DISTRIBUCION VERTICAL DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES Y SU RELACION CON LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LA COLUMNA DE AGUA EN LOS FIORDOS DEL SUR DE CHILE

TESIS

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
Y DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGIA MARINA

MARCELA ALEJANDRA BENELLI CUEVAS

2006

marc 56162
M
B465 d
2006

DISTRIBUCION VERTICAL DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES Y SU RELACION CON LAS CARACTERISTICAS FISICO – QUIMICAS DE LA COLUMNA DE AGUA EN LOS FIORDOS DEL SUR DE CHILE

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO
00159
BIBLIOTECA
FACULTAD DE CS. DEL MAR Y DE RECURSOS NATURALES

TESIS

Para optar al título profesional de Biólogo Marino

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
Y DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGIA MARINA

MARCELA ALEJANDRA BENELLI CUEVAS

2006

MARCELA ALEJANDRA BENELLI CUEVAS

Esta tesis ha sido aprobada por la Comisión de Tesis en diciembre de 2006

Profesor Sr. Fernando Balbontín
Director de Tesis

Prof. Dr. Ricardo Bravo
Miembro Comisión de Tesis

Prof. Sr. Tomás Fonseca
Miembro Comisión de Tesis

A MI PADRE

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	*vi*
AGRADECIMIENTOS	*viii*
LISTADO DE TABLAS	*ix*
LISTADO DE FIGURAS	*x*
INTRODUCCION	*1*
ANTECEDENTES	*4*
HIPOTESIS DE TRABAJO	*19*
OBJETIVOS	*20*
MATERIALES Y METODOS	*21*
Muestreo de huevos y larvas de peces	*21*
Metodología de Análisis	*22*
Presentación de Resultados	*24*
RESULTADOS	*25*
Confección de tabla descriptiva de los tipos de huevos presentes en las muestras	*25*
Abundancia Bruta	*28*
Macruronus magellanicus	*31*
Merluccius australis	*36*
Maurolicus parvipinnis	*38*
Sebastes capensis	*39*

Leptonotus blanvilleanus..... 40

Parámetros físico-químicos de la columna de agua..... 46

Análisis estadístico de los datos de huevos y larvas de *Macruronus magellanicus*... 58

DISCUSION..... 62

CONCLUSIONES..... 77

LITERATURA CITADA..... 79

RESUMEN

Durante la campaña de invierno y primavera del programa multidisciplinario e interinstitucional denominado CIMAR FIORDO 9, se tomaron muestras de ictioplancton en los canales del sur de Chile. La zona de estudio corresponde a la prospectada durante el crucero del AGOR "Vidal Gormaz" realizado desde el 5 al 25 de agosto y del 3 al 21 de noviembre de 2003, como parte del proyecto Cimar – Fiordo 9. Corresponde a las aguas de la Décima Primera Región ubicada entre los 43.5°S (boca del Guafo) y los 46.8°S (península Tres Montes), y desde los 72°30' a los 75°W, abarcando principalmente al canal Moraleda, seno de Aysén, y canal Darwin.

Las muestras analizadas corresponden a sólo 3 estaciones prospectadas por el crucero: Estación 16 (campañas de invierno y primavera), 31 y 65 (sólo campaña de invierno).

Los muestreos fueron estratificados tipo yo-yo de 24 horas. Los estratos muestreados en cada estación fueron 0-20 m, 20-50 m, 50-75 m y 75 a 100 m. en la estación 16 se realizaron 6 lances diarios y en las estaciones 31 y 65 se realizaron 5 lances.

En un total de 100 muestras de ictioplancton analizadas se encontraron 11 morfotipos de huevos y 14 especies de larvas. Las especies de huevos con mayor abundancia fueron: *Macruronus magellanicus* (merluza de cola), *Maurolicus parvipinnis y Merluccius australis* (merluza del sur). En el caso de las larvas, las más abundantes fueron: *Macruronus magellanicus, Maurolicus parvipinnis, Merluccius australis, Leptonotus blainvilleanus* (agujilla) y *Sebastes capensis* (cabrilla).

Se determinó la distribución vertical de los huevos y larvas de peces presentes en las muestras y su relación con las características físico - químicas de la columna de agua. Respecto a la distribución vertical de las especies se encontró que las especies migran verticalmente y que algunas especies, como es el caso de *Macruronus magellanicus*, huevos y larvas en general se ubicaron en las aguas más profundas de los muestreos, desde los 50 a 100 m.

Además, en una primera instancia, haciendo un análisis cualitativo de los datos de temperatura y salinidad, se determinó que los huevos y larvas no se relacionen con estas 2 variables. Respecto al oxígeno disuelto, en una segunda instancia se probó estadísticamente mediante pruebas de correlación que no existe una relación entre los huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* con esta variable. Respecto a la densidad, sí se observó que la picnoclina tiene un efecto de barrera vertical.

Finalmente se realizó un análisis estadístico y éste determinó estadísticamente mediante el test Chi Cuadrado que los huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* no se distribuyen homogéneamente en la columna de agua, más bien se distribuyen heterogéneamente. El valor crítico para chi cuadrado al 95% de confianza según tabla es de 7.81. En la mayoría de estratos el valor de chi cuadrado fue mayor, entonces la distribución de huevos o larvas no es homogénea. En los estratos donde el valor fue menor, no significa que huevos y larvas se distribuyen homogéneamente en la columna de agua ya que estos resultados se dan porque la abundancia muestral en esos casos fue muy pequeña.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a la vida y a la fuerza que la creó, que a pesar de que en el camino para llegar aquí, surgieron mil obstáculos, se me dieron las fuerzas y la claridad para vencerlos y seguir.

Agradezco a mi familia que a pesar de que lejana siempre ha estado, he sentido su apoyo y cariño incondicional.

Agradezco a toda la gente que me ayudó para conseguir esta tan ansiada meta, especialmente a familiares y amigos.

Finalmente doy las gracias al Comité Oceanográfico Nacional (CONA), ya que esta tesis se realizó con su financiamiento en el marco del proyecto Cimar 9 Fiordos (C9F 03 – 02).

LISTADO DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1 Resumen de las condiciones oceanográficas del área de estudio.	*12*
TABLA 2 Tipos de huevos y sus características morfológicas. Cimar fiordo 9.	*25*
TABLA 3 Abundancias de huevos y larvas en cada estación. Cimar fiordo 9.	*28*
TABLA 4 Rango y valores promedio de temperatura, salinidad, oxígeno y densidad en las estaciones 16, 31 y 65.	*47*
TABLA 5 Relación del centro de masa con la picnoclina.	*54*
TABLA 6 Valores de Chi cuadrado para huevos.	*59*
TABLA 7 Valores de Chi cuadrado para larvas.	*60*
TABLA 8 Lances de huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* y valores de chi cuadrado	*61*
TABLA 9 Comparación de las abundancias larvales totales registradas en los cruceros Cimar – Fiordo 1, 2 y 9.	*65*

LISTADO DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1: Estaciones oceanográficas. CIMAR FIORDO 9.	3
FIGURA 2. Distribución vertical de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 16. Noviembre 2003.	31
FIGURA 3. Centro de masa de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 16. Noviembre 2003.	31
FIGURA 4. Distribución vertical de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 31. Agosto 2003.	31
FIGURA 5. Centro de masa de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 31. Agosto 2003.	31
FIGURA 6. Distribución vertical de larvas de *Macruronus magellanicus.* Estación 31. Agosto 2003.	32
FIGURA 7. Centro de masa de larvas de *Macruronus magellanicus*. Estación 31. Agosto 2003.	32
FIGURA 8. Distribución vertical de huevos de *Macruronus magellanicus.* Estación 65. Agosto 2003.	32
FIGURA 9. Centro de masa de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 65. Agosto 2003.	32
FIGURA 10. Distribución vertical de larvas de *Macruronus magellanicus.* Estación 65. Agosto 2003.	33
FIGURA 11. Centro de masa de larvas de *Macruronus magellanicus*. Estación 65. Agosto 2003.	33
FIGURA 12. Distribución vertical de huevos estado 1 de *Macruronus magellanicus.* Estación 31. Agosto 2003.	34
FIGURA 13. Distribución vertical de huevos estado 2 de *Macruronus magellanicus.* Estación 31. Agosto 2003.	34
FIGURA 14. Centro de masa de huevos estado 1. Estación 31. Agosto 2003.	34

FIGURA 15. Centro de masa de huevos estado 2. Estación 31. Agosto 2003. *34*

FIGURA 16. Distribución vertical de huevos estado 1 de *Macruronus magellanicus*. Estación 65. Agosto 2003. *35*

FIGURA 17. Distribución vertical de huevos estado 2 de *Macruronus magellanicus*. Estación 65. Agosto 2003. *35*

FIGURA 18. Centro de masa de huevos estado 1. Estación 65. Agosto 2003. *35*

FIGURA 19. Centro de masa de huevos estado 2. Estación 65. Agosto 2003. *35*

FIGURA 20. Distribución vertical de huevos de *Merluccius australis*. Estación 16. Agosto 2003. *36*

FIGURA 21. Centro de masa de huevos de *Merluccius australis*. Estación 16. Agosto 2003. *36*

FIGURA 22. Distribución vertical de huevos de *Merluccius australis*. Estación 16. Noviembre 2003. *36*

FIGURA 23. Centro de masa de huevos de *Merluccius australis*. Estación 16. Noviembre 2003. *36*

FIGURA 24. Distribución vertical de huevos de *Merluccius australis*. Estación 31. Agosto 2003. *37*

FIGURA 25. Centro de masa de huevos de *Merluccius australis*. Estación 31. Agosto 2003. *37*

FIGURA 26. Distribución vertical de huevos de *Maurolicus parvipinnis*. Estación 16. Noviembre 2003. *38*

FIGURA 27. Centro de masa de huevos de *Maurolicus parvipinnis*. Estación 16. Noviembre 2003. *38*

FIGURA 28. Distribución vertical de larvas de *Maurolicus parvipinnis*. Estación 16. Noviembre 2003. *38*

FIGURA 29. Centro de masa de larvas de *Maurolicus parvipinnis*. Estación 16. Noviembre 2003. *38*

FIGURA 30. Distribución vertical de larvas de *Sebastes capensis*. Estación 16. *39*

Noviembre 2003.

FIGURA 31. Centro de masa de larvas de *Sebastes capensis*. Estación 16. Noviembre 2003. *39*

FIGURA 32. Distribución vertical de larvas de *Sebastes capensis*. Estación 65. Agosto 2003. *39*

FIGURA 33. Centro de masa de larvas de *Sebastes capensis*. Estación 65. Agosto 2003. *39*

FIGURA 34. Distribución vertical de larvas de *Leptonotus blainvilleanus*. Estación 31. Agosto 2003. *40*

FIGURA 35. Centro de masa de larvas de *Leptonotus blainvilleanus*. Estación 31. Agosto 2003. *40*

FIGURA 36. Distribución vertical de larvas *Leptonotus blainvilleanus*. Estación 65. Agosto 2003 *40*

FIGURA 37. Centro de masa de larvas de *Leptonotus blainvilleanus*. Estación 65. Agosto 2003. *40*

FIGURA 38 Perfil de temperatura del agua en estación 16. Agosto 2003. *50*

FIGURA 39 Perfil de temperatura del agua en estación 31. Agosto 2003. *50*

FIGURA 40 Perfil de temperatura del agua en estación 65. Agosto 2003. *50*

FIGURA 41 Perfil de salinidad en estación 16. Agosto 2003. *50*

FIGURA 42 Perfil de salinidad en estación 31. Agosto 2003. *51*

FIGURA 43 Perfil de salinidad en estación 65. Agosto 2003. *51*

FIGURA 44 Perfil de oxígeno disuelto en estación 16. Agosto 2003. *51*

FIGURA 45 Perfil de oxígeno disuelto en estación 31. Agosto 2003 *51*

FIGURA 46 Perfil de oxígeno disuelto en estación 65. Agosto 2003 *52*

FIGURA 47 Perfil de densidad en estación 16. Agosto 2003. *52*

FIGURA 48 Perfil de densidad en estación 31. Agosto 2003. *52*

FIGURA 49 Perfil de densidad en estación 65. Agosto 2003. *52*

FIGURA 50 Promedios verticales de abundancias de huevos de *Macruronus magellanicus* v/s anomalías de oxígeno disuelto. *55*

FIGURA 51 Promedios verticales de abundancias de larvas de *Macruronus magellanicus* v/s anomalías de oxígeno disuelto. *56*

FIGURA 52 Correlación de huevos, larvas y oxígeno disuelto. *57*

INTRODUCCION

El ecosistema de canales y fiordos de la zona austral de Chile es un área de interés científico y económico para el país, esto por la gran cantidad de peces de interés comercial que allí habitan, como por las indudables fuentes de investigación oceanográfica, biológica y ecológica. La importancia de estos canales radica en que se trata de las vías naturales de migración de las especies entre el océano abierto y las aguas interiores y por tanto, indispensables para la mantención de los ecosistemas que sustentan un número considerable de recursos pesqueros que se encuentran en activa explotación en la zona (CONA 2003). Algunos de los recursos ícticos que se explotan son: *Macruronus magellanicus* (merluza de cola), *Merluccius australis* (merluza del sur), *Hippoglossina* sp., (lenguado) y *Strangomera bentincki* (sardina).

La fauna de peces de la zona austral de Chile ha sido estudiada desde el punto de vista de su valor comercial o de su importancia zoogeográfica (Bernal & Balbontín 1999), concluyéndose que es importante evaluar la distribución de huevos y larvas para reconocer zonas de hábitat de estas especies y los factores oceanográficos asociados a esos hábitat. En efecto, el conocimiento de la distribución de huevos y larvas de peces y la relación con parámetros oceanográficos, es según Cushing (1975), el factor clave en definir la abundancia de los recursos.

La dimensión vertical del océano tiene gradientes de parámetros físicos, químicos y biológicos mucho más marcados y más constantes que la dimensión horizontal. La estructura del sistema planctónico es también más complejo en el plano vertical que en el

horizontal. Esto es debido en parte, a los activos movimientos verticales del plancton que se relacionan con esos gradientes (Röpke 1993).

Dependiendo de las condiciones oceanográficas, los huevos se pueden distribuir igual o distintamente a través de la columna de agua (Córdova 2002), esto ya sea vertical u horizontalmente. Según Sundby (1991) los factores que afectan la distribución espacial de huevos y larvas es función de las propiedades del agua como densidad, corrientes y difusión turbulenta y de las propiedades físicas de los huevos como su boyantes y dimensión.

Respecto de la distribución de las larvas, se estima que está controlada por el comportamiento activo de éstas, la disponibilidad de alimento larval, la distribución y abundancia estacional de los adultos y por mecanismos de transporte pasivo debido a factores físicos y climáticos (Norcross & Shaw 1984). Esta relación se espera que también rija los comportamientos migratorios que presentan las larvas de peces en los fiordos del sur de Chile.

La zona de estudio corresponde a la prospectada durante el crucero del AGOR "Vidal Gormaz" realizado desde el 5 al 25 de agosto y del 3 al 21 de noviembre de 2003, como parte del proyecto Cimar – Fiordo 9. Corresponde a las aguas de la Décima Primera Región ubicada entre los 43.5° S (boca del Guafo) y los 46.8 ° S (península Tres Montes), y desde los 72° 30' W a los 75° W, abarcando principalmente al canal Moraleda, seno de Aysén, y canal Darwin. Las muestras analizadas en esta tesis corresponden a las estaciones 16, 31 y 65 (Figura 1), donde las dos primeras están en las cercanías de Santa María del Mar y la ultima en el área oceánica del área de estudio y se caracterizan por profundidades más bien someras, de 300 m de profundidad (CONA 1999).

El objetivo de este trabajo es determinar la distribución vertical de huevos y larvas de peces en la zona de fiordos australes y establecer su relación con las características físico - químicas de la columna de agua.

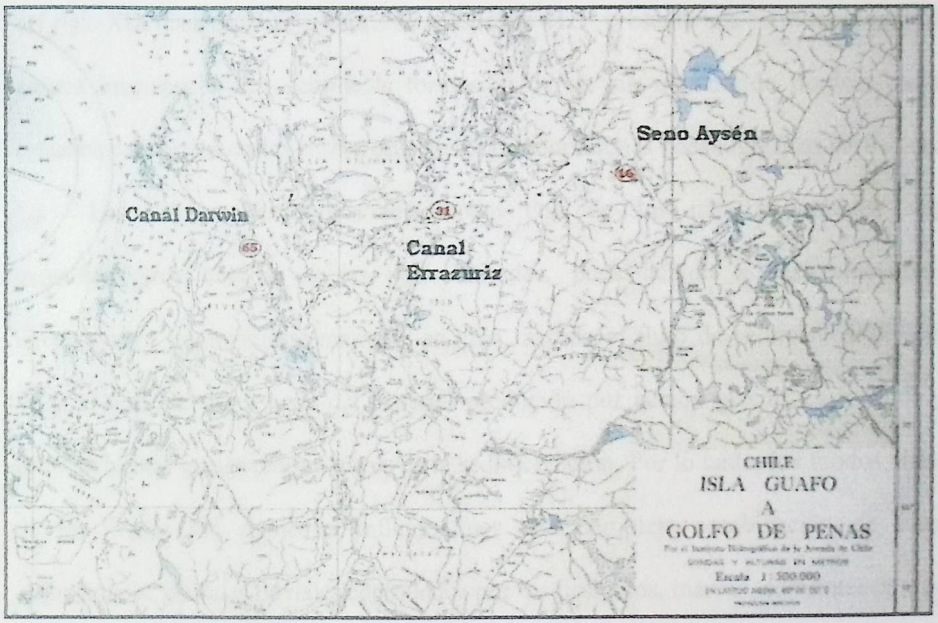


FIGURA 1. Estaciones oceanográficas. CIMAR 9.

ANTECEDENTES

- **FIORDOS**

Los fiordos en Chile han sido abordados por diversas clases de estudios y han contado con expediciones extranjeras y nacionales que los han recorrido desde el principio del siglo XIX (Delgado 2004). Esta zona, desde los 41.5° presenta una formación geológica costera irregular, lo cual permite la formación de un sin número de fiordos, canales, estuarios y senos, los cuales poseen ecosistemas y condiciones oceanográficas particulares.

Los sistemas de fiordos representan uno de los más importantes rasgos geomorfológicos costeros en las altas latitudes, pues debido a sus características circulatorias y morfológicas, controlan en gran medida el flujo de sedimentos terrígenos hacia el mar. La mayor parte del material producido por acción glacial, es retenido por estos ambientes semicerrados a través de la sedimentación. Por lo tanto, los fondos blandos de los fiordos son ambientes influidos por una compleja combinación de fuentes sedimentarias, caudales fluviales controlados por los deshielos, mareas, corrientes de marea y oleaje (Ríos & Cisternas 1998).

Los estuarios y fiordos son zonas estrechas, profundas, de corrientes intensas (30-60 cm/s), pero con dos capas de movimiento contrapuesto. La superficial con agua más dulce proveniente un río o estero caudaloso y la inferior, de agua salina, con una mayor influencia de las mareas. Los vientos pueden eventualmente tener influencia en los flujos superficiales, pero son las mareas y el caudal del río los que más influyen en las corrientes (Aquambiente 2003).

El aporte de agua dulce por los ríos o el aumento de salinidad por evaporación determinan cambios de salinidad en las aguas superficiales. Conducen a tipos de circulación que se observa principalmente en estuarios y lagunas litorales, aunque también en un orden de dimensiones mayor el modelo más común es el estuario positivo: agua poco salada de la superficie se mueve hacia el exterior, mezclándose en su límite inferior con agua más salada. A este tipo corresponden los fiordos. En el modelo opuesto designado como estuario negativo, se forma una corriente superficial dirigida hacia el interior de la bahía y otra profunda en sentido opuesto (Margalef 1998). Dependiendo del tipo de circulación que el estuario tenga (positiva o negativa), el transporte larval dependerá de en que capa se encuentre el organismo.

Los factores dominantes en la variabilidad de la circulación en los estuarios son: las mareas, la corriente de los ríos, el viento, la fuerza de la contramarea y la circulación inducida por la topografía del área Norcross & Show (1984).

La aguas interiores de los canales y fiordos australes constituye un amplio ecosistema, caracterizado por el ingreso de aguas subantárticas que penetran a la zona interior a través de la boca del Guafo y canales oceánicos (Tuamapu, King, Ninualac, Darwin y Pulluche), que se mezclan con aguas estuarinas más frías y menos salinas provenientes de los fiordos cordilleranos (Jacaf, Puyuguapi y Aysén) (Silva *et al.* 1998).

Como características oceanográficas del área de estudio resalta la sección zona oceánica – boca del Guafo – canal Moraleda – fiordo Aysén que constituye una unidad que se extiende de norte a sur con una extensión aproximada de 210 millas náuticas. Una de las

características batimétricas más relevantes es la presencia de una constricción y umbral, en el extremo sur del canal de Moraleda (Guerra & Silva 2004).

El fiordo Aysén, se ubica en el sector Este del territorio y posee una longitud de alrededor de 73 km y una profundidad media de 142 metros. La parte central del fiordo está marcada por la gran extensión de dos subcuencas entre 10 y 15 km y por las mayores profundidades (340 metros). La parte proximal del fiordo, con profundidad media de 60 metros, se caracteriza por la influencia de los aportes fluviales del río Aysén (Vieira 2002).

Respeto a la hidrodinámica del fiordo Aysén, en el estudio de Cáceres *et al.* (2004) éste se caracterizó por la presencia de tres capas en la dimensión vertical, en que la superficial y la profunda eran de salida de agua y la intermedia de ingreso de agua al fiordo.

Desde la zona central del seno Aysén a la cabeza de éste, presenta una tasa de renovación promedio del agua de dos años, explicando, en parte, la presencia de bajos valores de oxígeno disuelto en la zona profunda hacia la cabeza del seno Aysén. Al sur de la constricción de Meninea, que abarca la boca del seno Aysén, tienen una renovación de sus características oceanográficas cada seis meses (Guzmán 2000).

De acuerdo al estudio de Valle – Levinson (2002), perfiles de densidad y salinidad tomados en el área mostraron una picnoclina en los primeros 6 m de profundidad. Esta picnoclina delimita la capa superficial con salinidades típicas entre 15 y 25 que caracterizan el área de fiordos y canales de la región. Debajo de la picnoclina la salinidad típica fue 30 y se mantuvo más o menos homogénea hasta los 100 m. Al norte de la isla Elena, en el canal Pilcomayo, la salinidad aumentó ligeramente hacia el oeste, lo que sugiere que el seno Aysén exporta agua de salinidad baja hacia el canal Pilcomayo, al menos cerca de la superficie.

El canal Errázuriz se orienta de Norte a Sur y se encuentra en el sector sur del Canal Moraleda, entre la isla Traigan y la isla Luz.

El canal Darwin se orienta de Oeste a Este y es el canal más oceánico de los tres. Se encuentra entre la isla Rivero y la isla Dring. Estudios han determinado que con marea llenante las corrientes presentan generalmente direcciones S-SW y con marea vaciante generalmente van al sur. Los flujos son intensos, con un promedio de 35.2 cm/s (Aquambiente 2003).

Cáceres *et al.* (2004) distinguieron en la confluencia del canal Errázuriz con el canal Darwin dos capas, con flujo de salida en la capa superficial y de entrada en la capa profunda.

La distribución vertical en la zona se fiordos, confirma la permanencia y extensión de la estructura de dos capas durante las estaciones extremas del año de algunas de las características oceanográficas analizadas. La capa superficial se caracteriza por presentar inestabilidad (máximos o mínimos) mientras que la capa profunda, se caracteriza por ser más estable, incluso, en algunos casos cuasi homogénea. La estructura vertical de las variables oceanográficas presentan diferencias en ambas épocas de año, producto de la acción de procesos asociados a las diferentes estructuras verticales (fluctuación anual de la radiación solar; aporte de agua dulce provenientes de la lluvia, de los ríos, de deshielo y ventisqueros; efectos difusivos; efectos advectivos; efectos bioquímicos como fotosíntesis, respiración, mineralización, etc)

A través de análisis de distribución vertical de variables físicas y químicas del agua en las estaciones oceanográficas del área de interés y diagramas T-S, se determinó la presencia de tres masas de agua en la zona oceánica, ubicada entre los 0 y 400 m de

profundidad, correspondiendo al agua superficial Subantártica (ASAA) centrada alrededor de los 125 m de profundidad, remanentes del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) centrado aproximadamente a los 200 m de profundidad y el agua Intermedia Antártica (AIAA) a profundidades mayores de 300 m. En la zona de los canales existe una mezcla de las aguas Subantártica (ASAA) oceánicas con agua dulce (AD) proveniente de los ríos, lluvia y deshielo de glaciares y ventisqueros que generan agua Subantártica Modificada (ASAAM).

En la medida que las aguas oceánicas se introducen por la boca del Guafo hacia los canales Moraleda, Costa, seno Aysén, estero y golfo Elefantes, se produce una mezcla con proporciones crecientes de agua dulce, disminuyendo paulatinamente su salinidad para generar progresivamente cantidades variables de ASAAM y de agua estuarina (Guzmán 2000).

En cuanto a las características Físico-químicas se tiene que:

Temperatura:

La profundidad a la cual la gradiente de temperatura (razón de disminución de la temperatura con aumento de la profundidad) es un máximo se llama termoclina. Normalmente es difícil determinar esta profundidad en forma exacta, debido a irregularidades en el perfil de temperatura versus profundidad, siendo mas fácil determinar una "zona de termoclina", es decir una capa en la cual la gradiente de temperatura es grande comparada a la zona sobre o bajo ella. Incluso para esta zona es, en algunas

profundidades, difícil precisar sus límites, especialmente su límite inferior, y en ese caso hay que considerar solo límites aproximados (Newmann & Pierson 1966).

Según el estudio realizado por Pickard (1972) el rango de temperatura en el seno Aysén va de 11 a 13°C.

De acuerdo a los resultados preliminares obtenidos durante la primera etapa del crucero CIMAR FIORDO 9 la distribución de temperatura en la zona oceánica en invierno fluctúa, generalmente entre los 7 y 10.5 °C con temperaturas menores bajo los 300 metros de profundidad. En el fiordo Aysén, la temperatura fluctúa, generalmente en invierno entre 9.5 y 11 °C, con las menores temperaturas en superficie y las mayores bajo los 150 metros, en la zona de la cabeza del fiordo. En primavera la temperatura superficial se presenta generalmente casi homogénea con un gradiente vertical débil y con temperaturas del orden de 10 °C (Guerra & Silva 2004)

Salinidad:

La distribución de la salinidad es compleja. En la capa superior del mar la densidad, que es la que determina la estabilidad de la columna, es influenciada principalmente por la temperatura. Esta es la razón por la cual agua de mayor temperatura (densidad menor) se encuentra generalmente en las capas superiores y aguas de menor temperatura (densidad mayor) en capa mas profundas. Las variaciones de salinidad que se encuentran en alta más son en general demasiado reducidas como para ejercer una influencia mayor que la de la temperatura sobre la densidad. Por lo tanto es posible que se encuentre valores altos o bajos en las capas superficiales de aguas calidas (Newmann & Pierson 1966).

La salinidad de la zona de estudio en invierno, fluctúa entre los 29 y 33.5, distribuyéndose los menores valores hacia la cabeza del fiordo Aysén y los mayores valores hacia la zona oceánica. La distribución vertical de salinidad, en la zona canal Moraleda a boca del Guafo, fluctúa entre 32 y 34, encontrándose los máximos valores bajo los 150 m de profundidad. En esta misma zona, pero en época de primavera la salinidad fluctúa entre los 29 y 34, encontrándose los máximos valores bajo 150 metros. (Guerra & Silva 2004). Según Pickard (1972) el rango de salinidad en el seno Aysén va de 5 a 32.

Densidad:

La temperatura y la salinidad son características que ayudan a identificar una masa de agua junto a la presión permite determinar la densidad (denotada como σ_t). Esta última es importante pues determina la profundidad a la cual se mantendrá en equilibrio una masa de agua: la menos densa sobre la más densa.

En zonas costeras la mezcla es común debido a las corrientes de marea y los movimientos del agua sobre la accidentada topografía del fondo. Próximo a la superficie la energía que influye sobre los procesos de mezcla proviene del viento, las olas y el calentamiento o enfriamiento superficial.

Zona de picnoclina, donde la densidad cambia notoriamente con el aumento de profundidad en esta zona formando una capa de gran estabilidad. La formación de la picnoclina de debe a grandes variaciones verticales ya sea en salinidad como en la temperatura.

Lo importante es la distribución de la densidad en sentido vertical. El principio natural es que la densidad aumenta con la profundidad permaneciendo el fluido en un

estado de mínima energía. Este es el caso mas común cuando aquella menos densa esta en la superficie y la mas densa en el fondo. Sin embargo, hay que tener presente que en los océanos la densidad no siempre aumenta uniformemente con la densidad.

El agua, disminuirá su densidad al aumentar la temperatura y viceversa. A mayor temperatura mayor vibración o movimiento de las moléculas de agua, lo que trae aparejado un efectivo aumento de volumen para una masa constante. Un aumento de salinidad del agua o de la presión, aumentará la densidad del agua y viceversa. (Newmann & Pierson 1966).

Oxígeno:

En los rangos normales de salinidad en el océano, el factor dominante es la temperatura, en general aquellos gases que no reaccionan químicamente con el agua se hacen menos solubles cuando aumenta la temperatura y la salinidad. El agua de mar está saturada con gases atmosféricos disueltos en todas las profundidades excepto el oxígeno (O_2) y anhídrido carbónico (CO_2), debido a que plantas y animales marinos consumen o producen estos gases en sus procesos biológicos.

El oxígeno disuelto en la columna de agua se encuentra entre 0 y 8 ml/l, pero la mayor proporción de concentraciones se encuentran entre 1 y 6 ml/l (Newmann & Pierson 1966).

La distribución vertical del oxígeno disuelto durante la etapa de invierno del crucero CIMAR FIORDO 9, entre la boca del Guafo y la constricción de Meninea, presentó generalmente valores entre 5 y 8 ml/l en la capa superficial, para luego disminuir rápidamente en profundidad hasta valores menores de 3 ml/l, bajo los 150 m. En la

primavera, la concentración de oxígeno fluctúa entre 6 y 8 ml/l, con los mayores valores en la cabeza del fiordo Aysén y las menores hacia la zona oceánica. (Guerra & Silva 2004).

La Tabla 1 contiene un resumen de las condiciones oceanográficas de los fiordos del área de estudio.

TABLA 1
RESUMEN DE LAS CONDICIONES OCEANOGRAFICAS DE LOS FIORDOS DEL AREA DE ESTUDIO

VARIABLE O PARAMETRO	CARACTERISTICAS
Morfología	• En general la cabeza de los fiordos esta en contacto directo con el glaciar y su boca esta abierta al intercambio con el mar. • Transversalmente, su valle tiene forma de «U». • Controlan en gran medida el flujo de sedimentos terrígenos hacia el mar.
Circulación y Corrientes	• Los fiordos presentan una circulación típicamente estuarina. • La profundidad del umbral puede afectar el intercambio de agua con el océano, modificando su circulación. • Son zonas estrechas, profundas, de corrientes intensas (30-60 cm/s), con dos capas de movimiento contrapuesto. • La capa superficial esta constituida por agua mas dulce proveniente un río o estero caudaloso y la inferior, de agua salina, con una mayor influencia de las mareas. • Las mareas y el caudal del río son los elementos que más influyen en las corrientes.
Masas de Agua	• En la zona oceánica: Agua superficial Subantártica (ASAA), agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y el agua Intermedia Antártica (AIAA). • En la zona de los canales: Agua Subantártica (ASAA) oceánica con agua dulce (AD) proveniente de los ríos, lluvia y deshielo de glaciares y ventisqueros que generan agua

	Subantártica Modificada (ASAAM).
Temperatura	• En la época de invierno varia de 7 y 10,5 °C. • En primavera la temperatura superficial se presenta generalmente casi homogénea con un gradiente vertical débil y con temperaturas del orden de 10 °C.
Salinidad	• En invierno, fluctúa entre los 29 y 33,5, distribuyéndose los menores valores hacia la cabeza del fiordo Aysén y los mayores valores hacia la zona oceánica. • La distribución vertical, en la zona canal Moraleda a boca del Guafo, fluctua entre 32 y 34. • En época de primavera la salinidad fluctúa entre los 29 y 34, encontrándose los máximos valores al igual que en invierno, bajo los 150 metros
Oxígeno Disuelto	• El oxígeno disuelto en la columna de agua se encuentra entre 0 y 8 ml/l, pero la mayor proporción de concentraciones se encuentran entre 1 y 6 ml/l. • La distribución vertical del oxígeno disuelto durante el invierno, entre la boca del Guafo y la constricción de Meninea, presentó generalmente valores entre 5 y 8 ml/l en la capa superficial, para luego disminuir rápidamente en profundidad hasta valores menores de 3 ml/l, bajo los 150 m . • En la primavera, la concentración de oxígeno fluctúa entre 6 y 8 ml/l, con los mayores valores en la cabeza del fiordo Aysén y las menores hacia la zona oceánica.

- **HUEVOS Y LARVAS**

Según Bernal & Balbontín (1999), los principales taxa ictioplanctónicos presentes en el área de estudio son: *Maurolicus parvipinnis, Sebastes capensis, Merluccius australis, Macruronus magellanicus, Seriolella* sp., *Hypsoblennius* sp., *Normanichthys crockeri, Stromateus stellatus, Atheriniformes, Nototeniops larseni, Hippoglossina* sp., *Bathylagichthys* sp., *Strangomera bentincki, Congiopodus peruvianus, Salilota australis, Agonopsis chiloensis*, Notacanthiformes, *Hygophum bruuni, Lampanyctodes hectoris, Protomyctophum chilensis,* Myctophidae, *Genypterus* sp., *Leptonotus blainvilleanus,* Nototheniidae, *Sprattus fueguensis, Micromesistius australis* y *Notoscopelus* sp. De estas especies hay una cantidad importante que son explotadas como recursos pesqueros en la zona.

Los trabajos existentes sobre huevos y larvas en la zona de interés corresponden a los realizados por Balbontín & Bernal (1997), Bernal & Balbontín (1999), Bernal & Balbontín (2003), Córdova (2002), Uribe (2000). Además se han realizado diversos trabajos de distribución vertical de huevos y larvas de peces de todo el mundo, como los realizados por Patchell *et al.* (1987), Moser *et al.* (1997), Röpke (1993), entre otros.

Los estudios realizados sobre distribución de huevos y larvas de peces han determinado que, por ejemplo, en el caso de las larvas existen distintos factores que determinan su posición en un determinado estrato, ya sea posición de la presa, abundancia estacional de los adultos, etc. También, se cree que los huevos se distribuyen verticalmente en el océano dependiendo de la condición que presentan los parámetros oceanográficos existentes en el lugar, como temperatura, salinidad y densidad.

La distribución de las larvas de peces es controlada por su comportamiento activo y mecanismos pasivos del transporte. Estos mecanismos resultan de una combinación de factores bióticos y abióticos. Los factores bióticos incluyen la abundancia estacional de los adultos y de las larvas, las preferencias ambientales, la disponibilidad de alimento, depredadores potenciales y el comportamiento larval. Los factores físicos incluyen la oceanografía, hidrografía y la climatología del área, específicamente la temperatura salinidad, estratificación, turbidez, luz, descargas ribereñas, patrones del tiempo, patrones del flujo del agua, tipos y direcciones de las corrientes y anomalías. Un factor abiótico importante es el fenómeno conocido como la espiral de Ekman, la fuerza y dirección del transporte de Ekman es importante porque su flujo acarrea los huevos y larvas desde la zona costera de desove hasta mar adentro, como ocurrió en el caso estudiado por Norcross & Show (1984).

Estos mismos autores, (Norcross & Show 1984) han postulado que el desove de muchas especies ocurre generalmente cerca de giros, zonas de surgencia, u otras circulaciones direccionales que frecuentemente están asociados con sistemas de corrientes mayores. Estas asociaciones por una parte fijan la dirección de la deriva larval, y además fijan también el área de crianza. Así, tanto la dirección de la deriva larval como el área de crianza quedan determinadas por un sistema de corrientes regular. Los factores meteorológicos y oceanográficos influencian la disponibilidad de alimento y su trasporte en el tiempo y espacio.

Frank & Leggett (1983) definen a los hábitats con características como gran abundancia de alimento y baja abundancia de depredadores como "hábitats seguros", donde las probabilidades de supervivencia de los huevos y larvas aumentan.

Es esencial que los huevos y larvas de peces se desarrollen en hábitats favorables que maximicen la probabilidad de sobrevivencia durante la fase planctónica, periodo del ciclo de vida en que las larvas están vulnerables a depredación, hambruna y transporte más afuera, lejos de las áreas adecuadas para su alimentación. (Norcross & Shaw 1984, Balbontín & Bravo 1999).

El papel del comportamiento larval acoplado con la hidrodinámica en la modulación de los patrones de distribución larval, ha sido más extensamente estudiado en ambientes temperados. En estuarios, por ejemplo, el acoplamiento entre las migraciones verticales diarias y los ciclos maréales pueden finalmente determinar si las larvas son advectadas hacia el interior o exterior de los estuarios. Las larvas planctónicas de muchas especies de peces e invertebrados bentónicos son retenidas en los estuarios por su tipo de circulación característica. Ya que los estuarios se caracterizan por presentar una alta producción primaria y secundaria, un valor adaptativo ha sido atribuido a esta estrategia de transporte, la cual proveería a los estados larvales un adecuado suplemento alimenticio. Además, la retención de las larvas de peces dentro de un área limitada puede ser crucial en permitir la sobrevivencia de los individuos en las áreas de crianza.

Algunos autores han sugerido que en áreas con mareas enérgicas, los estados postlarvales sincronizan su migración vertical con la circulación, de tal manera que las mareas son las que controlan su transporte longitudinal o lateral (Fortier & Leggett 1983).

Según Neilson & Perry (1990) existen dos tipos de migraciones verticales en larvas de peces:

- Tipo I: las larvas suben a la superficie durante la noche y retornan a profundidades mayores durante el día.
- Tipo II: Las larvas bajan a mayores profundidades durante la noche y durante el día suben hacia la superficie.

Además estos mismos autores señalan que la distribución vertical estaría condicionada por la luz disponible, la gravedad, alimento disponible, hidrografía, mareas, corrientes y turbulencia.

Sin embargo, Comyns & Lyczkowki – Shultz (2004) señalan que durante un estudio realizado en el Golfo de México con larvas del "Atlantic croaker" *Micropogonias undulatus* los perfiles verticales de temperatura y salinidad tomados durante la tarde, noche y la mañana por el crucero, mostraron que la columna de agua siempre se mantuvo relativamente bien mezclada, por lo tanto no había ninguna indicación que el modelo de distribución larval reflejara estratificación hidrográfica dentro de la columna de agua.

En cuanto a las larvas del género *Merluccius*, según Moser *et al* (1997) la mayoría de los huevos de la merluza del pacífico *Merluccius productus,* se encontraron entre los 50 y 150 m de profundidad; los altos de densidad de encontraron en los estratos de 50 – 75 y de los 75 – 100 m. Esto difiere en parte con lo visto en huevos de merluza del sur *Merluccius australis*, donde presentan una distribución mas homogénea en la columna de agua entre la superficie y los 100 m de profundidad.

Respecto a la distribución vertical de *Normanichthys crockeri* no existen estudios específicos sobre el tema. Sin embargo, respecto a su distribución geográfica, en principio

se le describió para la zona comprendida desde Coquimbo hasta isla Mocha y que más tarde Zama y Cárdenas en 1982 al registrar la presencia de *Normanichthys crockeri* en el contenido gástrico de *Salmo trutta* capturados en Ensenada Baja (45° 27'S, 72°49'W), Puerto Chacabuco y al registrar la captura de larvas de *N. crockeri* en los fiordos de Aysén y canal Moraleda (44°55'S a 45°55'S) ampliaron su distribución hasta esa latitud austral (Vegas & Pequeño 1993).

Según los resultados del estudio realizado por Landaeta & Castro (2002) en el sector de Talcahuano, la máxima abundancia de huevos de *Maurolicus parvipinnis* se registró en zonas profundas, de los 100 a 150 m de profundidad. En el mismo estudio la máxima abundancia de larvas de la misma especie se presentó desde los 40 a los 100 m de profundidad.

Como se aprecia entonces hay una buena cantidad de antecedentes sobre el tema de esta tesis. Sin embargo, no hay buena información comparativa entre la distribución vertical de huevos y larvas y las condiciones abióticas y en esto se basa la hipótesis de trabajo.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

- **HIPOTESIS 1**

H_1 = Existe una relación significativa entre la estructura físico – química de la columna de agua y la distribución vertical de los huevos y las larvas de peces.

H_0 = No existe una relación significativa entre la estructura físico – química de la columna de agua y la distribución vertical de los huevos y las larvas de peces.

- **HIPOTESIS 2**

H_1 = Existe un patrón especie-específico de distribución diurna-nocturna en las larvas de peces.

H_0= No existe un patrón especie-específico de distribución diurna-nocturna en las larvas de peces.

OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la distribución vertical de huevos y larvas de peces en la zona de fiordos australes en el período agosto – noviembre 2003 y su relación con las características físico - químicas de la columna de agua.

- **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la distribución vertical de los huevos de *Macruronus magellanicus* de acuerdo a las etapas del desarrollo embrionario.
- Determinar si la estructura vertical físico-química de la columna de agua se relaciona con la distribución vertical de las larvas de peces.
- Determinar la eventual existencia de la distribución diurna – nocturna de las larvas de peces.

MATERIALES Y METODOS

- **Muestreo de huevos y larvas de peces**

Se analizaron 100 muestras de ictioplancton recolectadas durante el crucero de invierno del AGOR "Vidal Gormaz" realizado desde el 5 al 25 de agosto de 2003, y el crucero de primavera realizado durante la primera y segunda semana de noviembre del mismo año, como parte del proyecto Cimar–Fiordo 9. El área de recolección de las muestras analizadas corresponde a las estaciones determinadas previamente como estaciones 16, 31 y 65 las cuales se encuentran en las cercanías del seno de Aysén, Santa María del Mar y canal Darwin respectivamente, entre las latitudes 45° y 46° S. Las estaciones 16 y 31 corresponden a aguas interiores de canales y fiordos de profundidades menores a 300 m. La estación 65 corresponde a aguas exteriores en contacto directo con el océano Pacífico (Figura 1). El muestreo planctónico fue llevado a cabo con una red Tucker de 1 m^2 de boca (red de 300 µm de apertura de malla). Las pescas fueron de carácter oblicuo con arrastres desde los 100-75, 75-50, 50-20, y 20-0 m de profundidad y a diferentes horas del día. Respecto a los lances, en la estación 16, se realizaron diariamente 6 lances. Así mismo, en las estaciones 31 y 65 se realizaron 5 lances. De las muestras obtenidas (100) se separaron la totalidad de huevos y larvas de peces, los cuales se fijaron en formalina 5% neutralizada con bórax. Los volúmenes filtrados se estandarizaron a 1000 m^3.

$$Z_{CM} = \sum_{i=1}^{\leq 8} (P_i * Z_i) \qquad P_i = C_i * H_i / \sum_{i=1}^{\leq 8} (C_i * H_{i)}$$

Donde P_i es la proporción de larvas o huevos en el estrato de profundidad i, Z_i es la profundidad promedio del estrato i, C_i es la concentración de larvas o huevos en el estrato de profundidad i y H_i es la amplitud del estrato de profundidad i.

La información de las condiciones oceanográficas del muestreo (distribución vertical de la temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto), la proporcionaron equipos CTD ubicados en cada pesca realizada en las distintas estaciones muestreadas. Las profundidades muestreadas van desde la superficie hasta los 150 m.

Se realizaron perfiles de cada variable en la columna de agua. Junto a esto, se graficaron (en un gráfico integrador de la información) los promedios verticales de huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* y las anomalías (o desviaciones) de oxígeno disuelto (respecto del promedio de la columna). Entiéndase como anomalía (o desviación) de oxígeno, como la diferencia entre el valor promedio de todos los estratos y el valor determinado en cada estrato. Además, para esta misma especie, se determinó la correlación existente entre huevos - larvas y oxígeno disuelto.

Se utilizó el test de chi cuadrado X^2 para estimar sí los huevos y larvas de la especie *Macruronus magellanicus* presentaron o no una distribución homogénea en la columna de agua. Este estadístico (X^2) proporciona una medida de la distribución existente entre la frecuencia observada y la frecuencia esperada. Si la si la distribución de huevos y larvas fuese homogénea, la frecuencia esperada seria de igual proporción en cada profundidad

(Spiegel & Stephens 1991). Se utilizó esta especie, por presentar la mayor abundancia de huevos y larvas.

- **Presentación de los Resultados**

El capitulo resultados esta compuesto por 9 subcapítulos, 5 de éstos corresponden a las especies que presentaron mayor abundancia de huevos y/o larvas; *Macruronus magellanicus, Merluccius australis, Maurolicus parvipinnis, Sebastes capensis* y *Leptonotus blainvilleanus.* Dada la baja abundancia registrada de las otras especies identificadas en las muestras, éstas no se incluyeron en los resultados. Sin embargo, la Tabla 2 presenta los biotipos de huevos encontrados, y la Tabla 3 presenta el dato importante de las abundancias brutas registradas de huevos y larvas. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, para realizar los cálculos de abundancias y porcentajes se estandarizaron los valores brutos a 1000 m^3.

RESULTADOS

- **Confección de tabla descriptiva de los tipos de huevos presentes en las muestras**

Los tipos de huevos presentes en los muestreos de las campañas de invierno y primavera del crucero CIMAR FIORDO 9 y sus características morfológicas se presentan en la Tabla 2:

TABLA 2
TIPOS DE HUEVOS Y SUS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS. CIMAR 9

ESPECIE	CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS
Macruronus magellanicus	Huevo esférico con superficie lisa y vitelo homogéneo. Dimensiones observadas son de 1,05 mm a 1,28 mm y gota oleosa de 0,31 mm a 0,41 mm. Presenta banda de melanóforos a lo largo del eje lateral del embrión que va desde la cabeza hasta una discontinuidad del pigmento en la región caudal, un grupo conspicuo de melanóforos en la superficie ventral de la región de la cola hasta donde esta se separa del vitelo. Cuando el embrión se acerca a la eclosión el extremo caudal no tiene pigmento y la gota oleosa se ubica bajo la cola. El espacio perivitelino es pequeño (Córdova 2002).
Merluccius australis	Forma esférica con membrana coriónica lisa. El vitelo presenta numerosos gránulos incoloros conteniendo una gota oleosa con melanóforos distribuidos homogéneamente sobre ésta en huevos de estado avanzado el embrión tiene los melanóforos agrupados de manera concentrada asemejando la forma de estrella un primer grupo se ubica en la

	porción cefálica dorsal y sobre la línea lateral del cuerpo y finalmente en la cola. La gota oleosa se ubica por detrás del punto medio del cuerpo. El diámetro del huevo va de 0,97 mm a 1,23 mm y la gota oleosa de 0,26 mm a 0,30 mm (Córdova 2002).
Maurolicus parvipinnis	Huevos con una membrana coriónica gruesa y de apariencia mucosa. Huevos grandes con diámetro de 1,30 a 2,13 mm. Diámetro de gota oleosa de 0,20 mm a 0,38 mm.
Coelorhynchus sp.	Forma esférica, membrana criónica presenta ornamentación, formando hexágonos de manera regular. Las dimensiones observadas son de 1,23 mm a 1,36 mm. Gota oleosa de 0,30 mm a 0,45 mm.
Genypterus sp.	Huevos con una gota oleosa pequeña, el embrión presenta pigmento a lo largo del cuerpo, cabeza y cola. Gota oleosa pegada a la región caudal. El diámetro de la especie es de 1,20 mm y gota oleosa de 0,13 mm. El huevo descrito tiene 1,31 mm y gota oleosa de 0,10 mm.
Especie A	Pigmento en vitelo, gota oleosa en extremo caudal. El pigmento se concentra a cada lado del embrión. El diámetro mínimo encontrado fue de 1,23 mm y máximo de 1,28 mm. La dimensión de la gota oleosa fue de 0,28 mm y 0,33 mm.
Especie B	La gota oleosa se encuentra cerca de la región cefálica. Gota oleosa y vitelo presentan pigmento. Diámetro del huevo va de 1,11 mm a 1,.18 mm y gota oleosa de 0,25 mm a 0,30 mm

Especie D	Huevos de diámetro pequeño, entre 0,72 mm a 0,82 mm. Con espacio perivitelino grande de 0,30 mm. El diámetro de la gota oleosa fue de 0,13 mm a 0,18 mm. El embrión no presenta pigmento
Especie E	Los huevos presentan medidas ligeramente inferiores a los huevos de *Merluccius australis.* Gota oleosa pequeña de 0,21 mm. Diámetro del huevo de 0,98 mm a 1,05 mm
Especie F	En estado avanzado presenta huevos con pigmento sobre la gota oleosa, hocico, región occipital (una mancha a cada lado), en el cuerpo presenta pigmento intenso dorsal hasta la cola, tiene pigmento ventral distribuido en grupos. Espacio perivitelino amplio. En estado avanzado presenta pigmento en la cola. Las medidas del huevo van de 0,97 mm a 1,20 mm. La gota oleosa presenta medidas de 0,15 mm a 0,54 mm y se ubica en la región cefálica del embrión.
Especie H	Huevo pequeño con diámetro de 0,92 mm y gota de 0,23 mm. Pigmento en gota oleosa y ésta se encuentra próxima a la región caudal del embrión. Pigmento del embrión es regular por la región cefálica y dorsal. Solo presenta una discontinuidad en la zona cefálica posterior. La cola también presenta pigmentación.

- **ABUNDANCIA BRUTA**

En la Tabla 3 se entregan las abundancias brutas de cada tipo de huevos y larvas registrados por estación.

Tal como se señalo en la sección "Materiales y Métodos" en la Tabla 3 se presentan los valores brutos de abundancia de huevos y larvas registrados. Este dato se considera importante conocerlo por la implicancia de la abundancia muestral. Cabe destacar que para los cálculos de abundancias y porcentajes se estandarizaron estos valores a 1000 m^3.

TABLA 3
ABUNDANCIA BRUTA DE HUEVOS Y LARVAS EN CADA ESTACION. CIMAR FIORDO 9

ESPECIE	ESTACION 16 INVIERNO	ESTACION 31 INVIERNO	ESTACION 65 INVIERNO	ESTACION 16 PRIMAVERA	TOTAL POR TIPO
HUEVOS					
Macruronus magellanicus	7	319	1143	16	**1485**
Merluccius australis	23	32	3	23	**81**
Maurolicus parvipinnis	-	-	-	73	**73**
Coelorhynchus sp.	-	2	1	2	**5**
Genypterus sp.	-	1	-	2	**3**
Tipo A	2	3	1	13	**19**
Tipo B	-	2	-	1	**3**
Tipo D	-	19	-	4	**23**
Tipo E	1	18	-	3	**22**
Tipo F	-	8	1	1	**10**
Tipo H	-	-	21	6	**27**
Sin Identificar	-	-	31	-	**31**
TOTAL	**33**	**404**	**1201**	**144**	**1782**

LARVAS					
Macruronus magellanicus	-	36	308	1	**345**
Merluccius australis	1	2	-	2	**5**
Maurolicus parvipinnis	2	-	-	25	**27**
Sebastes capensis	2	5	14	49	**70**
Leptonotus blainvilleanus	-	13	16	1	**30**
Strangomera bentincki	-	-	1	2	**3**
Agonopsis chiloensis	-	1	2	-	**3**
Protomyctophum crockerii	-	-	1	-	**1**
Genypterus sp.	-	-	1	-	**1**
Mictophidae	-	-	9	-	**9**
Clinidae,	-	-	5	-	**5**
Fam. Macruridae	-	-	-	1	**1**
Nototheniidae	-	-	5	-	**5**
Higophum bruuni	-	-	1	-	**1**
Sin Identificar	-	2	-	-	**2**
TOTAL	**5**	**59**	**363**	**81**	**508**

Las mayores abundancias brutas de huevos y larvas las registró la especie *Macruronus magellanicus* con un total de 1485 huevos y 345 larvas. Así mismo la estación con más abundancia de huevos y larvas fue la estación 65 ubicada en el área oceánica de la zona de estudio, siguiéndole en abundancia la estación 31, ubicada en el canal Errázuriz, en el sector medio del área de estudio. La estación más pobre en huevos y larvas fue la 16, especialmente en la campaña de invierno. Esta estación ésta ubicada en la cabeza del fiordo Aysén, por lo tanto es una estación con alta influencia de agua dulce.

Merluccius australis, presentó la misma cantidad de huevos (23) en la campaña de invierno y verano en la estación 16.

Huevos de *Maurolicus parvipinnis* sólo se registraron en la estación 16; estación más alejada del océano.

- *Macruronus magellanicus*

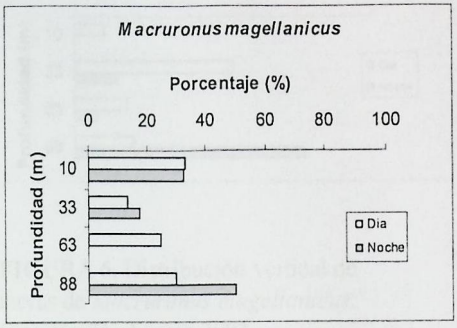


FIGURA 2. Distribución vertical de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 16. Noviembre 2003

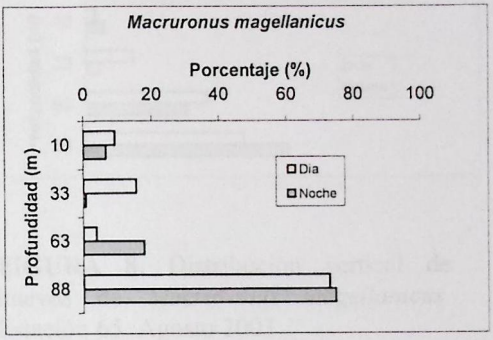


FIGURA 4. Distribución vertical de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 31. Agosto 2003

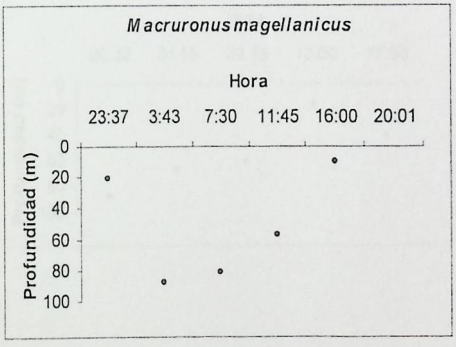


FIGURA 3. Centro de masa de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 16. Noviembre 2003

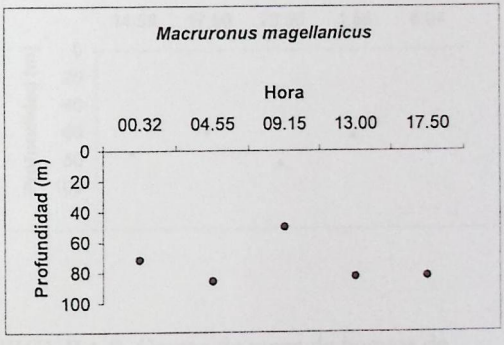


FIGURA 5. Centro de masa de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 31. Agosto 2003

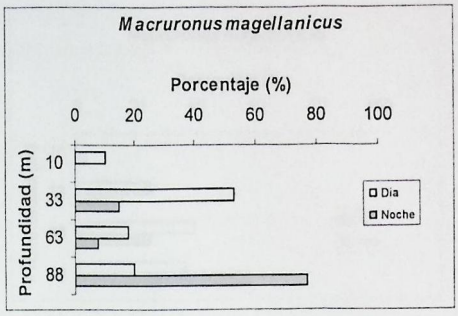


FIGURA 6. Distribución vertical de larvas de *Macruronus magellanicus.* Estación 31. Agosto 2003

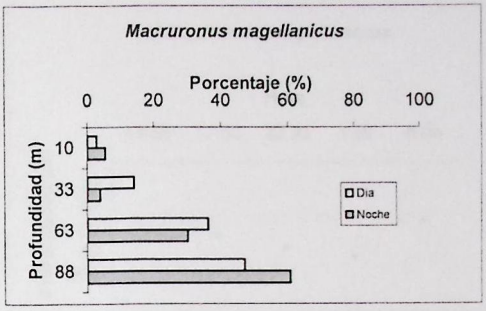


FIGURA 8. Distribución vertical de huevos de *Macruronus magellanicus.* Estación 65. Agosto 2003

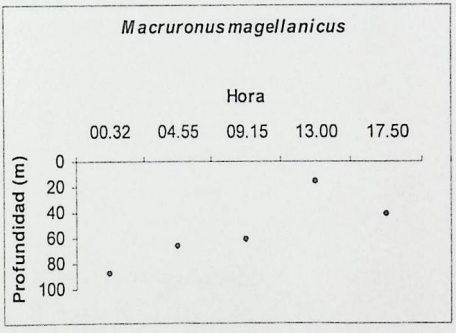


FIGURA 7. Centro de masa de larvas de *Macruronus magellanicus*. Estación 31. Agosto 2003

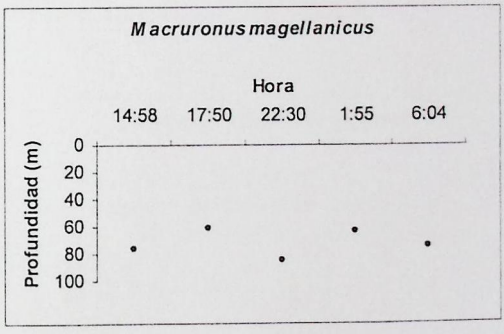


FIGURA 9. Centro de masa de huevos de *Macruronus magellanicus*. Estación 65. Agosto 2003

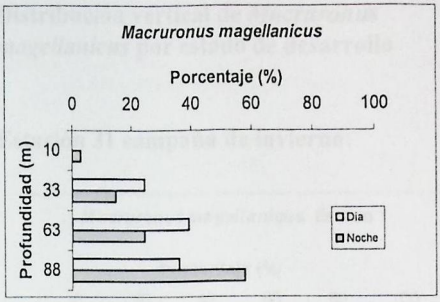


FIGURA 10. Distribución vertical de larvas de *Macruronus magellanicus*. Estación 65. Agosto 2003

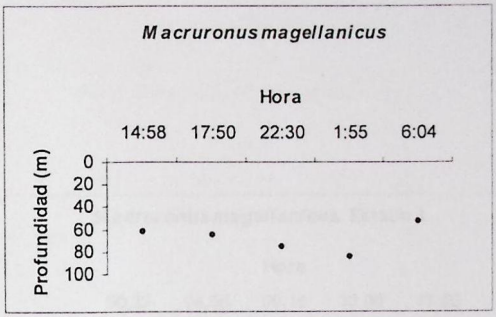


FIGURA 11. Centro de masa de larvas de *Macruronus magellanicus*. Estación 65. Agosto 2003

Distribución vertical de *Macruronus magellanicus* por estado de desarrollo

Estación 31 campaña de invierno:

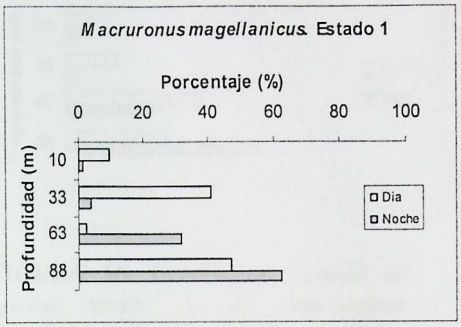


FIGURA 12. Distribución vertical de huevos estado 1 de *Macruronus magellanicus*. Estación 31. Agosto 2003

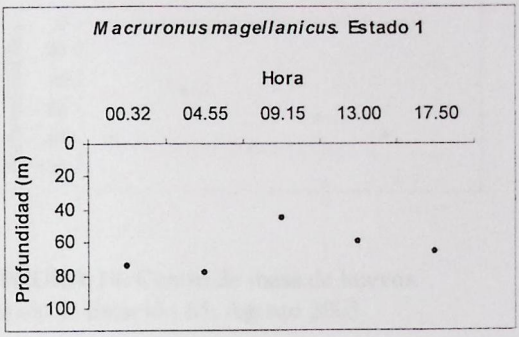


FIGURA 14. Centro de masa de huevos estado 1. Estación 31. Agosto 2003

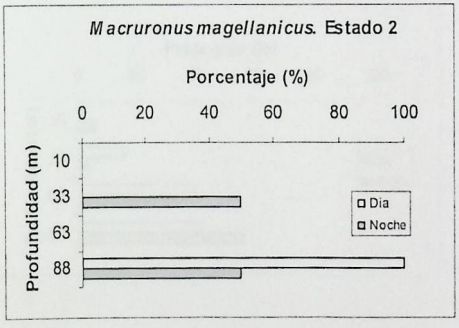


FIGURA 13. Distribución vertical de huevos estado 2 de *Macruronus magellanicus*. Estación 31. Agosto 2003

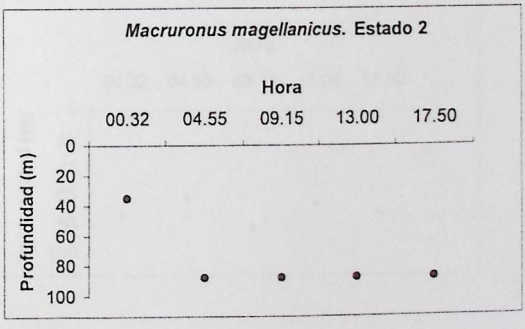


FIGURA 15. Centro de masa de huevos estado 2. Estación 31. Agosto 2003

Estación 65 campaña de invierno:

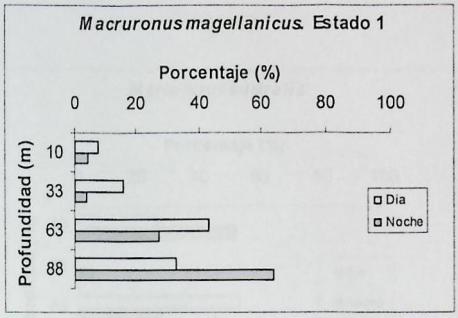


FIGURA 16. Distribución vertical de huevos estado 1 de *Macruronus magellanicus.* Estación 65. Agosto 2003

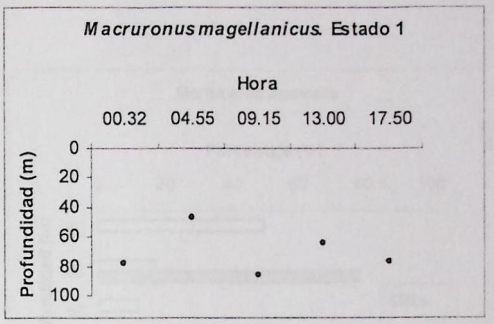


FIGURA 18. Centro de masa de huevos estado 1. Estación 65. Agosto 2003

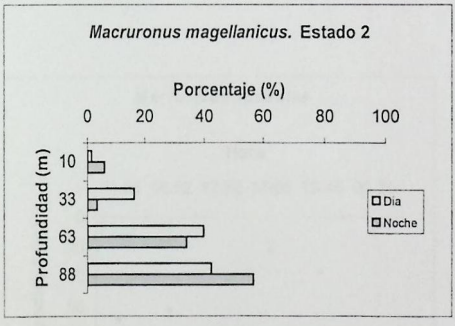


FIGURA 17. Distribución vertical de huevos estado 2 de *Macruronus magellanicus.* Estación 65. Agosto 2003

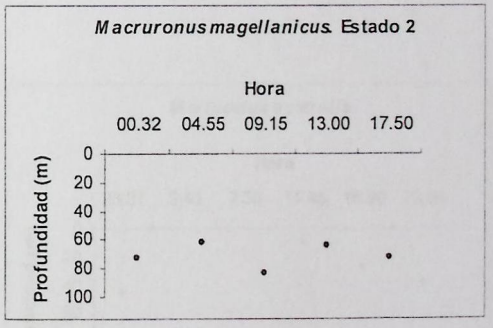


FIGURA 19. Centro de masa de huevos estado 2. Estación 65. Agosto 2003

- *Merluccius australis*

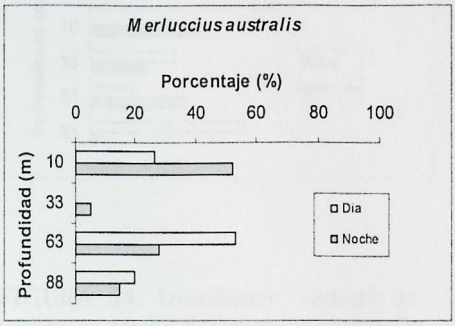


FIGURA 20. Distribución vertical de huevos de *Merluccius australis*. Estación 16. Agosto 2003

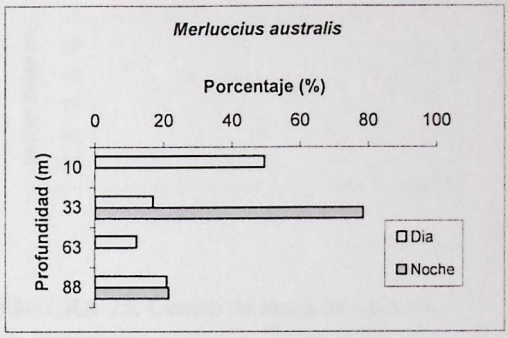


FIGURA 22. Distribución vertical de huevos de *Merluccius australis*. Estación 16. Noviembre 2003

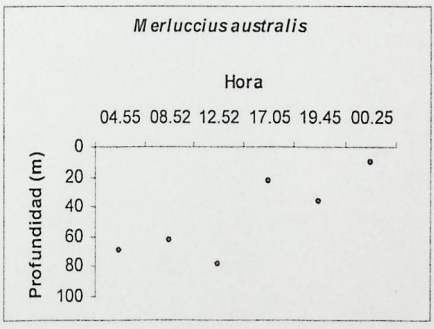


FIGURA 21. Centro de masa de huevos de *Merluccius australis*. Estación 16. Agosto 2003

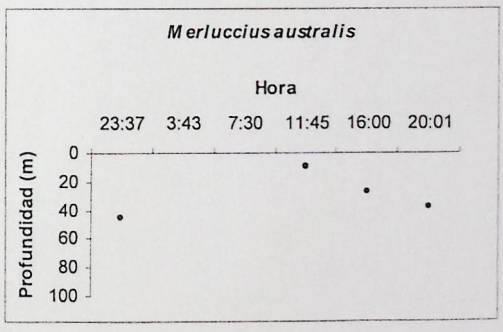


FIGURA 23. Centro de masa de huevos de *Merluccius australis*. Estación 16. Noviembre 2003

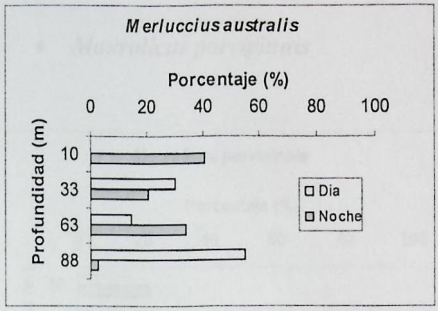


FIGURA 24. Distribución vertical de huevos de *Merluccius australis*. Estación 31. Agosto 2003

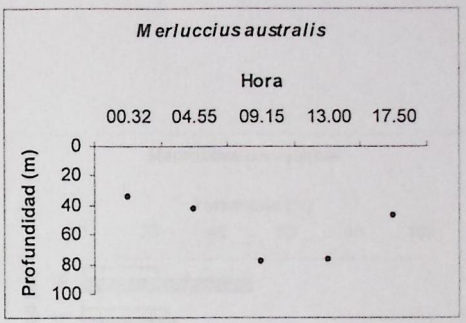


FIGURA 25. Centro de masa de huevos de *Merluccius australis*. Estación 31. Agosto 2003

- *Maurolicus parvipinnis*

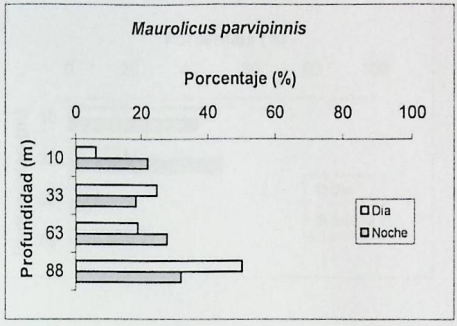


FIGURA 26. Distribución vertical de huevos de *Maurolicus parvipinnis*. Estación 16. Noviembre 2003

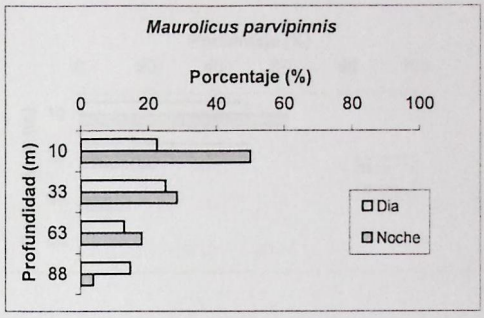


FIGURA 28. Distribución vertical de larvas de *Maurolicus parvipinnis*. Estación 16. Noviembre 2003

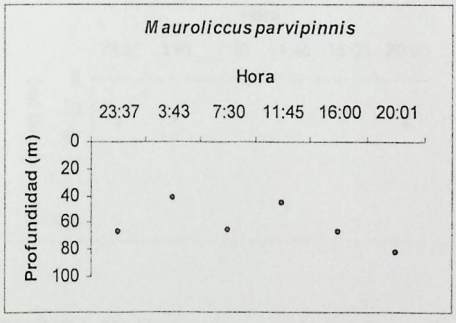


FIGURA 27. Centro de masa de huevos de *Maurolicus parvipinnis*. Estación 16. Noviembre 2003

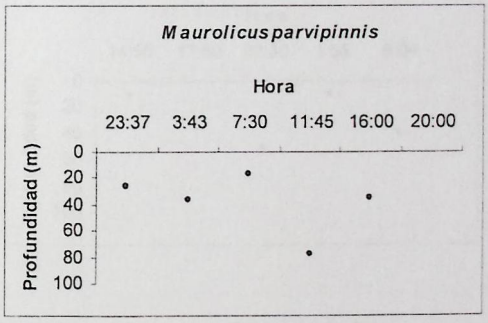


FIGURA 29. Centro de masa de larvas de *Maurolicus parvipinnis*. Estación 16. Noviembre 2003

- *Sebastes capensis*

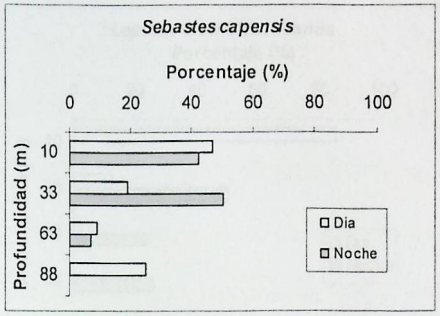


FIGURA 30. Distribución vertical de larvas de *Sebastes capensis*. Estación 16. Noviembre 2003

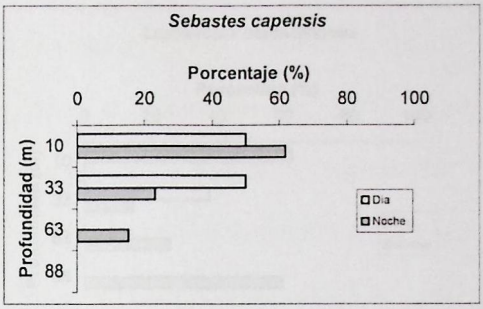


FIGURA 32. Distribución vertical de larvas de *Sebastes capensis*. Estación 65. Agosto 2003

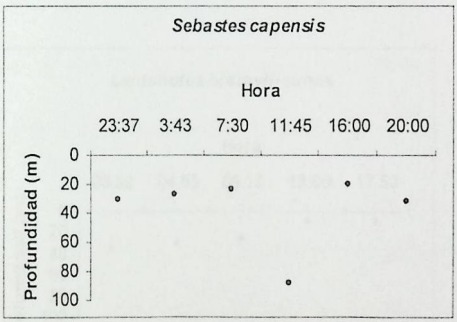


FIGURA 31. Centro de masa de larvas de *Sebastes capensis*. Estación 16. Noviembre 2003

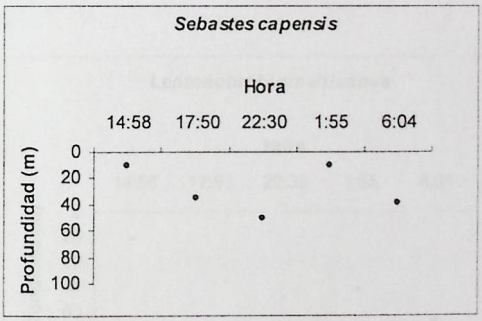


FIGURA 33. Centro de masa de larvas de *Sebastes capensis*. Estación 65. Agosto 2003

- *Leptonotus blanvilleanus*

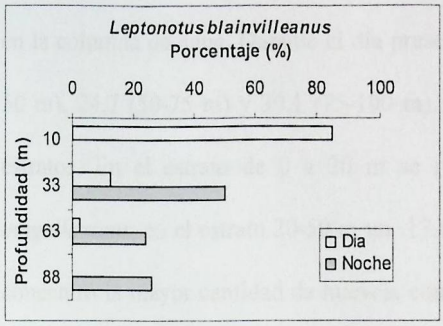


FIGURA 34. Distribución vertical de larvas de *Leptonotus blainvilleanus*. Estación 31. Agosto 2003

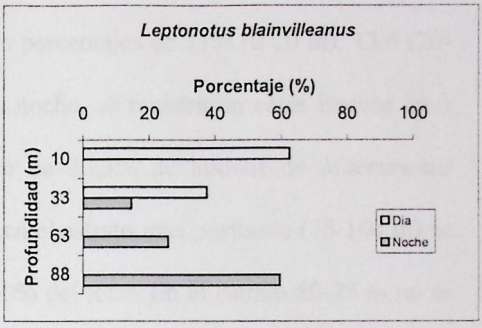


FIGURA 36. Distribución vertical de larvas *Leptonotus blainvilleanus*. Estación 65. Agosto 2003

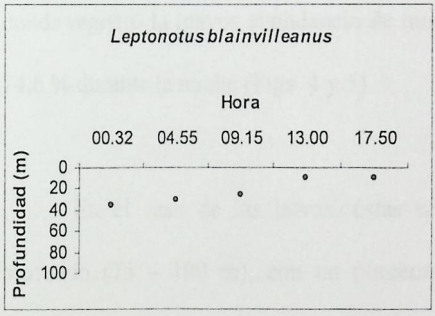


FIGURA 35. Centro de masa de larvas de *Leptonotus blainvilleanus*. Estación 31. Agosto 2003

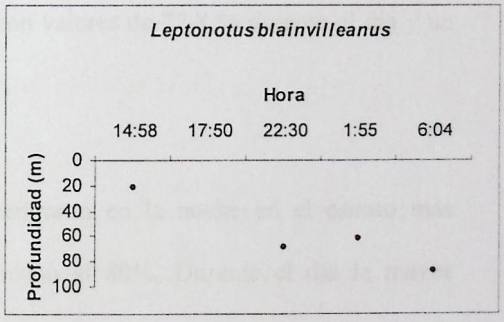


FIGURA 37. Centro de masa de larvas de *Leptonotus blainvilleanus*. Estación 65. Agosto 2003

En la campaña de primavera, en la estación 16, los huevos de *Macruronus magellanicus* (Figs. 2 y 3), presentaron una distribución vertical relativamente homogénea en la columna de agua. Durante el día presentaron porcentajes de 33% (0-20 m), 13,6 (20-50 m), 24.7 (50-75 m) y 30.1 (75-100 m). En la noche, se registraron estos huevos en 3 estratos. En el estrato de 0 a 20 m se registró un 32,3% de huevos de *Macruronus magellanicus*, en el estrato 20-50 m un 17,6% y en el estrato más profundo (75-100 m) se concentró la mayor cantidad de huevos, con un 50% del total. En el estrato 50-75 m no se registró la presencia de este tipo de huevos.

Los huevos de *Macruronus magellanicus* en la estación 31 (campaña de invierno) estuvieron presentes en todos los estratos. Sin embargo, fue en el estrato más profundo, donde registró la mayor abundancia de huevos, con valores de 72,8 % durante el día y un 74,6 % durante la noche (Figs. 4 y 5).

En el caso de las larvas, éstas se concentraron en la noche en el estrato más profundo (75 – 100 m), con un porcentaje cercano al 80%. Durante el día la mayor concentración de larvas fue registrada en el estrato 20 – 50 m, con un porcentaje cercano al 60% (Fig. 6). El centro revela un ascenso de las larvas en la columna de agua desde las 0 horas, este ascenso cesa desde las 13 horas (Fig. 7).

Los huevos registrados en la estación 65, se distribuyeron similarmente en la columna de agua, durante el día y la noche. Las mayores concentraciones se registraron en los estratos más profundos (50 – 75 y 75 – 100 m), teniendo este ultimo las mayores

abundancias (Fig. 8). El centro de masa revela que en general, los huevos se distribuyeron desde los 50 m hacia abajo (Fig. 9).

Las larvas en la estación 65 presentaron una distribución vertical similar a lo observado para el caso de los huevos en la misma estación. Durante la noche las concentraciones aumentaban conforme aumentaba la profundidad. En el estrato 75 – 100 m la concentración de larvas fue mayor a 55% (Fig. 10). Así mismo, el centro de masa se concentró desde los 50 m hacia abajo (Fig. 11)

Respecto a los resultados de distribución vertical de los estadios del huevo de *Macruronus magellanicus,* se tiene que en la estación 31 las mayores concentraciones de huevos en estado inicial o "1", se registraron en el estrato de mayor profundidad (Fig. 12). El centro de masa se concentró bajo los 40 m de profundidad (Fig. 14)

Para el mismo estadio de desarrollo (estado inicial) en la estación 65 se observó que los resultados fueron similares a lo registrado en la estación 31, especialmente durante la noche. En esta etapa del día, las abundancias aumentaron con la profundidad. Durante el día las mayores concentraciones se registraron en los 2 estratos más profundos (Figs. 16 y 18).

En la estación 31, el estado de desarrollo avanzado o "2", durante el día se concentró en un porcentaje del 100% en el estado de mayor profundidad (75 – 100 m).

Durante la noche, este tipo de estadio se registró sólo en 2 estratos (20 – 50 y 75 – 100 m), presentándose en cada estrato en un porcentaje del 50% (Fig. 13 y 15).

En el caso de la estación 65, el estado de desarrollo avanzado presentó las mayores abundancias en los estratos más profundos durante el día y la noche (Fig. 17 y 19).

Respecto a la presencia de *Merluccius australis* en la campaña de invierno, los huevos durante la noche se registraron en mayor concentración en aguas superficiales. Durante el día, las mayores abundancias, 25 y 50% se registraron en el estrato superficial y estrato 50 – 75 m, respectivamente (Figs. 20). La Figura 21 revela que los huevos en general, ascendieron progresivamente en la columna de agua desde las 05 hasta las 24 horas.

Esta misma especie (*Merluccius australis)* en la campaña de primavera presentó una distribución vertical más homogénea en el día que en la noche. En el día los porcentajes en los distintos estratos fueron del orden de 49,6 % (0-20 m), 17 % (20-50 m), 12,2% (50-75 m) y 21,5% (75-100 m). En la noche sólo se advirtió la presencia de estos huevos en los estratos 20-50 m y 75 – 100 m, siendo el estrato mas superficial el que concentró la mayor cantidad de huevos 78,4 % del total (Fig. 22). La Figura 23 revela que los huevos se mantuvieron sobre los 45 m.

En la estación 31 (campaña de invierno) las mayores concentraciones de huevos de *Merluccius australis* durante la noche, se registraron en el estrato superficial. Durante el día, un porcentaje cercano al 60% de los huevos se localizó en el estrato profundo (Fig. 24).

La figura 25 muestra un descenso de los huevos en la columna de agua desde las 0:30 horas hasta el comienzo del día (09 AM).

Huevos o larvas de la especie *Maurolicus parvipinnis* sólo se registraron en la estación 16 (seno Aysén). Además, solo en la campaña de primavera se observaron huevos de esta especie. Estos huevos se registraron durante el día y la noche en todos los estratos muestreados, con un porcentaje de abundancia similar en cada uno de ellos. Durante el día, la mayor concentración se registró en el estrato profundo, con un porcentaje del 50% (Fig. 26). El centro de masa se mantuvo bajo los 40 m (Fig. 27).

Durante la campaña de primavera, las larvas de *Maurolicus parvipinnis* en la noche, presentaron la mayor abundancia en el estrato superficial (50%), decreciendo conforme aumentó la profundidad de la columna de agua. Durante el día la distribución vertical fue relativamente más homogénea en cada estrato (Figs. 28 y 29).

En el día, la mayor abundancia de larvas de *Sebastes capensis* en la estación 16, durante la campaña de primavera, se registró en superficie (46,8%), decreciendo hasta los 75 m, donde repunta a un 25 % en el estrato 75 – 100 (Figs. 30 y 31). En la estación 65, durante el día sólo se registraron larvas en los 2 primeros estratos de la columna de agua (superficial y 20 – 50 m). Durante la noche, la mayor concentración se registró en superficie (60%), decreciendo la abundancia con la profundidad. En el estrato 75 – 100 m no se registró la presencia de larvas de *Sebastes capensis* (Figs. 32 y 33).

En la estación 31, *Leptonotus blainvilleanus,* presentó en el día una mayor concentración de larvas en el estrato superficial, con más de un 85%. Durante la noche se registraron individuos desde los 20 m de profundidad, siendo el estrato 20 – 50 m el con mayor abundancia (Figs. 34 y 35).

Finalmente las larvas de agujillas (*Leptonotus blainvilleanus*) en la estación 65, en la noche aumentaron su abundancia a medida que aumentó la profundidad. En el día las mayores concentraciones se registraron en la superficie (Figs. 36 y 37).

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DE LA COLUMNA DE AGUA

La distribución vertical de temperatura para la totalidad de los lances, fluctuó entre 8,94 °C y 11,04 °C. En la estación 16, ubicada en la cabeza del fiordo Aysén, se encontraron los valores máximos en profundidad, durante el día y la noche respectivamente (Figs 38-40)

La salinidad fluctuó entre un rango de 22,9 y 32,47. El valor más bajo se registró en la estación 16 a nivel superficial y el máximo en la estación 65 (más oceánica), a un nivel más profundo (Figs 41-43)

El oxígeno disuelto fluctuó entre los 3,56 ml/l y 7,17 ml/l. el valor mínimo fue registrado en la estación 16 en profundidad. El máximo fue registrado en la misma estación pero a nivel superficial (Figs 44-46). La densidad (Figs 47-49) fluctuó entre los 17,66 (estación 16) y los 24,99 (estación 65).

La Tabla 4 entrega los valores promedio y el rango de cada variable en las tres estaciones monitoreadas.

TABLA 4
RANGO Y VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA, SALINIDAD, OXIGENO Y DENSIDAD EN LAS ESTACIONES 16, 31 Y 65

	Temperatura (°C)	Salinidad	Densidad (Sigma-t)	Oxígeno (ml/l)
ESTACION 16				
Promedio	10,48	30,71	23,56	4,45
Rango 0 – 100m	8,94 – 10,71	22,90 – 31,30	17,66 – 23,95	3,99 – 7,17
Dif. Rango	1,77	8,4	6,29	3,27
ESTACION 31				
Promedio	9,69	30,22	23,27	5,72
Rango 0 – 100m	9,40 – 9,75	27,79 – 30,86	21,26 – 23,76	5,59 – 6,22
Dif. Rango	0,35	3,07	2,5	0,63
ESTACION 65				
Promedio	9,76	31,86	24,54	6,14
Rango 0 – 100m	9,57 – 9,82	29,55 – 32,18	22,77 – 24,78	5,71 – 6,22
Dif. Rango	0,25	2,63	2,01	0,51

Al relacionar las concentraciones de huevos y larvas registradas en cada estación con los valores de las variables temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad se puede extraer lo siguiente:

- La mayor cantidad de huevos y larvas fue registrada en la estación 65; estación de características oceánicas (canal Darwin). Esta estación presentó la menor variabilidad en la totalidad de las variables. Por lo tanto presentó una menor estratificación. Además en esta estación se registró también, la mayor cantidad de huevos y larvas de *Macruronus magellanicus*.

- La estación 16, ubicada en la cabeza del seno Aysén, presentó la mayor variabilidad de los datos, presentando una mayor estratificación, especialmente salina, ya que se registró una diferencia de 8,4 entre el valor mínimo y máximo. Esta estación además presentó el mayor rango en oxígeno disuelto, con valores de 3,99 a 7,17 ml/l. el valor más alto se registró aguas superficiales. Los huevos y larvas registradas en esta estación no presentaron una evidente concentración en aguas superficiales, mas bien se distribuyeron prácticamente en todos los estratos. Una excepción fueron las larvas de *Sebastes capensis* recolectadas en la campaña de invierno, las cuales se ubicaron día y noche en aguas más ricas en oxígeno. Sin embargo, no se puede asegurar que sea por este motivo ya que larvas de la misma especie, pero recolectadas en la campaña de primavera en la misma estación, se distribuyeron en todos los estratos.

Las figuras 38 a 49 presentan los perfiles verticales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad registrados en la campaña de invierno.

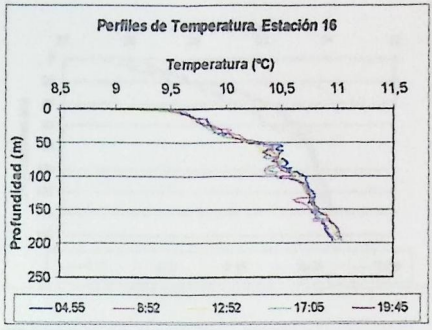


FIGURA 38. Perfil de temperatura del agua en estación 16. Agosto 2003

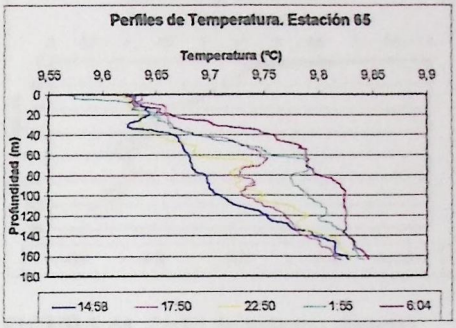


FIGURA 40. Perfil de temperatura del agua en estación 65. Agosto 2003

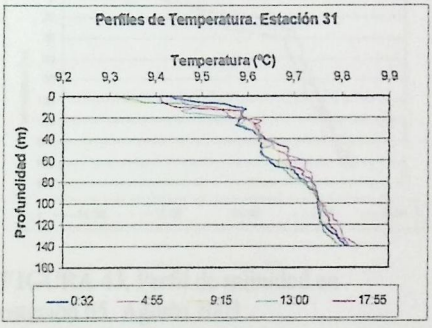


FIGURA 39. Perfil de temperatura del agua en estación 31. Agosto 2003

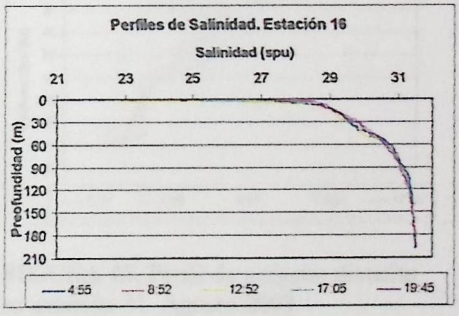


FIGURA 41. Perfil de salinidad en estación 16. Agosto 2003

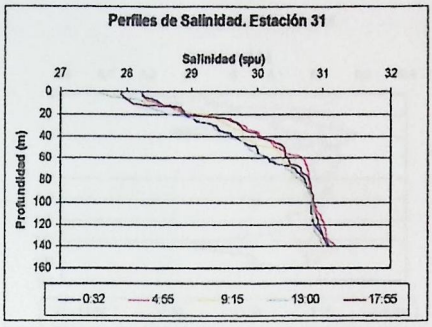


FIGURA 42. Perfil de salinidad en estación 31. Agosto 2003

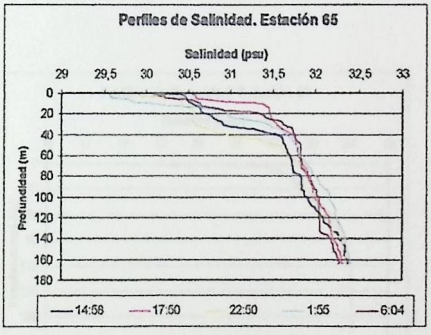


FIGURA 43. Perfil de salinidad en estación 65. Agosto 2003

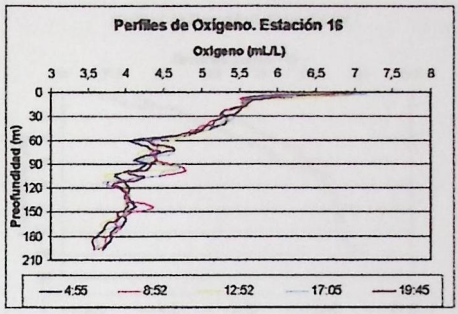


FIGURA 44. Perfil de oxígeno disuelto en estación 16, agosto 2003.

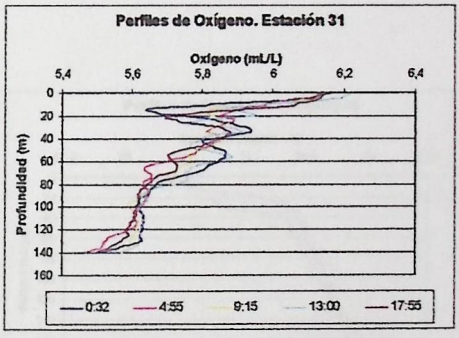


FIGURA 45. Perfil de oxígeno disuelto en estación 31. Agosto 2003

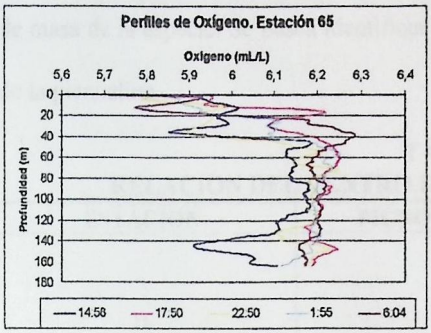


FIGURA 46. Perfil de oxígeno disuelto en estación 65. Agosto 2003

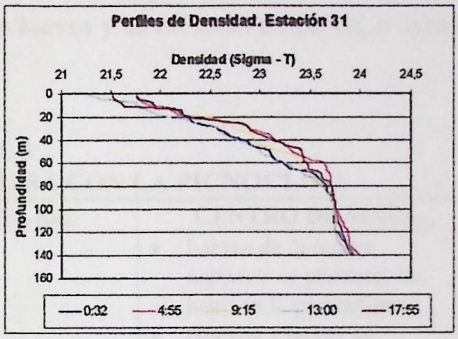


FIGURA 48. Perfil de densidad en estación 31. Agosto 2003

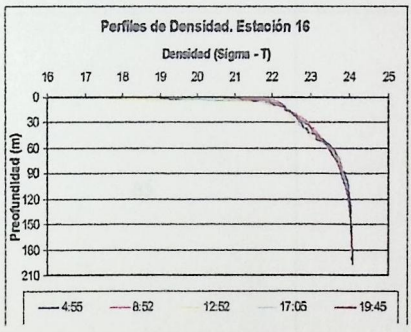


FIGURA 47. Perfil de densidad en estación 16. Agosto 2003

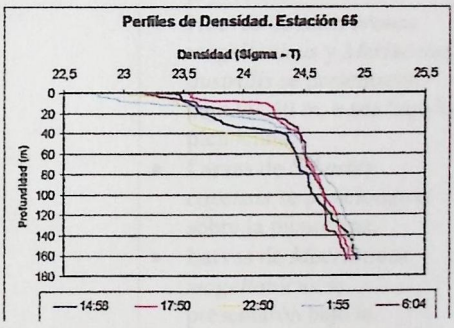


FIGURA 49. Perfil de densidad en estación 65. Agosto 2003

En la Tabla 5 se muestran algunas posibles relaciones entre la picnoclina y el centro de masa de la especie. Se busca identificar si los huevos y larvas están arriba, en, o debajo de la picnoclina.

TABLA 5
RELACION DEL CENTRO DE MASA CON LA PICNOCLINA

ESTACION	PICNOCLINA (m)	CENTRO DE MASA
16	10	• Larvas de *Sebastes capensis* se presentaron justo en la picnoclina. • Huevos y larvas de *Maurolicus parvipinnis* se ubicaron bajo la picnoclina
31	60	• *Merluccius australis* atraviesa la picnoclina. • *Macruronus magellanicus* se presentó bajo la picnoclina.
65	40	• Huevos de *Macruronus magellanicus* y *Merluccius australis* se presentaron bajo los 40 m, o sea bajo la picnoclina. • Larvas de *Sebastes capensis* se posicionaron sobre la picnoclina. • Larvas de *Macruronus magellanicus* se presentaron bajo la picnoclina.

De acuerdo a la Tabla 5 se tiene que:

- En la estación 16 las larvas de *Sebastes capensis* se mantienen justo en la picnoclina, en el caso de *Maurolicus parvipinnis*, huevos y larvas de esta especie se ubican bajo la picnoclina.
- En la estación 31 las larvas de *Macruronus magellanicus* están bajo la picnoclina

- En la estación 65 huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* y huevos de *Merluccius australis* se ubicaron bajo la picnoclina. Las larvas de *Sebastes capensis* se presentaron sobre las picnoclina.
- En consecuencia, se observa que en general la picnoclina se comporta como una barrera para los huevos y larvas de peces.

- **Promedios verticales de abundancias de huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* v/s anomalías de oxígeno disuelto.**

En los gráficos 50 y 51 se muestran los promedios verticales de huevos y larvas de la especie *Macruronus magellanicus* versus las anomalías de oxígeno.

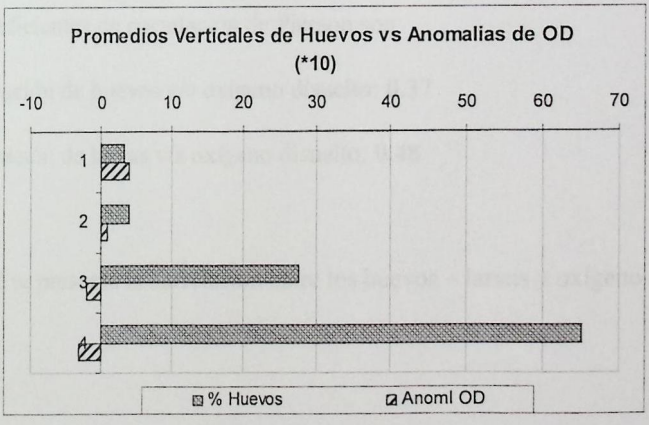


FIGURA 50 Promedios verticales de abundancias de huevos de *Macruronus magellanicus* v/s anomalías de oxígeno disuelto (ml/l).

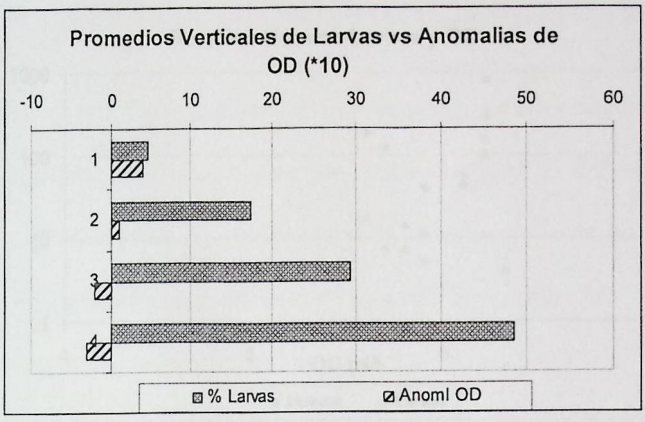


FIGURA 51 Promedios verticales de abundancias de larvas de *Macruronus magellanicus* v/s anomalías de oxígeno disuelto (ml/l).

- Correlación de huevos, larvas (de *Macruronus magellanicus*) y oxígeno disuelto

Los coeficientes de correlación de Pierson son:

- Distribución de huevos v/s oxígeno disuelto: **0.37**
- Distribución de larvas v/s oxígeno disuelto: **0.48**

En la figura 52 se presenta la correlación entre los huevos – larvas y oxígeno disuelto

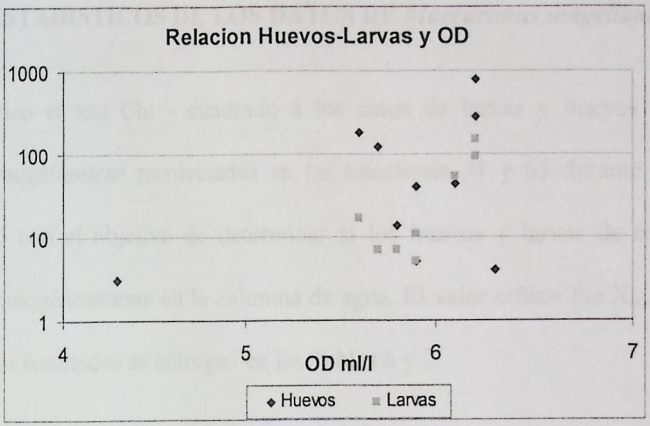


FIGURA 52 Correlación de huevos y larvas y oxígeno disuelto.

Tal como se aprecia, no existe correlación entre las variables, tanto para los huevos como para las larvas de *Macruronus magellanicus* en la estación 65.

ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS DATOS DE *Macruronus magellanicus*

Se aplico el test Chi - cuadrado a los datos de larvas y huevos de la especie *Macruronus magellanicus* recolectados en las estaciones 31 y 65 durante el crucero de invierno. Esto con el objetivo de determinar si los huevos y larvas de esta especie se distribuyen homogéneamente en la columna de agua. El valor crítico fue X_{95}, con 3 grados de libertad. Los resultados se entregan en las Tablas 6 y 7:

Test de Hipótesis de Igualdad de Frecuencias Observadas y Teóricas para Huevos

H_1 = Los huevos de *Macruronus magellanicus* se distribuyen homogéneamente en la columna de agua

H_0 = Los huevos de *Macruronus magellanicus* no se distribuyen homogéneamente en la columna de agua

TABLA 6
VALORES DE CHI CUADRADO PARA HUEVOS

ESTACION 31-0				ESTACION 65-0			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	1	5	3,2	0-20	0	91	91
20-50	0	5	5	20-50	19	91	56,96
50-75	3	5	0,8	50-75	106	91	2,47
75-100	15	5	20	75-100	241	91	247,25
	19	**20**	**29***		**366**	**364**	**397,69***
ESTACION 31-1				**ESTACION 65-1**			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	1	15	13,06	0-20	4	16	9
20-50	1	15	13,06	20-50	14	16	0,25
50-75	8	15	3,26	50-75	26	16	6,25
75-100	49	15	77,06	75-100	22	16	2,25
	59	**60**	**106,46***		**66**	**64**	**17,75***
ESTACION 31-2				**ESTACION 65-2**			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	1	2	0,5	0-20	14	77	51,54
20-50	4	2	2	20-50	17	77	46,75
50-75	1	2	0,5	50-75	0	77	77
75-100	4	2	2	75-100	278	77	524,68
	10	**8**	**5**		**309**	**308**	**699,98***
ESTACION 31-3				**ESTACION 65-3**			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	0	30	30	0-20	17	71	41,07
20-50	5	30	20,83	20-50	45	71	9,52
50-75	1	30	28,03	50-75	112	71	23,67
75-100	115	30	240,83	75-100	112	71	23,67
	121	**120**	**319,70***		**286**	**284**	**97,94***
ESTACION 31-4				**ESTACION 65-4**			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	2	27	23,14	0-20	4	29	21,55
20-50	5	27	17,92	20-50	0	29	29
50-75	0	27	27	50-75	40	29	4,17
75-100	101	27	202,81	75-100	72	29	63,75
	108	**108**	**270,88***		**116**	**116**	**118,48***

* = Indica los valores estadísticamente significativos

Test de Hipótesis de Igualdad de Frecuencias Observadas y Teóricas para Larvas

H_1 = Las larvas de *Macruronus magellanicus* se distribuyen homogéneamente en la columna de agua

H_0 = Las larvas de *Macruronus magellanicus* no se distribuyen homogéneamente en la columna de agua

TABLA 7
VALORES DE CHI CUADRADO PARA LARVAS

ESTACION 31-0				ESTACION 65-0			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	0	0.25	-	0-20	0	12	12
20-50	0	0.25	-	20-50	16	12	1,33
50-75	0	0.25	-	50-75	9	12	0,75
75-100	1	0.25		75-100	21	12	6,75
					46	48	20,83*
ESTACION 31-1				ESTACION 65-1			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	0	4	4	0-20	0	2	2
20-50	1	4	2,25	20-50	1	2	0,5
50-75	3	4	0,25	50-75	4	2	2
75-100	12	4	16	75-100	2	2	0
	16	16	22,50*		7	8	4,5
ESTACION 31-2				ESTACION 65-2			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	0	1	1	0-20	5	29	19,86
20-50	1	1	0	20-50	3	29	23,31
50-75	3	1	4	50-75	51	29	16,68
75-100	1	1	0	75-100	57	29	27,03
	5	4	5		116	116	86,89*
ESTACION 31-3				ESTACION 65-3			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	3	1	4	0-20	1	17	15,05
20-50	0	1	1	20-50	13	17	0,94
50-75	1	1	0	50-75	0	17	17
75-100	0	1	1	75-100	54	17	80,52
	4	4	6		68	68	113,52*

ESTACION 31-4				ESTACION 65-4			
	Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado		Nº observado	Nº esperado	chi cuadrado
0-20	2	3	0,33	0-20	4	18	10,88
20-50	5	3	1,33	20-50	21	18	0,5
50-75	0	3	3	50-75	29	18	6,72
75-100	3	3	0	75-100	16	18	0,22
	10	**12**	**4,66**		**70**	**72**	**18,33***

* = Indica los valores estadísticamente significativos

Las Tablas 6 y 7 muestran que los huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* no se distribuyen homogéneamente en la columna de agua. El valor crítico para Chi Cuadrado al 95% de confianza según tabla es de 7.81. Así entonces, si el valor de chi cuadrado es mayor, entonces la distribución de huevos o larvas no es homogénea. Por lo tanto se rechaza la hipótesis de homogeneidad. El resultado se resume en la Tabla 8.

TABLA 8
LANCES DE HUEVOS Y LARVAS DE *Macruronus magellanicus* Y VALORES DE CHI CUADRADO

DISTRIBUCION DE LARVAS		DISTRIBUCION DE HUEVOS	
Lances con X^2 >7.81	Lances con X^2 <7.81	Lances con X^2 >7.81	Lances con X^2 <7.81
31-1	31-2	31-0	31-2
65-0	31-3	31-1	
65-2	31-4	31-3	
65-3	65-1	31-4	
65-4		65-0	
		65-1	
		65-2	
		65-3	
		65-4	

DISCUSION

Los huevos y larvas de peces identificados de las muestras de los cruceros de invierno y verano, están descritos anteriormente para esta zona (Balbontín & Bernal 1997, Bernal & Balbontín 1999, Bernal & Balbontín 2003, Córdova 2002, Uribe 2000) y algunas de ellas corresponden a especies de interés comercial (SubPesca 1997, Balbontín & Bernal 2005).

Las condiciones oceanográficas registradas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad) son similares a las reportadas por estudios anteriores para la zona (Pickard 1972, Valle – Levinson 2002, Guerra & Silva 2004). Por ello se puede afirmar que este estudio es representativo de las condiciones medias en la zona.

De los 11 morfotipos diferentes de huevos encontrados, sólo fue posible identificar a nivel de especie a 3: *Macruronus magellanicus, Merluccius australis* y *Maurolicus parvipinnis*. A nivel de género se identificó a 2 *Coelorhynchus* sp. y *Genypterus* sp. Los morfotipos de huevos que no se lograron identificar fueron designados con las letra A, B, D, E, F, y H.

La identificación de huevos a nivel de especie es un trabajo arduo y muy específico, se requieren conocimientos sólidos en morfología de huevos y equipos de microscopía avanzados, ya que en general, los huevos son muy pequeños y con características similares entre sí, siendo difícil determinar si un huevo pertenece a una u otra especie. En esta oportunidad, la identificación de huevos se realizó con la escasa literatura existente de las especies de la zona, utilizando trabajos como el realizado por Córdova (2002), donde se

entregan las características de los huevos de las especies *Macruronus magellanicus, Merluccius australis* y *Coelorhynchus* sp., y el trabajo de Patchel *et al* (1997), quienes hacen una caracterización de la morfología de los huevos de *Macruronus novaezelandiae*; especie de similares características a *M. magellanicus.*

Los criterios que se usaron para separar los huevos fueron; diámetro del huevo, diámetro de la gota oleosa, posición y color de la gota oleosa y la más determinante, patrón de pigmentación del embrión, si éste estaba visible. Por lo general fue más fácil identificar los huevos en los cuales el embrión se encontraba visiblemente desarrollado (estado 2).

Es importante señalar la importancia de realizar estudios acabados de los tipos de huevos presentes en la zona y confeccionar claves o manuales precisos para la identificación al nivel taxonómico más bajo posible. Esto es de importancia para determinar que especies están presentes, en que época, cual es su abundancia, cual es su dinámica poblacional, si son de importancia económica etc. Esto último es de gran interés ya que la zona es un área de pesca importante, donde se llevan a cabo grandes pesquerías demersales (como las de merluza y congrio, especies identificadas en esta tesis), dando sustento a una población importante de la región.

La especie con mayor abundancia de huevos y larvas fue *Macruronus magellanicus*, esto coincide con lo reportado por Balbontín & Bernal (2005), donde, en primavera las mayores abundancias y dominancias (43.8% de las estaciones) correspondieron a esta especie. También, estos resultados coinciden con el estudio de Balbontín & Bernal (2003) en el Estrecho de Magallanes, donde las mayores abundancias fueron de *Macruronus magellanicus* y *Sprattus fueguensis,* aunque esta última especie no se encontró en el muestreo.

Respecto a la abundancia de huevos y larvas registradas, se puede indicar que fue baja en comparación a otros muestreos similares realizados en la zona (Balbontín & Bernal 1999, Balbontín & Bernal 2005). El por qué de la baja abundancia recolectada se puede deber a factores como la época de la toma de muestras, a la restringida zona de muestreo, la fuerza de desove anual, tipo de red utilizada para la captación del ictioplancton. Respecto a las épocas reproductivas de muchas especies de invertebrados tienden a ser estacionales a medida que aumenta la latitud de distribución de los adultos. En general, se ha sugerido que en latitudes medias y altas, los animales tienden a una época de reproducción entre primavera y verano cuando el alimento está disponible para las larvas. Esto debido a que a medida que aumenta la latitud las floraciones fitoplanctónicas se reducen principalmente a la época estival donde hay mayor cantidad de luz y nutrientes (Ugalde 2005). Esto no coincide totalmente con la fecha que se tomaron las muestras analizadas en esta tesis. No hay diferencias importantes en las abundancias de huevos y larvas recolectados en la campaña de invierno o primavera. De las tres estaciones muestreadas, la estación 16 (seno Aysén) presentó el menor numero de huevos y larvas, siguiéndole en abundancia la estación 31, la más abundante fue la estación 65 que está ubicada prácticamente en el océano. Respecto al desove de ese año no se tienen datos, Sin embargo se puede esperar que mientras más abundante sea el desove, mayor será la abundancia de huevos y larvas en la columna de agua. El factor que podría ser de mayor importancia en la cantidad registrada, es el tipo de red utilizada, la Red Tucker; esta red, debido a su diseño y tipo de arrastre (oblicuo) podría ser determinante en la abundancia recolectada. Otro tipo de red, la Red Bongo (arrastre horizontal) utilizada en los estudios antes mencionados, recolectó una abundancia mucho mayor que la registrada en este estudio. Otro ejemplo, es la Red WP-2

(arrastre horizontal) utilizada por Ugalde (2005) en el muestreo de larvas de moluscos en el sur de Chile, la cual recolectó un total de 11.532 larvas de moluscos.

La tabla 9 muestra una comparación entre las abundancias totales de larvas recolectadas en los cruceros Cimar 1 y 2 (red Bongo) y Cimar 9 (red Tucker). Se puede apreciar que las abundancias de Cimar 9 (nótese que estas están expresadas como larvas / 1000 m^3), son considerablemente menores a las registradas en los Cimar 1 y 2, los cuales utilizaron como método de muestreo la red Bongo y expresadas en larvas por 10 m^2 de superficie de mar.

TABLA 9
COMPARACION DE LAS ABUNDANCIAS LARVALES TOTALES REGISTRADAS EN LOS CRUCEROS CIMAR – FIORDO 1, 2 Y 9

ESPECIE O TIPO	CIMAR 1* (Bernal y Balbontín, 1999)	CIMAR 2* (Bernal y Balbontín, 1999)	CIMAR 9** (Agosto 2003)
Maurolicus parvipinnis	9976.0	1383.6	3.2
Sebastes capensis	5596.0	1325.7	98.9
Coelorhynchus sp.	1987.9	92.5	
Merluccius australis	1614.3	191.4	10.23
Macruronus magellanicus	2285.0	270.2	1437.84
Seriolella sp.	107.2	44.9	
Hypsoblennius sp.	13.8	33.6	
Nornanichthys crockeri	307.5	11.9	
Stromateus strellatus	46.5	23.6	
Atheriniformes	134.7	10.1	
Nototheniops larseni	17.3	14.6	
Hipoglossina sp.	8.5	491.7	
Bathylagichthys sp.	1802.9	581.3	
Strangomera bentincki	6456.6		3
Congiopodus peruvianus	55.9		
Salilota australis	16.1		
Agonopsis chiloensis	77.1		11.6
Notacanthiformes	22.9		
Hygophum bruuni	10.8		3.3
Lampanyctodes hectoris	61.3		
Protomyctophum chilensis	17.1		

Myctophidae sp 1	22.6		
Genypterus sp.	53.8		
Leptonotus blainvilleanus	19.3		11.2
Nototheniidae	153.8		
Sprattus fueguensis		10747.5	
Micromesistius australis		9.7	
Notoscopelus sp.		130.3	
Mictophidae sp. 2		58.3	
Macrouridae			3.3
Clinidae			21.6
Protomyctophum crockeri			4.8
Mictophidae			33.5

*= Expresado como larvas por 10 m^3
**= Expresado como larvas por 1000 m^3

De gran importancia es la identificación de patrones verticales día / noche de las larvas. Aparentemente no existe un patrón definido para cada especie respecto a su migración vertical. Nielson and Perry (1990) indican en su estudio a larvas de las especies *Sebastes* sp, *Merluccius gayi* y *Merluccius bilinearis* como especies que presentan migración tipo I (suben en la noche, bajan en el día) y a larvas de las especies *Clupea harengus y Pleuronectes platessa* como especies que presentan migración tipo II (bajan en la noche, suben en el día). Haciendo una comparación con las especies registradas en este estudio, las larvas de *Merluccius australis* no presentaron migración tipo I u otro patrón definido de migración, al contrario, en algunas estaciones estaban durante el día en la superficie, en otras a profundidades de 30-40 m y en otras se encontraban a 88 m. Así mismo, las larvas de *Sebastes capensis* presentaron una distribución variable en la vertical y concentrando las mayores abundancias en aguas superficiales.

Leptonotus blainvilleanus fue la única especie que presentó un posible patrón de distribución vertical ya que durante el día se registraron en mayor abundancia en la superficie y durante la noche bajaban en la columna de agua. Este patrón se presentó en las 2 estaciones (31 y 65).

Otro punto importante es la distribución longitudinal (Este- Oeste) de los huevos y larvas. Las tres estaciones analizadas, 16, 31 y 65 se distribuyen de este a oeste respectivamente. Se advierte que en general las especies identificadas tienen una distribución geográfica propia, que puede ser influida por el lugar de desove de los padres, salinidades, barreras geográficas, estado de desarrollo etc. Por ejemplo, huevos y larvas de *Maurolicus parvipinnis* solo se registraron en la estación 16, ubicada en el seno Aysén, siendo la más lejana al océano, esto se contrapone a lo reportado por Castro & Landaeta (2004) que describen a esta especie como oceánica. Sin embargo, podría ser que ésta especie en etapa larval se desarrollara en aguas más interiores y luego emigraran a aguas oceánicas. Además el estudio mencionado se realizó en el sector de Talcahuano, donde la morfología de la costa es distinta.

Los huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* presentaron una distribución más bien oceánica, donde las mayores abundancias de esta especie se presentaron en la estación 65, decreciendo en abundancia hacia las estaciones ubicadas al interior del continente. *Merluccius australis* se ubicó mayormente en las estaciones ubicadas al interior del continente.

Así como lo señalan Balbontín & Bernal, (2005), se estima que un modelo que incluya solo la circulación y las características físico-químicas de la columna de agua no permite explicar los patrones de distribución larvales y que es necesario incluir las estrategias reproductivas de los peces

HUEVOS DE PECES

La estación 16, es la única de las tres, con la que se cuenta con datos de las dos campañas realizadas por el crucero CIMAR-FIORDO 9; Campaña de Invierno y Primavera.

En esta estación se recolectaron un total de 5 tipos de huevos en ambas campañas; *Macruronus magellanicus, Merluccius australis, Maurolicus parvipinnis*, Especie A y Especie E. en la campaña de invierno se registró la presencia de *Macruronus magellanicus, Merluccius australis*, Especie A y Especie E. Contrariamente a lo que se pudiera esperar, en la campaña de primavera la abundancia de especies bajó; *Macruronus magellanicus, Merluccius australis* y *Maurolicus parvipinnis.* Sin embargo, se registró un leve aumento en la abundancia de huevos de *Macruronus magellanicus* y se registró la presencia de *Maurolicus parvipinnis,* especie que tuvo la mayor abundancia y que no se había registrado durante la campaña de invierno.

Haciendo una comparación de estos resultados registrados de *Macruronus magellanicus* con los obtenidos por Córdova (2002) se puede indicar que en su estudio se hace mención a un aumento progresivo de la abundancia de huevos conforme se incrementó la profundidad, es decir, se encontró un máximo en el estrato 150 – 250 m. Por lo tanto estos resultados coinciden en parte con los obtenidos en esta tesis, donde por lo

general se registró mayor abundancia de huevos de *Macruronus magellanicus* desde los 50 m.

Merluccius australis en la campaña de invierno se distribuyó verticalmente en la columna de agua, más homogéneamente que *Macruronus magellanicus* en la misma campaña.

Comparando los resultados registrados de huevos de *Merluccius australis* con los obtenidos por Moser & Smith (1997), se tiene que en aquel trabajo la mayoría de los huevos de *Merluccius productus* se encontraron entre los 50 y 150 m de profundidad. Los valores más altos en densidad fueron los estratos de 50 - 75 m y 75 - 100 m. Por lo tanto, los resultados obtenidos en esta oportunidad sólo coinciden en parte, ya que si bien es cierto, hubo una gran abundancia en los estratos profundos, también, se registraron abundancias importantes en estratos más superficiales, incluso en la campaña de invierno, durante la noche la mayor abundancia de huevos se ubicó entre los 0 y 20 m de profundidad. Existe evidencia en California que esta especie (*Merluccius productus)* desova alrededor de los 150 m de profundidad y sus huevos a medida que avanza su desarrollo embrionario se ubican en zonas superficiales antes de la eclosión del huevo.

Estos antecedentes Córdova (2002) no los observó en su estudio de distribución vertical de huevos de *Merluccius australis,* por una parte porque el área muestreada en esa oportunidad fue más extensa, incluyendo sectores con distintos umbrales de profundidad, y por otra parte, la abundancia de huevos fue menor en CIMAR 4. Córdova (2002) observó que *Merluccius australis* presentó en el total de sus huevos una distribución vertical significativa en el estrato 0 – 50 m. Ahora, comparando los resultados de Córdova (2002) con los de esta tesis, tenemos que se asemejan más, en esta oportunidad en ambas

campañas, día y noche se registró en general mayor abundancia en los estratos 0 – 20 m y 20 – 50 m de profundidad.

Tal como se señaló en los resultados, huevos de *Maurolicus parvipinnis*, sólo se registraron en la campaña de primavera y fue sólo una estación la que registró su presencia. Se determinó su presencia en la totalidad de los estratos, siendo más abundante en el día y en la noche en el estrato 75 – 100 m (el más profundo muestreado), con un porcentaje de 50,2% y 31,9% respectivamente. Landaeta & Castro (2002), registraron la mayor abundancia de huevos de esta especie en el estrato 100 – 150 m de profundidad. Por lo tanto los resultados coinciden en parte. Cabe destacar que el estudio de Landaeta & Castro (2002), se realizó en aguas costeras de la zona de Talcahuano (donde existe una geomorfología completamente distinta), con temperaturas mayores a 11°C y salinidades menores que 34,4, valores típicos de la corrientes ESSW (agua ecuatorial subsuperficial).

De la estación 31 sólo se cuenta con los datos obtenidos en la campaña de invierno del crucero. Esta estación presentó mayores abundancias de huevos y larvas que la estación 16, registrándose un aumento en las abundancias de especies como *Macruronus magellanicus, Merluccius australis, Leptonotus blainvilleanus* y *Sebastes capensis*. Se registraron un total de 9 tipos de huevos; *Macruronus magellanicus, Merluccius australis, Coelorhynchus* sp. *Genipterus* sp., tipo A, B, D, E y F.

Los resultados de distribución vertical de huevos de *Macruronus magellanicus* coinciden con los de Córdova (2002) donde encontró un máximo de este tipo de huevo en el estrato 150 – 250 m.

Merluccius australis estuvo presente en la totalidad de la columna de agua muestreada. Las mayores abundancias las presentó durante el día en el estrato más profundo (75 – 100 m), durante la noche la mayoría de huevos se recolectó en aguas superficiales (41 %). Los resultados obtenidos durante el día difieren con lo obtenido para la misma especie en la estación 16 durante el mismo período, donde en el período diurno se presentó mayor cantidad de estos huevos en el estrato 50-75 m, con un 53,4% del total. En el período nocturno los resultados fueron similares, ya que la mayor abundancia de huevos se registró en aguas superficiales, entre los 0 – 20 m de profundidad. Así mismo, los resultados de Córdova (2002) se asemejan a los obtenidos en esta tesis.

La estación 65 fue la que registró la mayor abundancia de huevos y larvas de peces. Esto puede deberse a las condiciones más estables de las variables físico-químicas de la columna de agua o a otros factores como las corrientes, mareas o la presencia en el área de especies con más adaptaciones a ambientes oceánicos.

Se registró un total de 3 tipos de huevos; *Macruronus magellanicus, Maurolicus parvipinnis* y tipo H. La primera es una especie de hábitos demersales y *Maurolicus parvipinnis* es una especie clasificada como de origen oceánico (Castro & Landaeta 2004). Los huevos de *Macruronus magellanicus* se presentaron con las mayores en abundancias en esta estación (estación 65), esto debiera deberse a que la especie es de hábitos más oceánicos.

LARVAS DE PECES

Durante la primavera en la estación 16, las mayores abundancias de larvas de *Maurolicus parvipinnis* se registraron durante la noche en el estrato 0 – 20 m (50,04%) y durante el día en el estrato intermedio 20 -50 m con un 25%. Esto no coincide con lo reportado por Landaeta & Castro (2002), donde registraron la mayor abundancia de larvas de esta especie en profundidades de 40 a 100 m. Bernal y Balbontín (1999) señalan que larvas de esta especie se distribuyeron en un rango de temperatura y salinidad amplios, con valores entre 2.4 y los 10 °C y 25.42 a 33.

Las larvas de *Merluccius australis* registradas en la estación 16 en la campaña de invierno se presentaron en su totalidad en el estrato 50-75 m. Durante la campaña de primavera, la distribución varió, ya que durante el día el 100% se registró en el estrato mas profundo (75 – 100 m) y durante la noche el 100% de las larvas se encontró en el estrato intermedio 20 – 50 m. Los resultados obtenidos por Millin & Cass-Calay (1997), sobre larvas de *Merluccius productus,* en un área oceánica, indican que la mayor concentración de estas larvas se encontraron entre los 50 y 75 m de profundidad, coincidiendo con la mayor abundancia de alimento disponible. Estos resultados no presentan similitud con los obtenidos en esta tesis, pudiendo deberse a características propias y preferencias de cada especie, la diferencia entre las zonas de muestreo (una oceánica y otra bajo la influencia de ríos) etc.

OCEANOGRAFIA

La temperatura y salinidad parecieran no tener relación directa con la distribución vertical de huevos y larvas. Esto queda de manifiesto al ver los perfiles de temperatura y salinidad, los cuales decrecen constantemente a medida que disminuye la profundidad. Sin embargo, la distribución de huevos o la distribución de larvas, tiene en general mayores valores hacia los estratos más profundos. Pero no es posible entonces detectar ninguna relación clara entre ambas variables.

En el caso del oxígeno, este parámetro puede tener mayor relación con la distribución vertical de huevos y larvas ya que muestra más variabilidad en la vertical.

En las figuras 50 y 51 no se detecta claramente una relación entre la distribución vertical de huevos y larvas de *Macruronus magellanicus* y el oxígeno disuelto. Sin embargo, se estima que hay alguna relación posible, entre los estratos donde hay más abundancia de huevos - larvas y una menor concentración de oxígeno (desviaciones negativas respecto de la columna de agua).

Por esta razón se graficó los pares de datos de huevos y larvas con los promedios de oxígeno por estrato (Fig. 52). Se aprecia que la relación lineal entre oxígeno y huevos - larvas es baja o nula, con coeficientes de correlación de Pierson de 0,37 y 0,48 para huevos y larvas respectivamente. Ambos valores son bajos e indican que las variables no están linealmente relacionadas.

De esta manera no podemos probar una relación clara entre las propiedades físico-químicas del agua (temperatura, salinidad y oxígeno), que se estudiaron y las distribuciones de huevos y larvas.

Sin embargo, se hizo otra comparación. Esto es buscar una relación de la distribución de huevos y larvas respecto de la picnoclina, que es una barrera natural en el mar. La tabla 5 indica que la picnoclina se comportaría en la mayoría de los casos, como una barrera física para la migración vertical de huevos y larvas. La mayor frecuencia de estos, se ubicó bajo esa barrera.

HOMOGENEIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN VERTICAL

Se quiso probar también si la distribución vertical de huevos y larvas era o no homogénea en la dimensión vertical y se distribuía en forma diferente por estratos. Para ello y tratándose de proporciones o frecuencias esperadas v/s observadas, se utilizo el test de Chi Cuadrado.

Para este test se debe considerar que los grados de libertad dado por el número de estratos es igual a 4-1=3. Como ya se menciono en los resultados, el valor crítico para Chi Cuadrado al 95% de confianza según tabla es de 7.81. Por lo tanto si el valor de chi cuadrado es mayor, entonces la distribución de huevos o larvas de *Macruronus magellanicus* no es homogénea.

Como se aprecia en la tabla 8, la hipótesis de homogeneidad no se puede rechazar sólo en los lances con menores abundancias de huevos o larvas. Sin embargo en este caso los resultados no son validos por la abundancia muestral. En el resto de los lances se prueba que no existe homogeneidad vertical a un nivel de significancia estadística del 95%.

ANALISIS FINAL INTEGRADOR

Finalmente e integrando los resultados de esta tesis se tiene que:

a) La distribución de huevos de *Macruronus magellanicus* de acuerdo al desarrollo embrionario resulto ser homogénea. Los huevos de estado 1 y estado 2 están presentes con mayor frecuencia en los estratos más profundos ya sea de día o de noche.

b) La estructura vertical de la temperatura y de la salinidad presentó un perfil de cambio continuo con la profundidad y no se advierte ninguna anomalía correlacionable con la distribución de huevos o larvas. En efecto la distribución vertical por estratos de los huevos y larvas, no se relaciona con la distribución vertical de la temperatura, salinidad (no así la densidad). Quizás sea la abundancia estacional de los adultos o las relaciones predador presa (Norcross & Shaw 1984) variables más adecuadas para explicar la distribución de larvas. En el caso de los huevos podría ser la flotabilidad y la abundancia estacional de los adultos (Sundby 1991, Norcross & Shaw 1984) esto es coherente con el efecto barrera de la picnoclina, lo que sí fue observado en esta tesis. En efecto, es interesante el hecho de que tanto la distribución de huevos como la de las larvas, se presentan mayoritariamente bajo la picnoclina (Tabla 5) constituyéndose ésta en un factor de barrera oceanográfico-físico, interesante.

c) En el caso del oxígeno, éste presentó cambios relativos con profundidad (máximos y mínimos) con una señal más dinámica. Con la distribución de huevos no existe ninguna correlación (ya que los huevos no estarían mayormente influidos por este

parámetro). En el caso de las larvas tampoco hay una correlación notable aunque sí fue mayor que la de los huevos (0.37 v/s 0.48)

d) Cualitativamente no se encontró una existencia notoria de distribución diurna-nocturna de las larvas de peces, rechazándose en consecuencia la segunda hipótesis de esta tesis. La distribución por estratos de las larvas, no estuvo relacionada con el ciclo día-noche. Por lo cual no es posible clasificar las larvas en tipo I o tipo II, de acuerdo a los trabajos de Neilson & Perry (1990). Solo en el caso de las agujillas podría decirse que presentan una distribución tipo II.

e) En base a los antecedentes generales recolectados, debe rechazarse la hipótesis 1 de esta tesis, dado que no se probó que exista una relación importante entre la estructura físico-química de la columna de agua y la distribución vertical de los huevos y larvas de peces. Se acepta la hipótesis nula de que no existe relación.

f) Se establece una salvedad a lo anterior, dado que la picnoclina (discontinuidad de densidad) mostró ser una barrera física, ya que los huevos y larvas de distribuyeron mayoritariamente bajo esta.

CONCLUSIONES

- Durante el crucero Cimar Fiordo 9, se colectaron 11 tipos de huevos: *Macruronus magellanicus, Merluccius australis, Maurolicus parvipinnis, Coelorhynchus* sp., *Genypterus* sp. y huevos tipo A, B, D, E, F,y H.
- Las larvas encontradas corresponden a 14 especies y un tipo sin identificar: *Macruronus magellanicus, Merluccius australis, Maurolicus parvipinnis, Sebastes capensis, Leptonotus blainvilleanus, Higophum bruuni,* Mictophidae, Clinidae, *Strangomera bentincki,* Fam. Macruridae, *Agonopsis chiloensis, Protomyctophum crockerii,* Nototheniidae, *Genypterus* sp.
- En ambas campañas se colectaron un total de 1782 huevos y 508 larvas de peces.
- La especie que presentó mayor abundancia de huevos y larvas fue *Macruronus magellanicus*. Esta especie presentó un total de 1485 huevos (83 %) y un total de 345 larvas (68 %) en ambas campañas.
- De las especies identificadas, 4 corresponden a especies de importancia económica; *Macruronus magellanicus, Merluccius australis, Strangomera bentincki y Genypterus* sp.
- Mediante los gráficos de distribución vertical se constató que los huevos y larvas migran verticalmente.
- Respecto a las larvas, se encontraron diferencias en su posición en la columna de agua entre el día y la noche. Sin embargo no se encontró un patrón definido de migración vertical de las especies (excepto *Leptonotus blainvilleanus*). Cada especie presentó una migración en la columna de agua, pero esta migración no coincidió

totalmente con la detectada para la misma especie en otra estación o en otra campaña. Es decir en una estación en el día se encontraban en la superficie y en la otra estación se encontraban en aguas más profundas.

- Respecto a la clasificación de Neilson & Perry (1990) la especie *Leptonotus blainvilleanus* fue la única especie que simula un patrón de migración tipo II: estos ejemplares ascendieron durante el día en la columna de agua y en la noche descendieron a aguas más profundas.
- En general, se registró que las larvas migraban en la dimensión vertical hasta los 100 m, profundidad hasta donde alcanzó la red. *Macruronus magellanicus* y *Merluccius australis* migraron generalmente ampliamente en la columna de agua, desde la superficie hasta los 100 m, *Sebastes capensis* presentó una migración más restringida, por lo general se encontraban en aguas someras durante el día y la noche.
- A través de análisis cualitativo de los datos no se encontró una relación entre la temperatura y la salinidad y la distribución vertical de huevos y larvas. Respecto al oxigeno disuelto, estadísticamente (mediante prueba de correlación) no presentó relación con huevos y larvas. Solo en el caso de la picnoclina parece haber una relación ya que ésta se comporta como una barrera física para el transporte.

LITERATURA CITADA

Aquambiente. 2003. Informe: Información climática y oceanográfica de áreas productoras de salmones 82 pp.

Balbontín F & R Bernal. 1997. Distribución y abundancia del ictioplancton en la zona austral de Chile. Revista Ciencia y Tecnología del Mar 20: 155-163.

Balbontín F & R Bernal. 2003. Distribución y abundancia de las larvas de peces desde el estrecho de Magallanes hasta el Cabo de Hornos, Chile. Revista Ciencia y Tecnología del Mar 26 (1): 85-92.

Balbontín F & R Bernal. 2005. Cambios estacionales en la composición y abundancia del ictioplacton de los canales australes entre el Golfo Corcovado y Golfo Elefantes, Chile. Revista Ciencia y Tecnología del Mar 28: 99-111.

Balbontín F & R Bravo. 1999. Distribución, abundancia y agrupaciones ictioplanctónicas en un área de desove de merluza común entre Papudo y Valparaíso. Revista de Biología Marina 34 (2): 233-260.

Bernal R & F Balbontín. 1999. Ictioplancton de los fiordos entre el Golfo de Penas y Estrecho de Magallanes y factores ambientales asociados. Revista Ciencia y Tecnología del Mar 22: 143-154.

Cáceres, M., A. Valle-Levinson, J. Fierro, M. Bello & M. Castillo. 2004. Variabilidad transversal del flujo submareal en fiordos del mar interior de Chile. Informes preliminares del crucero Cimar 9 Fiordos, CONA. 15 – 24 (Libro de Resúmenes).

Castro L & Landaeta M. 2004. Variaciones diarias en la distribución vertical de estadios tempranos de peces, con especial referencia a merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en la zona de los canales. XI Región. Informes preliminares del crucero Cimar 9 Fiordos, CONA. 71 – 76 (Libro de Resúmenes).

Comyns B & J Lyczkowski-Shultz. 2004. Diel vertical distribution of Atlantic croaker *Micropogonias undulatus,* larvae in the northcentral gulf of Mexico with comparisons to red drum, *Scianops ocellatus.* Bulletin of Marine Science 74 (1): 69-80.

CONA. 1999. Resultados Crucero Cimar fiordos 4 , informes preliminares. 215 pp.

CONA. 2003. Resultados Crucero Cimar fiordos 8, Resúmenes ampliados 76 pp.

Córdova G. 2002. Distribución de huevos de peces en relación a las condiciones oceanográficas en la zona austral de Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Carrera de Biología Marina 107 pp.

Cushing D. 1975. Marine Ecology. Pergamon Press, 150 pp.

Guerra D & N Silva. 2004. Distribución de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes entre la boca del Guafo y fiordo Aysén. Resultados Crucero Cimar fiordos 9. Informes preliminares. Comité Oceanográfico Nacional, 6 pp.

Guzmán D. 2000. Caracterización física y química de los canales australes y estimación del tiempo de residencia y balance de sal, agua y nutrientes en el seno Aysén. Tesis para optar al Título de Oceanógrafo, Universidad de Valparaíso, 2000.

Delgado S. 2004. Relación entre el Perfil de Basamento en Fiordos y Canales y la Morfoestructura Regional en la Nortpatagonia. Tesis para optar el grado de Magíster en Geografía con Mención en Evaluación Territorial. Universidad de Chile.

Fortier L & WC Leggett. 1983. Vertical migrations and transport of larval fish and partially mixed estuary. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 40, (10): 13 pp.

Frank K T & W C Leggett. 1983. Multispecies larval fish associations: Accident or adaptation? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 40: 754-762.

Landaeta M & L Castro. 2002. Spring spawning and early nursery zone of the mesopelagic fish *Maurolicus parvipinnis* at the coastal upwelling zone off Talcahuano, central Chile. Marine Ecology Progress Series 226: 179-191.

Margalef R. 1998. Ecología. Ediciones Omega, S.A. 950 pp

Moser GH, N Lo & P Smith. 1997. Vertical distribution of hake eggs in relation to stage of development and temperature. CalCOFI Reports 38: 120 – 126.

Mullin M. & S. Cass – Calay. 1997. Vertical distribution of zooplankton and larvae of the Pacific hake (whiting), *Merluccius productus*, in the California current system. CalCOFI Reports 38: 127 – 136.

Newmann G. & Pierson W. 1966. Principles of Physical Oceanography. Prentice – Hall, Inc.

Norcross B L & R F Shaw. 1984. Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: a review. Transactions of the American Fisheries Society 113: 153 - 165.

Neilson J D & R I. Perry. 1990. Diel vertical migrations of marine fishes: an obligate or facultative process. Advances in Marine Biology 26: 115 – 168.

Patchell G, M Allen & D Dreadon. 1987. Eggs and larval development of the New Zealand hoki *Macruronus novaezelandiae*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 21: 301-313.

Pickard G L. 1972. Water structure in Chilean fjords. Oceanography of the South Pacific 1972, comp. R Fraser. New Zealand National Commission for UNESCO, Wellington. 95 – 104.

Ríos F & M Cisternas. 1998. Uso de parámetros sedimentológicos en el reconocimiento de ambientes hidrodinámicos en los canales y fiordos adyacentes a Campos de Hielo Sur. Investigaciones Marinas, Valparaíso 26: 21-30, 1998.

Röpke A. 1993. Do Larvae mesopelagic fishes in the Arabian Sea adjust their vertical distribution to physical and biological gradients? Marine Ecology Progress Series 101: 223-235.

Silva, N., C. Calvete & H. Sievers. 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre Puerto Montt y Laguna San Rafael, Chile (Crucero Cimar Fiordo 1). Ciencia y tecnología del Mar 21: 17-48.

Spiegel M. & Stephens L. 1991. Estadística. Editorial Mc Graw Hill. Segunda edición. 556 pp.

SubSecretaria de Pesca. 1997. Chile Azul. The Main Fisheries Recources. 89 pp

Sundby S. 1991. Factors affecting the vertical distribution of eggs. ICES mar. Science Symposium., 192: 33-38.

Ugalde C. 2005. Distribución vertical de larvas de moluscos en relación con la circulación estuariana y parámetros oceanográficos, entre el Canal Darwin y el Seno Aysén, XI Región, Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Carrera de Biología Marina, 140 pp.

Uribe F. 2000. Descripción de larvas de cuatro especies de peces de la zona austral de Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Carrera de Biología Marina, 200 pp.

Valle – Levinson A, A Sepúlveda & K Holderied. 2002. Patrones de flujo en la confluencia del canal Pilcomayo y el seno Aysén. Ciencia y Tecnología del Mar 21: 17-48.

Vegas E & G Pequeño. 1993. Contribución al conocimiento biológico de *Normanichthys crockerii* Clark, 1937 (Osteichthyes, Scorpaeniformes). Revista de Biología Marina. 28, (1) : 1-36.

Vieira R. 2002. Morfogénesis y dinámica de las vertientes submarinas en la costa de fiordos de Norpatagonia, Chile. Tesis para optar al grado de Magíster en Geografía. Universidad de Chile, 100 pp.

Universidad de Valparaíso
Chile
00121153