-noche, como se realizó en los otros dos estadíos (Tabla 6).



### **Seno Otway (24 y 25 de octubre, 2010)**

Durante el mes de octubre del año 2010, se realizó un muestreo vertical en el Seno Otway durante 30 horas en intervalos de 3 horas (total = 9 muestreos), de los cuales 6 fueron de día y 3 de noche (Tabla 3).

ZI (Fig.7A) hubo una mayor abundancia promedio durante las horas de la noche (Tabla 5) entre los 0 y 10 m, la cual fue disminuyendo gradualmente con la profundidad hasta los 150 m. Presentó una distribución entre los 0 y 150 m. En cambio, la distribución durante el día presentó un comportamiento contrario, va aumentando la abundancia promedio con la profundidad (0 a 50 m), siendo la mayor abundancia desde los 25 a 50 m y su rango de distribución estuvo entre los 0 a 150 m. Al comparar las abundancias con respecto al día vs noche, se observó que si hubo diferencias significativas (K-W;  $p < 0,05$ ) (Tabla 6).

ZII (Fig.7B) solo se encontraron larvas durante las horas del día (Tabla 5). En el día, entre los 0 a 10 m se presentó la mayor abundancia, para luego ir disminuyendo gradualmente con la profundidad. Presentó un rango de distribución entre los 0 a 150 m. Por la ausencia durante la noche no se pudo evaluar estadísticamente (Tabla 6).

ZIII (Fig.7C), se encontraron larvas tanto en el día como en la noche entre los 10 y 25 m, presentaron aproximadamente las mismas abundancias (Tabla 5). La abundancia promedio va disminuyendo hacia el estrato más profundo. Durante el día estuvo entre los 10 y 25 m, y entre los 50 y 150 m, en cambio durante la noche solo se distribuyó entre los 10 y 25 m. Por la baja presencia de organismo durante el día y la noche no se pudo evaluar estadísticamente.

ZIV (Fig.7D). Se obtuvieron solo individuos durante el muestreo nocturno (Tabla 5), la mayor abundancia promedio fue entre los 10 y 25 m, para luego disminuir con la profundidad. La distribución total estuvo entre los 10 y 50 m. Debido a que no estuvo durante el día no es posible la evaluación estadística (Tabla 6).

#### **6.4 Distribución vertical de *M. gregaria* sobre secciones verticales de hidrografía**

##### **Golfo Almirante Montt (2 y 3 de noviembre, 2009)**

Se presentan secciones verticales de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno de la estación Yo-Yo realizada por un periodo de 30 horas en el Golfo Almirante Montt. A las secciones verticales se les sobrepuso las burbujas de abundancia de larvas Zoea de *M. gregaria*. Durante el periodo que duró el muestreo, solo se encontraron estadíos tempranos (ZI, ZII, ZIII). (Fig.8)

Entre las 12:00 de la tarde (2 de noviembre) hasta las 9:00 de la mañana (3 de noviembre) las ZI ocurrieron principalmente entre superficie y los 50 m de profundidad aproximadamente, en agua con temperaturas entre los 6,6 a 6,8°C, salinidades entre los 19 y 21 psu, densidades desde los 15 a 17 sigma-t, y concentraciones de oxígeno disuelto en un rango desde 7,5 a 6,5 ml O<sub>2</sub>/L. El 3 de noviembre a las 12:00 de la tarde, las ZI llegaron hasta el estrato 50-150 m con temperaturas de 6,6 ° a 7,3°C, salinidad de 24 psu, densidad de 17 sigma-t y el oxígeno que mantuvo su concentración 6,5 ml O<sub>2</sub>/L.

La distribución de ZII entre las 12:00 p.m. (2 de noviembre) y las 9:00 am (3 de noviembre) ocurrió entre aproximadamente 20 y 50 m, el agua mostró temperaturas entre 6,6 y 6,8 ° C, salinidad entre 19 y 21 psu, densidades entre 15 y 17 sigma-t y concentración de oxígeno disuelto en un rango de 7,5 a 6,5 ml de O<sub>2</sub> /L. La distribución vertical alcanzó el estrato 50-150 m a las 12:00 pm (3 de noviembre) con temperaturas de 6,6 a 7,3 ° C, una salinidad de 24 psu, una densidad de 17 sigma-t y el oxígeno que alcanzó su concentración de 6,5 ml de O<sub>2</sub> / L.

ZIII se encontró a las 21:00 (2 de noviembre) en el estrato 50-100 m, en agua con temperatura de 7,3°C, una salinidad de 24 psu, con una densidad 19 sigma-t y el oxígeno que alcanzó su concentración de 6,5 ml de O<sub>2</sub> / L.

Según lo observado tanto ZI y ZII (exceptuando ZIII) estuvieron preferentemente en aguas menos cálidas y más someras, donde la salinidad presentó los valores mínimos y la concentración de oxígeno fue mayor, en cambio ZIII estuvo en aguas más profundas y cálidas, donde la salinidad comenzó aumentar y la concentración de oxígeno disminuyó.

### **Seno Otway (24 y 25 de octubre, 2010)**

Se presentan secciones verticales de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno de la estación Yo-Yo realizada por un periodo de 30 horas en el Seno Otway. A las secciones verticales se les sobrepuso las burbujas de abundancia de larvas Zoea de *M. gregaria* (Fig.9).

Las ZI entre las 17:00 (24 de octubre) y las 17:00 pm (25 de octubre) ocurrieron principalmente entre la superficie y los 50 m, en agua con temperaturas entre los 6,6° y 7,2°C, salinidades entre 28 y 29 psu, densidades entre 22 y 23. sigma-t y concentraciones de oxígeno disuelto en un rango desde 7,5 a 6,6 ml O<sub>2</sub>/L. En el mismo periodo de horas se distribuyó cerca de los 100 m donde las variables ambientales presentaron temperaturas de 7,2°C, una salinidad de 30 psu, con densidad 23,7 sigma-t y una concentración de oxígeno disuelto aproximada de 5,8 ml O<sub>2</sub>/L.

Las ZII entre las 17:00 (24 de octubre) y las 14:00 (25 de octubre) ocurrieron entre los 10 a 100 m de profundidad aproximadamente, en agua con temperaturas 6,6 y 7,4°C, salinidad entre los 28 a 30 psu, densidad entre 22 a 23,7 sigma-t, y concentraciones de oxígeno disuelto en un rango desde 7,5 a 6 ml O<sub>2</sub>/L.

La distribución de ZIII ocurrió aproximadamente entre los 25 y 100 m de profundidad entre las 17:00 (24 de octubre) y las 5:00 (25 de octubre), el agua mostró temperaturas entre 6,6 y 7,4 °C, salinidad entre 28 y 30 psu, densidad entre 22 y 23,7 sigma-t y concentraciones de oxígeno disuelto en un rango de 7,5 a 6 ml de O<sub>2</sub> /L.

Las ZIV solo estuvo presente a las 5:00 (25 de octubre) entre los 25 a 50 m, el agua registro temperaturas entre 6,6° y 7,1°C, salinidad entre 28 y 30 psu,

una densidad de 22 y 23,5 sigma-t y una concentración de oxígeno disuelto entre 7 y 5,5 ml de O<sub>2</sub> /L.

Según lo observado en las secciones verticales los 4 estadios larvales estuvieron preferentemente en aguas más someras y menos cálidas, donde la salinidad presentó los valores mínimos y la concentración de oxígeno fue mayor. Comparado con las observaciones en el Golfo Almirante Montt crucero del año anterior, las zoeas I se ubicaron hasta mayores profundidades en el Seno Otway que en el Golfo Almirante Montt.

### **6.5 Distribución vertical de la profundidad promedio (Centroides) de larvas de *M. gregaria*.**

#### **Golfo Almirante Montt (2 y 3 de noviembre, 2009)**

La profundidad de los centroides (Tabla 7) de ZI se presentó entre la superficie hasta los 40 m aproximadamente. Entre las 12:00 y 15:00 (3 de noviembre) mostro un desplazamiento entre los 25 a 40 m. A las 18:00 su profundidad media fue cercana a la superficie, luego a las 3 de la mañana (3 de noviembre) se vuelve a sumergir cerca de los 25 m aproximadamente, manteniendo esta profundidad por el resto de horas del muestreo. (Fig.10). Al comparar las profundidades de los centroides entre muestreos de día y noche, se observó que no hubo diferencias significativas (K-W;  $p > 0,05$ ) (Tabla 9).

Al realizar una correlación de Spearman entre los la profundidad de los centroides del estadio ZI y la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina, hubo evidencia significativa que los centroides presentaron una correlación significativa con la oxiclina ( $\rho = 0,98$ ,  $p < 0,05$ ) (Tabla 10). Al realizar una correlación de Spearman entre las profundidades de los centroides del estadio ZI y los valores de las variables ambientales medidos a la misma

profundidad de los centroides, no hubo evidencia de alguna correlación significativa con los valores de las variables ( $p>0.05$ ) (Tabla 11).

La profundidad de los centroides de ZII (Tabla 7) presentó una distribución vertical entre los 25 y 100 m. Desde las 12:00 (2 de noviembre) a las 9:00 (3 de noviembre) se desplazó entre los 25 y 40 m aproximadamente. Luego a las 12:00 de la tarde (3 de noviembre) se profundizó llegando a los 100 m (Fig.10). Al comparar las profundidades de los centroides entre muestreos de día y noche, se observó que no hubo diferencias significativas (K-W;  $p>0.05$ ) (Tabla 9).

Al realizar una correlación de Spearman entre la profundidad de los centroides del estadio ZII y la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina, no se encontró evidencia de una correlación significativa que evidencie una asociación entre la profundidad del centroide y estas variables oceanográficas ( $p>0,05$ ) (Tabla 10). Al realizar una correlación de Spearman entre las profundidades de los centroides del estadio ZII y los valores de las variables ambientales medidos a la misma profundidad del centroide, hubo evidencia de una correlación significativa con la temperatura ( $\rho=0,79$ ,  $p<0,05$ ) y oxígeno disuelto ( $\rho=0,70$ ,  $p<0,05$ ) (Tabla 11).

Solo se pudo calcular el centro de gravedad de la distribución vertical de ZIII en una hora de muestreo y esta fue una profundidad de 100 m a las 21:00 (2 de noviembre) (Fig.10). Debido a esto no se pudo aplicar el test estadístico Kruskal-Wallis (Tabla 9).

Para el centroide del estadio ZIII no se pudo evaluar si existe alguna correlación con la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina, ni entre profundidad de centroide y valor de variables hidrográficas a la profundidad del centroide, debido a que solo estuvo presente a las 21:00.

Finalmente, al comparar entre las profundidades promedio de los centroides entre estadios de desarrollo durante el día (Tabla 7), se determinó que no, hubo diferencias significativas, por lo tanto, no muestra una tendencia a una profundización desde el estadio Zoea I al Zoea II (K-W,  $p>0,05$ ) (Tabla 12).

### **Seno Otway (24 y 25 de octubre, 2010)**

La profundidad de los centroides de ZI (Tabla 8) presentó una distribución entre los 25 a 50 m. Durante el día, entre las 17:00 y 20:00 (24 de octubre) estuvo cerca de los 35 m, en cambio entre las 23:00 (24 de octubre) hasta las 8:00 (25 de octubre) mostro una distribución vertical más reducida, aproximadamente a los 25 m. Entre las 11:00 y 17:00 mostró la distribución más extensa entre los 25 a 50 m (Fig.11). Al comparar las profundidades de los centroides entre muestreos de día y noche, se observó que si hubo diferencias significativas (K-W;  $p < 0,05$ ) (Tabla 9) siendo en promedio más profundas durante el día (Tabla 8).

Al realizar una correlación de Spearman entre la profundidad de los centroides del estadio ZI y la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina, hubo evidencia de una correlación significativa entre la profundidad de los centroides con la termoclina ( $\rho = 0,94$ ,  $p < 0,05$ ) (Tabla 10). Al realizar una correlación de Spearman entre las profundidades de los centroides del estadio ZI y los valores de las variables ambientales medidos a la misma profundidad del centroide, presentó una correlación significativa solo con la temperatura ( $\rho = 0,95$ ,  $p < 0,05$ ) (Tabla 11).

La profundidad de los centroides de ZII presentaron un movimiento en los 10 a 30 m aproximadamente. Entre las 17:00 (24 de octubre) y las 8:00 (25 de octubre) mostro una distribución entre los 10 a 30 m (Fig.11). Debido a que solo se pudo calcular el centro de gravedad para tres horas, que fueron durante las horas del día, no se pudo realizar el test estadístico Kruskal-Wallis, ya que, no se pudo comparar con la noche (Tabla 9).

Por el bajo número de horas y profundidades con muestreo positivos para el cálculo de centroides, no se realizaron correlaciones entre la profundidad de centroides y la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina (Tabla 10), ni entre profundidad de centroide y valor de variables hidrográficas a la profundidad del centroide (Tabla 11).

La profundidad de los centroides ZIII fue entre los 20 y 100 m aproximadamente. Entre 17:00 y las 23:00 (24 de octubre) presentó una distribución vertical extensa entre los 20 a 100 m. Entre las 23:00 (24 de octubre) y las 5:00 (25 de octubre) presento una distribución vertical entre los 100 a 20 m. (Fig.11).

Por el bajo número de horas y profundidades con muestreo positivos para el cálculo de centroides, no se pudo evaluar estadísticamente (Tabla 9) y tampoco se realizaron correlaciones entre la profundidad de centroides y la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina (Tabla 10), ni entre profundidad de centroide y valor de variables hidrográficas a la profundidad de las clinas (Tabla 11).

Solo se pudo calcular el centro de gravedad de la distribución vertical de ZIV en una hora de muestreo y esta fue a una profundidad de 25 m a las 5:00 (25 de octubre) (Fig.11).

Por el bajo número de horas y profundidades con muestreo positivos para el cálculo de centroides, no se pudo analizar estadísticamente (Tabla 9), tampoco se realizaron correlaciones entre la profundidad de centroides y la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina (Tabla 10), ni entre profundidad de centroide y valor de variables hidrográficas a la profundidad de las clinas (Tabla 11).

Finalmente, al comparar entre las profundidades promedio de los centroides entre estadios de desarrollo durante el día (Tabla 8), se determinó que no hubo diferencias significativas, por lo tanto, no mostraron una tendencia a una profundización desde el estadio Zoea I al Zoea II (K-W,  $p>0,05$ ) (Tabla 12).

## 6.6 Distribución vertical de *M. gregaria* y altura de marea.

### Golfo Almirante Montt (2 y 3 de noviembre, 2009)

Se presenta una marea mixta, con diferencia de 6 horas entre la marea alta y la marea baja. La altura de marea entre la pleamar (2 de noviembre) y la baja mar (3 de noviembre) presentó un máximo de 1,6 m y un mínimo de 0,2 m (Fig.12).

De acuerdo a la abundancia integrada ZI mostro el mayor número de ind/m<sup>2</sup> en los periodos entre llenante y vaciante, a las 12:00 (2 de noviembre) y baja marea a las 9:00 (3 de noviembre). Sin embargo, a las 3:00 (23 de noviembre) la abundancia integrada presentó un aumento significativo en el periodo de pleamar, en cambio, el resto de horas donde la marea estuvo alta las abundancias fueron mínimas.

Al comparar las profundidades de los centroides con la marea llenante y vaciante, se observó que no hubo diferencias significativas (K-W;  $p > 0,05$ ) (Tabla 13).

ZII presentó la mayor abundancia integrada en un periodo de pleamar a las 15:00 (2 de noviembre) y bajamar a las 9:00 (3 de noviembre), en el resto de horas con periodos de alta y baja marea las abundancias fueron bajas en comparación a los periodos con las mayores abundancias.

Al comparar las profundidades de los centroides con la marea llenante y vaciante, se observó que no hubo diferencias significativas (K-W;  $p > 0,05$ ) (Tabla 13).

La única y mayor abundancia integrada ZIII fue durante la bajamar a las 21:00 (2 de noviembre).

Debido a la ausencia de organismos durante el resto de horas donde ocurrió la alta y baja marea, no se puede realizar una evaluación estadística (Tabla 13).

### **Seno Otway (24 y 25 de octubre, 2010)**

Se presenta una marea mixta con diferencia de 6 horas entre la marea alta y la marea baja. La altura de marea entre la pleamar (24 de octubre) y la baja mar (25 de octubre) presentó un máximo de 2,3 m y 0,2 m aproximadamente (Fig.13).

La mayor abundancia integrada de ZI se registró entre el periodo de llenante y vaciante a las 17:00 (24 de octubre), luego la abundancia presentó una disminución en el periodo de baja mar entre las 23:00 (24 de octubre) y las 2:00 (25 de octubre). A las 5:00 comienza el periodo de marea llenante, cual presenta el peak de altura a las 8:00 (25 de octubre) donde la abundancia integrada vuelve a aumentar. Finalmente, a las 14:00 en el periodo de baja mar vuelve a aumentar la abundancia integrada. Se aprecia que el comportamiento de este estadio con respecto a la abundancia integrada según la altura marea en el periodo de 24 horas, estuvo presente tanto en los periodos de pleamar y bajamar.

Al comparar las profundidades de los centroides con la marea llenante y vaciante, se observó que no hubo diferencias significativas (K-W;  $p > 0,05$ ) (Tabla 13).

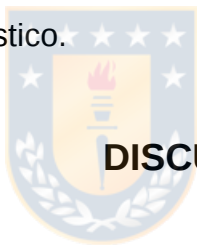
ZII presentó la mayor abundancia integrada entre el periodo de llenante y vaciante a las 17:00 (24 de octubre) y bajamar a las 14:00 (25 de octubre), en el resto de horas con periodos de alta y baja marea no hubo presencia de organismos o la abundancia fue mínima.

Por la baja presencia de organismos durante el resto de horas donde ocurrió la alta y baja marea, no se puede realizar una evaluación estadística. (Tabla 13)

ZIII presentó la mayor abundancia integrada entre el periodo de llenante y vaciante a las 17:00 (24 de octubre) y 5:00 (25 de octubre) y la abundancia integrada mínima se presentó en el periodo de bajamar 23:00 (24 de octubre).

Debido a la ausencia en los otros periodos de alta y baja marea, no se pudo evaluar estadísticamente.

La abundancia integrada de ZIV fue durante el periodo de pleamar a las 5:00 (25 de octubre), en la cual presentó el mayor número de ind/m<sup>2</sup>. En resto de horas no se encontraron organismos, por lo tanto, no se puede realizar una evaluación con el test estadístico.



## DISCUSIÓN

En el presente estudio se determinó que el estadio ZI fue más abundante en las dos zonas en estudio. Es el único estadio en que se pudo observar diferencias en su abundancia con respecto al día vs noche. Según los análisis realizados en los sectores en estudio, el Golfo Almirante Montt no presentó migración vertical en ninguno de los 3 estadios larvales encontrados (ZI, ZII, ZIII), en tanto en el Seno Otway solo ZI presentó diferencias en distribución vertical entre el día y la noche, los demás estadios no se pudieron evaluar debido a los pocos muestreos positivos con organismos (ZII, ZIII, ZIV). Al evaluar si las mareas llenante y vaciante podrían influenciar en la distribución de los estadios larvales de *M. gregaria* en los dos sectores, no se encontró una relación positiva.

## Hidrografía

El Golfo Almirante Montt no se detectó la presencia de una masa de agua única predominante. Estos resultados concuerdan con lo previamente reportado por Sievers *et al.*, (2002) quienes indican que debido a la baja profundidad de la plataforma continental las masas de agua no logran penetrar al interior del Golfo, en tanto para el Seno Otway se detectó la masa de Agua Subantártica Modificada (ASAAM) (Tabla 2.), que es una mezcla AE+ASAA. Estos resultados concuerdan con lo registrado por Valdenegro (2003); Valdenegro & Silva (2003), para ambos sectores clasifican como agua estuarina-salada (Tabla 2) (Sievers & Silva, 2006)

Durante el periodo de muestreo los rangos de temperaturas medidas en el Golfo Almirante Montt fueron muy semejantes a las registradas en el Seno Otway. Para el Golfo Almirante Montt fueron aumentando desde la superficie a lo más profundo. Desde la superficie a los 30 m fueron de 6,6°C, bajo esta profundidad los valores estuvieron entre los 6,8° a 7,4°C hasta los 150 m. Esto concuerda por lo encontrado por Silva *et al.*, (2002); Silva (2010), quienes señalan que en los primeros 50 m la temperatura alcanza 7°C aproximadamente, para luego presenta un pequeño aumento, manteniéndose homogénea con la profundidad. Argomedeo (2017) registro valores similares entre 6,35°C a nivel superficial y 7,4°C llegando a los 150 m. En tanto para el Seno Otway las temperaturas entre la superficie y 10 m fueron de 7°C para luego disminuir a 6,6°C, entre los 10 a 25 m y se mantuvo hasta los 50 m, bajo esta profundidad presentó un aumento hasta 7,4° C hasta los 80 m y luego volver a disminuir a 7°C. Según los valores de temperaturas encontrados estos concuerdan completamente con el registro de Valdenegro (2003); Silva & Valdenegro (2003) los cuales indican que la temperatura es mayor en superficie, para luego disminuir con profundidad y volver a aumentar bajo los 50 m. Avaria *et al.*, (2003) estiman que la temperatura promedio del área varía entre de 6,5°C y 7,0°C, observándose temperaturas superiores a los 7°C. El mayor valor de temperatura para el Golfo Almirante Montt

fue cerca de los 150 m y para el Seno Otway fue a los 50 m aproximadamente con 7,4°C para ambos sectores. Las mayores diferencias de temperatura donde ocurre la termoclina, para el Golfo Almirante Montt presentó variaciones en profundidad con respecto a las 24 horas de trabajo (12 a 63 m), en cambio en el Seno Otway estuvo cercana a los 35 m.

La salinidad en la columna de agua en el Golfo Almirante Montt fue menor a nivel superficial que en el Seno Otway, pero ambos sectores la salinidad va aumentando con la profundidad. El Golfo Almirante Montt presentó una estructura con gran influencia de aportes de agua dulce, entre la superficie y los 25 m la salinidad se aproximó a los 19 psu. Entre los 25 a los 100 m presentó rangos entre 20 a 24 psu. Estos resultados concuerdan aproximadamente con los obtenidos por Rojas *et al.*, (2001); Silva *et al.*, (2002) que indican que la salinidad fluctuó entre 14 y 29 psu, desde la superficie a los más profundo. Argomedeo (2010) registro valores superficiales de salinidad de 16 psu y de 24,5 psu a los 150 m. Para el Seno Otway la salinidad aumento desde la superficie con 28 psu a lo más profundo con 30 psu. Estos registros concuerdan con los resultados obtenidos por Silva & Valdenegro (2003) obteniendo salinidades entre 29 a 30,5 psu, con aumento desde la superficie al fondo. En tanto Valdenegro (2003) estimo que la salinidad fue de 30,5 psu en la capa superficial aumentando gradual y levemente hasta 31,5 psu bajo los 500 m de profundidad. En tanto la densidad presento el un comportamiento similar en las dos zonas, siguiendo el mismo patrón que la salinidad, aumentando de la superficie al fondo, Sievers *et al.*, (2002); Silva (2010) señalan que la densidad está más influenciada por la salinidad que de la temperatura. Los valores mayores de salinidad según la profundidad en el Golfo Almirante Montt con 24 psu estuvo cercano a los 100 m, en cambio para el Seno Otway fue cerca de los 50 m con 30 psu. Según las mayores diferencias en los valores de salinidad y densidad en el Golfo Almirante Montt la haloclina y la picnoclina presentaron variación en la profundización en las 24 horas de trabajo cercana a los 20 m, en cambio en el Seno Otway estuvo cercana 27 m.

La concentración de oxígeno disuelto en el Golfo Almirante Montt y Seno Otway fueron mayores a nivel superficial, para luego ir disminuyendo con la profundidad. El Golfo Almirante Montt a nivel superficial presentó la máxima concentración con 7,5 ml O<sub>2</sub>/L hasta los 10 m aproximadamente, para luego ir disminuyendo con la profundidad hasta los 6,5 O<sub>2</sub> ml/ L. Estos datos se relacionan con los descritos por Silva *et al.*, (2002) ellos describen que a nivel superficial se encontró 6 O<sub>2</sub> ml/L para luego ir disminuyendo con la profundidad hasta los 5 O<sub>2</sub> ml/L. En tanto Argomedo (2017) describe un valor máximo de 7,6 O<sub>2</sub> ml/L en superficie, el cual se mantuvo hasta los 10 m, para luego disminuir de manera más marcada hasta llegar a un mínimo de valor 5,6 O<sub>2</sub> ml/L bajo los 50 m. En tanto para el Seno Otway la concentración de oxígeno disuelto entre la superficie a los 25 m presentó un máximo de 7 O<sub>2</sub> ml/L, para luego mostrar valores entre 6,5 a 5,5 O<sub>2</sub> ml/L hasta los 75 m y bajo esta profundidad vuelve a presentar un aumento en su concentración. Estos registros concuerdan con los resultados de Valdenegro & Silva (2003) cual determino que a nivel superficial se encuentra la mayor concentración de oxígeno, para luego presentar una pequeña disminución cerca de los 50 m y volver aumentar la concentración a los 100 m, estos mismos registros presenta Cañete *et al.*, (2012) los cuales describen que la concentración de oxígeno disuelto va disminuyendo con la profundidad. Los mayores registros para ambos sectores fueron entre los 0 a 10 m aproximadamente entre 7 a 7,5 O<sub>2</sub> ml/L. Según las diferencias mayores en los valores de concentración de oxígeno disuelto según la profundidad, la oxiclina para el Golfo Almirante Montt presentó variaciones con respecto a las 24 horas de trabajo cercana a los 15 m, en tanto para el Seno Otway estuvo cercana los 30 m.

En resumen, el Golfo Almirante Montt es más somero que el Seno Otway, con características hidrográficas más estuarinas, con temperaturas y salinidades menores que en el Seno Otway, en tanto los mayores registros de temperatura y salinidad estuvieron en el Seno Otway. Según la termoclina presente en el Golfo Almirante Montt, presento una mayor variación en las 24 horas (12 a 63 m) en

cambio en el Seno Otway en promedio estuvo en los 35 m, en cambio la haloclina y picnoclina estuvo más somera en el Golfo Almirante Montt (20 m) que en el Seno Otway (27 m), lo mismo ocurre con la oxiclina la cual es más somera en el Golfo Almirante Montt (15 m) más profunda en el Seno Otway (30 m)

### **Abundancia de larvas de *M. gregaria*.**

*M. gregaria* en las dos zonas muestreadas presentó diferencias significativas en la abundancia promedio, siendo el Seno Otway el que presento mayor número de Ind/1000 m<sup>3</sup>. Al separar por estadio se encontró que las zoeas tempranas fueron más abundantes tanto para el Golfo Almirante Montt (ZI, ZII, ZIII) y el Seno Otway (ZI, ZII, ZIII, ZIV), pero la que presento mayor N° de ind/1000 m<sup>3</sup> fue el estadio larval ZI. Estos registros no se relacionan por lo descrito por León *et al.*, (2008), quienes realizaron un estudio para 4 canales del sector Norte de la Patagonia (Canal Moraleda, Ninualac, Darwin y Pelluche) en el invierno y primavera del 2002, 2003, según sus resultados, durante el invierno se encontraron mayor abundancia de etapas tempranas (ZI y ZII) y durante la primavera etapas tardías (ZIV y ZV) y postlarvas, estos registros ocurrieron en los dos años donde se realizó el estudio. En tanto Meerhoff *et al.*, (2013) realizaron un estudio en la rivera rio Baker y describen un aumento en la abundancia de los estadios tempranos entre principios de primavera y principios de verano, destacar que este autor no diferencio entre Zoeas.

En el golfo Almirante Montt ZI estuvo presente de la superficie hasta aproximadamente a los 100 m, presentó una mayor abundancia promedio durante las horas del día entre los 10 a 25 m, en cambio en el Seno Otway fue durante la noche y presentó una distribución de la superficie aproximadamente a los 100 y la mayor abundancia promedio fue entre los 0 a 10 m. Estos resultados concuerdan con los registros de Balbontín *et al.*, (2004) quienes demostraron que las mayores abundancias se encuentran en superficie y va decreciendo su

abundancia bajo los 20 m, también describe que las larvas durante la noche se encuentran en el sector más profundo, lo cual ocurre con los registros obtenidos en el Golfo Almirante Montt, pero no en el Seno Otway. Diez *et al.*, (2018) Realizaron un estudio acústico estimando que la profundidad media durante los periodos de primavera y verano se aproxima a los 40 m, en cambio durante el invierno llega a los 80 m.

ZII en el Golfo Almirante Montt presentó una distribución de los 10 a 100 m aproximadamente y la mayor abundancia promedio fue durante el día entre los 25 a 50 m, en tanto para el Seno Otway la distribución fue desde la superficie a los 100 m y la mayor abundancia promedio fue durante el día entre los 0 a 10 m. Según León *et al.*, (2008) de los registros descritos en el canal Darwin en primavera del 2002, indicaron la presencia de este estadio, argumentando que es el más abundante, lo cual no se asocia con este estudio. Se debe recalcar que el número de individuos fue disminuyendo con la profundidad, presentando el mismo comportamiento que ZI. León *et al.*, (2008) señalan que los estadios tempranos son más tolerantes a cambios en las condiciones ambientales por el escurrimiento de agua dulce, por lo tanto, estas etapas larvales estarían dentro de los canales, para luego avanzar hacia los canales exteriores. En tanto Castro *et al.*, (2019) realizaron un estudio en el sector norte de la Patagonia, en el mar interior de Chiloé, abarcando 3 sectores, el fiordo de Reloncaví, el canal de Chacao y la zona norte del golfo de Corcovado en la primavera del 2011, según los resultados, en el fiordo Reloncaví y canal Chacao describieron zoeas tardías y megalopas, en cambio en la zona Norte del golfo de Corcovado Zoeas tempranas. Meerhoff *et al.*, (2013); describieron una mayor abundancia de estadios tardíos (ZIV, ZV y Megalopa) lo cual no coincide con este estudio, ya que, los estadios primarios fueron los más abundantes,

ZIII en el Golfo Almirante Montt fue la menos abundante de los 3 estadios, se distribuyó entre los 50 a 100 m y su mayor abundancia promedio fue durante el día, en el Seno Otway presento zoeas tanto durante el día como en la noche,

con una distribución de los 10 a 100 m, con mayor abundancia promedio entre los 10 a 25 m durante el día. León *et al.*, (2008) señalan que los estadios al comenzar el desarrollo ontogénico comienzan un desplazamiento a zonas medias de los canales. La zona donde se realizó el muestreo fue en la cabeza del Golfo. Se puede deducir que la baja abundancia de esta Zoea se debe al desplazamiento a las zonas medias del Golfo.

ZIV solo estuvo presente en el Seno Otway con organismos solo en el muestreo nocturno con una distribución entre los 10 a 50 m y su mayor abundancia fue entre los 10 a 25 m, al igual que los otros estadios la abundancia disminuye con la profundidad. Estos registros no se ajustan con los encontrados por Castro *et al.*, (2019) los cuales señalan mayores abundancias de zoeas tardías y megalopa, no presentando asociación por lo descrito en este estudio, que las mayores abundancias fueron las Zoeas I y II.

En resumen, en este estudio las zoeas más abundantes fueron ZI lo que no concuerda con León *et al.*, (2008), Meerhoff *et al.*, (2013), Castro *et al.*, (2019) quienes señalaron que en primavera eran más abundantes zoeas con desarrollo más avanzado. Estas diferencias según Escalona (2012) sugiere que pueden estar ligadas al cambio que se genera en algunas variables oceanográficas (temperatura y salinidad) con respecto a la latitud. Según sus resultados, encontró una mayor abundancia de larvas de *M. subrugosa* hacia altas latitudes, concordando con una disminución de la temperatura. Del mismo modo la presencia de los diferentes estadios y la abundancia de estos organismos podría verse influenciada por diferencias intrazonales de los sectores, debido al aporte de agua dulce, profundidad y ancho de los canales, el aporte de agua oceánica y la presencia de glaciares.

## **Distribución vertical de *M. gregaria* en secciones verticales de hidrografía.**

Según la profundidad media (centroides) de los estadios larvales (Exceptuando ZIII) en el Golfo Almirante Montt su distribución estuvo entre los 5 a 100 m, en tanto para el Seno Otway estuvieron entre los 10 a 100 m, se debe hacer énfasis que los diferentes estadios larvales presentaron diferentes profundidades en las distintas horas de trabajo. Se debe recalcar que la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina en el Golfo Almirante Montt se encontraron más someras debido al aporte de agua dulce de los diferentes canales que desembocan en este sector, en cambio en el Seno Otway estuvieron más profundas. Al realizar una comparación entre la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina presentes en el Golfo Almirante Montt y la profundidad de los centroides, se evidencia que solo la oxiclina en el estadio ZI estaría afectando la distribución en la columna de agua, en cambio en el estadio ZII no hubo evidencia que la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina estén influenciando los desplazamientos verticales de este estadio. En tanto para el seno Otway solo se pudo evaluar la profundidad media de ZI con la profundidad de la termoclina, haloclina, picnoclina y oxiclina, debido a que los otros tres estadios presentaron pocos muestreos positivos. Según los resultados solo se evidencio que la termoclina estaría influenciando el desplazamiento de este estadio larval, actuando como una barrera natural. En ambas zonas las larvas ocurrieron en valores de variables ambientales con bajos rangos de temperatura, salinidad y densidad, pero optaron por concentraciones altas de oxígeno disuelto. Según los resultados de León *et al.*, (2008) las características hidrográficas presentarían una estrecha relación con las diferentes etapas larvales de *M. gregaria*, sugiere que las etapas más tempranas son más tolerantes a las condiciones ambientales amplias que las etapas más tardías. Castro *et al.*, (2019)

señalan en su trabajo que las Zoeas tempranas preferían principalmente aguas más templadas, menos saladas, menos densas y más oxigenadas.

Según los resultados de este estudio, para el Golfo Almirante Montt no se encontró migración vertical clara en respecto al día y la noche, lo que coincide por lo descrito por Escalona, (2012) el cual tampoco encontró evidencia significativa al analizar las abundancias de *M. subrugosa* día-noche, en tanto en el Seno Otway existe evidencia que solo ZI presentó una migración vertical normal, es decir, en el día se encuentra en zonas más profundas de la columna de agua y en la noche en la capa superficial. Según Mujica & Nava (2010); González (2016) describen que en las horas del día estarían principalmente en superficie para luego descender durante la noche, lo que no concuerda con lo descrito en este estudio.

### **Distribución vertical de *M. gregaria* con sobreposición de la altura de marea.**



En el golfo almirante Montt y el Seno Otway las mayores abundancias integradas ocurrieron en los periodos de pleamar y bajamar.

En el Golfo Almirante Montt al evaluar si los estadíos ZI y ZII (ZIII no se pudo evaluar) presentaron una migración vertical entre el día vs noche y si las marea podrían estar influenciando cambios en su distribución vertical entre la marea llenante y vaciante, se determinó que no presentaron una migración con respecto al día y la noche y que las mareas tampoco estarían influyendo en los cambios en su distribución vertical. Castro *et al* (2019) en sus resultados tampoco evidencia algún signo de migración vertical diurno-nocturnas en las Zoeas tempranas (ZI, ZII, ZIII) lo que coincide con este estudio. En el Seno Otway ZI (el único estadio que se pudo evaluar, existe evidencia significativa que presentó una migración día vs noche, donde la profundidad media de la larva (centroide) durante el día estuvieron más profundo y durante la noche más somero, pero

existe evidencia significativa en este estudio que la migración realizada por esta zoea no está asociada a las mareas llenante y vaciante. Según González (2016) evidencio en el Fiordo Reloncaví una migración vertical no asociada a las mareas semidiurnas de la zona, por lo tanto, serian otras variables que podrían estar influenciando el desplazamiento de estas larvas. Otros Autores como Balbontín *et al.* (2004); Mujica & Nava (2010) destacan que *M. subrugosa* presenta una migración contraria a la circadiana típica de zooplancton e indica que el flujo horizontal producto de las corrientes de mareas de los canales, podría tener mayor efecto en su distribución que en su migración vertical, en tanto Meerhoff *et al.*, (2013) y Castro *et al.*, (2019) indicaron que las zoeas mostraron un ciclo semidiurno, la megalopa y la zoea temprana mostraron un patrón de migración vertical casi opuesto en relación con el ciclo de las mareas, mientras que las primeras etapas de zoea se elevaron en la columna de agua durante la marea alta, la megalopa se movió a la profundidad.

En resumen, en el Golfo Almirante Montt no hubo una migración diurna -nocturna y tampoco hubo una migración asociada a la marea en las zoeas ZI y ZII, en cambio en el Seno Otway hubo una migración diurna-nocturna de ZI, pero no hubo asociación a la marea llenante y vaciante.

## CONCLUSIÓN

En relación a la hipótesis original que plantea que existiría variación en los estadios larvales de *M. gregaria* debido a las variaciones oceanográficas, los resultados de esta investigación demostraron que las diferentes larvas en los ambos sectores estudiados presentaron mayor abundancia en aguas más templadas, menos saladas, menos densas y más oxigenadas. Dentro de los estadios larvales analizados en el Golfo Almirante Montt (ZI y ZII) y Seno Otway (ZI), según el análisis estadístico Kruskal-Wallis, solo ZI presentó diferencias en las abundancias promedio entre el día y la noche, en el Golfo Almirante Montt ocurrieron mayormente durante el día y en Seno Otway durante la noche. Según

el análisis estadístico Kruskal-Wallis, al evaluar si los diferentes estadios larvales presentarían migración diurna/nocturna, en el Golfo Almirante Montt no logró apreciar una migración vertical tanto en ZI como en ZII, para el seno Otway ZI si presentó una migración, durante el día estuvo más profundo y durante la noche más somero. En las otras larvas ZII, ZIII, ZIV no se analizó una posible migración vertical debido a los bajos muestreos positivos con individuos en algunas horas de trabajo. Al evaluar las variables oceanográficas mediante un análisis de correlación de Spearman ( $\rho$ ) en Golfo Almirante Montt, solo la oxiclina actuó como una posible barrera en la distribución de estos organismos, en cambio en el seno Otway la termoclina podría estar interfiriendo en la distribución vertical de ZI. Por último, al evaluar la influencia de las mareas en la distribución vertical mediante el test estadístico Kruskal-Wallis, en ninguno de los dos sectores ésta presentó influencia en el desplazamiento en la columna de agua (basado las mareas llenante y vaciante). En este aspecto se puede deducir que las mareas pueden estar influenciando el transporte horizontal y no influye en la distribución vertical. Los cambios que presentó en su distribución vertical ZI en el Seno Otway podrían estar influenciados por la mayor producción de fitoplancton en los periodos de primavera o alguna otra variable que no se analizó en este trabajo. Para un futuro estudio se recomienda acoplar estudios de alimentación de las larvas ya que podría ser un factor que este influenciado en la distribución vertical de estos organismos.

## REFERENCIAS

- Argomedo V (2017) Caracterización de las propiedades físicas y químicas de fiordos hipóxicos en la Patagonia Chilena (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. Santiago. 64 pp.
- Avaria S, Cáceres C & Muñoz P (2003) Distribución del microfitoplancton marino en la zona Estrecho de Magallanes-Cabo de Hornos, Chile, en la primavera de 1998 (Crucero Cimar-3 Fiordos). Revista Ciencia y Tecnología del Mar, 26, 79-96 pp.
- Balbontín F, Campos B, Mujica A, Córdova G, Benelli M & Ugalde C (2004) Distribución vertical de larvas de moluscos, crustáceos y huevos y larvas de peces, en el fiordo Aysén y Canal Errazuriz, zona Austral de Chile. Informe Crucero Cimar 9 Fiordos. Comité Oceanográfico Nacional-Chile (CONA). 77- 85 pp.
- Boschi E, Fischbach E & Iorio M (1992) Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. Frente Marítimo. Vol. 10, pp 7-94.
- Cáceres A & Gudiño V (2009) Distribución vertical de temperatura y salinidad entre el golfo de Penas y canal Concepción. Comité Oceanográfico Nacional. CONA. Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso. 21-31 pp.
- Calvete C (2002) Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes (Crucero CIMAR-Fiordo 2). Revista Ciencia y Tecnología del Mar. 23-88 pp

- Cañete J, Palacios M & Cárdenas C (2012) Presencia de *Cistenides elhersi* Hesse, 1917 (Polychaeta Perctinariidae) en aguas someras magallánicas habitadas por praderas de *Ruppia Filifolia*: Evidencia de *Euribatia*, *Eurihalididad* y *Euritermia*. Instituto de la Patagonia. Universidad de Magallanes. Punta Arenas. 125-139 pp.
- Castro L, Soto S, & González F (2019) Ontogenetic and short-term fluctuations in the residence depth of young pelagic stages of *Munida gregaria* in different zones of northern Patagonia. Progress in Oceanography, 174, 173-184 pp.
- Coloane F (2003) Informe técnico. Declaración de Área Marina y Costera Protegida. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (Subsecretaría de Pesca y Servicio Nacional de Pesca). Ministerio de Defensa Nacional (Subsecretaría de Marina). Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Comisión Nacional del Medio Ambiente). Estrecho de Magallanes, Región de Magallanes y Antártica Chilena. 33 pp.
- Diez M, Cabreira A, Madirolas A, De Nascimento J, Scioscia G, Schiavini A & Lovrich G (2018) Winter is cool: spatio-temporal patterns of the squat lobster *Munida gregaria* and the Fuegian sprat *Sprattus fuegensis* in a sub-Antarctic estuarine environment. Polar Biology, 41(12), 2591-2605.
- Diez M, Tapella F, Romero M, Madirolas A & Lovrich G (2016) La langostilla *Munida gregaria* en el Mar Argentino: Biología e interés económico. El Mar Argentino y sus recursos pesqueros, 6, 213-228.
- Escalona E (2012) Distribución de estadíos larvales de desarrollo tempranos de *Munida subrugosa*, en la zona central de la Patagonia de Chile. (Tesis de Pregrado). Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 43 pp

- González F (2016) Migración vertical se *Sergestes arcticus* y *Munida subrugosa* en la zona nor-patagonica chilena. (Tesis de Pregrado). Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 81pp.
- León R, Castro L & Cáceres M (2008) Dispersal of *Munida gregaria* (Decapoda: Galatheididae) larvae in Patagonian channels of southern Chile. ICES Journal of Marine Science, 65(7), 1131-1143.
- Meerhoff E, Castro L & Tapia F (2013) Influence of freshwater discharges and tides on the abundance and distribution of larval and juvenile *Munida gregaria* in the Baker river estuary, Chilean Patagonia. Continental Shelf Research. 61. 1-11 pp.
- Mujica A & Medina M (2000) Distribución y abundancia de larvas de crustáceos decápodos en el zooplankton de los canales australes. Proyecto Cimar-Fiordo 2. Comité Oceanográfico Nacional- Chile (CONA). 49-68 pp.
- Mujica A (2003) Larvas de crustáceos decápodos de los fiordos de la zona de Aysén. Proyecto Cimar-Fiordo 4. Comité Oceanográfico Nacional- Chile (CONA). 109-121pp
- Mujica A & Nava M (2010) Distribución espacial de larvas de crustáceos decápodos planctónicos en canales orientales de la isla Chiloé, Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. Coquimbo. Chile. 12 pp
- Pérez P, D'Amato M, Guzmán N & Lovrich G (2008) Taxonomic status of two South American sympatric squat lobsters, *Munida gregaria* and *Munida subrugosa* (Crustacea: Decapoda: Galatheididae), challenged by DNA sequence information. Biological Journal of the Linnean Society, 94(2), 421-434.

Retamal M (1994) Los Decápodos en Chile. Concepción. Chile. Universidad de Concepción. 256pp  
Rodríguez, Luciano & Bahamonde, Roberto (1986). Contribución al conocimiento de *Munida subrugosa* (White, 1847) en la XII Región, Chile. La pesca en Chile, 283-296 pp.

Roberts P (1973) Larvae of *Munida subrugosa* (White), 1847, from Perseverance Harbour, Campbell Island. Journal of the Royal Society of New Zealand, 3(3), 393-408 pp.

Rodríguez L & Bahamonde R (1986) Contribución al conocimiento de *Munida subrugosa* (White, 1847) en la XII Region, Chile. La pesca en Chile, 283-296 pp.

Rojas R, Calvete C, Guerrero Y & Silva N (2001) Reporte de datos crucero Cimar 2 fiordos. <http://www.shoa.cl/cendhoc/cimar-2/index.html>. revisado: 6 de agosto 2009.

Romero M, Lovrich G, Tapella F & Thatje S (2004) Feeding ecology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galatheaidea) in the Beagle Channel, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 84: 359-365.

Silva N (2010) Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes, en la sección canal Smyth a canal Señoret. Proyecto Crucero CIMAR 15. Comité Oceanográfico Nacional- Chile (CONA). 31-41 pp.

Silva N & Arancibia G (2011) Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes, en la sección fiordo Almirantazgo a Estrecho de Magallanes. Escuela Ciencias del Mar. Comité Oceanográfico Nacional. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso. 9 pp.

Sievers H, Calvete C & Silva N (2002) Distribución de características físicas, masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre el Golfo de Penas y el Estrecho de Magallanes (Crucero CIMAR-2 fiordos), Chile. Revista Ciencia y Tecnología del Mar, 25(2), 1-4 pp.

Sievers H, & Silva N (2006) Masas de agua y circulación en los canales y fiordos australes. Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. Comité Oceanográfico Nacional. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 53-58 pp.

Tapella F & Lovrich (2006) Morphological differences between 'subrugosa' and 'gregaria' morphs of adult *Munida* (Decapoda: Anomura: Galattheoidea) from the Beagle Channel, southern South America. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 86(5), 1149-1155.

Tapella F, Lovrich G, Romero M & Thatje S (2002) Reproductive biology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galattheoidea) in the Beagle Channel, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 82(4), 589-595.

Valdenegro A (2003) Caracterización oceanográfica física y química de la zona de canales y fiordos australes de Chile entre el Estrecho de Magallanes y Cabo de Hornos (Cimar 3 Fiordo) (Tesis pregrado). Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Recursos Naturales Escuela de Ciencias del Mar. Valparaíso. 102 pp.

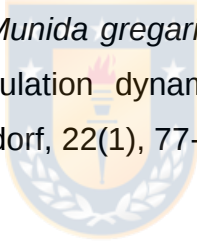
Valdenegro A & Silva N (2003) Caracterización oceanográfica física y química de la zona de canales y fiordos australes de Chile entre el estrecho de

Magallanes y cabo de Hornos (Cimar 3 Fiordos). Ciencia y tecnología del Mar, 26(2), 19-60 pp.

Varisco M & Vinuesa J (2007) La alimentación de *Munida gregaria* (Fabricius, 1793) (Crustácea: Anomura: Galatheidae) en fondos de pesca del Golfo San Jorge, Argentina. Revista de biología marina y oceanografía, 42(3), 221-229. pp.

Villenas F, Soto D & Palma S (2009) Cambios interanuales en la biomasa y biodiversidad de zooplancton gelatinoso en aguas interiores de Chiloé, sur de Chile (primaveras 2004 y 2005). Revista de Biología Marina y Oceanografía, 44(2), 309-324.

Zeldis J (1985) Ecology of *Munida gregaria* (Decapoda, Anomura): Distribution and abundance, population dynamics and fisheries. Marine Ecology progres series. Oldendorf, 22(1), 77-99 pp.



## FIGURAS

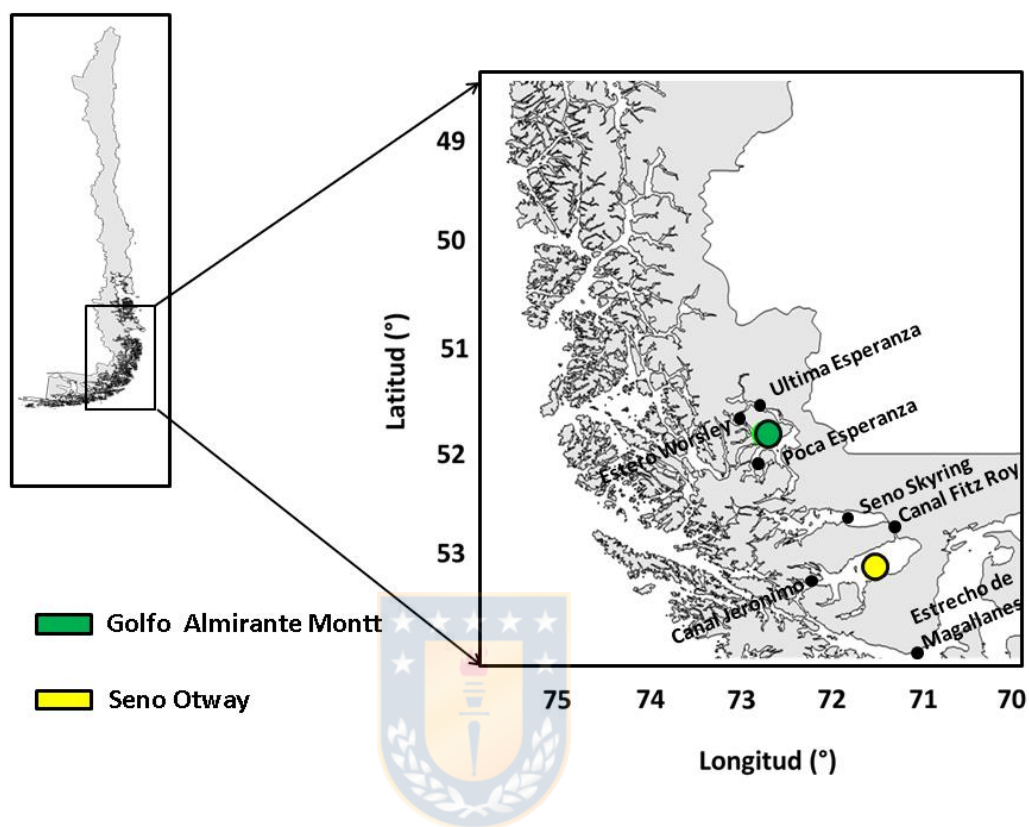


Figura 1. Ubicación de las estaciones Yo-Yo en la Patagonia Sur de Chile (Cimar 15, Golfo Almirante Montt, Cimar 16, Seno Otway).

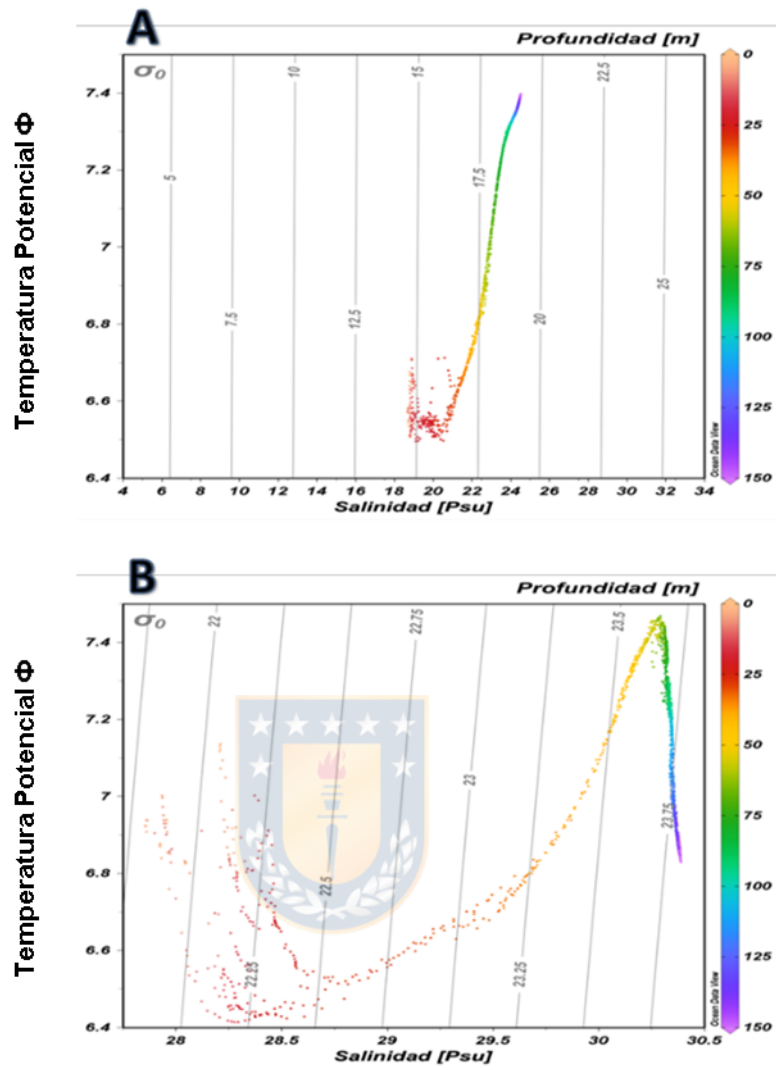


Figura 2. Identificación de masas de agua mediante Diagramas T-S. Golfo Almirante Montt (A), Seno Otway (B).

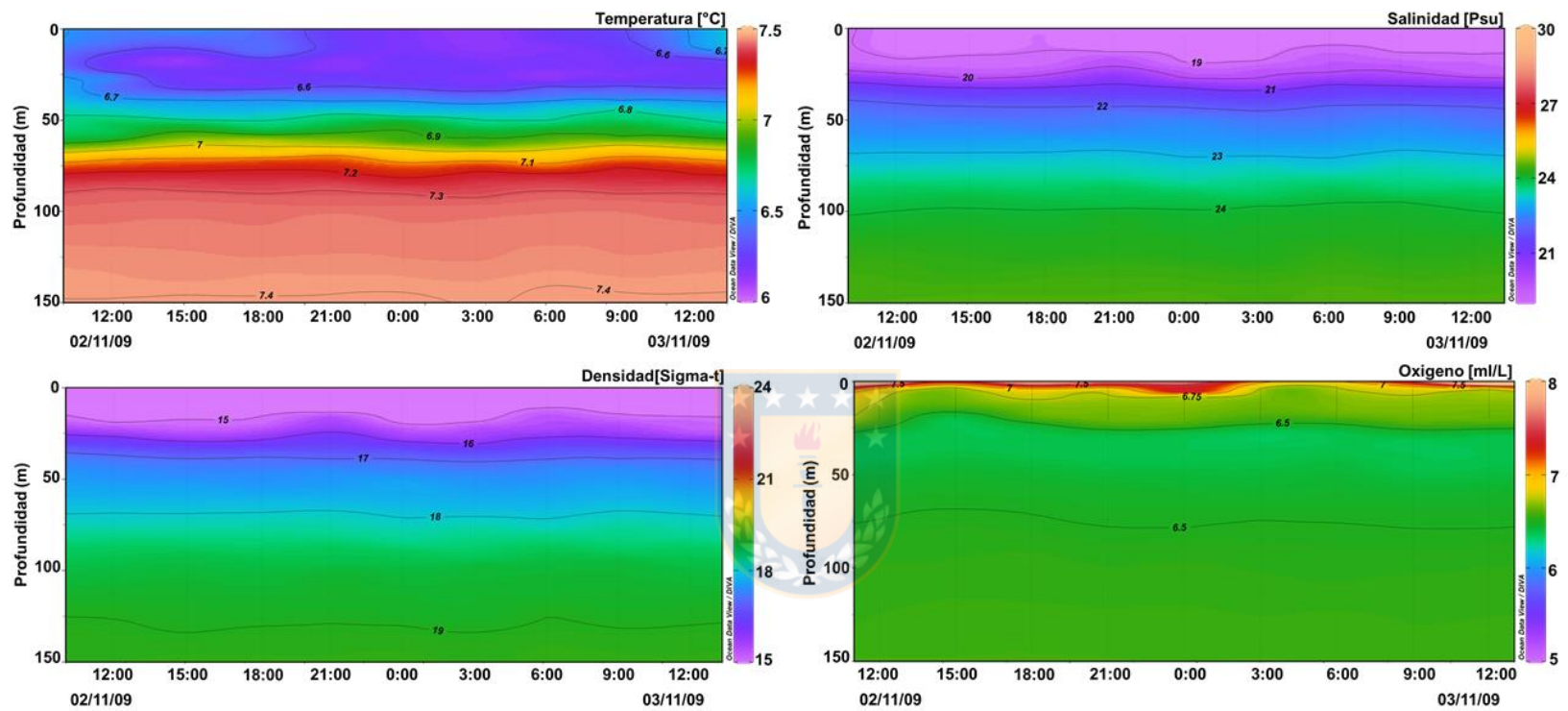


Figura 3. Secciones verticales temporales, de temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno disuelto (mnl O<sub>2</sub>/L) y densidad (sigma-t) en la estación Yo-Yo, realizado en el Golfo Almirante Montt, entre 2 y 3 de noviembre del 2009.

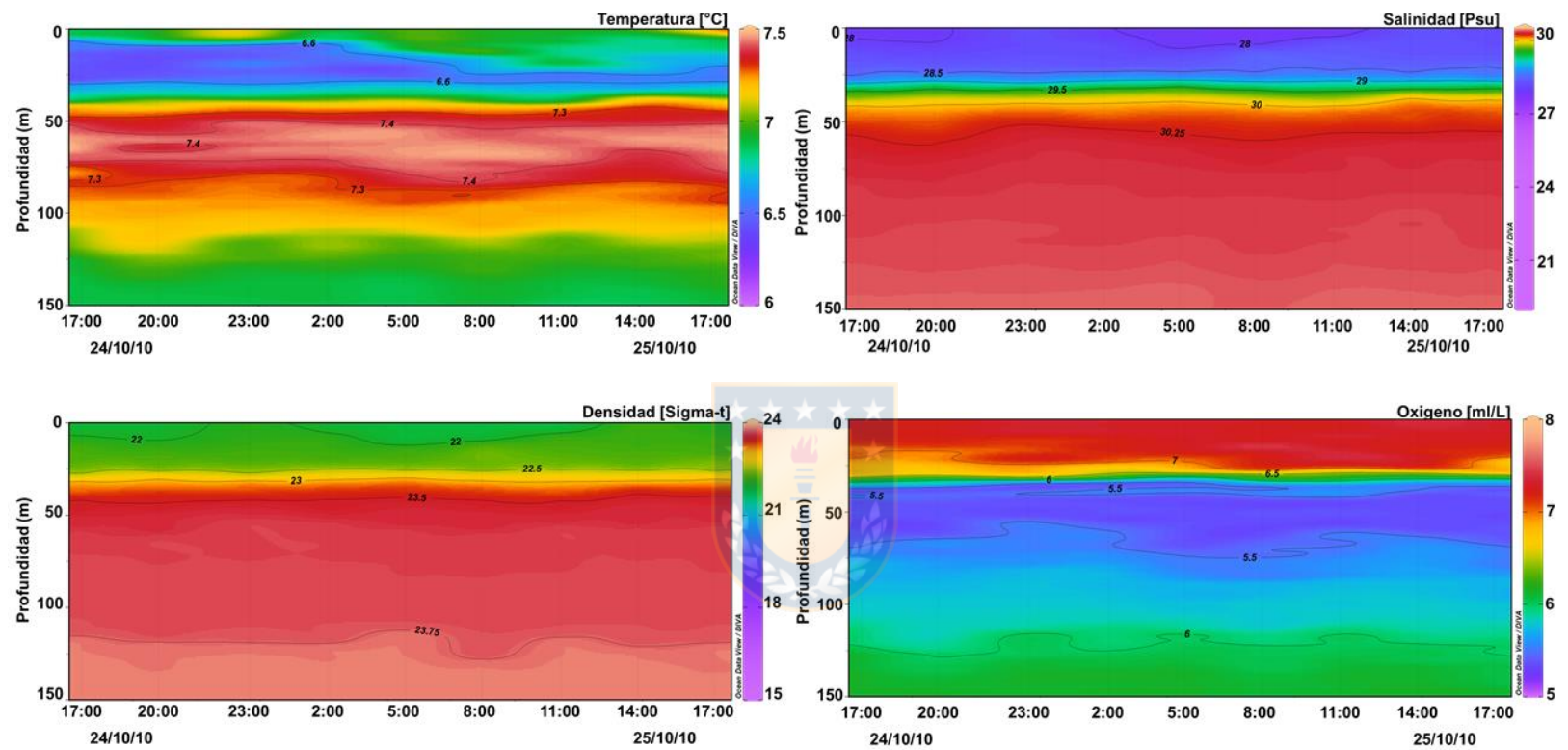


Figura 4. Secciones verticales temporales, de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), oxígeno disuelto (mnl  $\text{O}_2/\text{L}$ ) y densidad (sigma-t) en la estación Yo-Yo, realizado en el Seno Otway, entre 24 y 25 de octubre 2010.

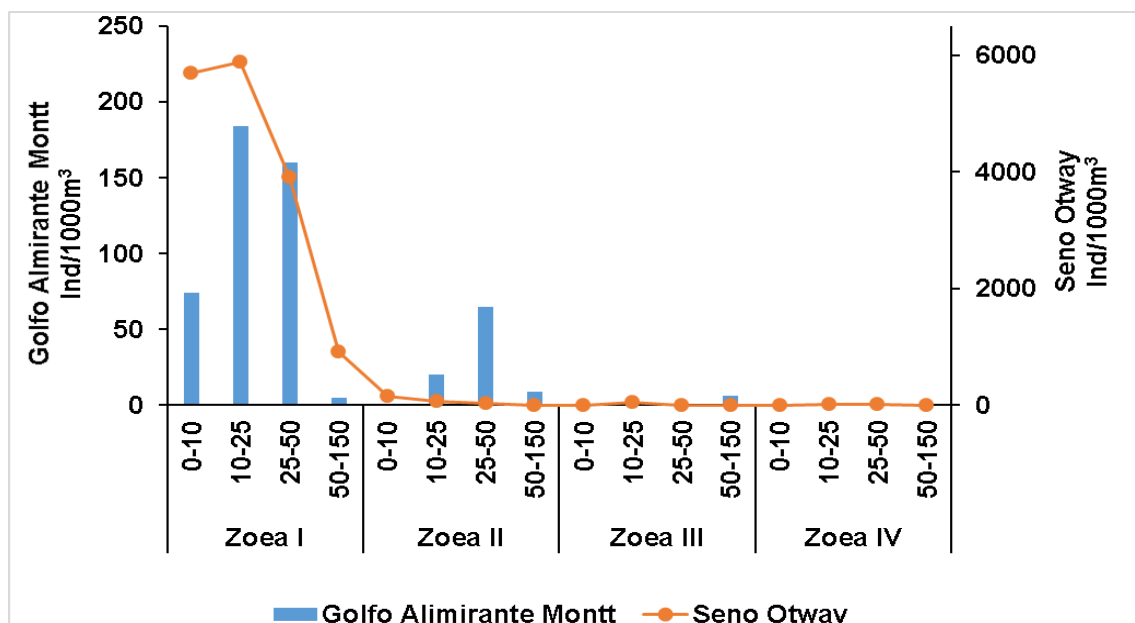


Figura 5. Abundancia total (ind/1000 m<sup>3</sup>) de larvas de *M. gregaria*, en el Golfo Almirante Montt y Seno Otway. Se utilizar barras para el Golfo Almirante Montt y puntos para el Seno Otway debido a la gran diferencia en las abundancias encontradas y de esta forma apreciar mejor esta diferencia.



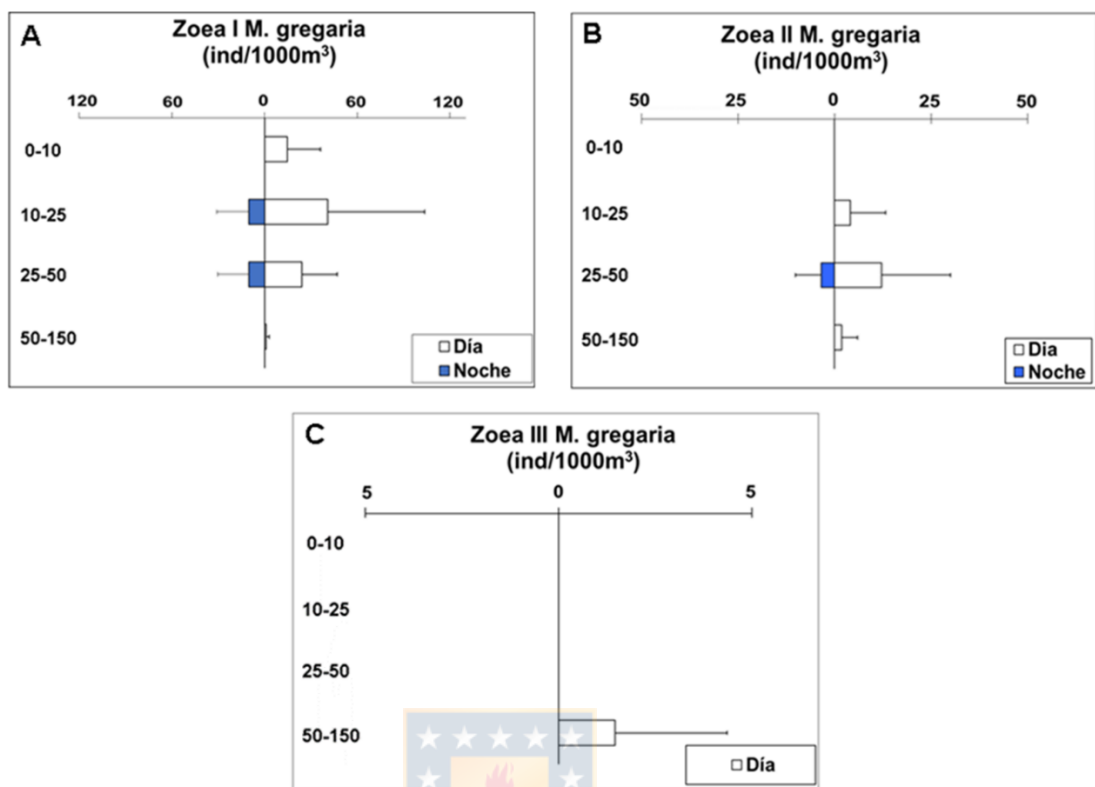


Figura 6. Abundancia promedio de larvas de *M. gregaria* (ZI (A), ZII (B), ZIII (C)) por día y noche, más su Desviación Estándar (línea horizontal), por un periodo de 30 horas entre el 2 y 3 de noviembre 2009 en el Golfo Almirante Montt.

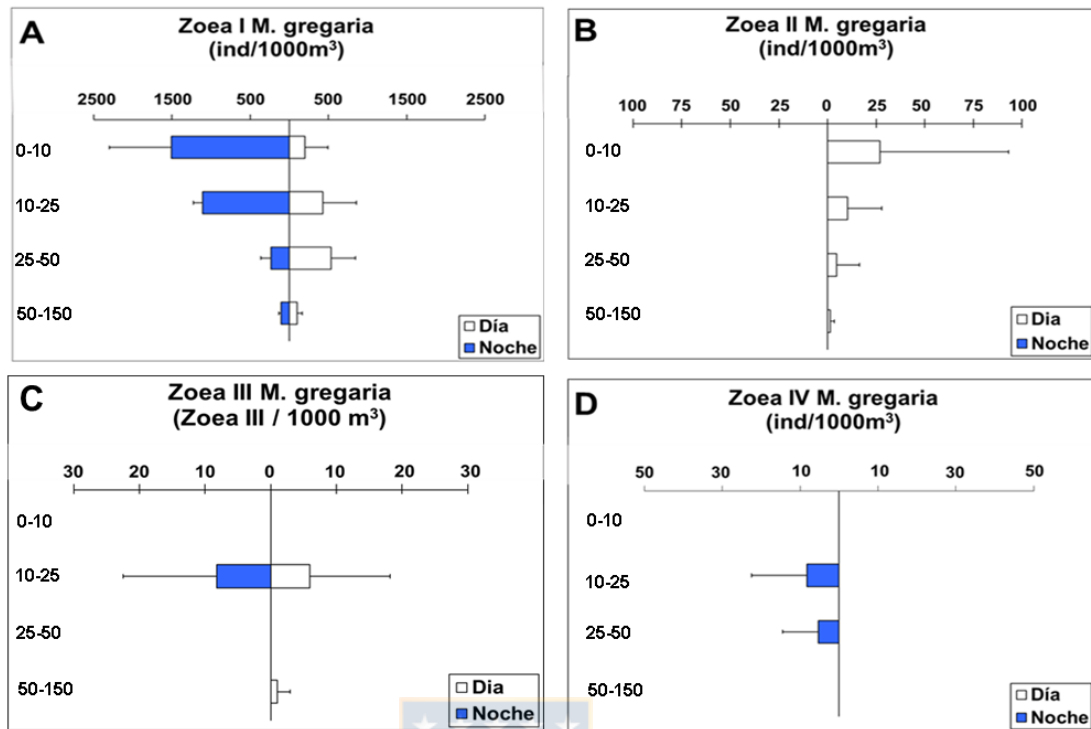


Figura 7. Abundancia promedio de larvas de *M. gregaria* (ZI (A), ZII (B), ZIII (C), ZIV(D) por día y noche, más su Desviación Estándar (línea horizontal), por un periodo de 30 horas entre el 24 y 25 de octubre 2010 en el Seno Otway.

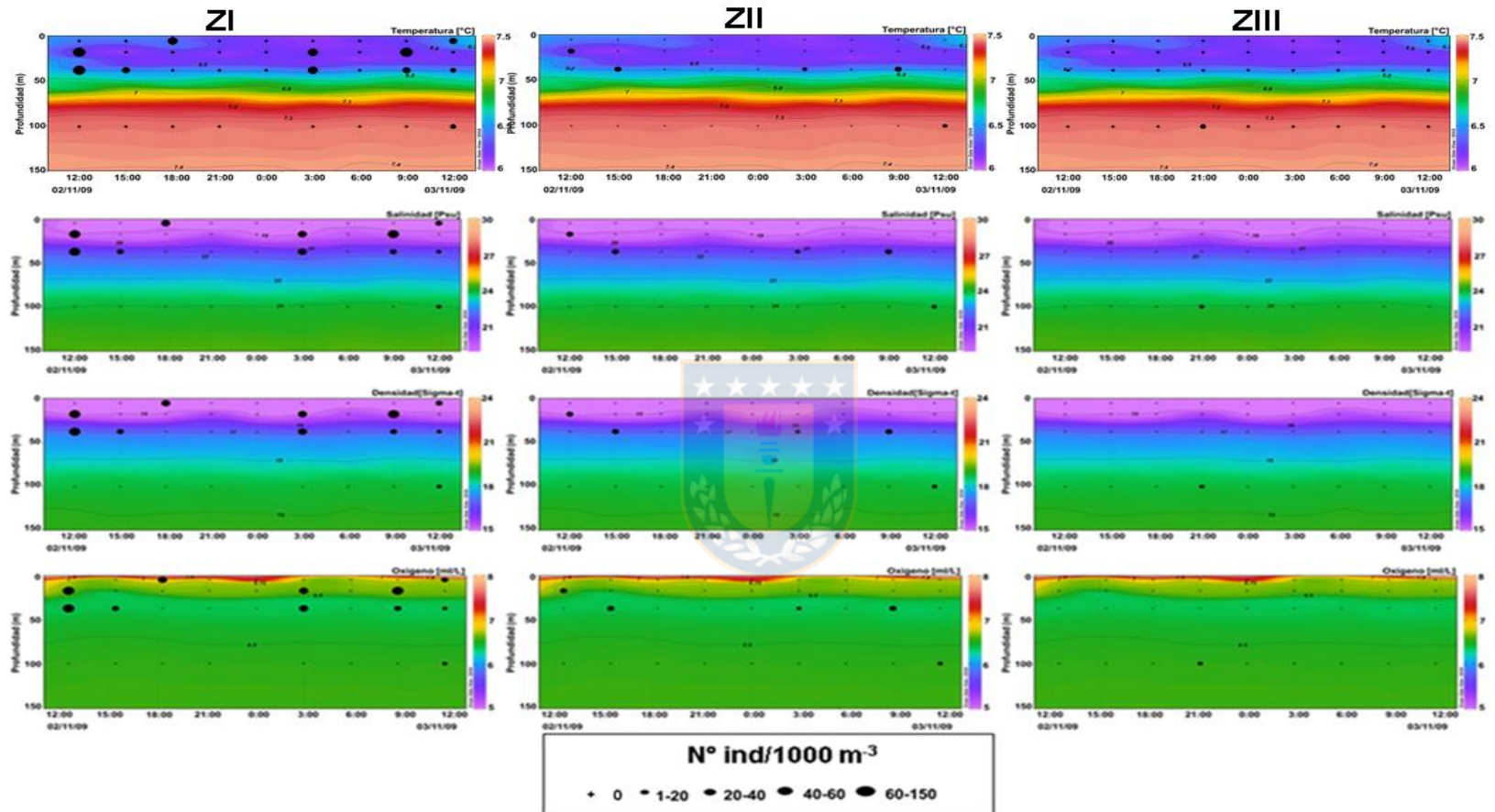


Figura 8. Abundancias de ZI, ZII, ZIII, expresadas en círculos de distinto tamaño sobrepuestas a secciones temporales verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y densidad en el Golfo Almirante Montt. Ubicación de los círculos corresponde a profundidad media.

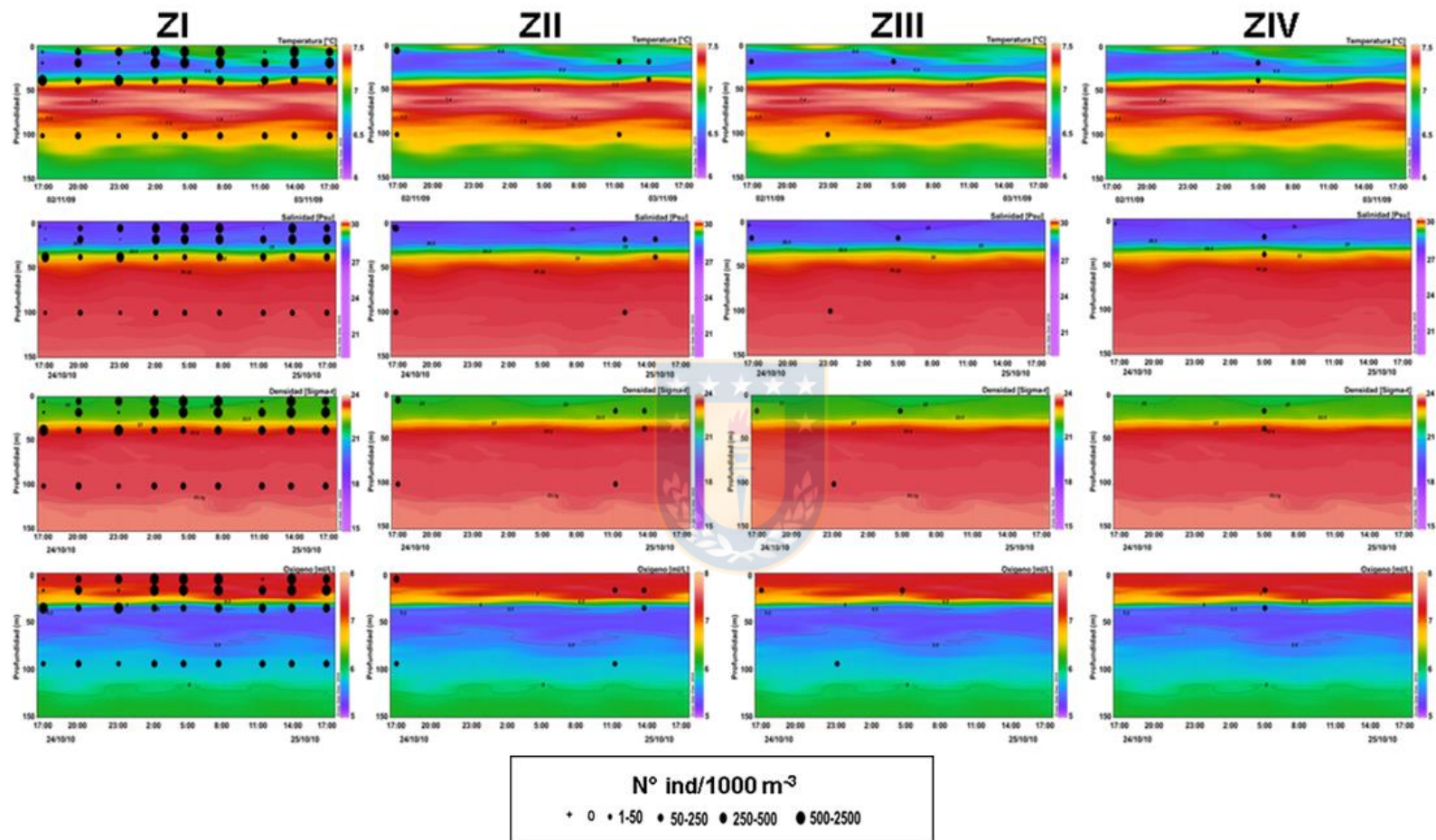


Figura 9. Abundancias de ZI, ZII, ZIII, ZIV, expresadas en círculos de distinto tamaño superpuestas a secciones temporales verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y densidad en el Seno Otway. Ubicación de los círculos corresponde a profundidad media del estrato muestreado con red Tucker Trawl.

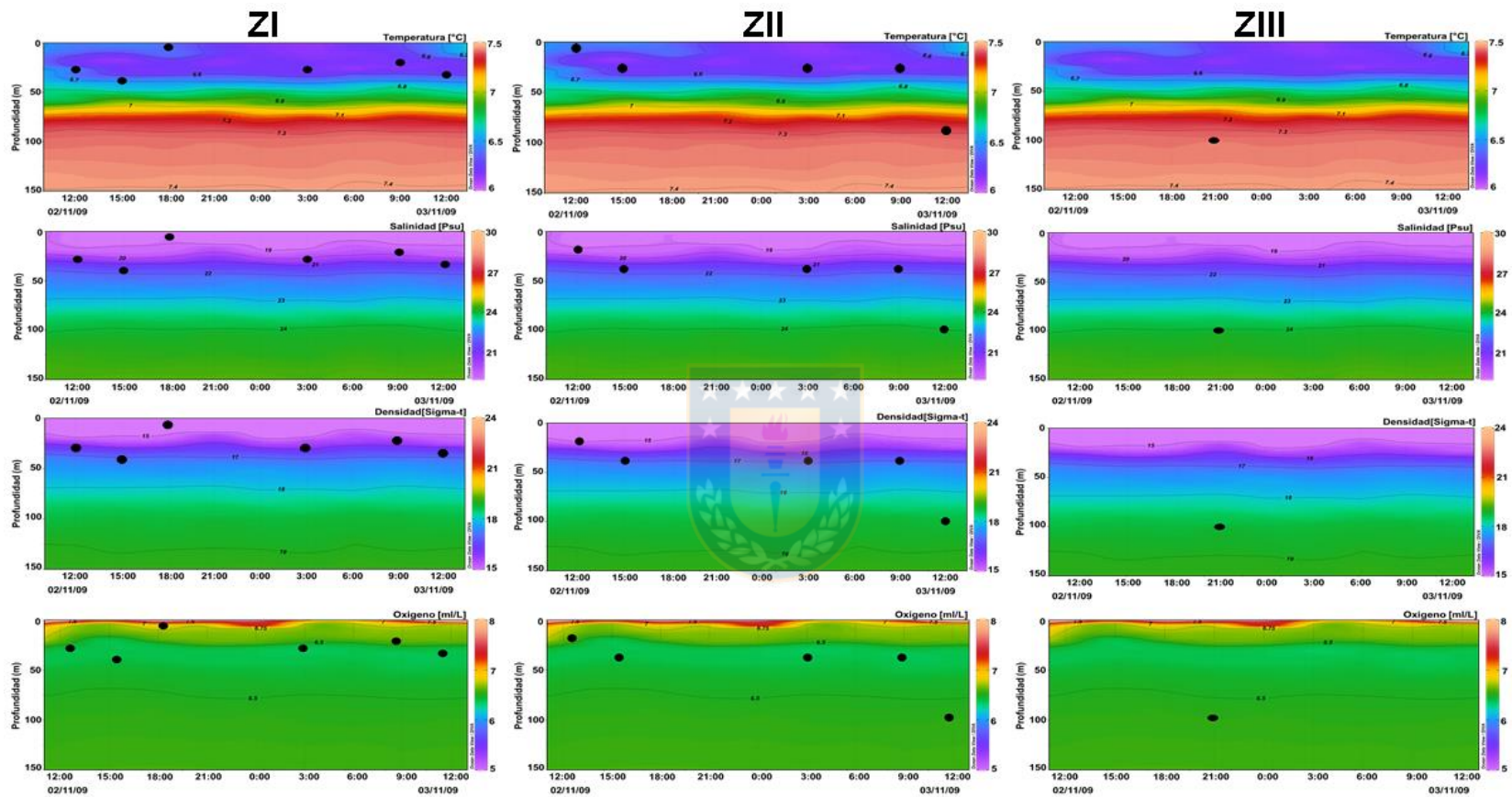


Figura 10. Profundidades medias (Centroides) de las distribuciones verticales de cada estadio de desarrollo (ZI, ZII, ZIII) de *M. gregaria*, sobrepuestas a las secciones verticales temporales de variables hidrográficas durante las 30 horas en Golfo Almirante Montt.

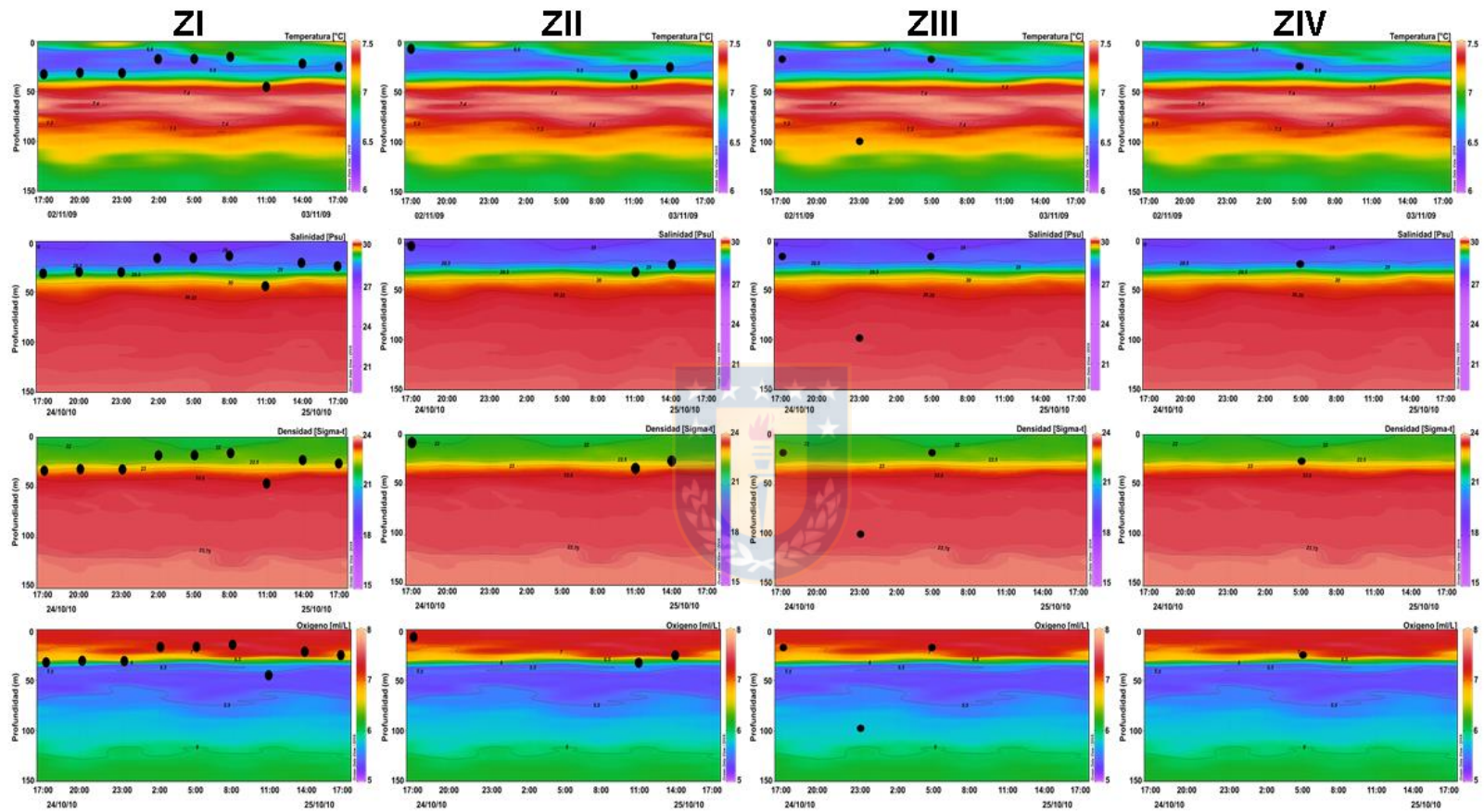


Figura 11. Profundidades medias (Centroides) de las distribuciones verticales de cada estadio de desarrollo (ZI, ZII, ZIII y ZIV) de *M. gregaria*, sobrepuestas a las secciones verticales temporales de variables hidrográficas durante las 30 horas en Seno Otway.

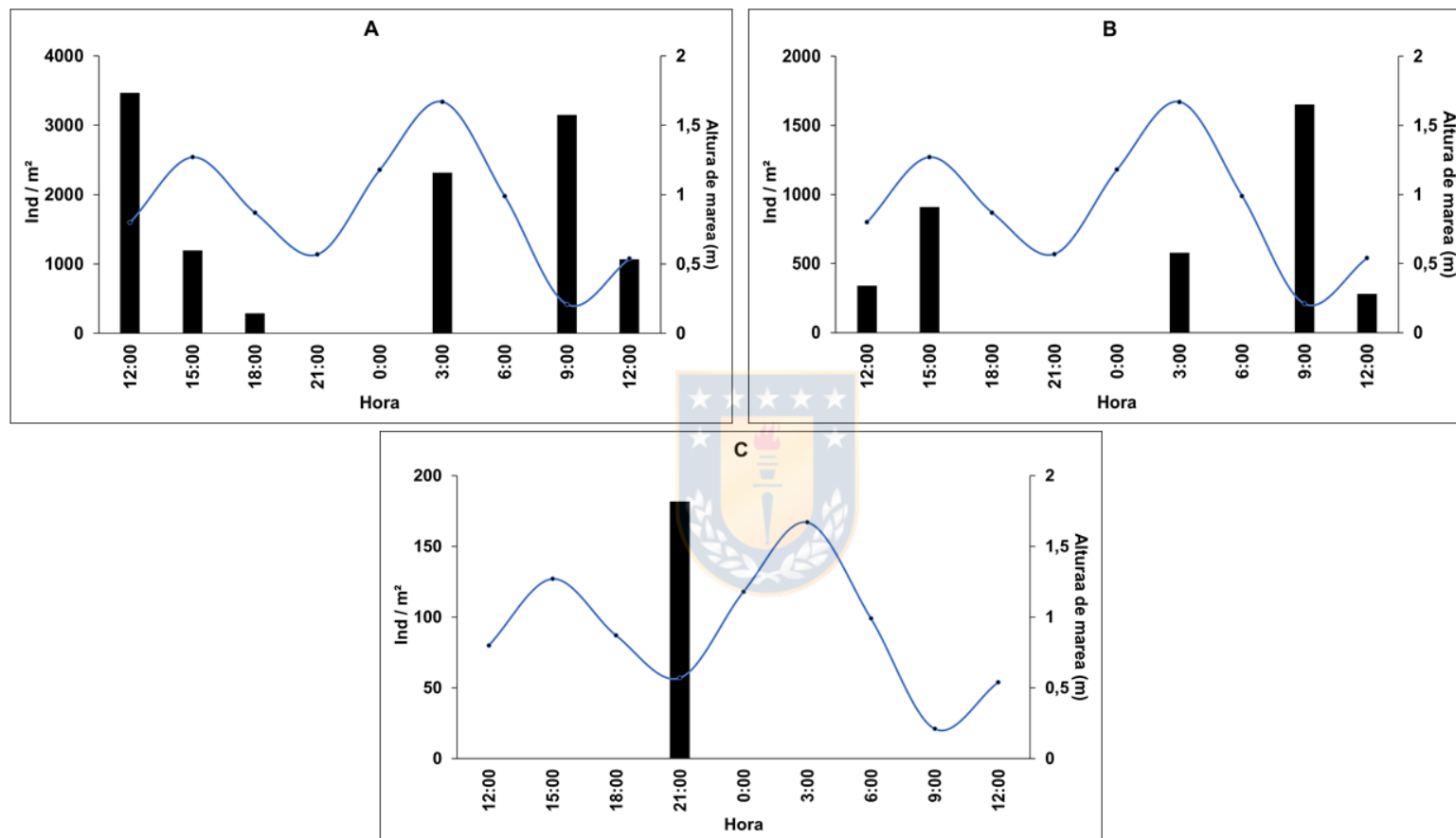


Figura 12. Abundancia integrada ind/m<sup>2</sup> en la columna de agua de cada estado de desarrollo durante las 24 horas de muestreo con superposición de altura de marea (A(ZI), B(ZII), C(ZIII)) en el Golfo Almirante Montt.

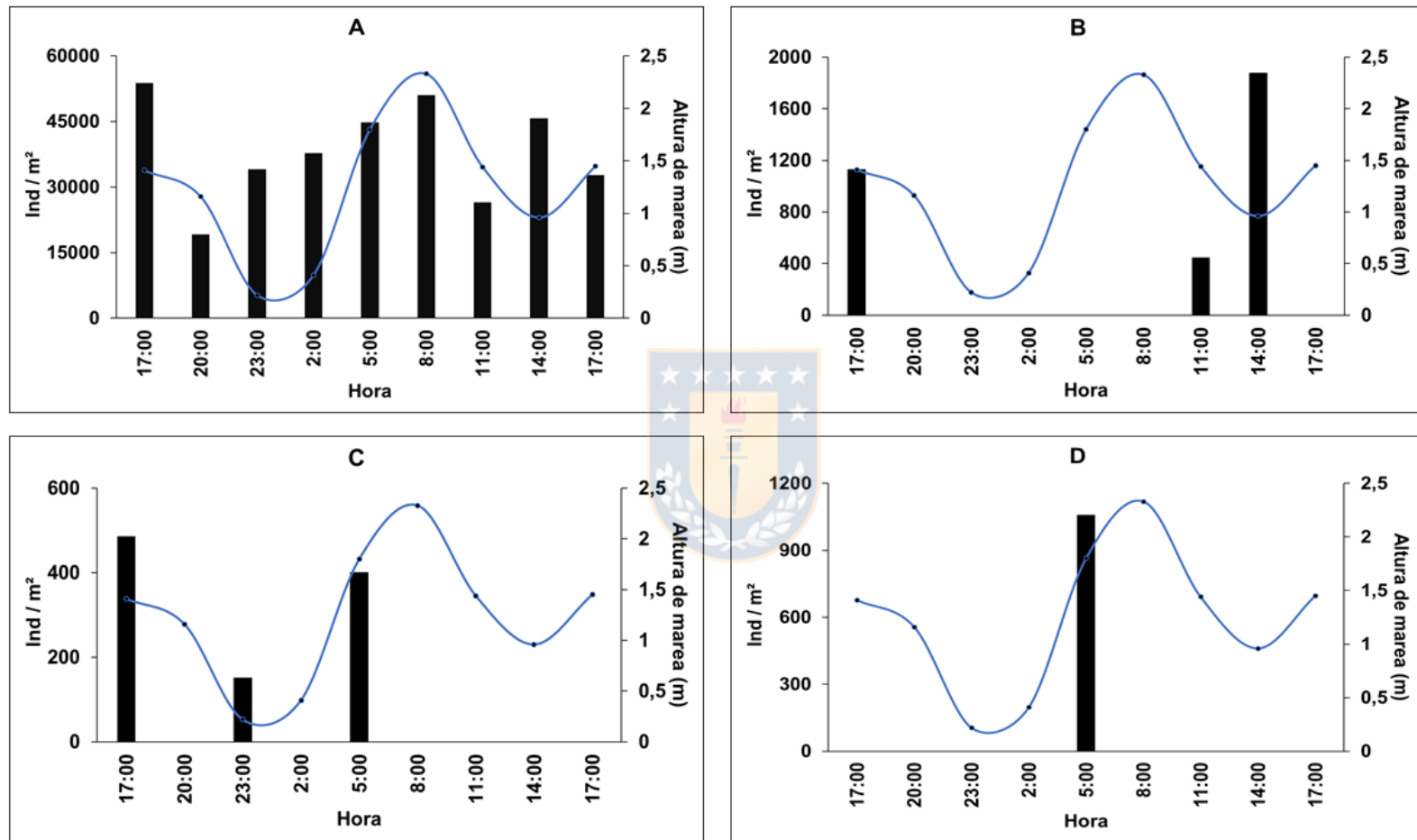


Figura 13. Abundancia integrada ind/m<sup>2</sup> en la columna de agua de cada estado de desarrollo durante las 24 horas de muestreo con sobreposición de altura de marea A(ZI), B(ZII), C(ZIII), D(ZIV) en el Seno Otway.

## TABLAS

*Tabla 1. Características hidrográficas de las masas de aguas presentes en la Patagonia Sur Austral de Chile, según (Sievers & Silva, 2006)*

| Masas de Agua                         | T° (C°)     | S (psu)     |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| Agua Subtropical (AST)                | >18,5       | >34,9       |
| Agua SubAntártica (ASAA)              | 11,5 - 14,5 | 33,8 - 34,8 |
| Agua SubAntártica Modificada (ASAAM)  | 8-11        | 31 - 33     |
| Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) | 8,5 - 12,5  | 34,4 - 34,9 |
| Agua Intermedia Antártica (AIAA)      | 4-8         | 34,3 - 34,5 |



*Tabla 2. Clasificación de un estuario según los aportes de agua salada y dulce. (Sievers & Silva, 2006).*

| Tipo de Agua      | % Agua salada | % Agua dulce | Salinidad (Psu) |
|-------------------|---------------|--------------|-----------------|
| Estuarina-Salada  | 66            | 34           | 21-31           |
| Estuarina Salobre | 33-66         | 34-67        | 11-21           |
| Estuarina-Dulce   | 33            | 67           | 2-11            |

*Tabla 3. Cruceros con los sectores y sus respectivas fechas donde se realizó el muestreo espacio-temporal (estación Yo-yo), se realizaron estaciones tanto de día como de noche y el número total de estaciones realizadas en las 30 horas de trabajo.*

| Crucero  | Sector               | Fecha                   | Estaciones<br>Día | Estaciones<br>Noche | Total<br>Estaciones |
|----------|----------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Cimar 15 | Golfo Almirante Mont | 2 y 3 de noviembre 2009 | 6                 | 3                   | 9                   |
| Cimar 16 | Seno Otway           | 24 y 25 de octubre 2010 | 6                 | 3                   | 9                   |

Tabla 4. Abundancia (ind/1000 m<sup>3</sup>) de *M. gregaria* (ZI, ZII, ZIII) por estrato de profundidad en el Golfo Almirante Montt, a diferentes horas del día, (Día vs Noche).

| Abundancia Día/Noche            |       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|
| ZI (ind/1000m <sup>-3</sup> )   |       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |
| Profundidad                     | 12:00 | 15:00 | 18:00 | 21:00 | 0:00 | 3:00 | 6:00 | 9:00 | 12:00 | Total |
| 0-10                            | 0     | 0     | 46    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 28    | 74    |
| 10-25                           | 61    | 0     | 0     | 0     | 0    | 41   | 0    | 143  | 0     | 245   |
| 25-50                           | 60    | 30    | 0     | 0     | 0    | 40   | 0    | 20   | 11    | 161   |
| 50-150                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 5     | 5     |
| ZII (ind/1000m <sup>-3</sup> )  |       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |
| 0-10                            | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     |
| 10-25                           | 20    | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 20    |
| 25-50                           | 0     | 22    | 0     | 0     | 0    | 13   | 0    | 39   | 0     | 74    |
| 50-150                          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 9     | 9     |
| ZIII (ind/1000m <sup>-3</sup> ) |       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |
| 0-10                            | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     |
| 10-25                           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     |
| 25-50                           | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     |
| 50-150                          | 0     | 0     | 0     | 6     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 6     |

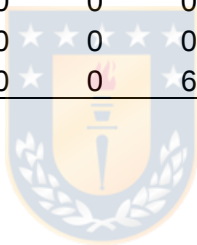


Tabla 5. Abundancia (ind/1000m<sup>3</sup>) de *M. gregaria* (ZI, ZII, ZIII, ZIV) por estrato de profundidad en el Seno Otway, a diferentes horas del día, (Día vs Noche).

| Abundancia Día/Noche            |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| ZI (ind/1000m <sup>3</sup> )    |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |
| Profundidad                     | 17:00 | 20:00 | 23:00 | 2:00 | 5:00 | 8:00 | 11:00 | 14:00 | 17:00 | Total |
| 0-10                            | 0     | 118   | 322   | 1006 | 1090 | 2420 | 0     | 746   | 0     | 5702  |
| 10-25                           | 598   | 491   | 0     | 1232 | 1090 | 1001 | 345   | 1135  | 597   | 5892  |
| 25-50                           | 1034  | 163   | 740   | 217  | 112  | 375  | 345   | 458   | 473   | 3917  |
| 50-150                          | 45    | 119   | 48    | 79   | 106  | 135  | 215   | 119   | 54    | 920   |
| ZII (ind/1000m <sup>3</sup> )   |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |
| 0-10                            | 162   | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 162   |
| 10-25                           | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 19    | 43    | 0     | 62    |
| 25-50                           | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 29    | 0     | 29    |
| 50-150                          | 4     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 4     | 0     | 0     | 8     |
| ZIII (ind/1000m <sup>3</sup> )  |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |
| 0-10                            | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 10-25                           | 30    | 0     | 0     | 0    | 25   | 0    | 0     | 0     | 0     | 55    |
| 25-50                           | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 50-150                          | 0     | 0     | 5     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 5     |
| ★ ZIV (ind/1000m <sup>3</sup> ) |       |       |       |      |      |      |       |       |       |       |
| 0-10                            | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 10-25                           | 0     | 0     | 0     | 0    | 25   | 0    | 0     | 0     | 0     | 25    |
| 25-50                           | 0     | 0     | 0     | 0    | 16   | 0    | 0     | 0     | 0     | 16    |
| 50-150                          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     |

Tabla 6. Resultados de test estadístico Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas en la abundancia promedio de larvas de *M. gregaria* entre el día/noche, en el Golfo Almirante Montt y el Seno Otway.

| Estadío | Golfo Almirante Montt<br>Día vs Noche |       | Seno Otway<br>Día vs Noche |       |
|---------|---------------------------------------|-------|----------------------------|-------|
|         | K-W                                   | p     | K-W                        | p     |
| ZI      | 3.961                                 | 0.04  | 2.131                      | 0.044 |
| ZII     | 1.482                                 | 0.223 | -                          | -     |
| ZIII    | -                                     | -     | -                          | -     |
| ZIV     | -                                     | -     | -                          | -     |

Tabla 7. Profundidad (m) de los centroides a diferentes horas del día (Día y noche\*) de cada estadio larval encontrado (ZI, ZII, ZIII) en el Golfo Almirante Montt, con su respectivo promedio y desviación estándar.

| Hora   | Centroide<br>ZI | Centroide<br>ZII | Centroide<br>ZIII |
|--------|-----------------|------------------|-------------------|
| 12:00  | 27              | 18               |                   |
| 15:00  | 38              | 38               |                   |
| 18:00  | 5               |                  |                   |
| 21:00* |                 |                  | 100               |
| 0:00*  |                 |                  |                   |
| 3:00*  | 27              | 38               |                   |
| 6:00   |                 |                  |                   |
| 9:00   | 20              | 38               |                   |
| 12:00  | 32              | 100              |                   |

|            |      |      |   |
|------------|------|------|---|
| Prom día   | 24.4 | 48.5 | - |
| Ds         | 12.7 | 35.6 | - |
| Prom Noche | -    | -    | - |
| DS         | -    | -    | - |

Tabla 8. Profundidad (m) de los centroides a diferentes horas del día (Día y noche\*) de cada estadio larval encontrado (ZI, ZII, ZIII, ZIV) en el Seno Otway, con su respectivo promedio y desviación estándar.

| Hora   | Centroide<br>ZI | Centroide<br>ZII | Centroide<br>ZIII | Centroide<br>ZIV |
|--------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| 17:00  | 32              | 7                | 18                |                  |
| 20:00  | 30              |                  |                   |                  |
| 23:00* | 30              |                  | 100               |                  |
| 2:00*  | 17              |                  |                   |                  |
| 5:00*  | 17              |                  | 18                | 25               |
| 8:00   | 15              |                  |                   |                  |
| 11:00  | 45              | 33               |                   |                  |
| 14:00  | 21              | 26               |                   |                  |
| 17:00  | 25              |                  |                   |                  |

|            |      |      |    |   |
|------------|------|------|----|---|
| Prom día   | 28   | 22   | -  | - |
| Ds         | 10.4 | 13.5 | -  | - |
| Prom Noche | 21.3 | -    | 59 | - |
| DS         | 7.5  | -    | 58 | - |

Tabla 9. Resultados de test estadístico Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas en la distribución vertical de larvas de *M. gregaria* entre el día/noche, en el Golfo Almirante Montt y el Seno Otway.

| Centroide | Golfo Almirante Montt<br>Dia vs Noche |      | Seno Otway<br>Dia vs Noche |       |
|-----------|---------------------------------------|------|----------------------------|-------|
|           | K-W                                   | p    | K-W                        | p     |
| ZI        | 3.52                                  | 0.06 | 5.49                       | 0.019 |
| ZII       | 2.05                                  | 1    | -                          | -     |
| ZIII      | -                                     | -    | -                          | -     |
| ZIV       | -                                     | -    | -                          | -     |

Tabla 10. Correlación de Spearman entre la profundidad de los centroides de los estadios de desarrollo de *M. gregaria* vs la profundidad de las variables ambientales ( $\rho$  = grado de asociación) junto con la significancia (valor  $p$ ), para el Golfo Almirante Montt y el Seno Otway.

| Golfo Almirante Montt |                        |          |                       |       |                        |       |                      |          |
|-----------------------|------------------------|----------|-----------------------|-------|------------------------|-------|----------------------|----------|
| Centroide             | Profundidad Termoclina |          | Profundidad Haloclina |       | Profundidad Picnoclina |       | Profundidad Oxiclina |          |
|                       | $\rho$                 | p        | $\rho$                | p     | $\rho$                 | p     | $\rho$               | p        |
| ZI                    | 0.02                   | 0.956    | 0.38                  | 0.537 | 0.31                   | 0.537 | 0.98                 | 3.00E-04 |
| ZII                   | 0.67                   | 0.215    | 0.22                  | 0.717 | 0.22                   | 0.717 | 0.44                 | 0.45     |
| ZIII                  | -                      | -        | -                     | -     | -                      | -     | -                    | -        |
| Seno Otway            |                        |          |                       |       |                        |       |                      |          |
| Centroide             | Profundidad Termoclina |          | Profundidad Haloclina |       | Profundidad Picnoclina |       | Profundidad Oxiclina |          |
|                       | $\rho$                 | p        | $\rho$                | p     | $\rho$                 | p     | $\rho$               | p        |
| ZI                    | 0.94                   | 9.00E-05 | 0.29                  | 0.443 | 0.22                   | 0.562 | 0.3                  | 0.43     |
| ZII                   | -                      | -        | -                     | -     | -                      | -     | -                    | -        |
| ZIII                  | -                      | -        | -                     | -     | -                      | -     | -                    | -        |
| ZIV                   | -                      | -        | -                     | -     | -                      | -     | -                    | -        |

Tabla 11. Correlación de Spearman entre la profundidad de los centroides de los estadios de desarrollo de *M. gregaria* vs los valores medidos de las variables ambientales a la misma profundidad de los centroides ( $\rho$  = grado de asociación) junto con la significancia (valor  $p$ ), para el Golfo Almirante Montt y el Seo Otway.

| Golfo Almirante Montt |                                                     |          |                                                   |       |                                                 |       |                                                 |          |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|----------|
| Centroide             | Valor de Temperatura a la profundidad del centroide |          | Valor de Salinidad a la profundidad del centroide |       | Valor de Sigma-t a la profundidad del centroide |       | Valor de Oxígeno a la profundidad del centroide |          |
|                       | $\rho$                                              | p        | $\rho$                                            | p     | $\rho$                                          | p     | $\rho$                                          | p        |
| ZI                    | 0.39                                                | 0.433    | 0.31                                              | 0.537 | 0.31                                            | 0.537 | 0.21                                            | 7.00E-01 |
| ZII                   | 0.79                                                | 0.01     | 0.22                                              | 0.717 | 0.22                                            | 0.717 | -0.79                                           | 0.01     |
| ZIII                  | -                                                   | -        | -                                                 | -     | -                                               | -     | -                                               | -        |
| Seno Otway            |                                                     |          |                                                   |       |                                                 |       |                                                 |          |
| Centroide             | Valor de Temperatura a la profundidad del centroide |          | Valor de Salinidad a la profundidad del centroide |       | Valor de Sigma-t a la profundidad del centroide |       | Valor de Oxígeno a la profundidad del centroide |          |
|                       | $\rho$                                              | p        | $\rho$                                            | p     | $\rho$                                          | p     | $\rho$                                          | p        |
| ZI                    | 0.95                                                | 7.00E-05 | -0.14                                             | 0.706 | 0.22                                            | 0.562 | -0.06                                           | 0.868    |
| ZII                   | -                                                   | -        | -                                                 | -     | -                                               | -     | -                                               | -        |
| ZIII                  | -                                                   | -        | -                                                 | -     | -                                               | -     | -                                               | -        |
| ZIV                   | -                                                   | -        | -                                                 | -     | -                                               | -     | -                                               | -        |

Tabla 12. Resultados de test estadístico Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas entre los estadios de desarrollo y la profundidad promedio (Centroide) según su desarrollo ontogénico.

| Centroide             | Profundización según Ontogenia |       |
|-----------------------|--------------------------------|-------|
|                       | K-W                            | p     |
| Golfo Almirante Montt | 1,55                           | 0,212 |
| ZI - ZII              |                                |       |
| Seno Otway            | 0,06                           | 0,796 |
| ZI - ZII              |                                |       |

Tabla 13. Resultados de test estadístico Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas entre la marea llenante y vaciante y la profundidad promedio (Centroide) de los diferentes estadios larvales de *M. gregaria*, en el Golfo Almirante Montt y Seno Otway.

| Centroide | Golfo Almirante Montt<br>Centroide vs Marea |       | Seno Otway<br>Centroide vs Marea |       |
|-----------|---------------------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
|           | K-W                                         | p     | K-W                              | p     |
| ZI        | 0.015                                       | 0.9   | 0.271                            | 0.602 |
| ZII       | 0.067                                       | 0.794 | -                                | -     |
| ZIII      | -                                           | -     | -                                | -     |
| ZIV       | -                                           | -     | -                                | -     |

