



**INFORME FINAL CORREGIDO**

Caracterización biológico pesquera de las actividades  
extractivas del recurso pulpo en la X Región

**FIP N° 2008-40 / Octubre-2010**





## **INFORME FINAL CORREGIDO**

Caracterización biológico pesquera de las actividades  
extractivas del recurso pulpo en la X Región

**FIP N° 2008-40 / Octubre-2010**

### **REQUIRENTE**

#### **FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA**

Presidente Consejo de Investigación Pesquera:  
**Pablo Galilea Carrillo**

### **EJECUTOR**

#### **INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Jefe División Investigación Pesquera  
**Mauricio Braun Alegría**

Director Ejecutivo  
**Jorge Antonio Toro Da'Ponte**

### **JEFE DE PROYECTO**

**Nancy Barahona Toledo**





FIP N° 2008-40 / Octubre-2010

**AUTORES**  
**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP**

*Caracterización de la pesquería*

**Nancy Barahona T.**  
**Álvaro Aguilera R.**  
**Andrés Olguín I.**  
**Vivian Pezo E.**

Colaborador: **Claudio Vicencio E.**

*Estudios reproductivos*

**Eduardo Díaz R.**  
**Margarita González G.**  
**Andrés Olguín I.**  
**Dagoberto Subiabre M.**

Colaboradora: **Viviana Hernández B.**

*Análisis datos abióticos*

**Alexander Valdenegro M.**

*Proposición plan de administración*

**Nancy Barahona T.**

*Elaboración material audiovisual*

**Nancy Barahona T.**  
**Margarita González G.**  
**Dagoberto Subiabre M.**  
**Andrés Olguín I.**  
**Patricio Díaz**  
**Carlos Molinet**



FIP N° 2008-40 / Octubre-2010

**AUTORES**

**UNIVERSIDAD ARTURO PRAT - ICYT**

*Estudios de crecimiento en estructuras duras cristalinos*

Autor: **Erick Baqueiro**

Colaboradores: **Sonia Medrano**

**Ramiro Contreras**

**Jadhiel Godoy**

*Aplicación de modelos de crecimiento en base a  
data histórica IFOP*

Autor: **Bernardo Bello**

*Estudios de crecimiento en estructuras duras  
mandíbulas y estiletes*

**Autores: Miguel Araya**

**Jessica Peñailillo**

*Determinación de mortalidad Natural*

Autor: **Miguel Araya**

*Experimentos de validación de crecimiento*

Autores: **Sonia Medrano**

**Ramiro Contreras**

**Jadhiel Godoy**

*Artes estáticos y seguimientos in situ*

Autores: **Jorge Henríquez**

**Viviana Almanza**

**Jadhiel Godoy**

**Manira Matamala**

Colaborador: **Sonia Medrano**

*Elaboración material audiovisual*

Autores: **Sonia Medrano**

**Jadhiel Godoy**

**Ramiro Contreras**

**Miguel Araya**



## RESUMEN EJECUTIVO

---

Este documento corresponde al Informe final corregido del proyecto “Caracterizaci3n biol3gica pesquera de las actividades extractivas del recurso pulpo en la X regi3n” FIP N° 2008 -40, estudio que se inici3 en enero del a±o 2009 y finaliz3 en la etapa de muestreo para fines reproductivos y de crecimiento en marzo de 2010. El objetivo general fue “Caracterizar la actividad pesquera y actualizar el conocimiento de la ecología reproductiva del pulpo rojo (*Enteroctopus megalocyathus*)” en la X Regi3n. En este contexto se realizaron las siguientes actividades: i) se monitorearon las capturas en los principales centros de desembarque; ii) se hizo una revisi3n bibliogr3fica de la informaci3n disponible sobre la clase cephalopoda; iii) se estudiaron aspectos reproductivos y de crecimiento del recurso; iv) se probaron distintas artes de pesca para su captura; v) se estructuraron línneas bases generales para una posible administraci3n y vi) finalmente se elabor3 material de difusi3n.

La licitaci3n de este proyecto se realiz3 cuando la pesquería de pulpo del sur operaba bajo las siguientes medidas de administraci3n: i) veda extractiva entre noviembre y marzo de cada a±o y ii) peso mínimo de extracci3n; ambas medidas aplicadas por extensi3n, ya que fueron implementadas para el pulpo del norte. Durante el proceso de licitaci3n se decret3 una veda total (18/10/08 hasta el 18/10/11). El 2009 se autoriz3 la ejecuci3n de 2 pescas de investigaci3n a empresas consultoras, a cada una se le autoriz3 dos cuotas de captura: i) 113 t (14/05) y 65,77 t (08/10) a ser extraídas desde el sector norte de la regi3n hasta los 42° 11'LS; ii) 191 t (09/04) y 132.71 t (07/10) a ser extraídas desde los 42°25'LS hasta el límite sur de la regi3n.

Durante el periodo de proyecto se realiz3 una amplia revisi3n de literatura que da cuenta de los trabajos publicados a la fecha, cuya bibliografía se entrega en un



anexo. La revisión de literatura deja en evidencia que hay 68 trabajos referidos al recurso pulpo del sur, de los cuales 39 corresponden a literatura gris. A nivel nacional la mayor información sobre el recurso *E. megalocyathus* esta asociada a literatura gris (22 trabajos, 69%).

La caracterización de la actividad extractiva, se realizó en base a un análisis de datos históricos recopilado por IFOP a través del proyecto “Investigación Situación Pesquerías Bentónicas”, los cuales contienen datos de cada viaje monitoreado, permitiendo conocer en forma apropiada el desarrollo de las faenas de pesca en términos de su carácter mono o multiespecífico, capturas muestreados, áreas explotadas y cpue. Paralelamente se efectuaron salidas a terreno con los pescadores con el fin de validar los datos disponibles. Se analizó el tratamiento de las capturas en los muelles, datos asociados a plantas de proceso, volúmenes y empleo, para finalizar con la cadena de producción en las exportaciones.

Los desembarques históricos de la pesquería representan un 12% (alrededor de 7.000 t) de las capturas de pulpo del norte. Esta actividad la desarrolla una fracción de pescadores artesanales que en el año 2009 alcanzó a 273 buzos (Fuente IFOP), cifra que representa el 5% de los inscritos en el Sernapesca (3.144 buzos), quienes capturaron 410 t. Los pescadores utilizan embarcaciones artesanales que emplean para extraer una variedad de recursos bentónicos, cuya eslora en un mayor porcentaje se ubica entre 7,5 y 12,4 m. El régimen de operación diario se ha mantenido en el tiempo. La extracción es mediante buceo semiautónomo y el gancho es el aparejo de pesca utilizado. Las capturas se realizan principalmente entre 6 y 15 m. La cpue estimada por viaje y puerto varía entre 37 y 13,5 (kg/h-buzo). En términos de temporalidad, en algunos puertos se observa una disminución de las capturas en la medida que avanza la temporada de pesca. Existe un alto número de áreas de extracción explotadas, sin embargo, se identificaron 4 focos de extracción, asociados a los puertos de Ancud,



Dalcahue, Queilén y Quellón, donde el 80% de las capturas proviene de un número máximo de 15 áreas.

Tres empresas destacan por sus niveles de compra, el nivel de empleo en planta, sobre 1.000 personas mes, no se puede dissociar de otras pesquerías, las plantas procesan una variedad de recursos. El precio de compra en playa registra desde el 2003 (\$1.700/kg) una disminución llegando el 2009 a registrar un valor promedio de \$ 581/kg. El producto mayormente exportado, congelado, presentó un continuo aumento de precios, con excepción del 2009. Si bien el pulpo se exporta a una variedad de países, España es el principal comprador (> 50%). Se observa falta de identificación de origen de capturas e identificación del recurso en las estadísticas de Aduana y de Sernapesca. En otro ámbito se detectó desconocimiento sobre el recurso en los distintos agentes, con énfasis en aspectos biológicos.

Los estudios de crecimiento indican que fue posible observar incrementos tanto en las mandíbulas como en los estiletes. La comparación de lecturas, expresadas como número de microincrementos entre ambas estructuras, indica que se subestima la lectura en las mandíbulas para edades mayores. El rango de edad estimada en las hembras en el presente estudio, mediante los estiletes, corresponden a 35 y 230 días y mediante las mandíbulas entre 57 y 197 días. En machos el número de días en estiletes va entre 39 y 248 y con mandíbulas 49 y 211. De los modelos de crecimiento ajustados a la información número de incrementos con respecto a la longitud total y peso total, el mejor ajuste se obtiene para el período otoño e invierno con el modelo logístico, y para el período primavera verano con el modelo exponencial. Presentando una gran variabilidad en longitud y peso para un mismo número de incrementos, dentro y entre períodos. La mortalidad natural estimada por sexos es significativamente diferente, en hembras es de  $0,81 \text{ año}^{-1}$  y en machos de  $0,95 \text{ año}^{-1}$



Para el desarrollo del experimento de validación se realizó una experiencia previa donde se usaron diversas técnicas que ayudaron a determinar el mejor método a utilizar y la mejor forma de operar con los ejemplares en cautiverio. En la experiencia final de validación el 100% de los animales sobrevivió al proceso de aclimatación y el 72,1% al periodo de experimentación. La técnica de estres salino, usada para el marcaje, se puede considerar adecuada para visualizar una marca en las líneas de crecimiento de las mandíbulas pero no así en los estiletes, siendo de fácil implementación en el laboratorio e inocua para el ambiente. En contraste, la aplicación de oxitetraciclina, no genera una buena marca en las mandíbulas como en los estiletes. En los cristalinos, el compuesto generó una coloración uniforme que permitió distinguir en mejor forma las líneas concéntricas de ésta estructura.

El estudio reproductivo se ejecutó en dos localidades, Ancud, ubicado en el sector norte de la isla de Chiloé y Queilén ubicado en el sector sur y en mar interior. En Ancud, se manifestó una estacionalidad de máxima actividad reproductiva que en el caso de machos es desde mediados de invierno, con un período principal en primavera, y secundariamente en verano. La mayor contribución a la evacuación se observó en la primavera y en otoño. En hembras, la mayor actividad gonadal se evidenció desde mediados de invierno a verano, manifestándose principalmente en la primavera, y secundariamente en verano. El mayor aporte de hembras recién ovuladas se observó en la primavera y en otoño-inicios de invierno.

En Queilén, en los machos, la madurez máxima se presentó desde fines de otoño a enero, disminuyendo de mediados de verano, con una mayor intensidad de mediados de invierno a primavera. El proceso de evacuación se evidenció mayormente en primavera, en verano-inicios de otoño. En las hembras, la mayor actividad gonadal se manifestó desde fines de otoño-marzo, disminuyendo de



febrero a abril, con una alta incidencia de la madurez máxima desde fines de invierno a marzo, con la mayor intensidad en primavera y verano. Las hembras recién ovuladas se presentaron mayormente desde la primavera a inicios de otoño, con máximos en septiembre y febrero. Se usaron dos métodos para estimar la madurez sexual  $LT_{50\%}$  el primero considera los estados iniciales del desarrollo de la línea germinal e incorporación de vitelo y el segundo los estados más avanzados de la línea germinal y de vitelación, entregando este último pesos para machos y hembras en Ancud en torno a los 1500 g y 1600 g. en Queilén los valores de las estimaciones estuvieron en torno a los 1200 g y 1300 g en ambos sexos. Se hicieron estimación asociadas a la longitud total y longitud del manto.

Se realizó una estimación de fecundidad obteniéndose una fecundidad potencial promedio de 2097 a 16989 +/- 3846,32 ovocitos y una fecundidad relativa 9,66 a 47,45 +/- 10,81 ovocitos/ gramo de peso; con una longitud promedio de 1,4 +/- 0.29 cm y moda en los 1,5 cm.

En otro ámbito del proyecto se realizó una evaluación de captura con artes estáticas en zonas habituales de pesca de pulpo del sur, de libre acceso y por lo tanto fuera de zonas de áreas de manejo y/o de cultivo. Los datos de captura fueron comparados con los registrados en una muestra de viajes realizados por los pescadores artesanales, donde la captura se efectuó de la forma tradicional con gancho. Los artes estáticos empleados fueron poteras, nasas y tubos. Los resultados indicaron que el buceo semi autónomo es más eficiente. Cabe señalar que es importante realizar un mayor número de experiencias, ya que se conoce de mejores rendimientos de las líneas de trampas en áreas asociadas a cultivos.

Finalmente se sugiere corregir las medidas de administración que rigen hoy sobre la pesquería en base a la información disponible sobre el recurso. Se entregan bases para la elaboración de un plan de manejo para el recurso pulpo las que



deben ser implementadas una vez socializadas con los actores y desarrolladas con una visi3n holística, considerando el pulpo del sur como parte de un ecosistema y que su explotaci3n genera diversas interacciones positivas y negativas en el medio. Se sugiere que el plan de manejo debe ser transversal al conjunto de recursos que es explotado por un grupo de pescadores que normalmente habitan un lugar com3n. El sistema de monitoreo que forme parte del plan de administraci3n debe recoger todos los indicadores requeridos para el control del plan de manejo, específicamente aquellos diseñados para alcanzar los objetivos establecidos en el plan, en el m3s amplio sentido, sin que ello involucre un efecto de control entendido como fiscalizador, ya que el monitoreo debe reflejar lo que ocurre en toda su dimensi3n, en este contexto las pescas de investigaci3n no son el instrumento que se ajusta para cumplir este rol.

Se ha registrado para las diferentes actividades materiales audiovisuales y fotografías, las cuales son entregadas adjunto a este documento. Complementariamente se desarrollo un DVD con fines de difusi3n.



## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xviii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>xxxii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
2.1 Desarrollo histórico de la pesquería de pulpos en Chile.....	4
2.2 Estudios y proyectos sobre la pesquería de pulpo del sur en Chile	8
2.3 Caracterización del área de estudio. ....	8
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 Objetivo General.....	11
3.2 Objetivos específicos.....	11
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
4.1 Especie Objetivo.....	12
4.2 Zona y periodo de estudio .....	12
4.3 Objetivo específico 3.2.1. ....	13
4.3.1 Actualización y revisión de literatura .....	13
4.3.2 Caracterización de la actividad extractiva.....	16
4.3.3 Localización georreferenciada de áreas de pesca .....	23



4.4	Objetivo espec3fico 3.2.2. ....	24
4.4.1	Determinaci3n de par3metros de crecimiento de pulpo del sur mediante el an3lisis de distribuci3n de tallas.....	25
4.4.2	Estimaci3n de la edad y crecimiento por medio de la t3cnica de lectura de micro-incrementos en los estiletos (EST) y mand3bulas (MAN) por sexo y estimaci3n de la mortalidad natural.....	27
4.4.3	Determinaci3n de la Mortalidad Natural.....	34
4.4.4	Experimentos para la validaci3n de microincrementos.....	38
4.4.5	Experimentos de validaci3n de crecimiento en cristalino.....	43
4.5	Objetivo espec3fico 3.2.3.....	46
4.5.1	Capacitaci3n a personal participante.....	46
4.5.2	Zona de estudio.....	47
4.5.3	Tama3o y tratamiento de la muestra.....	47
4.5.4	Determinaci3n del ciclo reproductivo.....	50
4.5.5	Determinaci3n de fecundidad.....	57
4.5.6	Descripci3n macrosc3pica de gl3ndulas oviductales y presencia de esperm3t3foros.....	59
4.5.7	Monitoreo de temperatura, ox3geno y salinidad.....	60
4.6	Objetivo espec3fico 3.2.4. ....	62
4.6.1	Selecci3n del 3rea de estudio.....	63
4.6.2	Descripci3n de artes de pesca.....	66
4.6.3	Evaluaci3n de los artes de pesca.....	66
4.6.3.1	Captura con gancho.....	66
4.6.3.2	Evaluaci3n de los artes est3ticos.....	67
4.6.3.3	An3lisis de datos.....	70
4.6.3.4	Captura de otras especies.....	73
4.7	Objetivo espec3fico 3.2.5.....	74
4.8	Ejecuci3n de talleres.....	76
4.9	Elaboraci3n de material audiovisual.....	77



<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>79</b>
5.1 Actividades de coordinación .....	79
5.2 Objetivo específico 3.2.1.....	80
5.2.1 Actualización y revisión de literatura .....	80
5.2.2 Caracterización de la actividad extractiva.....	99
5.3 Objetivo específico 3.2.2.....	113
5.3.1 Determinación de parámetros de crecimiento de pulpo del sur, mediante el análisis de distribución de tallas .....	113
5.3.2 Determinación de la edad por medio de la técnica de micro incrementos en las mandíbulas y estiletes .....	114
5.3.3 Experimentos de validación de microincrementos.....	119
5.3.4 Experimentos de validación de crecimiento en cristalinos.....	120
5.4 Objetivo específico 3.2.3.....	123
5.4.1 Resultados estudios reproductivos.....	124
5.4.1.1 Análisis macroscópico en base a escala macroscópica .....	124
5.4.2.1 Análisis microscópicos .....	129
5.4.1.3 Relación de la temperatura superficial del mar (TSM) y la estacionalidad reproductiva de machos y hembras .....	156
5.4.1.4 Determinación de fecundidad .....	159
5.4.1.5 Descripción macroscópica de las Glándulas Oviductales y presencia de espermatozoides .....	160
5.4.2 Monitoreo de temperatura, oxígeno y salinidad .....	162
5.5 Objetivo específico 3.2.4.....	166
5.5.1 Captura con gancho con buceo semi autónomo .....	166
5.5.2 Evaluación artes estáticos .....	172
5.5.3 Captura otras especies.....	175
5.6 Objetivo específico 3.2.5. ....	176
5.6.1 Antecedentes a considerar .....	179
5.6.2 Proposición de bases para el establecimiento de un plan de administración .....	187
5.7 Ejecución de talleres .....	190
5.8 Elaboración de material audiovisual .....	192



<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	<b>193</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>228</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>234</b>

**TABLAS**

**FIGURAS**

**ANEXOS:**

- Anexo 1.** Experimentos previos para la validación de microincrementos en *E. megalocyathus*.
- Anexo 2.** Bibliografía existente relativa al recurso pulpo *E. megalocyathus*
- Anexo 3.** Evaluación de variables temporales, espaciales y físicas en la dinámica reproductiva de pulpo rojo.
- Anexo 4.** Taller difusión de resultados.
- Anexo 5.** Material de Difusión del proyecto FIP N° 2008-40:
  - Fotos y filmaciones (CD).
  - Documental “A la caza del pulpo rojo” (DVD).
- Anexo 6.** Personal participante proyecto FIP N° 2008 -40.
- Anexo 7.** Bases de datos proyecto FIP N° 2008-40.



## ÍNDICE DE TABLAS

---

- Tabla 1.** Técnica histológica empleada para la deshidratación gradual en alcoholes, aclarado con xileno e inclusión en parafina.
- Tabla 2.** Localidad y procedencia de muestra para el análisis reproductivo del pulpo
- Tabla 3.** Intervalos expresados en rangos de tamaños de la longitud dorsal del manto (LDM) de ejemplares recolectados para el análisis reproductivo (5 por sexo).
- Tabla 4.** Fechas de ejecución de muestreos con CTD.
- Tabla 5.** Número de ejemplares capturados y muestreados por embarcación durante el seguimiento in situ.
- Tabla 6.** Fechas de muestreo y número de trampas utilizadas durante las diferentes campañas, entre 2009 y 2010.
- Tabla 7.** Coordenadas geográficas y tipo de sustrato de las zonas de muestreo de las Artes Estáticas, 2009 - 2010.
- Tabla 8.** Diferencias en el número de información registrada en base a diferentes palabras claves utilizadas en sitios web especializados. Información corresponde a consulta referida al periodo 1970-2010.
- Tabla 9.** Número de publicaciones registrada en los sitios especializados de la web en periodos 1970-septiembre 2009 y 1970-abril 2010, en diferentes categorías.
- Tabla 10.** Trabajos realizados en *E. megalocyathus* ordenados por temática y periodo. Años 1980-2009.
- Tabla 11.** Información registrada en base de datos de sitios web referida a literatura especializada sobre Clase Cephalopoda y comparada con la literatura existente sobre *E. megalocyathus*.
- Tabla 12.** Características de la flota extractora de pulpo monitoreada por IFOP. Periodo 1995 – 2009.



- Tabla 13.** Número de viajes con pulpo muestreados en la Región de Los Lagos. Periodo 1995 - 2009.
- Tabla 14.** Principales procedencias por puerto, inició en los desembarques y frecuencia de operación sobre ellas.
- Tabla 15.** Empleo en establecimientos que procesan pulpo. Año 2008.
- Tabla 16.** Empleo en establecimientos que procesan pulpo a nivel nacional, por sexo y tipo de contrato. Año 2008.
- Tabla 17.** Parámetros de crecimiento obtenidos al ajustar los datos de estructura de talla de pulpo del sur mediante ELEFAN, SCLA y PROJMAT.
- Tabla 18.** Variabilidad interanual del índice de crecimiento estándar ( $\Phi'$ ) obtenida con los parámetros de crecimiento estimados por ELEFAN, SCLA y PROJMAT.
- Tabla 19.** Parámetros y estadísticos de la relación longitud manto (cm) y peso total (g) para ambos sexos y combinados. Ajuste modelo potencial. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.
- Tabla 20.** Parámetros y estadísticos de la relación longitud capucha (mm) altura ala (mm) para ambos sexos y combinados. Ajuste modelo lineal. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.
- Tabla 21.** Parámetros y estadísticos de la relación longitud total (cm) y longitud capucha (mm) para ambos sexos y combinados. Ajuste modelo potencial. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.
- Tabla 22.** Parámetros y estadísticos de la relación peso total (g) y longitud capucha (mm) para ambos sexos y combinados. Ajuste modelo potencial. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.



- Tabla 23.** Parámetros y estadísticos de la relación entre las lecturas del lector 1 y lector 2. Lecturas realizadas en EST. Ajuste modelo lineal. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.
- Tabla 24.** Estadísticos de los modelos logístico (A: otoño-invierno 2010) y exponencial (B: primavera-verano) ajustados para ambos sexos a la información número de incrementos de los estiletes versus la longitud total. Parámetros definidos previamente.
- Tabla 25.** Estadísticos de los modelos logístico (**A**: otoño-invierno 2010) y exponencial (**B**: primavera-verano) ajustados para ambos sexos a la información número de incrementos de los estiletes versus el peso total. Parámetros definidos previamente.
- Tabla 26.** Resumen estadístico de la simulación Monte Carlo (3000 ensayos) de la mortalidad natural ( $\text{año}^{-1}$ ) estimada con distintos métodos para hembras y machos. Se incluye la media ponderada para cada sexo. CV: coeficiente de variación; D.E.: desviación estándar; Var: Varianza.
- Tabla 27.** Composición inicial y final por sexos y peso, de los ejemplares del experimento para validación de microincrementos.
- Tabla 28.** Muestras preparadas para comparación de técnicas en la identificación de posibles marcas de crecimiento en cristalino de *E. megalocyathus*.
- Tabla 29.** Técnica histológica para la preparación de cristalinos (Adaptado de Luna, 1968).
- Tabla 30.** Técnica de inclusión en parafina para ojo (modificado de Luna, 1968).
- Tabla 31.** Muestras utilizadas para lecturas de posibles marcas de crecimiento en cristalino de *E. megalocyathus*.
- Tabla 32.** Ejemplares analizados por localidad para la determinación de la condición reproductiva.
- Tabla 33.** Registro mensual de indicadores macroscópicos para machos y hembras recolectados en la localidad de Ancud. Años 2009-2010.



- Tabla 34.** Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópicos en machos y hembras de pulpo de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.
- Tabla 35.** Frecuencia mensual de estadios de madurez en machos de pulpo de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.
- Tabla 36.** Frecuencia mensual de machos con actividad gonadal (EMS II + III) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.
- Tabla 37.** Frecuencia mensual de machos en regresión (EMS IV) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de de Ancud. Años 2009-2010.
- Tabla 38.** Frecuencia mensual de estadios de madurez en hembras de pulpo de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.
- Tabla 39.** Frecuencia mensual de hembras con actividad gonadal (EMSIII al VII) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.
- Tabla 40.** Frecuencia mensual de hembras en pre-ovulación (EMS VI) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010
- Tabla 41.** Frecuencia mensual de hembras en regresión (EMS VIII) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.
- Tabla 42.** Relación de indicadores macroscópicos por estado de madurez sexual en machos y hembras de la localidad de Ancud.
- Tabla 43.** Relación de datos biométricos de la longitud dorsal del manto y el peso total por estado de madurez sexual en machos y hembras de la localidad de Ancud.
- Tabla 44.** Registro mensual de indicadores macroscópicos para machos y hembras recolectados en la localidad de Queilén. Año 2009-2010.



- Tabla 45.** Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópicos en machos y hembras de pulpo de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Tabla 46.** Frecuencia mensual de estadios de madurez en machos de pulpo de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Tabla 47.** Frecuencia mensual de machos con actividad gonadal (EMS II + III) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Tabla 48.** Frecuencia mensual de machos en regresión (EMS IV) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Tabla 49.** Frecuencia mensual de estadios de madurez en hembras de pulpo de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Tabla 50.** Frecuencia mensual de hembras con actividad gonadal (EMS III al VII) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Tabla 51.** Frecuencia mensual de hembras en pre-ovulación (EMS VI) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Tabla 52.** Frecuencia mensual de hembras en regresión (EMS VIII) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Tabla 53.** Relación de indicadores macroscópicos por estado de madurez sexual en machos y hembras de la localidad de Queilén.
- Tabla 54.** Relación de datos biométricos de la longitud dorsal del manto y el peso total por estado de madurez sexual en machos y hembras de la localidad de Queilén.
- Tabla 55.** Cuadro resumen del estimado de madurez sexual para la longitud total (cm) y la longitud dorsal del manto (mm), considerando los criterios de gónadas maduras (C1 y C2) y el período para el ajuste, en machos y hembras de la localidad de Ancud.



- Tabla 56.** Cuadro resumen del estimado de madurez sexual para el peso total (g), considerando los estimados de LT y LDM de madurez sexual, mediante las relaciones longitud-peso, en machos y hembras de la localidad de Ancud.
- Tabla 57.** Cuadro resumen del estimado de madurez sexual para la longitud total (cm) y la longitud dorsal del manto (mm), considerando los criterios de gónadas maduras (C1 y C2) y el período para el ajuste, en machos y hembras de la localidad de Queilén.
- Tabla 58.** Cuadro resumen del estimado de madurez sexual para el peso total (g), considerando los estimados de LT y LDM de madurez sexual, mediante las relaciones longitud-peso, en machos y hembras de la localidad de Queilén.
- Tabla 59.** Coeficientes obtenidos a partir de los ajustes entre fecundidad potencial - longitud del manto (SCR: suma de cuadrados residuales).
- Tabla 60.** Coeficientes obtenidos a partir de los ajustes entre fecundidad potencial – Peso Corporal (SCR: suma de cuadrados residuales).
- Tabla 61.** Coeficientes obtenidos a partir del cálculo de separación de modas para la longitud de ovocitos (S.I.: Índice de Separación de modas).
- Tabla 62.** Esfuerzo registrado en los seguimientos *in situ* de la faena de pesca de *E. megalocyathus*. 2009.
- Tabla 63.** Captura de *E. megalocyathus* mínima, máxima y promedio por buzo, durante los monitoreos *in situ* en las temporadas de invierno y primavera del 2009.
- Tabla 64.** Desembarque de pulpo del sur registrado en los 10 viajes en que se realizó monitoreo en las zonas de pesca, en las estaciones de invierno y primavera del 2009.
- Tabla 65.** Variables asociadas a los ejemplares muestreados en los 10 viajes en que se realizó monitoreo en las zonas de pesca, en las estaciones de invierno y primavera del 2009.
- Tabla 66.** Proporción de sexos de pulpo del sur presentes en la muestra tomada en los 10 viajes monitoreados *in situ* por zona de pesca y estación del año, durante el 2009.



- Tabla 67.** Captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (kg/h-buzo) de *E. megalocyathus*, registrada en una muestra de 10 viajes\_embarcación. 2009.
- Tabla 68.** Composición en peso y longitud de la captura muestreada según arte de pesca estático.
- Tabla 69.** Cpue (kg/h-reposo) estimada por arte estático.
- Tabla 70.** Nómina de especies capturadas en los artes estáticos (fauna acompañante). Temporada invierno 2009.



## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ejemplar de pulpo rojo. *E. megalocyathus*. (Fotografía tomada de Ré, 2007).
- Figura 2.** Distribución geográfica de *E. megalocyathus*. (Tomada de Olguín, 2007).
- Figura 3.** Desembarques de pulpo del norte, *O. mimus* y pulpo del sur *E. megalocyathus*. (Elaborado a partir de información de Sernapesca).
- Figura 4.** Desembarques de pulpo del sur *E. megalocyathus*. Periodo 1986 – 2009 (Elaborado a partir de información de Sernapesca).
- Figura 5.** Caletas que registran los mayores desembarques durante el período 1997-2006. (Elaborado a partir de información de Sernapesca).
- Figura 6.** Ubicación de los centros de muestreo y de las procedencias explotadas en el periodo 2004 - 2008. Fuente IFOP.
- Figura 7.** Esquema mostrando las medidas que se tomaron a los ejemplares de *E. megalocyathus* en el laboratorio de IFOP en Ancud.
- Figura 8.** Mandíbulas de *E. megalocyathus* (Tomada de Ré, 2007) (Superior). Esquema de la mandíbula superior e inferior de pulpo. A: ala; B: capucha; C: pared lateral; D: cresta; AA: altura del ala; LC: longitud capucha. Terminología utilizada según Clarke (1965) y Raya y Hernández-Gonzalez (*in press*) (Inferior).
- Figura 9.** Esquema de la vista sagital de una mandíbula inferior de pulpo. En la parte inferior se muestra el área del rostro donde se ubica el eje de lectura y para efectos de comprensión, se ha dibujado la apariencia de algunos incrementos.
- Figura 10.** Morfología interna de *E. megalocyathus*, indica localización del estilete (fig. superior e izquierda) y vista del estilete con los nombres de algunas de sus partes. MD: diámetro máximo al nivel del codo; PRP: parte post rostral; RP: parte rostral; PRL: longitud post rostral;



RL: longitud rostral; WC: núcleo blanco; TLS: longitud total del estilete. Barra 1 cm. Foto obtenida de Márquez y Ré (2009).

- Figura 11.** Captura de individuos de *E. megalocyathus*, mediante tubos tipo refugio.
- Figura 12.** Localidades de captura de animales.
- Figura 13.** Método de inserción de chip. a) Inyección del chip, b) Chip inserto en el manto del animal.
- Figura 14.** Sistema de mantención de los animales. a) Esquema del sistema de mantención, el conjunto formado por los estanques, acumulador y decantador, se denomina “rack”, las flechas muestran la dirección del agua. b) Fotografía del “rack 3” en el centro de experimentación.
- Figura 15.** Marcaje con estrés salino durante el experimento de validación. a). Animales en mallas o en tubos de malla (los más pequeños) para evitar agresiones durante el estrés salino grupal. b) Control de la salinidad c) Comportamiento de “carrusel” de los pulpos con el estrés.
- Figura 16.** Instrumentos utilizados durante el experimento; a) ictiómetro Ictiom y b) Balanza Super-SS 3S/New Su-15.
- Figura 17.** Proceso de extracción de muestras; a) Extracción de estiletes, b) Extracción de cristalinos y c) Extracción de mandíbula. Donde Est: Estilete, Cris: Cristalino y Man: Mandíbula.
- Figura 18.** Artes de Pesca evaluados en la captura de pulpo del sur. a) Trampa tipo refugio Pota o Potera, b) Trampa tipo Nasa española c) Trampa tipo Refugio Tubo, y d) Buceo hooka con gancho.
- Figura 19.** Sistema de pesca tipo “palangre” con los tres artes de pesca (nasa, tubo y pota) utilizados para el muestreo.
- Figura 20.** Frecuencia de trabajos publicados en la tipología Cefalópodos (izquierda) y Genero *Enteroctopus* y *E. megalocyathus* (derecha).
- Figura 21.** Frecuencia de trabajos publicados anualmente en la tipología *E. megalocyathus*.



- Figura 22.** Embarcaciones que capturan pulpo con señuelo en la costa atlántica de México (Fotos Gentileza Gustavo San Martín).
- Figura 23.** Buzos extractores de pulpo y artes de pesca utilizados en la extracción de este recursos en la Región de Los Lagos.
- Figura 24.** Porcentaje de viajes mono y multiespecífico por año. 1995 – 2009. Fuente: IFOP.
- Figura 25.** Número de viajes con pulpo muestreados en Ancud y captura muestreada desembarcada en el mismo puerto. Periodo 2005 – 2009. Fuente IFOP.
- Figura 26.** Número de embarcaciones extractoras de pulpo, monitoreadas por IFOP operando en la Región de Los Lagos. Periodo 1995 – 2009.
- Figura 27.** Localización y distribución de las procedencias de pulpo para la Región de Los Lagos. Fuente: IFOP.
- Figura 28.** Distribución de las procedencias de pulpo de acuerdo a su aporte porcentual al total desembarcado (izquierda). Procedencias agrupadas con aportes mayores al 1 % por puerto (derecha). Periodo 1995 al 2009. Región de Los Lagos.
- Figura 29.** Curvas de rarefacción. Áreas de procedencia explotadas para la extracción de pulpo.
- Figura 30.** Áreas de extracción de pulpo, monitoreadas en el proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas y empleadas en el plan de manejo de la bahía de Ancud.
- Figura 31.** Esfuerzo total (horas de buceo) anuales estimadas por puerto. Fuente IFOP.
- Figura 32.** Cpue (kg/h-buzo) anuales estimadas por puerto. Fuente IFOP.
- Figura 33** Longitud dorsal del manto por puerto y sexo (izquierda). Peso total de pulpo por puerto y sexo. Periodo de recopilación de datos 1997 – 2009. Sexo 1: macho y 2: hembra. Fuente IFOP.



- Figura 34.** Precio (US\$/t) de pulpo según línea de elaboración. Elaborado por IFOP a partir de información de Aduana.
- Figura 35.** Evolución de los desembarques y niveles de exportaciones de pulpo a nivel nacional. Elaborado por IFOP a partir de información de Aduana y Estadísticas de Sernapesca.
- Figura 36.** Ajuste de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para los datos de pulpo del sur mediante el método ELEFAN.
- Figura 37.** Ajuste de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para los datos de pulpo del sur mediante el método SCLA.
- Figura 38.** Ajuste de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para los datos de pulpo del sur mediante el método PROJMAT.
- Figura 39.** Variabilidad interanual del índice de crecimiento estándar ( $\Phi'$ ) obtenida con los parámetros de crecimiento estimados por ELEFAN, SCLA y PROJMAT.
- Figura 40.** Corte de una mandíbula de pulpo donde se muestra los microincrementos de crecimiento, en ambos casos tomada en un estereo microscopio a 40X. Ejemplar proveniente de experimento de validación. En (A) corresponde a los últimos microincrementos formados y en (B) foto compuesta de las tres secciones. (Código: 111\_exp).
- Figura 41.** Corte de una mandíbula de pulpo donde se muestra los microincrementos de crecimiento, en ambos casos tomada en un estereo microscopio a 40X. Ejemplar proveniente de experimento de validación. En (A) corresponde a los últimos microincrementos formados y en (B) foto compuesta de las tres secciones. (Código: 101\_exp).
- Figura 42.** Foto compuesta de una mandíbula de pulpo donde se muestra los microincrementos de crecimiento tomada en un estereo microscopio a 40X. Ejemplar proveniente de experimento de validación (Código: 11exp).



- Figura 43.** Foto compuesta de una mandíbula de pulpo donde se muestra los microincrementos de crecimiento tomada en un estereo microscopio a 40X. Ejemplar proveniente de experimento de validación (Código: 110\_ex).
- Figura 44.** Sección transversal de un estilete para mostrar la rápida deshidratación que ocurre durante la preparación (pulido) para la observación. (Códigos: (A) 75\_Q(2); (B) 75Q(14); (C) 75Q(15)).
- Figura 45.** Sección transversal de EST de distintos ejemplares de pulpo donde se muestra la calidad de las últimas preparaciones, luego de probar con distintas técnicas y materiales (Códigos: (A) Est\_1(19); (B) Est\_1(18); (C) Cap21; (D) Cap24)
- Figura 46.** Distribución de frecuencia estacional de la longitud del manto de los pulpos muestreados en el estudio correspondientes a las hembras (izquierda) y machos (derecha).
- Figura 47.** Distribución de frecuencia estacional del peso total de los pulpos muestreados en el estudio correspondientes a las hembras (izquierda) y machos (derecha).
- Figura 48.** Relación longitud peso: hembra (superior), machos (centro) y ambos sexos (inferior).
- Figura 49.** Relación entre la longitud de la capucha y la altura del ala de las mandíbulas de pulpo: hembra (superior), machos (centro) y ambos sexos (inferior).
- Figura 50** Relación entre la longitud total y la longitud de la capucha de pulpo: hembra (superior), machos (centro) y ambos sexos (inferior).
- Figura 51.** Relación entre el peso total y la longitud de la capucha de pulpo: hembra (superior), machos (centro) y ambos sexos (inferior).
- Figura 52.** Relación entre el número de incrementos contabilizados en los estiletes y en las mandíbulas, con el fin de comparar ambas estructuras. Se dibuja línea de 45°.



- Figura 53.** Relación entre el número de incrementos contabilizados en los estiletes por el lector 1 y lector 2. Se dibuja línea de 45° para comparación.
- Figura 54.** Figura superior: Número de incrementos en los estiletes versus la longitud total para ambos sexos y semestral (Oto-Inv ajuste logístico; Pri-Ver ajuste exponencial). Figura inferior Número de incrementos en los estiletes versus el peso total para ambos sexos y semestral (Oto-Inv ajuste logístico; Pri-Ver ajuste exponencial. Oto: otoño; Inv: Invierno; Pri: Primavera; Ver: Verano).
- Figura 55.** Distribución de frecuencia de estimación de M mediante simulación Monte Carlo para obtener la varianza de los diferentes métodos. Hembras. A: Richter & Efanov (1976); B: Pauly et al. (1993); C: Jensen (1996); D: Jensen (1996); E: Taylor (1983); F: Hoenig (1983); G: Arce (2006).
- Figura 56.** Distribución de frecuencia de estimación de M mediante simulación Monte Carlo para obtener la varianza de los diferentes métodos. Machos. A: Richter & Efanov (1976); B: Pauly et al. (1993); C: Jensen (1996); D: Jensen (1996); E: Taylor (1983); F: Hoenig (1983); G: Arce (2006).
- Figura 57.** Peso de ejemplares de *E. megalocyathus* en la primera y última biometría realizada en el período experimental.
- Figura 58.** Consumo de alimento total por animal (pescado+ jaiba), durante el periodo experimental.
- Figura 59.** Curva de supervivencia de ejemplares de *E. megalocyathus*, durante el período experimental. 12 al 17 de febrero, período de aclimatación, 18 de febrero primer marcaje con shock salino, 5 de marzo segundo marcaje con shock salino y 30 de marzo sacrificio y toma de muestras.
- Figura 60.** Variables abióticas registradas durante todo el periodo experimental (Temperatura, salinidad, oxígeno y amonio), agrupadas por mes y por Rack.
- Figura 61.** Preparación de cristalino para determinación de líneas de crecimiento. a) Inclusión en resina plástica y pulido, b) inclusión en



parafina y corte al micrótopo, nótese la deformación del cristalino en la lámina inferior.

- Figura 62.** Visualización de láminas de crecimiento del cristalino de *E. megalocyathus*. a) Inclusión en resina plástica y pulido observada en contraste de fases a 1000x, b) inclusión en parafina y corte al micrótopo, nótese la desfoliación inducida al corte, observación al microscopio con luz incidente en campo claro a 100x
- Figura 63.** Núcleo del cristalino de *E. megalocyathus*. Inclusión en resina plástica, pulido, observación por microscopía óptica en contraste de fases, 1000x.
- Figura 64.** a) Estructura laminar del cristalino de *E. megalocyathus* separación física entre laminillas. b) bandas claras y oscuras diferenciadas por microscopía óptica de contraste de fases.
- Figura 65.** a) Lámina compuesta de 16 imágenes para el conteo de bandas claras y oscuras del lente interior del cristalino de *E. megalocyathus*, b) Núcleo y primeras bandas de crecimiento, nótese la diferencia en grosor con la lámina (c) correspondiente al borde exterior del lente posterior.
- Figura 66.** a) Imagen integrada por 13 secciones; b) y c) detalle de imagen generada por epifluorecencia 100x.
- Figura 67.** Recorrido realizado por una muestra de las embarcaciones que fueron empleadas para la extracción de pulpo, los que fueron procesados en el laboratorio para extraer muestras para estudios reproductivos y de crecimiento (fig. superior Ancud; fig. inferior Queilén). Año 2009 y 2010.
- Figura 68.** Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos aparente (EMMa) de hembras de *E. megalocyathus* registrados en cada sector de muestreo. 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro; 4) Madurez máxima; 5) Desovado.
- Figura 69.** Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos aparente (EMMa) de machos de *E. megalocyathus* registrados en cada sector de muestreo. 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro.



- Figura 70.** Estructuras de tallas de hembras establecidas por estados macroscópicos de madurez aparente (EMMa) para cada uno de las zonas de muestreo. EMMa: 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro; 4) Madurez máxima; 5) Desovado.
- Figura 71.** Estructuras de tallas de machos establecidas por estados macroscópicos de madurez aparente (EMMa) para cada uno de las zonas de muestreo. EMMa: 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro.
- Figura 72.** Estructuras de pesos de hembras establecidas por estados macroscópicos de madurez aparente (EMMa) para cada uno de las zonas de muestreo. EMMa: 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro; 4) Madurez máxima; 5) Desovado.
- Figura 73.** Estructuras de pesos de machos establecidas por estados macroscópicos de madurez aparente (EMMa) para cada uno de las zonas de muestreo. EMMa: 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro.
- Figura 74.** Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS gon) de *E. megalocyathus* utilizando el peso de la gónada (superior) y del aparato reproductor (centro); y del Índice Gonádico (IG). Ancud y Queilén. Marzo 2009 – Marzo 2010.
- Figura 75.** Evolución mensual del Índice de Madurez (IM) medio para machos y hembras de la localidad de Ancud. Marzo 2009 – Marzo 2010.
- Figura 76.** Evolución mensual del Índice Gonadosomático Relativo (IGSR) medio para machos y hembras de la localidad de Ancud. Año 2009.
- Figura 77.** Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) medio para machos y hembras de la localidad de Ancud. Año 2009.
- Figura 78.** Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópicos en machos de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En maduración; III: Maduro).
- Figura 79.** Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópicos en hembras de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En maduración; III: Maduro; IV: Madurez máxima; V: Desovada).



- Figura 80.** Frecuencia mensual de estadios de madurez en machos de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: Maduración temprana; III: Madurez avanzada; IV: Regresión).
- Figura 81.** Frecuencia mensual de machos con actividad de maduración gonadal (Act.) y en regresión (Reg.), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (Act: EMS II + III; Reg.: EMS IV).
- Figura 82.** Frecuencia mensual de machos con actividad de maduración gonadal por estratos de la LDM, de la localidad de Ancud, años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).
- Figura 83.** Frecuencia mensual de estadios de madurez sexual en hembras de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En desarrollo; III: Vitelogénesis inicial; IV: Vitelínico; V: Vitelado tardío; VI: Preovulación; VII: Ovulación; VIII: Postdesove-Regresión).
- Figura 84.** Frecuencia mensual de hembras con actividad de maduración gonadal (Act.), en preovulación, en ovulación y en regresión, proveniente de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (Act: EMS II a VII; pre-ovulación: EMS VI; ovulación: EMS VII; Reg.: EMS VIII).
- Figura 85.** Frecuencia mensual de hembras con actividad de maduración gonadal por estratos de la LDM, de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).
- Figura 86.** Frecuencia mensual de hembras en preovulación por estratos de la LDM, de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).
- Figura 87.** Frecuencia mensual de hembras en regresión por estratos de la LDM, de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).



- Figura 88.** Comportamiento de indicadores macroscópicos en relación a la condición de madurez en machos de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (IM: Índice de Madurez; IGSR: Índice Gonadosomático Relativo; IGS: Índice Gonadosomático).
- Figura 89.** Comportamiento de indicadores macroscópicos en relación a la condición de madurez en las hembras de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (IM: Índice de Madurez; IGSR: Índice Gonadosomático Relativo; IGS: Índice Gonadosomático).
- Figura 90.** Relación de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez testicular en ejemplares de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.
- Figura 91.** Relación de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez ovárica en ejemplares de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.
- Figura 92.** Evolución mensual del Índice de Madurez (IM) medio para machos y hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Figura 93.** Evolución mensual del Índice Gonadosomático Relativo (IGSR) medio para machos y hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Figura 94.** Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) medio para machos y hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.
- Figura 95.** Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópicos en machos de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En maduración; III: Maduro).
- Figura 96.** Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópicos en hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En maduración; III: Maduro; IV: Madurez máxima; V: Desovada).
- Figura 97.** Frecuencia mensual de estadios de madurez sexual en machos de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: Maduración temprana; III: Madurez avanzada; IV: Regresión).
- Figura 98.** Frecuencia mensual de machos con actividad de maduración gonadal (Act.) y en la condición de regresión (Reg.), proveniente de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (Act: EMS II + III; Reg.: EMS IV).



- Figura 99.** Frecuencia mensual de machos con actividad de maduración gonadal por estratos de la LDM, de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).
- Figura 100.** Frecuencia mensual de estadios de madurez sexual en hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En desarrollo; III: Vitelogénesis inicial; IV: Vitelínico; V: Vitelado tardío; VI: Preovulación; VII: Ovulación; VIII: Postdesove-Regresión).
- Figura 101.** Frecuencia mensual de hembras con actividad de maduración gonadal (Act.), en preovulación, en ovulación y en regresión, proveniente de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (Act: EMS II a VII; pre-ovulación: EMS VI; ovulación: EMS VII; Reg.: EMS VIII).
- Figura 102.** Frecuencia mensual de hembras con actividad de maduración gonadal por estratos de la LDM, de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).
- Figura 103.** Frecuencia mensual de hembras en preovulación por estratos de la LDM, de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).
- Figura 104.** Frecuencia mensual de hembras en regresión por estratos de la LDM, de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).
- Figura 105.** Comportamiento de indicadores macroscópicos en relación a la condición de madurez en machos de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (IM: Índice de Madurez; IGSR: Índice Gonadosomático Relativo; IGS: Índice Gonadosomático).
- Figura 106.** Comportamiento de indicadores macroscópicos en relación a la condición de madurez en las hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (IM: Índice de Madurez; IGSR: Índice Gonadosomático Relativo; IGS: Índice Gonadosomático).



- Figura 107.** Relación de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez testicular en ejemplares de la localidad de Queilén.
- Figura 108.** Relación de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez ovárica en ejemplares de la localidad de Queilén.
- Figura 109.** Ajuste de la madurez sexual e intervalos de confianza para machos y hembras. A y C: machos; B y D: hembras.
- Figura 110.** Variabilidad mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) promedio para las localidades de Ancud y Queilén.
- Figura 111.** Relación entre la TSM y la estacionalidad reproductiva de ejemplares de pulpo de la localidad de Ancud (a): distribución del IGS; b): incidencia actividad gonadal; c): machos maduros y hembras en preovulación; d): machos en regresión y hembras recién ovuladas).
- Figura 112.** Relación entre la TSM y la estacionalidad reproductiva de ejemplares de pulpo de la localidad de Queilén (a): distribución del IGS; b): incidencia actividad gonadal; c): machos maduros y hembras en preovulación; d): machos en regresión y hembras recién ovuladas).
- Figura 113.** Fecundidad potencial para *E. megalocyathus* utilizando un ajuste exponencial para la variable de Longitud del Manto.
- Figura 114.** Fecundidad potencial para *E. megalocyathus* utilizando un ajuste lineal para la variable Peso Corporal.
- Figura 115.** Glándula oviductal de hembra de *E. megalocyathus*, se destaca la presencia de un grupo de ovocitos maduros y pedunculados (Fotografía Margarita González).
- Figura 116.** Distribución de la longitud del ovocito para hembras en estado macroscópico IV para *E. megalocyathus*. Se destaca la característica unimodal de los datos.
- Figura 117.** Oviducto y glándula oviductal, se detalla el conducto distal con ensanchamiento (recuadro rojo); **b.** Corte transversal de la glándula oviductal y longitudinal del oviducto distal. Se detalla el conducto distal con ensanchamiento y el espermátforo en su interior (figura roja). (Fotografía Margarita González).



- Figura 118.** Oviducto y glándula oviductal, se detalla el conducto proximal sin ensanchamiento (recuadro rojo). (Fotografía Margarita González).
- Figura 119a.** Distribución de temperatura superficial del mar mensual promedio (día) durante el 2009 en torno a la Isla de Chiloé, obtenidas del sensor MODIS-Aqua procesada por ICESS de la Universidad de California-Santa Bárbara.
- Figura 119b.** Distribución de temperatura superficial del mar mensual promedio (noche) durante el 2009 en torno a la Isla de Chiloé, obtenidas del sensor MODIS-Aqua procesada por ICESS de la Universidad de California-Santa Bárbara.
- Figura 120.** Distribución geográfica de las estaciones de CTD-O realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Ancud en la isla de Chiloé, X Región.
- Figura 121.** Distribución vertical de temperatura de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Ancud en la isla de Chiloé, X Región.
- Figura 122.** Distribución vertical de salinidad de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Ancud en la isla de Chiloé X, Región.
- Figura 123.** Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Ancud en la isla de Chiloé, X Región.
- Figura 124.** Distribución geográfica de las estaciones de CTD-O realizadas entre el 9 de Junio del 2009 y el 22 de abril del 2010 frente a la costa de Queilén en la isla de Chiloé, X Región.
- Figura 125.** Distribución vertical de temperatura de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 30 de Octubre del 2009 y el 5 de marzo del 2010 frente a la costa de Queilén en la isla de Chiloé X Región.



- Figura 126.** Distribución vertical de salinidad de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Queilén en la isla de Chiloé, X Región.
- Figura 127.** Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Queilén en la isla de Chiloé, X Región.
- Figura 128.** Trayectoria de viajes monitoreados (monitoreo *in situ*) realizados en la estación de invierno de 2009: Izquierda Zonas aledañas a Queilén 2 viajes; Derecha Zonas aledañas a Quellón, 2 viajes.
- Figura 129.** Trayectoria de viajes monitoreados (monitoreo *in situ*), realizados en la estación de primavera del 2009: Zonas aledañas a Queilén 3 viajes;
- Figura 130.** Trayectoria de viajes monitoreados (monitoreo *in situ*), realizados en la estación de primavera del 2009. Zonas aledañas a Dalcahue, 3 viajes.
- Figura 131.** Composición en peso, por sexo, de las capturas extraídas con gancho y muestreadas desde 10 viajes, (4 realizados en la estación de invierno y 6 en la estación de primavera), durante el 2009.
- Figura 132.** Composición en peso por sexo, y puerto, de las capturas extraídas con gancho y muestreadas desde 10 viajes, (3 realizados en zonas aledañas a Dalcahue, 5 en zonas aledañas a Queilén y 2 asociados a Quellón), durante el 2009.
- Figura 133.** Composición de talla (LDM) de una muestra de capturas realizadas con buceo, por sexo: Superior por estación del año; Inferior asociada a centro de desembarque. Año 2009.
- Figura 134.** Composición de talla (LT) de una muestra de capturas realizadas con buceo, por sexo: Superior por estación del año; Inferior asociada a centro de desembarque. Año 2009.
- Figura 135.** Número de ejemplares de pulpo del sur capturados con artes estáticos y empleo de carnada (n = 43).



- Figura 136.** Número de ejemplares de pulpo del sur capturados por zona, arte de pesca y estrato de profundidad, con carnada (n=43).
- Figura 137.** Composición de la captura en peso (g) y sexo, de ejemplares de pulpo del sur capturados con carnada por los diferentes tipos de artes estáticas.
- Figura 138.** Composición de la talla de la captura (LDM y LT) de ejemplares de pulpo del sur por sexo, capturados con los diferentes tipos de artes estáticas.
- Figura 139.** Cpue entre las diferentes artes de pesca (nasa, tubo y potera) y en las estaciones del año muestreadas (invierno, primavera, verano).
- Figura 140.** Captura Incidental promedio por grupo taxonómico y por arte de pesca, durante la temporada de invierno de 2009, sin carnada.
- Figura 141.** Captura Incidental promedio por grupo taxonómico y por arte de pesca, durante la temporada de invierno de 2009, con carnada.

---

## ÍNDICE DE ANEXOS

---

- Anexo 1.** Experimentos previos para la validación de microincrementos en *E. megalocyathus*.
- Anexo 2.** Bibliografía existente relativa al recurso pulpo *E. megalocyathus*.
- Anexo 3.** Evaluación de variables temporales, espaciales y físicas en la dinámica reproductiva de pulpo rojo.
- Anexo 4.** Taller difusión de resultados.
- Anexo 5.** Material de Difusión del proyecto FIP N° 2008-40:
  - Fotos y filmaciones (CD).
  - Documental “A la caza del pulpo rojo” (DVD).
- Anexo 6.** Personal participante proyecto FIP N° 2008 -40.
- Anexo 7.** Bases de datos proyecto FIP N° 2008-40.



## 1. INTRODUCCIÓN

---

La región de Los Lagos se caracteriza por presentar diferentes e importantes focos de desarrollo de la actividad pesquera, prácticamente están presentes todos los grupos de usuarios, es decir, confluyen en los mismos espacios geográficos los pescadores artesanales, los cultivadores, los extractores de áreas de manejo, el sector industrial, principalmente cultivador y, secundariamente extractor. En este contexto, las pesquerías bentónicas han aportado con grandes volúmenes de desembarque en esta región, los que han estado constituidos por una variedad de especies, extraídas por el más alto número de pescadores y flota artesanal existente a nivel nacional.

Uno de los recursos que forma parte de esta pesquería es el pulpo del sur, especie que en las estadísticas oficiales posee su primer registro el año 1986 con 1 t de captura, para luego interrumpirse la serie hasta el año 1991 (9 t). Esta pesquería se puede definir como una pesquería relativamente nueva en la Región. Sus niveles medios de captura anual en los últimos 10 años están en torno a las 572 toneladas, registrándose el valor máximo de captura el año 2008 con 1.729 t, cifra que prácticamente duplicó el registro de desembarque más alto registrado hasta ese momento, que fue de 944 t en el año 2007.

Esta pesquería aportó en conjunto en los últimos 10 años el 1,7% de los desembarques de moluscos registrados en la región de Los Lagos, lo que significa, mirado de este punto de vista, que no es una pesquería relevante en términos de volumen, sin embargo, existe una importante fracción de pescadores y buzos inscritos en ella, 5.274 pescadores y 3.144 buzos (Sernapesca, 2009).



Dadas las características de esta pesquería y del recurso en particular, la autoridad pesquera consideró relevante disponer de mayores antecedentes tanto biológicos como pesqueros relativos al recurso pulpo del sur, priorizando en su cartera de proyectos del año 2008 el estudio denominado “Caracterización biológico pesquera de las actividades extractivas del recurso pulpo en la X Región”, FIP 2008-40, el cual fue adjudicado al Instituto Fomento Pesquero, quien se presentó a la licitación en conjunto con la Universidad Arturo Prat, esta última participando bajo la modalidad de un Subcontrato.

Este documento constituye el informe final del proyecto, el cual se inició en el mes de enero del año 2009 (D.Ex. 1719 del 31/12/2008) y finaliza en 15 de noviembre del año 2010 (D. Ex. 825 de fecha 18/05/2009). El lector encontrará en este documento, antecedentes sobre el recurso y la pesquería, una descripción metodológica de todas las actividades realizadas por objetivo específico, los resultados alcanzados y las limitantes que se presentaron en la ejecución de algunas actividades de terreno. Complementariamente y de acuerdo a lo comprometido en la propuesta técnica se entregan los resultados emanados de los talleres, las bases de datos utilizadas y material fotográfico y audiovisual recolectado, el cual contempla un video realizado con el objetivo de socializar con la sociedad el conocimiento existente sobre la pesquería en nuestro país (DVD).

Todas las tablas y figuras contenidas en este documento se entregan al final.



## 2. ANTECEDENTES

---

En el mundo se identifican alrededor de 650 especies de cefalópodos, de los cuales 175 son de interés comercial. La mayoría de estas especies son poco abundantes y en términos de taxonomía, distribución y pesquería (Villaruel et. al. 2001), no están del todo estudiadas. En Chile se han registrado 92 especies, de las cuales cuatro son de interés pesquero: el calamar, la jibia y los pulpos *Octopus mimus* y *Enteroctopus megalocyathus*, el primero de ellos habita en nuestro país en la zona norte, mientras que el segundo lo hace en la zona sur, especie esta última que constituye el recurso objetivo de este estudio.

El pulpo del sur llamado también pulpo rojo (*E. megalocyathus*) (**Fig. 1**), se distribuye en el litoral de la provincia biogeográfica Magallánica, extendiéndose latitudinalmente en Chile desde Puerto Montt (41° LS) hasta el estrecho de Magallanes (53° LS). En Argentina desde el golfo San Matías (41°30' LS) al estrecho de Magallanes e islas Malvinas (55° LS) (Ré, 1998). Sin embargo, Chong *et. al.*, 2001 señalan que considerando las condiciones oceanográficas semejantes el límite de distribución en Chile podría extenderse más hacia el norte, al menos hasta la zona de Corral (**Fig. 2**).

Respecto a la distribución batimétrica Osorio *et. al.*, (2006) indican haber encontrado esta especie a los 220 m de profundidad, en tanto que los pescadores artesanales en la región de Los Lagos, en Chile, señalan explotar este recurso entre 1 a 48 m de profundidad (Barahona *et al.*, 2007).



## 2.1 Desarrollo histórico de la pesquería de pulpos en Chile

Los primeros desembarques oficiales de pulpo se registran en 1978 asociados a las regiones de Tarapacá, Coquimbo y Valparaíso. Luego en 1980 se informa de desembarques en la Región de Antofagasta y tres años más tarde en la región de Atacama. En la Región de Los Lagos el primer registro se observa en 1986 (1 t.), estableciéndose una continuidad en ellos desde el año 1991 en adelante.

Las cifras oficiales informadas en el Anuario Estadístico de Pesca no discriminan en relación a la especie de pulpo desembarcada, de hecho hasta el año 2000 indican que la especie a nivel nacional registrada en los desembarques es *Octopus vulgaris*, y en los años siguientes se indica que es *O. mimus*. El año 2007 informan una fracción de los desembarques registrados en la Región de Los Lagos como pulpo del sur (10 t de un total igual a 944 t), observándose una situación similar el año 2008 (18 t de un total de 1.729 t), en ambos años la especie pulpo del sur no esta identificada en el Anuario en términos de su nombre científico.

Al observar las cifras de desembarque de pulpo, a nivel nacional, es evidente que la pesquería del norte, compuesta por la especie *O. mimus*, es sin lugar a dudas la más importante en términos de volúmenes capturados, su registro histórico hasta el año 2009<sup>1</sup>, en las regiones de Tarapacá a Atacama, alcanzó las 62.680 t, mientras que el registro histórico de la pesquería de *E. megalocyathus* fue igual a 7.326 t (**Fig. 3**), destacando los niveles de desembarque en la región de Los Lagos con un aporte igual a 7.252 t, es decir, un 99%.

Durante los últimos 10 años (1999 -2008) los desembarques de pulpo del sur *E. megalocyathus* representaron el 1,7% (5.722 t) del total de desembarque de moluscos provenientes de bancos naturales en la región de Los Lagos, cifra similar a

---

<sup>1</sup> Las estadísticas de desembarque año 2009 son de carácter preliminar



los niveles de participación que han registrado en igual periodo recursos tales como macha (1,7%), huego (2,5%) y taquilla (2,9%).

Este recurso ha presentado fluctuaciones en sus niveles de desembarque a través del tiempo, observándose entre los años 1991 y 1994, niveles de desembarque que no superaron las 30 t anuales, un segundo ciclo se observa entre los años 1995 y 2001 donde los desembarques fluctuaron entre 80 y 350 t anuales, los años siguientes se observa un continuo aumento en los volúmenes capturados cuyo valor máximo fue alcanzado el año 2003 (766 t) para luego decaer hasta las 217 t el año 2005, la última fase que podría llamarse de expansión, las capturas han mostrado un aumento sostenido alcanzando el mayor volumen el año 2008, cuando se registró 1.729 t (**Fig. 4**). La cifra alcanzada el año 2009 es de carácter preliminar y fue extraída bajo la figura de pesca de investigación como se explica en los párrafos siguientes.

La flota extractora está compuesta por embarcaciones que operan con sistema de buceo semi-autónomo (“hooka”). Los buzos utilizan ganchos para capturar los ejemplares. Los buzos mariscadores y pescadores inscritos y autorizados para extraer este recurso en la región de Los Lagos son 5.274 y 3.144 personas, respectivamente (Sernapesca, 2009). Del total de pescadores, 862 están inscritos en ambas categorías.

El IFOP registró, entre los años 1995 al 2008, a través de la ejecución del proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas, en los principales puertos de desembarque de recursos bentónicos ubicados en la región de Los Lagos, la operación de 979 embarcaciones y de 2.206 buzos explotando el recurso mediante el sistema de buceo semi-autónomo.



Antecedentes recopilados por IFOP indican que la estructura de pesos promedio entre los años 1997 y 2009 varió entre 1.645 kg.  $\pm$  750,277, registrado el año 2004, y 2.458 kg.  $\pm$  944,016, registrado el año 2000, rigiendo una medida de peso mínima para este recurso igual a 1 kg. En la muestra analizada el 5% se encontró bajo el kilogramo de peso.

La pesquería esta protegida por una veda biológica entre el 15 de noviembre y 15 de marzo, ambos fechas inclusive (D.S. N° 137/85) y un peso mínimo de extracción de 1 kg. (D.S. N° 137/85), cabe señalar que ambas medidas fueron implementadas para el pulpo del norte y por extensión se aplicaron para el pulpo del sur.

El 1 de octubre del 2008 mediante D. Ex. N° 1308 se estableció una veda extractiva para el recurso pulpo *E. megalocyathus* por un periodo de tres años, desde el 18 de octubre del año 2008 hasta igual fecha en el año 2011. Sin embargo, durante el año 2009 se autorizó la extracción del recurso, lo que fue autorizado de acuerdo a lo señalado en las siguientes resoluciones:

- Mediante Res. Ex. N° 989 (18/03/2009) se autorizó a Sociedad Consultora Matamala, Troncoso y Ugalde Ltda., para realizar una pesca de investigación sobre el recurso pulpo del sur cuyo objetivo principal fue identificar, dimensionar y caracterizar la flota pesquera artesanal de la pesquería de pulpo en las aguas de la X Región de Los Lagos. La duración del proyecto fue de 12 meses. Se señala que la extracción la podían realizar los beneficiarios mediante buzos y/o trampas. Los puertos autorizados fueron Puerto Montt, Carelmapu, Ancud, Dalcahue, Queilén y Quellón.
- En 29 de abril del mismo año la autoridad pesquera emitió la Res. Ex. N° 1579 que modificó la anterior resolución en los temas siguientes: Los puertos autorizados sólo fueron Queilén y Quellón, y el área de operación quedó fijada



al sur de la latitud 42°25' LS. Se fijó una cuota de 191 t a extraer hasta el 25 de noviembre de 2009.

- En la misma fecha se emitió la Res. Ex. 1580, donde se autorizó a la empresa Mares Chile Ltda., para ejecutar una pesca de investigación sobre el recurso pulpo cuyo objetivo principal fue monitorear la actividad pesquera extractiva y operacional que realiza la flota en la región de Los Lagos, hasta los 42°25' LS. El periodo de ejecución del proyecto fue de 14 meses y se fijó una cuota de captura hasta el 25 de noviembre del año 2009 de 150 t., resguardando el peso mínimo de extracción por ejemplar de 1 kg. El proyecto poseía autorización de extracción mediante buceo y/o trampas. Se establecieron las localidades de Quemchi, Dalcahue, Ancud, Calbuco y Carelmapu como centros autorizados de desembarque.
- Con fecha 14 de mayo de 2009 se emitió la Res. Ex. N° 1694, que estableció el límite sur para el proyecto antes mencionado hasta los 42° 11' LS, y agregó el centro de La Vega. A su vez, modificó la cuota a 113 t.
- El 7 de octubre de 2009 la autoridad emitió la Res. Ex. N° 3348, donde autorizó a la Sociedad Consultora Matamala, Troncoso y Ugalde Ltda., la extracción de una nueva cuota igual a 132,71 kg., para ser extraída desde la fecha de la resolución y hasta el 15 de nov de 2009.
- El 8 de octubre de 2009 la autoridad emitió la Res. Ex. N° 3354, donde autorizó a la empresa Mares Chile Ltda., la extracción de una nueva cuota igual a 65,77 kg., para ser extraída desde la fecha de la resolución y hasta el 15 de nov de 2009, en la misma área que autorizaba la pesca de investigación.
- El 16 de marzo de 2010 mediante Res. Ex. N° 1.092 se modificaron las Res. Ex. N° 1.579 y 1.692 todas de 2009, que autorizaron la ejecución de una pesca de investigación a Sociedad Consultora Matamala, Troncoso y Ugalde



Ltda., en los siguientes aspectos: se amplió el proyecto por 12 meses; se autorizó una cuota de pesca de 300 t para ser extraídas hasta el 15 de noviembre de 2010.

- El 7 de abril de 2010 mediante Res. Ex. N° 1239 se modificaron las Res. Ex. N° 1694; 3354; 3938 todas de 2009, que autorizaban la ejecución de una pesca de investigación a Mares Chile Ltda., autorizando una cuota de pesca de 68 t para ser extraídas hasta el 29 de junio de 2010

En el contexto del manejo de esta pesquería tres áreas de manejo ubicadas en la Región de Los Lagos tienen como especie objetivo al pulpo del sur, ellas son: Chaumán, Guapilacuy Sector A y Pihúo.

## **2.2 Estudios y proyectos sobre la pesquería de pulpo del sur en Chile**

Se ha identificado que además de este proyecto FIP se han desarrollado o están en desarrollo 5 estudios en Chile al interior de Universidades, referidos a: Producción y cultivo de paralarvas y juveniles y Desarrollo de cultivo y engorda en estanques y en jaulas de fondo, en tres especies de pulpos (*O.mimus*, *R. fontaniana* y *E. megalocyathus*), dos de ellos iniciados el año 2004, uno el año 2007 y dos el año 2008. Las universidades participantes son: Austral de Chile, Arturo Prat, de Los Lagos, de Antofagasta, de Valparaíso y Universidad de Santiago de Compostela, España. Junto a ellos se encuentra trabajando la empresa privada, interesada en la factibilidad de producción de este recurso.

## **2.3 Caracterización del área de estudio**

La zona de estudio está inserta en el área Chiloé – Corcovado, donde la Cordillera de los Andes y el océano Pacífico se encuentran y la isla de Chiloé constituye la última elevación importante de la Cordillera de la Costa. La zona se caracteriza por presentar



fiordos y bahías muy cerradas: Numerosos archipiélagos dan origen a variados canales. El área se encuentra influenciada por la corriente de deriva del Oeste, que golpea el continente en la latitud 41° S, originando hacia el norte la corriente de Humbolt y hacia el sur la Corriente de Cabo de Hornos.

Villenas *et al.*, (2009) señalan que la microcuenca del norte (seno de Reloncaví y golfo de Ancud) se caracteriza por una mayor estabilidad de la columna de agua producto del agua estuarina que favorece la estratificación y una mayor productividad biológica. En cambio la microcuenca sur (golfo de Corcovado y Boca del Guafo) tiene una menor estabilidad vertical debido al ingreso permanente de agua subantártica y a la mayor mezcla causada por acción del viento y las mareas (Ramírez & Pizarro 2005, Palma & Rosales 1997, Palma & Silva, 2004; en Bustos *et al.*, 2008)

Esta zona se caracteriza por una amplia gama de regimenes de marea y por importantes aportes de agua dulce, producto de deshielos, ríos y lluvias las cuales se estiman entre 4.000 y 7.000 mm por año. Destaca el hecho que dos de los tres valores promedio máximo de descargas fluviales en el mundo se encuentran en esta región, 2.470 m<sup>3</sup>/s en la latitud 42°S y 3.480 m<sup>3</sup>/s en los 46°S (Dávila *et al.* 2002, en Hucke - Gaete *et al.* 2006). Los efluentes de agua dulce determinan anomalías en la salinidad, densidad y temperatura del agua. Estas descargas además traen sedimentos y materiales terrígenos a las zonas costeras, donde combinados afectan la dinámica de circulación del agua (Dávila *et al.*, 2002, en Hucke - Gaete *et al.*, 2006). Las altas precipitaciones en el lado oeste son producto de las bajas presiones del sistema subpolar que afecta esta región, donde la cordillera de los Andes y de la Costa actúan como grandes barrera, a su vez estas altas elevaciones ayudan a incrementar la acumulación de agua precipitada (Dávila *et al.*, 2002, en Hucke - Gaete *et al.*, 2006).



El mar interior de la isla de Chiloé está conectado al océano por el canal de Chacao y la boca del Guafo, por esta última entra una onda mareal dos veces al día (marea simidiurna) y se propaga hacia el norte, y por efecto de Coriolis se mueve por el lado oriental de la isla de Chiloé hasta el golfo de Ancud (Cáceres *et al.*, 2003 en Bustos *et al.*, 2008). De esta forma las corrientes mareales generan fricción en el fondo y por ser zonas someras la turbulencia se puede propagar a toda la columna de agua, disminuyendo la estratificación. Además, el viento puede producir mezcla vertical, aumentando la capa de mezcla. El efecto de la mezcla mareal es menos notorio en el borde occidental de la cuenca interior de Chiloé debido a su mayor profundidad y al mayor aporte de agua dulce.

Las diferencias topográficas y oceanográficas de ambos bordes de la cuenca pueden tener efectos en las respuestas biológicas de las especies marinas presentes en el área (Bustos *et al.*, 2008)

La alta complejidad de los sistemas presentes en esta zona obedecen a la dinámica relación entre corrientes, olas, batimetría, sustratos, diferencias de salinidad y temperatura entre la costa expuesta y el mar interior, existiendo convergencia de masas de agua, además existe ingreso de nutrientes orgánicos e inorgánicos como productos de surgencias locales y los efluentes de agua dulce.

Esta compleja dinámica genera gran diversidad biológica, y diferente hábitat con extraordinaria productividad. Durante los meses de verano y otoño se han registrado altos niveles de productividad primaria (fitoplancton) en varios sectores de la costa de la isla de Chiloé (Hucke-Gaete, 2004, en Hucke - Gaete *et al.*, 2006), con niveles de surgencia que sobrepasan los sistemas de surgencia de la corriente de Humbolt (una de las más productivas del mundo).



### **3. OBJETIVOS**

---

#### **3.1 Objetivo General**

Caracterizar la actividad pesquera y actualizar el conocimiento de la ecología reproductiva del pulpo rojo (*Enteroctopus megalocyathus*).

#### **3.2 Objetivos Específicos**

**3.2.1** Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociado a la extracción del recurso pulpo en la X Región.

**3.2.2** Actualizar parámetros biológicos del recurso.

**3.2.3** Determinar la relación temperatura/estacionalidad reproductiva de machos y hembras, respectivamente.

**3.2.4** Determinar el impacto biológico de los artes de pesca actuales y potenciales.

**3.2.5** Proponer un plan de administración de la pesquería del recurso.



## **4. METODOLOGÍA**

---

### **4.1 Especie objetivo**

El recurso pulpo del sur llamado también pulpo rojo (*E. megalocyathus*) constituye la especie objetivo de este estudio.

### **4.2 Zona y periodo de estudio**

La zona de estudio correspondió a la región de Los Lagos, si bien las actividades que permitieron caracterizar la pesquería se desarrollaron en los principales centros de desembarque de recursos bentónicos los cuales se ubican en las provincias de Llanquihue y Chiloé. Los muestreos con fines reproductivos (macro y microscópicos) y de crecimiento (mandíbulas, estiletes y cristalinos) se ejecutaron en áreas aledañas a Ancud y Queilén, ubicados el primero de ellos en el extremo norte de la Isla Grande de Chiloé y el segundo en la zona de mar interior de la misma Isla, al norte del puerto de Quellón. Los experimentos de captura con artes estáticos y buceo se desarrollaron en Dalcahue, Queilén y Quellón.

El inicio del proyecto estaba sujeto a: i) emisión del decreto por parte del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y ii) aprobación del contrato de investigación entre el Consejo de Investigación Pesquera e IFOP. A su vez, la etapa de recopilación de muestras se iniciaría una vez aprobada la solicitud de Pesca de Investigación, que permitiera a IFOP extraer ejemplares en período de veda y bajo el peso mínimo legal (Igual a 1 kg).

El periodo de recopilación de información sobre la actividad extractiva que permitió caracterizar la actividad pesquera estuvo comprendido entre marzo y diciembre de 2009 y el periodo de recopilación de muestras para estudios reproductivos y de crecimiento entre marzo de 2009 y marzo de 2010 (ambos inclusive).



### **4.3 Objetivo específico 3.2.1. Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del recurso pulpo en la X Región**

*Requerimiento metodológico 5.3<sup>2</sup> Para dar cumplimiento al objetivo 4.1. El consultor deberá revisar la información disponible en diferentes entidades gubernamentales donde se encuentren los registros de la flota pesquera, y usuarios que extraen el recurso en la X Región. Revisar y actualizar los diferentes aspectos biológicos, individuales y poblacionales del recurso pulpo tomando como referencia el Informe Final FIP N° 99-20.*

Con el fin de dar cumplimiento a este requerimiento metodológico se aplicó la siguiente metodología para efectuar las actividades propuestas.

#### **4.3.1 Actualización y revisión de literatura**

##### **a. Revisión técnica de literatura disponible**

Durante el año 2007, en el marco del proyecto Investigación Situación Pesquería Bentónica, el IFOP realizó un informe técnico que da cuenta de una acabada revisión de la literatura existente sobre el recurso pulpo (Olguín, 2007). Considerando lo anterior, y de acuerdo a lo señalado en la Propuesta Técnica se complementó el trabajo ya realizado con una revisión de la literatura disponible a nivel mundial y nacional, con énfasis en el recurso objetivo, cuya distribución está restringida a la costa sur de Chile y Argentina. Para la recopilación de antecedentes bibliográficos se consultaron diversas fuentes especializadas en ciencias marinas.

Las bases de datos consultadas fueron las siguientes:

- ASFA Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts: ASFA posee una cobertura temática en Acuicultura, Organismos acuáticos, polución acuática, ambientes

---

<sup>2</sup> Para efecto de comprensión se ha mantenido la numeración de los requerimientos metodológicos consignados en los Términos Básicos de Referencia.



de aguas salobres, conservación, calidad medioambiental, pesquerías. Biotecnología marina, ambientes marinos, meteorología, oceanografía, política, legislación y manejo. ASFA contiene información desde 1971, con una actualización mensual de 5.000 archivos. A partir del 2009 cuenta con mas de 1.000.000 registros.

- Oceanic Abstracts: Posee una cobertura temática en oceanografía biológica, ecología, oceanografía física y química, geoquímica, polución marina, recursos marinos, navegación y comunicaciones, derecho marítimo y biología marina. Oceanic Abstracts contiene información desde 1981 hasta la fecha y tiene una periodicidad de publicación mensual, con aproximadamente 1209 archivos. A partir de 2009 cuenta con 396.870 archivos.
- Science Direct: Posee una cobertura temática en las áreas científicas, médicas y técnicas. Science Direct es un servicio electrónico de información de texto completo, exclusivamente institucional.
- Scopus: Posee una cobertura temática en química, física, matemáticas, ingeniería, ciencias de la vida, ciencia social, psicología y economía. Contiene información desde 1966, con actualización de tipo semanal. Cuenta con 18.000 títulos de más de 5.000 autores.
- Springer link: Servicio de la editorial Springer que posee información de una colección de revistas especializadas, a la fecha (2009) cuenta con 928.988 documentos individuales.
- Scholar Google: Buscador de bibliografía especializada de la investigación académica para un gran número de disciplinas y fuentes como tesis, libros, resúmenes y artículos de editoriales académicas, sociedades profesionales y universidades.

Paralelamente se realizaron consultas a los catálogos en línea de la biblioteca de IFOP, Universidad Católica del Norte, Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, Universidad de Los Lagos, Universidad Arturo Prat, Universidad Católica



de la Santísima Concepción, Instituto del Mar del Perú (IMARPE, Callao), Centro Nacional Patagónico (CENPAT), Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Argentina (INIDEP) e Instituto Nacional de Pesca de Ecuador (INP, Guayaquil). Además se consultaron diversos sitios web no especializados en ciencias marinas, pero que registraron información relativa al recurso en estudio.

#### **b. Ordenamiento temático de la información recogida**

El ordenamiento temático se realizó en base al sistema de clasificación ASFISIS, Aquatic Sciences and Fisheries Information System, Subject categories and Scope descriptions, del cual se utilizó el capítulo correspondiente a ASFA-1, Ciencias biológicas y recursos vivos.

Los grupos temáticos y la clasificación fue la utilizada por Olgúin (2007) y modificada en base a los nuevos antecedentes recopilados y es la siguiente:

- Biología: Distribución Geográfica y Batimétrica; Taxonomía y morfología; Reproducción y Desarrollo; Anatomía Interna; Genética y Evolución; Edad y Crecimiento; Fisiología, Bioquímica.
- Ecología: Comportamiento; Nutrición y hábitos alimenticios; Ambiente y Oceanografía.
- Estudios de poblaciones: Estructura de poblaciones; Dinámica de poblaciones; Genética de poblaciones.
- Ecosistemas: Ecosistemas; Interacciones de especies; Parásitos y enfermedades.
- Pesquería: Antecedentes generales; Captura; Esfuerzo/CPUE; Áreas de pesca; Pesca artesanal; Mercado.
- Administración y Economía: Planes de manejo; Estrategias de explotación; Bioeconomía.
- Acuicultura: Cultivo.



**c. Revisión y obtención de datos asociados a los pescadores y embarcaciones disponibles en entidades gubernamentales**

Se realizaron las gestiones pertinentes con el Sernapesca para disponer de la nómina de pescadores, buzos y embarcaciones autorizados para explotar el recurso pulpo en la Región de Los Lagos. Complementariamente se solicitó a la Subsecretaría de Pesca y a la Consultora Pupelde la nómina de agentes inscritos en las Pescas de Investigación autorizadas para el año 2009.

Los datos de las distintas fuentes se ordenaron y registraron en tablas Excel y su análisis se entrega en el marco de la caracterización de la pesquería.

**d. Revisión y selección de indicadores requeridos para el manejo**

La metodología a aplicar para el desarrollo de este punto consistió en la búsqueda bibliográfica de indicadores pesqueros, biológicos, económicos y sociales, útiles en un futuro manejo de la pesquería. En este contexto, las actividades desarrolladas fueron siendo complementarias con el desarrollo metodológico usado para la caracterización de la pesquería y para la proposición del plan de administración.

Los datos recopilados fueron analizados y se entregan en el marco de ambos objetivos, según corresponde.

**4.3.2 Caracterización de la actividad extractiva**

Mediante el desarrollo de las actividades que se describen a continuación, se caracterizó la actividad extractiva en términos del desembarque (aspectos pesqueros y biológicos), características asociadas a la flota, características asociadas al proceso



de pesca, lo que incluyó aspectos de manejo de la captura, habitabilidad de centros de desembarque, comercialización y régimen operacional, número de participantes y ubicación de las procedencias de pesca. Toda la información recopilada el año 2009 se unió a las bases de datos históricas que posee IFOP relativa a los viajes muestreados con pulpo, muestreos de talla y peso, y datos económicos, lo que permitió caracterizar la pesquería en forma más apropiada. A su vez, se analizaron indicadores históricos los cuales se construyeron usando la metodología descrita por Barahona *et al.*, 2008. Todo lo anterior en vista de caracterizar la actividad pesquera en el sentido más amplio posible y que los resultados contribuyeran al logro del objetivo específico 3.2.5.

La información cuyo sistema de recopilación no se describe a continuación emanó de datos recopilados y observados en terreno (i.e. observación de tratamiento de la captura en los muelles).

**a. Sistema de Recopilación de información de variables pesqueras y biológicas**

La propuesta metodológica empleada consistió en levantar datos asociados a la actividad extractiva que ejercieron los pescadores en los principales puertos y zonas de extracción del recurso pulpo en la región de Los Lagos. La información extractiva se dividió en 2 partes: i) recopilación de datos de la actividad extractiva propiamente tal y ii) ejecución de muestreos biológicos de los desembarques. A continuación, se detalla la composición del sistema de información que se instaló, la cobertura geográfica en términos de centros de muestreo seleccionados, el personal empleado para el levantamiento de datos y las fuentes de información utilizadas.



- **Cobertura geográfica y personal a emplear**

Con el fin de definir apropiadamente la cobertura geográfica, centros de monitoreo del recurso, se realizaron tres acciones:

- i) Se analizaron los desembarques por caletas registrados por el Sernapesca para el periodo 1997 – 2006, identificándose 112 centros de desembarque en la región. De ellos, 49 registraban captura de pulpo del sur y sólo 16 de ellos presentaron volúmenes superiores a las 20 t de desembarque durante todo el periodo analizado (**Fig. 5**). Las caletas ubicadas en Quellón, Ancud y La Vega concentraron el 70% de los desembarques totales y reportaron constantes capturas a través de los años.
- ii) Se revisó la normativa vigente sobre el recurso y las Resoluciones Exentas emitidas por la Subsecretaría de Pesca durante el año 2009, que fijaron como únicos centros de desembarque las caletas ubicadas en: Carelmapu, Ancud, Calbuco, La Vega, Quemchi, Dalcahue, Queilén y Quellón.
- iii) Se analizaron los datos recopilados por IFOP en los últimos 5 años, en términos de capturas muestreadas, distribución de las áreas de pesca, tamaño de la flota y número de pescadores presentes en las caletas.

Estas tres acciones permitieron ratificar lo establecido en la Propuesta Técnica, instalándose los siguientes centros de monitoreo: La Vega, Ancud, Dalcahue, Queilén y Quellón. Complementariamente se adicionó Carelmapu, en consideración a que esta caleta, fue autorizada como centro de desembarque en la Resolución otorgada a la Consultora Mares Chile<sup>3</sup>, si bien IFOP históricamente no ha observado desembarque de pulpo en esta zona.

---

<sup>3</sup> La consultora Mares Chile el año 2009 y hasta junio del 2010 se encuentra realizando una pesca de investigación de pulpo con fines extractivos en la zona de estudio.



Como se aprecia en la **figura 6**, existe un importante número de áreas de extracción, asociadas a cada centro de desembarque seleccionado (Barahona *et al.*, 2008), lo cual ratificó la elección de los centros establecidos.

El monitoreo de la actividad extractiva la realizaron Asistentes de Pesquería de IFOP ubicados en cada centro de desembarque. El personal fue debidamente capacitado tanto para estos fines como para la ejecución de muestreos biológicos, si bien en ambas actividades la mayor parte del personal tiene experiencia, la cual fue adquirida en el marco del proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas.

- **Fuentes de información**

La principal fuente de información para alcanzar este objetivo la constituyeron los pescadores artesanales, básicamente el buzo y patrón de cada embarcación extractora. Si bien se ha empleado en el análisis información obtenida por las empresas ejecutoras de las pescas de investigación con fines extractivos, la unidad básica de información continuo siendo la misma. Para el registro de los muestreos, se identificó como fuente de información los ejemplares extraídos por la flota artesanal. Complementariamente se consultaron compradores e industrias procesadoras.

Como fuente de información de datos económicos y de empleo se emplearon los datos de Aduanas procesados por IFOP y de encuestas INE tomadas en el marco del proyecto Seguimiento Económico, desarrollado por IFOP.



- **Variables a monitorear**

Las variables a monitorear en cada centro de desembarque fueron preferentemente de tipo pesquera y secundariamente biol3gicas y econ3micas. Se instal3 un sistema de monitoreo siguiendo la metodolog3a descrita por Barahona *et al.*, (2008), la cual contempla el registro diario de la actividad extractiva (RDC) y muestreos biol3gicos (LP). Las variables monitoreadas fueron las siguientes:

Variable a registrar o medir	RDC	LP
Regi3n de desembarque	x	x
Nombre centro de muestreo	x	x
Funci3n que realiza la embarcaci3n	x	x
Matr3cula y Nombre de la embarcaci3n	x	
Procedencia de la captura	x	x
N3mero y nombre de los buzos	x	
Volumen desembarcado	x	
Especie desembarcada y/o muestreada	x	x
Destino de las capturas	x	
Fecha y hora de zarpe y arribo	x	
Profundidad y horas de buceo	x	
Precio de venta en playa	x	
Longitud total de cada ejemplar		x
Longitud del manto		x
Peso de cada ejemplar		x
Arte de pesca utilizado	x	

RDC: registro diario de captura

LP: Longitud-peso

Como se se1al3 en la Propuesta T3cnica y la experiencia nos lo indicaba, fue dificultoso ejecutar muestreos biol3gicos en playa, las causas de ello se resumen a continuaci3n: i) falta de espacio en los muelles; ii) transacci3n y acopio muy r3pido, perdi3ndose el acceso a la muestra y la zona de extracci3n de la misma y iii) tratamiento de los pulpos, separaci3n de los ejemplares por tama1o y vaciado en agua dulce, produci3ndose variaciones en el peso.



Para subsanar los problemas antes mencionados se emplearon tres vías para desarrollar este trabajo, difiriendo el número de muestras obtenidos en cada caso: i) muestreo en los centros de desembarque; ii) muestreo en una planta ubicada en Dalcahue y iii) muestreos realizados a la totalidad de la captura obtenida al azar y extraída con fines de muestreos reproductivos y crecimiento. Esta última actividad se realizó en el laboratorio que posee IFOP en la ciudad de Ancud.

En forma paralela, sobre una muestra de viajes que totalizaron 16 salidas de pesca realizadas en conjunto con los pescadores artesanales, se registraron las horas de zarpe y arribo, el esfuerzo empleado por buzo y la dinámica del buceo. Lo anterior permitió describir el régimen de operación de pesca en viajes principalmente mono-específicos. Complementariamente, en el marco del objetivo 3.2.4 se realizaron 10 salidas de pesca en viajes cuyas capturas fueron multiespecíficas, información que permitió ampliar la muestra y discutir resultados. Todos los datos recopilados contribuyeron a la descripción del proceso de pesca.

Otra fuente de información analizada fue la base de datos histórica de registros de captura de pulpo que posee IFOP, la cual fue unida a los datos recopilados en el marco de este proyecto, procesada y analizada en conjunto. Para el procesamiento de los datos se hizo uso de software empleados comúnmente como Access y Excel.

#### **b. Régimen de operación**

Para el estudio del régimen de operación de pesca, la población en estudio la constituyó la totalidad de viajes realizados por las embarcaciones artesanales que llegaron con pulpo, a los centros de muestreo donde se instaló la red de monitoreo. En esos lugares los Asistentes de Pesquería registraron información de duración de los viajes en el formulario de “Registro diario de captura” y número de viajes/mes, datos que fueron analizados en conjunto con los indicadores pesqueros.



**c. Identificación de las embarcaciones y del número de participantes en la actividad extractiva del recurso**

Para alcanzar el resultado esperado se emplearon las siguientes fuentes de información: i) datos recopilados a través del monitoreo de la actividad extractiva; ii) análisis de datos históricos que posee IFOP; iii) información de Sernapesca y iv) datos recopilados por las empresas ejecutoras de las pescas de investigación. Los datos fueron sistematizados, tabulados y analizados.

Se suspendió la actividad relativa a la aplicación de encuestas y ejecución de visitas a los centros de desembarque que no estuvieran incorporados en la red de monitoreo, actividades comprometidas en la propuesta Técnica, dado el cambio normativo que presentó el recurso, existiendo sólo centros de desembarque autorizados.

**d. Caracterización de la flota pesquera**

La caracterización de la flota se realizó sobre una muestra de la fracción encuestada a través del “Registro diario de captura” (RDC), en los centros de muestreo establecidos para este proyecto. Este aspecto se abordó a través del registro de las variables que se indican a continuación y que se obtuvieron mediante encuestas dirigidas especialmente para lograr estos fines:

- Características geométricas y funcionales
- Características de los equipos de buceo
- Presencia o ausencia de equipos de navegación, comunicación y detección
- Características del sistema de nasas en caso que las hubiera



### 4.3.3 Localización georreferenciada de áreas de pesca

Elementos importantes a considerar en la caracterización de un recurso en estudio es la localización y la distribución espacial del mismo, esto es dónde se localiza el recurso y cómo se distribuye dentro de ese espacio. Para abordar este tema se utilizaron las herramientas provistas por la cartografía y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo que permitió representar y relacionar la información georreferenciada en forma rápida y clara, entregando como producto mapas en formato vectorial que muestran la localización y distribución mencionada.

Para la elaboración de los mapas de localización se utilizaron tres fuentes de datos:

- Se georreferenciaron mediante equipos data logger. i) los caladeros de donde se extrajo pulpo para efectuar los muestreos reproductivos y de crecimiento tanto en Ancud como en Quellón; ii) los viajes que se realizaron para efectuar muestreos con CTD y iii) los seguimientos in situ realizados en el marco de los experimentos de la determinación del impacto de artes estáticos. Esta última actividad fue desarrollada por la UNAP.
- Se utilizaron datos recogidos en el Proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas mediante la instalación de equipos data logger en las embarcaciones. Con esto se obtuvo información georreferenciada de los viajes de pesca y se delimitaron las áreas desde las cuales la flota extrajo pulpo (ver punto delimitación áreas de pesca).
- Finalmente se georreferenciaron en base a carta IGM 1:250.000 la casi totalidad de las áreas históricas registradas por IFOP para luego realizar un estudio de distribución espacio-temporal de los desembarques obtenidos. Los pasos seguidos para estudiar esta distribución fueron los siguientes:



- ✚ Representación cartográfica de la distribución de las procedencias.
- ✚ Agrupación de las procedencias por áreas de acuerdo a su localización según un análisis de vecindad.
- ✚ Análisis de cada grupo de acuerdo a su comportamiento anual en relación al volumen de extracción del recurso.

La cartografía fue realizada utilizando el datum WGS 84, que es aquel en que se está estandarizando la información territorial a nivel nacional. Se calibraron los equipos GPS y se digitalizaron las cartas para confeccionar los shapes en ese datum.

#### **4.4 Objetivo específico 3.2.2. Actualizar parámetros biológicos del recurso**

*Requerimiento metodológico 5.4 Para dar cumplimiento al objetivo 4.2 el consultor deberá: a) Definir un tamaño de muestra estadísticamente representativo; b) Definir un periodo, método de muestreo y arte de pesca ad hoc; c) Definir los criterios mediante los cuales seleccionará las localidades de muestreo; d) Detallar tratamiento de las muestras; e) Determinar la fecundidad (número de huevos); f) Determinar la edad, crecimiento y mortalidad natural por sexo. Mediante análisis de sus piezas bucales, desarrollar una metodología para el recuento de microincrementos en las mandíbulas del pulpo (ver ref.: Chong, et al., 2001). El crecimiento y mortalidad considerar observaciones en el Laboratorio o apoyarse con citas bibliográficas.*

El requerimiento metodológico “e) determinar fecundidad” es abordado en el objetivo siguiente, correspondiente al número 4.5 de este documento.

Los parámetros biológicos poblacionales fueron obtenidos: i) a partir del análisis de las estadísticas de capturas, ii) de la determinación de edad por micro incrementos presentes en los estiletes y mandíbulas (en adelante EST y MAN) y iii) su validación mediante experimentos con pulpos en estanques.



#### **4.4.1 Determinación de parámetros de crecimiento de pulpo del sur mediante el análisis de distribución de tallas.**

Para estimar los parámetros de crecimiento en *E. megalocyathus* se aplicaron los métodos ELEFAN (“Electronic Length Frequency Analysis”, Gayanilo *et al.*, 1994), SCLA (“Shepherd’s Length Composition Analysis”, Sheperd, 1987a) y PROJMAT (“Projection Matrix Method”, Sheperd, 1987b) los cuales suponen un crecimiento individual descrito por el modelo de von Bertalanffy, incluidos en el paquete LFDA 5.0 disponible gratuitamente en el sitio web [www.fmsp.org.uk/Software.htm](http://www.fmsp.org.uk/Software.htm)

El modulo ELEFAN identifica picos y valles en las distribuciones de frecuencia de tallas y ajusta en forma iterativa la curva de crecimiento que pasa por el máximo número de picos, no suponiendo normalidad en dichas distribuciones (Gayanilo *et al.*, 1993)

El modulo SCLA esta basado en el ajuste de una función coseno independiente del número y posición de las potenciales modas en la muestra. El ajuste de dicha función a los datos se realiza considerando los límites superior e inferior de cada intervalo de clase, así como la fracción del año en que cada muestra fue tomada (Sheperd, 1987a).

PROJMAT esta basado en la matriz de proyección de Leslie y proyecta cada muestra del tiempo  $t$  a  $t+1$ , usando valores semilla de  $K$  y  $L_{\infty}$ . La muestra proyectada es evaluada estadísticamente con la observada a través de un procedimiento de minimización de suma de cuadrados de las diferencias entre ambas. Esto es repetido para las  $n$  muestras que constituyen la base de datos para un amplio rango de valores de  $K$  y  $L_{\infty}$ , resultando la mejor curva aquella que minimiza la suma de cuadrados (Sheperd, 1987b)



En LFDA, se asume que la unidad primaria de tiempo son los años, por lo que el programa necesita saber cuantos años o fracciones de años han transcurrido entre el inicio nominal y el tiempo en el cual fue tomada la distribución de frecuencias de talla. Para más detalles sobre el funcionamiento del software LFDA 5.0 consultar la barra de ayuda en la parte superior derecha "help" y posteriormente "Contents and index."

Para la estimación de los parámetros de crecimiento se utilizaron datos de una serie histórica de muestreos biológicos del desembarque de pulpo del sur que comprendió desde el año 1997 al año 2008 y que fue proporcionada por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Se analizaron los datos correspondientes a la longitud del manto (mm) los cuales fueron tomados mensualmente desde marzo a noviembre para cada año, excepto para el año 1997, en el cual el periodo estuvo restringido desde junio a noviembre. Los datos fueron agrupados en intervalos de clases de talla cada 10 mm y cada 2 años (considerando que la especie tendría un esperanza de vida entre 2 y 2.5 años, según Chong *et al.*, (2001)), siendo el menor intervalo de clase de talla 45 mm y el mayor de 275 mm.

Como criterio para comparar las diferentes estimaciones de crecimiento, se utilizó el índice de crecimiento estándar (Munro & Pauly (1983); Pauly *et al.*, 1984), el cual provee un parámetro unificado de crecimiento y no muestra variaciones marcadas como  $L_{\infty}$  y  $K$  en forma individual.

$$\hat{\phi} = 2 \log_{10}(L_{\infty}) + \log_{10} K$$



#### **4.4.2 Estimación de la edad y crecimiento por medio de la técnica de lectura de micro-incrementos en los estiletes (EST) y mandíbulas (MAN) por sexo y estimación de la mortalidad natural**

La estimación de la edad en la propuesta original, según lo solicitado en las bases, pedía que la edad se estimara “*Mediante análisis de sus piezas bucales, para ello desarrollar una metodología para el recuento de microincrementos en las mandíbulas del pulpo*”. Por lo que el desarrollo de la metodología se basó en lo realizado por el grupo de trabajo de la Universidad Arturo Prat (Araya *et al.*, 1999) y la consultoría realizada en Chong *et al.* (2001). Posteriormente, los evaluadores sugirieron que se incluyera el análisis de los EST, según la metodología propuesta por Doubleday *et al.* (2006) y Leporati *et al.* (2008). De acuerdo a lo anterior, en un principio el grupo de trabajo consideró necesario trabajar con ambas estructuras para determinar las ventajas y desventajas de cada una de ellas, pero dado la gran cantidad de tiempo empleada en preparar ambas estructuras, al quinto mes de trabajo con las muestras, se decidió seguir con los estiletes dado los resultados preliminares obtenidos y que se explican más adelante.

- **Zona y Período de Estudio**

La zona de estudio ha comprendido la región de Los Lagos, considerando las dos áreas de procedencia de capturas señaladas en la metodología general, Ancud y Queilén, obteniéndose mensualmente individuos en ambas localidades con el fin de detectar diferencias en el crecimiento. El período de muestreo se inició en marzo del año 2009 y finalizó en marzo de 2010.

- **Muestreos Mensuales**

De acuerdo a la experiencia del grupo de trabajo, los costos de analizar las muestras, el ciclo de vida de la especie (el cual no llegaría más allá de los 2.5 años) y la variabilidad del crecimiento de los octópodos, se consideró inicialmente muestrear



mensualmente 35 ejemplares machos, 35 ejemplares hembras y 20 ejemplares bajo los 900 g de peso por localidad. Durante el periodo de proyecto se muestrearon un total de 1710 ejemplares, el número de hembras y machos varió mensualmente entre un mínimo de 25 ejemplares y un máximo de 42 ejemplares. El número de individuos bajo los 1000 g de peso varió entre 4 y 20 ejemplares por mes y localidad, resultando dificultoso ubicar un mayor número de ejemplares bajo este peso.

- **Muestreos Biológicos**

Cada ejemplar obtenido mensualmente mediante buceo semiautónomo<sup>4</sup> fue tratado en el laboratorio que IFOP posee en Ancud, obteniéndose la siguiente información:

- i) Longitud total (LT): medida que va desde el ápice de la cabeza hasta el extremo del brazo más largo del ejemplar, con el ejemplar extendido en una superficie plana y con una precisión de un milímetro (**Fig. 7**)<sup>5</sup>.
- ii) Longitud dorsal del manto (LDM): medido desde el ápice de la cabeza hasta una línea imaginaria interocular, con una precisión de un milímetro (**Fig. 7**).
- iii) Peso total (WT): peso del ejemplar entero con una precisión de 1 g.
- iv) Determinación del sexo

A cada ejemplar el personal técnico de IFOP le extrajo las mandíbulas y los estiletes. Ambos fueron depositados en frascos debidamente etiquetados en alcohol de 70°. Los frascos fueron enviados mensualmente a la UNAP en Puerto Montt y procesados posteriormente en la sede de la Universidad en Iquique, usando agujas de disección bajo un estereomicroscopio. Ambas muestras posteriormente fueron limpiadas, retirados los restos de tejido que pudiesen estar adheridos.

- **Preparación de las MAN**

---

<sup>4</sup> La obtención de las muestras se describe con detalle en el punto 4.7 de este documento

<sup>5</sup> Se había comprometido una precisión de 1 mm pero esta no es posible dado la contextura del recurso.



Según los resultados de Araya *et al.*, (1999) en *O. mimus* y Chong *et al.* (2001) en *E. megalocyathus*, se utilizó la MAN inferior en donde se observan con mayor nitidez los microincrementos, además que no existen diferencias significativas en el número de microincrementos. A las MAN, antes del procedimiento de montaje, se les midió la altura del ala (AA) y longitud de la capucha (LC) (**Fig. 8**), luego fueron incluidas en resina poliéster. Una vez montadas las MAN se procedió a realizar un corte sagital (**Fig. 9**) con una cortadora marca Buehler modelo Isomet y posteriormente se pasaron por una pulidora Buehler modelo Ecomet II con lija al agua de grano 600, 1000 y 1500, el pulido se realizó hasta alcanzar el eje rostral interno, el cual se observa, con luz reflejada, como una fina línea anaranjada, cuando se hace visible se pasó a la etapa final utilizando un pulidor comercial de metales marca Brasso, para que la superficie pulida quede brillante y lisa. Posteriormente, se invierte la muestra para pulir por el otro lado y dejar finalmente una sección delgada entre 100 y 150 micrones, que permita el traspaso de la luz.

- **Preparación de las EST**

Para la preparación de los EST se tomó como base los trabajos de Doubleday *et al.* (2006) y Leporati *et al.* (2008), estos fueron almacenados en frascos con alcohol al 70%. La zona del EST utilizada para obtener las secciones delgadas fue la zona post- rostral (**Fig. 10**) (Márquez y Ré, 2009), el corte se realizó inmediatamente después de la curva del EST, obteniéndose secciones de alrededor de 4 mm. No fue posible utilizar el método de montaje de Doubleday *et al.* (2006), debido a que la utilización de cemento termoplástico, por su temperatura, deshidrata la muestra lo que hace imposible su observación.

Se probaron otros métodos para la observación de incrementos de crecimiento, uno de ellos consistió en montar la sección de 4 mm del EST en forma similar al proceso



empleado para estatolitos de calamar, éste consistió en pegar la sección sobre un portaobjeto mediante el pegamento Loctyte, posteriormente se cubrió con entellán, una vez solidificado se procedió a pulir a mano con lija al agua de grano 1500 finalizando con alúmina de 1 um, una vez pulidas las muestras fueron observadas en microscopio óptico observándose claramente los incrementos de crecimiento, sin embargo el conteo directo de éstos no se pudo realizar ya que la muestra se deshidrata rápidamente en segundos, debiendo fotografiarse inmediatamente, lo anterior implica la preparación de las muestras de EST una a una, ocupándose una mayor cantidad de tiempo en la preparación.

Un tercer método fue aplicado utilizando técnicas histológicas, el cual consiste en emplear un medio de inclusión, en este caso resina y dado que no es soluble en agua, su empleo condiciona la previa extracción de ésta. Es así que para la inclusión de los EST, éstos se utilizaron enteros, comenzado con la deshidratación mediante la utilización de alcoholes de 70%, 80%, 90%, 95% y 100% por un tiempo de 20 minutos cada uno, posteriormente en el proceso de aclarado se utilizó dos veces xilol por 10 minutos cada vez para eliminar cualquier rastro de alcohol, luego comienza el proceso de impregnación de la muestra en resina sin catalizadores, para ello se comienza colocando las muestras en xilol con cloroformo en partes iguales por 30 minutos, luego cloroformo 100% por 30 minutos, se sigue con cloroformo y resina en partes iguales por 30 minutos, cloroformo y resina en proporción 3:7 por 30 minutos, resina sin catalizador por 8 a 12 horas para finalmente sacar los EST, realizar el corte de 4 mm a nivel de la zona post rostral y ser montados en resina con los catalizadores. Luego viene el proceso de pulido con lija al agua 1500 granos, alúmina de 1 um, la muestra se lava con agua destilada para dejarla lo más limpia posible y ser observada al microscopio.



- **Observación de las estructuras**

El recuento de los microincrementos presentes en las mandíbulas como en los estiletes, se realizó desde las fotografías que se toman de las preparaciones. Estas fotografías se toman bajo microscopio con aumento 10X o 40X según el tamaño de la mandíbula y en 40 X para los EST.

- **Análisis de la información**

- i) Comparaciones de Lecturas**

Las estimaciones de la edad se basan en que los microincrementos puedan ser identificados y contados, pero sucede que las lecturas llevan implícita variabilidad entre ellas, la que puede estar dada entre lectores, lecturas, entre estructuras para determinar la edad o entre instituciones. Puede depender, además, de la interpretación (error y variabilidad del lector, errores de preparación), o puede depender de la variabilidad propia del individuo.

Con este fin se utilizó un gráfico de sesgo por edad (Campana *et al.* 1995) que permite evaluar de manera visual y estadísticamente los errores de lectura cometidos. El gráfico muestra las lecturas de un lector con respecto al otro, mostrando la tendencia de las lecturas a través de todo el rango de edades de la muestra. Mientras que los índices de precisión como el APE y CV describen errores generales dentro de la muestra. El gráfico de sesgo por edad sugiere tendencia en éste error, e.g., errores en los individuos más viejos con respecto a los jóvenes o sobre o subestimación de la edad entre lectores.

- ii) Asignación de la Edad**

Se consideró el número de incrementos como el equivalente de la edad en días, tanto en MAN como en EST.



### iii) Relaciones Biométricas y Ajuste de Modelos

Se realizaron diferentes distribuciones de frecuencias y análisis estadísticos. En los casos donde se realizó análisis de regresión, se presenta el mejor modelo ajustado entre varios probados, la medida de bondad de ajuste fue el coeficiente de determinación o la sumatoria de residuos al cuadrado para ajustes no lineales. Los tipos de distribución y análisis se señalan a continuación:

- a) Distribución de frecuencia de la longitud del manto (LM) por sexo.
- b) Distribución de frecuencia del peso total (WT) por sexo.
- c) Relación entre la longitud total (LT) y WT por sexo. Para esta relación se ajustó mediante ajuste no lineal el siguiente modelo potencial:

$$WT = aLT^b$$

donde WT corresponde al peso total y LT a la longitud total. a y b parámetros a estimar.

- d) Relación entre longitud de la capucha (LC) y altura del ala (AA) de la mandíbula inferior por sexo. Mejor ajuste modelo lineal:  $AA = a + bLC$
- e) Relación entre LC y LT por sexo. Mejor ajuste modelo potencial.
- f) Relación entre LC y WT por sexo. Mejor ajuste modelo potencial.
- g) entre el número de incrementos (NI) leídos en las MAN y EST.
- h) Ajuste de modelos de crecimiento a la información de NI v/s LT y NI v/s WT por sexo. La información de NI – LT y NI - WT, separada por sexo, se ajustó a varios modelos que han descrito el crecimiento de los cefalópodos, siendo estos el lineal (Rosenberg *et al.*, 1981), exponencial (Hurley y Beck, 1979), logístico (Natsukari *et al.*, 1988), von Bertalanffy (Guerra, 1979) y potencial (Araya *et al.*, 1999). Las expresiones de los modelos usados son:



Lineal	$Y = a + bX$
Exponencial	$Y = ae^{bX}$
Logístico	$Y = Y_{\infty} (1 - e^{-G(X-X_0)})^{-1}$
von Bertalanffy longitud	$Y = Y_{\infty} (1 - e^{-K(X-t_0)})$
von Bertalanffy peso	$Y = Y_{\infty} (1 - e^{-K(X-t_0)})^b$
Potencial	$Y = aX^b$

Donde: Y: LT (cm) o WT (g) según corresponda; X: número de microincrementos; a y b parámetros a estimar;  $Y_{\infty}$ : LT o WT asintótico; G: tasa instantánea de crecimiento en el origen de la curva;  $X_0$ : edad en el punto de inflexión de la curva; K: coeficiente de crecimiento ( $\text{días}^{-1}$ );  $t_0$ : edad o NI teórico cuando la LT o WT es cero, según corresponda.

Los modelos se ajustaron mediante el método de ajuste no lineal, excepto el modelo lineal. El ajuste no lineal, es un método adecuado de aproximación para estimar los parámetros de modelos que no son lineales en sus parámetros (Saila *et al.*, 1988). El ajuste consiste en minimizar la suma de cuadrado del error:

$$SCE = \sum (y - \hat{y})^2$$

donde y es el valor observado de la variable dependiente y el estimador de y es el valor estimado. El método no lineal de mínimos cuadrados tiene los siguientes supuestos; especificación correcta del modelo, independencia de las observaciones, homocedasticidad, errores distribuidos normalmente con media cero y conocimiento de la variable independiente sin error.



#### 4.4.3 Determinación de Mortalidad natural

La tasa instantánea de mortalidad natural ( $M$ ) es un parámetro crítico en la evaluación de poblaciones y no esta ajeno a la dificultad de estimación (Hewitt y Hoenig, 2005). En la dinámica de poblaciones explotadas, la tasa de mortalidad natural está relacionada con todas las posibles fuentes de mortalidad (excepto la de pesca). La estimación de  $M$  siempre esta sujeta a gran incertidumbre (Vetter 1988 fide Cubillos, 2005). Según Brey (1997),  $M$  se puede separar en tres componentes: i) eventos episódicos producidos por alteraciones del hábitat; ii) eventos causados por limitaciones genéticas como longevidad o reproducción; iii) decrecimiento en número por grupo de edad en el tiempo causado por predación, parasitismo y enfermedades.

La mortalidad natural ( $M$ ) se puede estimar mediante la aplicación de uno o los siguientes métodos:

- Análisis de curvas de captura para stocks levemente explotados (Robson y Chapman 1961; Ricker 1975 *fide* Cubillos, 2005).
- Mediante la relación entre la tasa de mortalidad total y el esfuerzo de pesca (Beverton y Holt 1957; Paloheimo 1980) ( $Z=M+q*f$ ), Beverton y Holt encontraron relación entre  $M$  y  $K$  (1.5 a 2.5).
- Técnicas de estimación directas, usualmente costosas y limitadas (*i.e.* marcaje).
- Parámetros de la historia de vida y variables ambientales utilizando modelos empíricos o relacionales (Beverton 1963; Rikhter y Efanov 1976; Gunderson y Dygert 1988, Hoening 1983).

Ante la dificultad de determinar la  $M$ , ésta se estimó comparando varios métodos empíricos. La aplicación de los métodos se basó en Cubillos *et al.*, (1999), considerando las fuentes de incertidumbre asociada a los datos de entrada a los



modelos empíricos, así como el error de predicción que proviene de los modelos utilizados. Algunos métodos indicados en la propuesta no se pudieron aplicar ya que se basan en los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy.

**a) Richter & Efanov (1976):**

Richter y Efanov (1976) muestran una relación entre  $M$  y la edad promedio de madurez sexual ( $Tm_{50}$ ). La expresión es la siguiente:

$$M = \left( \frac{1,521}{Tm_{50}^{0,72}} \right) - 0,155$$

La edad promedio de madurez se obtuvo por el modelo ajustado a la relación  $LT / NI$ , considerando una longitud de madurez de 123 cm ( $LT$ ).

**b) Pauly *et al.* (1993)**

En peces e invertebrados con una alta tasa metabólica (pulpos, calamares y camarones), Pauly *et al.* (1993) propone para estimar  $M$  la siguiente expresión:

$$\log M = -0,211 - 0,0824 \log W_{\infty} + 0,6757 \log K + 0,4687 \log T^{\circ}$$

donde  $W_{\infty}$  se refiere al peso asintótico en g,  $K$  coeficiente de crecimiento y la  $T^{\circ}$  la temperatura promedio del hábitat en  $^{\circ}C$ .

**c) Método de Jensen (1996)**

Determina la relación entre parámetros de la historia de vida y mortalidad natural, utilizando la relación que existe entre reproducción y sobrevivencia, y demuestra que



$$M = \frac{1,65}{t_m}$$

donde  $t_m$  es la edad a la madurez. Al igual, el autor demuestra que existe una relación teórica entre  $K$  y  $M$ , siendo la ecuación:

$$M = 1,5K$$

Esta relación es mucho más simple que la entregada por Pauly (1980). Jensen reanaliza los datos de Pauly y demuestra que la relación:

$$M = 1,6K$$

entrega un ajuste de los datos equivalente a la ecuación de Pauly.

#### **d) Método de Taylor (1960)**

La expresión propuesta para estimar  $M$  es:

$$M = \frac{2,996}{A_{0,95} - T_r}$$

donde  $A_{0,95}$  corresponde a la edad límite donde un individuo alcanza una longitud correspondiente al 95% de  $L_\infty$  y  $T_r$  a la edad de reclutamiento a la población. La edad límite se deriva de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, siendo la expresión:

$$A_{0,95} = \frac{2,996}{K} t_0$$

#### **e) Método de Hoenig (1983)**

Hoenig (1983) encuentra una relación empírica entre la tasa de mortalidad total ( $Z$ ) y la edad máxima observada ( $T_{max}$ ) de varias especies de peces, moluscos y cetáceos. Muchos de los datos pertenecen a stocks inexplorados o levemente explotados de tal manera que  $Z=M$ .



El modelo de regresión es:

$$\ln M = 1,44 - 0,982 \cdot \ln T_{\max}$$

donde  $M$  y  $T_{\max}$  han sido previamente definidos.

#### **f) Propuesta de Arce (2006)**

Normalmente la metodología antes descrita se ha desarrollado específicamente para peces, en general estimaciones de  $M$  para invertebrados marinos es muy escasa. Arce (2006) encuentra dos modelos empíricos para estimar la tasa instantánea de mortalidad natural ( $M$ ) en base al coeficiente de crecimiento ( $K$ ) de von Bertalanffy, para invertebrados marinos en general y en especial para aquellos del sistema de corriente de Humboldt. En ambos casos se consideraron tanto poblaciones de invertebrados explotados como no explotados. La expresión considerada en el presente estudio fue:

$$M = 1,124 K^{0,812}$$

- Procedimiento para estimar la varianza.

La base para el procedimiento sugerido aquí es un tipo de remuestreo bootstrap paramétrico Efron (1985), que se evalúa numéricamente por medio del enfoque Monte Carlo. Para este procedimiento, un número de valores alternativos e igualmente probables de  $M$  ( $M_R$ ) se generan usando una forma paramétrica de la distribución del error, donde  $R=1,2,\dots, R_{\max}$  y  $R_{\max}$  es el número relativamente grande ( $\geq 100$ ). En este estudio se considerará  $R_{\max}=3000$  para cada modelo empírico. La estimación de la varianza asociada con este bootstrap paramétrico es entonces:



$$\hat{V}AR_{BP}(M) = \frac{\sum_{R=1}^{R_{\max}} (M_R - \bar{M}_{BP})^2}{R_{\max} - 1}$$

Donde:

$$\bar{M}_{BP} = \frac{\sum_{R=1}^{R_{\max}} M_R}{R_{\max}}$$

Luego, los límites de confianza se obtienen con un método percentil, lo cual involucra ordenar el conjunto de valores alternativos de M ( $M_R$ :  $R=1, 2, \dots, R_{\max}$ ).

La obtención de un valor de compromiso para M se obtuvo mediante una media ponderada:

$$\bar{M} = \frac{\sum w_{BP} \bar{M}_{BP}}{\sum w_{BP}}$$

Donde  $w_{BP}$  corresponde al inverso de la varianza.

#### 4.4.4 Experimentos para la validación de microincrementos

Estudios de validación de los incrementos de crecimiento diario en cefalópodos han sido realizados, entre otros, por Hurley *et al.* (1985) y Dawe *et al.* (1985) en estatolitos de *Illex illecebrosus*, Lipinski (1986) en estatolitos de *Alloteuthis subulata*, Nakamura y Sakurai (1991) en estatolitos de *Todarodes pacificus*. Estos han consistido en mantener ejemplares en cautiverio, los cuales son marcados con algún tipo de antibiótico (i.e. tetraciclina, oxitetraciclina). Esta sustancia se deposita en la periferia de las partes duras del animal, lo que deja una marca en las líneas de crecimiento permitiendo contabilizar los incrementos que están después de la marca.



Araya *et al.*, (1999) validaron la formación de incrementos en las MAN de *O. mimus* mediante un experimento en cautiverio, estresando a los animales por inanición y sin recambio de agua; sus resultados indicaron que la formación de los incrementos son de naturaleza diaria.

Chong *et al.*, (2001) efectuaron experimentos para la validación de microincrementos en MAN de *E. megalocyathus*, sometiendo a los animales a stress por ayuno, sin circulación de agua y provisión de aire solo por la noche por periodos de 6 días, los cuales tuvieron resultados poco concluyentes, constatándose sólo en un animal la formación diaria de microincrementos. Estos autores recomiendan que para futuros experimentos se considere utilizar preferentemente machos, ejemplares de talla media 700 g -2.000 g y cercanía entre el lugar de experimentación y el de la colecta.

Más recientemente Doubleday *et al.*, (2006), validan la formación diaria de microincrementos en la concha vestigial (estiletos) de *Octopus pallidus*, en animales de edad conocida mantenidos en cautiverio desde su nacimiento.

Originalmente se propuso efectuar 2 experimentos de validación: uno durante la temporada invernal y otro en verano con 40 ejemplares cada vez, del más amplio rango de tallas posibles, dónde se usaría estrés salino y un colorante vital para el marcaje. Con el objetivo de identificar un método de marcaje eficiente, que junto con inducir una marca visible en las estructuras (MAN, EST, Cristalinos), permitiera la supervivencia de los animales hasta finalizar el experimento, se efectuaron experimentos previos, usando diversas formas de aplicación y dosis de oxitetraciclina, así como también estrés salino. La metodología y resultados de los experimentos previos al de validación para la inducción de marcas en estas estructuras de *E. megalocyathus*, usando estrés salino y oxitetraciclina se detallan en el **Anexo 1**.



El procesamiento de las estructuras en el laboratorio fue más lento y engorroso que lo esperado, por lo que los resultados sobre el efecto del estrés en las estructuras, se obtuvo en forma posterior a la temporada de invierno, no evidenciándose además un marcaje claro con oxitetraciclina, posiblemente debido a la dosis empleada. Debido a ello, se optó por realizar sólo un experimento de validación (verano) con estrés salino.

A continuación se describe la metodología del experimento para la validación de microincrementos, el que se efectuó durante la temporada de verano del 2010.

#### **a. Colecta de animales**

Durante el mes de febrero, ejemplares de *E. megalocyathus* fueron capturados mediante tubos de planza dispuestos en líneas (**Fig. 11**), en las localidades de Caicaen (Calbuco) (41°47' S, 73°11' W) y Hueihue (Chiloé) (41°53' S, 73°30'W) siendo trasladados en un estanque de 500 l con agua de mar y aporte de oxígeno, a un hatchery en convenio con la Universidad Arturo Prat, ubicado en el sector de Astilleros, Parga, X Región (**Fig. 12**), dónde los ejemplares fueron dispuestos en estanques individuales de 50 l los cuales se distribuyeron en dos sistemas de mantención denominadas rack 2 y rack 3.

#### **b. Aclimatación al cautiverio**

Los animales fueron individualizados mediante una marca electrónica (chip) (**Fig. 13a y b**) y aclimatados a las condiciones de cautiverio durante 6 días. El chip se usó para poder efectuar el estrés en forma grupal y así poder identificar a cada animal. Fueron alimentados desde el primer día, con una dieta mixta alternada consistente en: día 1 jaibas vivas (*Cancer spp* u *Homalaspis plana*) día 2 sin/alimentación; día 3: pescado sin vísceras de carne blanca (Merluza), en una proporción de 5 % y 10 %



respectivamente del peso corporal de cada animal, cálculo que se ajustó después de cada biometría.

**c. Mantención de los animales y registro de variables abióticas**

Para la mantención de los animales se dispuso de dos “rack”, cada uno de los cuales estaba equipado con estanques individuales de 50 litros, los que eran alimentados con un flujo ascendente de agua de mar a razón de 10lt/min, proveniente de un estanque acumulador de 5.000 L. Los estanques de 50 litros, se encontraban dispuestos en estanques rectangulares de 400 L, que recibían el agua de desagüe, la que a su vez era recepcionada por un estanque decantador, desde el cual, mediante una bomba sumergible de 1,5 HP, se impulsaba el agua nuevamente al acumulador. Estos últimos (2), eran totalmente vaciados y llenados cada 24 horas, de esta forma el recambio total de agua de cada “rack” fue del 70 % diario (**Fig. 14 a y b**).

Los acumuladores y decantadores diariamente se escobillaron y limpiaron con un detergente de uso veterinario a una baja dosis y se enjuagaron con agua dulce. Los estanques contenedores de los animales (50 litros), fueron limpiados día por medio coincidiendo con la entrega y retiro de los restos de alimento, mediante una suave aspiración “sifoneo” del fondo y las paredes, limpiándose y desinfectándose el refugio de cada animal. Los animales sólo fueron sacados de su estanque individual para someterlos al estrés y registro de su correspondiente biometría.

Diariamente se registró la temperatura, oxígeno y salinidad mediante un multiparámetro YSI 85/25 FT y la concentración de amonio mediante un espectrofotómetro YSI 9300, en los acumuladores y decantadores de cada rack.



#### **d. Experimento de marcaje**

Para obtener las estructuras de interés (MAN, EST y cristalinos) se sometió a 43 animales (25 machos y 18 hembras) a un descenso gradual de la salinidad, desde 32 ppm aprox. hasta 7,9 – 7 ppm en 45 minutos, en dos oportunidades (el día 18 de febrero y el día 5 de marzo) (**Fig. 15**), y luego se mantuvieron por 25 días más hasta su sacrificio. La duración total del experimento fue de 47 días incluyendo el período de aclimatación; el límite inferior de salinidad y el tiempo de exposición para asegurar la supervivencia de los ejemplares, se estableció en un experimento previo (ver **Anexo 1**). Una vez finalizado cada procedimiento de estrés, a cada ejemplar se le registraron las siguientes medidas: i) longitud total (cm); ii) longitud del manto (cm); iii) peso (g) y sexo; para ello se usó un ictiometro Ictiom y una balanza Super-SS 3S/New Su-15 (**Fig. 16**) de 0.1 g de precisión. Los animales fueron alimentados y manejados con el protocolo descrito anteriormente durante todo el proceso de aclimatación y experimentación. El día 40 todos los ejemplares supervivientes fueron nuevamente medidos y pesados antes de ser sacrificados. Posteriormente se procedió a extirpar, por medio de equipo de disección las mandíbulas, cristalinos y estiletes (**Fig. 17**).

Las estructuras de interés (MAN, EST y cristalinos) fueron depositadas en recipientes previamente rotulados con la siguiente información: i) fecha de muerte; ii) peso del animal; iii) número del chip; y iv) número del estanque. Las muestras fueron fijadas en formalina neutra al 10% y posteriormente se enviaron para su procesamiento y análisis las MAN y EST al laboratorio de edad y crecimiento (Iquique) y los cristalinos al Instituto de Ciencia y Tecnología (Puerto Montt), ambas infraestructuras de la Universidad Arturo Prat,



No se utilizó un control para el experimento ya que su objetivo no fue constatar si se producían o no las marcas con el estrés (cuestión ya probada en los experimentos previos), sino que verificar en los animales supervivientes la periodicidad de formación de las microincrementos.

#### **4.4.5 Experimentos de validación de crecimiento en cristalino**

La determinación de la edad de organismos de cuerpo blando, ha sido un reto para los biólogos pesqueros (Tesch, 1971), por lo que se han usado métodos indirectos como estructura de tallas (Gayanilo *et al.* 1993), lo que funciona para poblaciones con reclutamiento bien definido y ciclo de vida de varios años (Allen, 1966; Jones, 1981), pero en cefalópodos con un ciclo de vida muy corto, de no más de dos años y reclutamiento que se extiende por varios meses, con una amplia variación en las tasas de crecimiento, aún entre organismos de una misma madre (Cortez *et al.*, 1999; Boyle & Rodhouse, 2005), se requiere de muestras muy grandes para obtener información significativa que permita estimar la estructura de la población y los parámetros de crecimiento (Caddy, 1983; Díaz de León, 1989; Nepita Villanueva M. R. & O. Defeo. 2001).

Hasta ahora, se ha obtenido buenos resultados con la mandíbula pero las lecturas dan solo edades relativas, ya que es una estructura con crecimiento y desgaste constante (Lutz & Rhoads, 1980; Chong, *et al.*, 2001; Márquez & Ré, 2009).

Wolken (1958) señala que el cristalino de los cefalópodos está formado por dos secciones, lo que constituye un lente compuesto por dos lentes plano convexos, adaptándose a la visión por desplazamiento de la distancia focal con la retina, en comparación con el ojo de los vertebrados que es de una sola pieza de forma biconvexa, adaptándose a la visión por cambios en su curvatura. La retina está



constituida por rabdómeros, análogos a los ojos compuestos de los crustáceos decápodos, más que por conos y bastones como en los vertebrados. Otra característica en el ojo de los cefalópodos es la exposición directa a la luz, de los rabdómeros o conos en contraposición con el ojo de los vertebrados que reciben luz reflejada (Young, 1962; Yamamoto *et al.*, 1995).

Debido a las limitaciones de la técnica de micro incrementos en MAN y EST que fueron señaladas, que los ojos en los cefalópodos crecen en forma proporcional al cuerpo y a su estructura de fibras concéntricas, se propuso trabajar con los cristalinos de los ojos de *E. megalocyathus* cuyo número de láminas y peso se trató de correlacionar con la edad (Uglem *et al.*, 2005; Augusteyn, *et al.*, 2007; Wheeler & King, 1980).

Como se describe en el punto 4.5 de este documento a cada ejemplar muestreado en el laboratorio de IFOP en Ancud, proveniente del muestreo mensual realizado en Ancud y Queilén, se le extrajeron los cristalinos, lo cuales fueron fijados en alcohol de 70°, debidamente etiquetados y enviados a la UNAP para su procesamiento, identificándose diferencias de tamaño de cada ojo, por lo cual se procedió a identificar el cristalino provenientes del ojo izquierdo y derecho de cada ejemplar.

Con el propósito de determinar si la estructura de crecimiento laminar del cristalino de *E. megalocyathus* era visible en microscopía óptica, se hicieron preparaciones por técnicas histológicas estándar Luna (1968), de inclusión en plástico.

La técnica histológica empleada consistió en deshidratación gradual en alcoholes, aclarado con xileno e inclusión en parafina. Se realizaron cortes con micrótomo automático a 7  $\mu$ m, se tiñeron con hematoxilina alcohólica y eosina de Harris y montaron con bálsamo de Canadá. Las muestras para inclusión en plástico se



deshidrataron siguiendo el mismo proceso que para inclusión en parafina (Luna, op. cit.), hasta la fase de aclarado con xileno, pasando de este paso a su inclusión en resina de poliéster (**Tabla 1**).

Para la preparación de los bloques con los cristalinos se emplearon moldes de polietileno con desmoldante. Los bloques ya endurecidos fueron devastados con lija de agua del número 100, 200 y 400. Como paso final las caras superior e inferior, sobre la que se iba a hacer la observación y la opuesta, fueron pulidas con abrasivo líquido para metales y un género de algodón.

Se hicieron observaciones de las muestras de ambas técnicas al microscopio de luz transmitida en campo claro y contraste de fases, en el que se observan marcas cteniformes entre capas, y marcas claras y oscuras determinadas por índices de refracción diferente en contraste de fases.

Para realizar el conteo de marcas claras y oscuras se tomaron fotografías a inmersión (1000x), obteniéndose de 16 a 34 imágenes digitales por cristalino, dependiendo del diámetro de éste. Para poder realizar el conteo es necesario identificar marcas que permitan el seguimiento entre una imagen y la siguiente. Se aplicó el programa ArcSoft Panorama Maker<sup>MR</sup> para realizar una imagen integrada para cada cristalino. La alineación de imágenes es necesario hacerla en forma manual para que no haya sobreposición, ni repetición de bandas.

La metodología descrita fue aplicada a 14 cristalinos, quedando el material extraído para trabajo futuro de alumnos tesistas.

Con el objetivo de inducir una marca en los cristalinos e interpretar la periodicidad de formación de las líneas de crecimiento, se marcaron animales vivos con Oxitetraciclina (ver experimentos de prevalidación).



#### **4.5 Objetivo específico 3.2.3. Determinar relación temperatura estacionalidad reproductiva de machos y hembras, respectivamente.**

*Requerimiento metodológico 5.5 Para dar cumplimiento al objetivo 4.3. el consultor deberá detallar metodología y actividades con la finalidad de determinar el estado de madurez sexual (según Guerra, 1975), la talla de desove, época de desove y porcentaje de individuos desovantes, determinar los meses en que se registran hembras con espermatozoides en sus oviductos, los meses en que alcanzan el mayor desarrollo gonadal y la proporción de hembras con huevos. Deberá analizar índices gonadales y estadíos macroscópicos de madurez.*

*Deberá registrar los parámetros ambientales asociados con la estacionalidad reproductiva (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto), en las áreas de pesca y donde se registre presencia de puestas (desoves o racimos con huevos). El consultor deberá detallar la metodología que utilizará para determinar las posibles relaciones existentes entre los parámetros estudiados.*

##### **4.5.1 Capacitación a personal participante**

Al inicio del estudio se procedió a capacitar al personal de terreno en lo siguientes tópicos: i) recolección de muestras; ii) tratamiento de las muestras; iii) reconocimiento y extracción de órganos internos del pulpo, con especial atención de gónadas y aparato reproductor; iv) identificación de sexo; v) identificación y extracción de mandíbulas, estiletes y cristalinos; vi) fijación de los distintos órganos; y vii) formas de registro y mediciones. Paralelamente se desarrollaron formularios ad-hoc para el registro de los datos.

Para la determinación del sexo se utilizó el dimorfismo del tercer brazo derecho, presente sólo en machos, el cual está transformado en tentáculo especializado denominado hectocotilo (Roper *et. al.*, 1984).



#### 4.5.2 Zona de estudio

En una reunión de coordinación ejecutada al inicio del proyecto se definió en base a los datos históricos y al conocimiento del personal de terreno, ejecutar los muestreos en localidades asociadas a los puertos de Ancud y Queilén. Si bien se había propuesto Quellón, las condiciones operativas, la cercanía a las áreas de pesca y el costo asociado a la extracción de las muestras, permitieron definir efectuar un cambio de este puerto por Queilén, manteniéndose la característica de operar en el extremo sur de la Isla de Chiloé y en mar interior.

Los track recorridos por las embarcaciones en los viajes realizados a extraer las muestras (1 mensual por área) se registraron mediante equipos data logger, información que fue procesada en ambiente SIG, lo que permitió conocer la amplitud de las áreas de pesca explotadas. Como se señaló en la Propuesta Técnica la zona de extracción se reorientó de acuerdo a variados factores, tales como: i) ausencia del recurso; ii) bajos niveles de abundancia; iii) cambios de mareas; y iv) orientación de la embarcación extractora a recursos más rentables. Los puntos ii y iv incidieron fuertemente, lo que se subsanó mediante la compra de ejemplares en los centros de desembarque (**Tabla 2**).

#### 4.5.3 Tamaño y tratamiento de la muestra

Para este estudio se propuso por localidad siete intervalos de rango de talla (longitud dorsal del manto) a partir de los 10 cm, con 5 ejemplares por rango y sexo, a fin de obtener una adecuada representación de las tallas, que permitieran definir el ciclo reproductivo del pulpo. La presencia de tallas mayores en las capturas hizo posible la incorporación eventual de nuevos rangos de tamaños, tal como se dejó expresado en la Propuesta Técnica (**Tabla 3**).



Los rangos de tamaños se establecieron considerando que la talla de primera madurez sexual descrita en literatura (Chong *et al.*, 2001) indicaba que esta se encontraría entre los 14 cm y 15 cm de LDM en ambos sexos, por lo cual se estimó que iniciar en 10 cm permitiría un margen que aseguraría la inclusión de individuos inmaduros y maduros.

Para obtener las muestras se arrendó una embarcación extractora donde buzos artesanales extrajeron las muestras. En aquellos meses en que la flota orientó su actividad a recursos más rentable o que en su defecto en opinión de los pescadores existía baja abundancia, tal como se señaló en párrafos anteriores se compraron las muestras. Todos los ejemplares fueron obtenidos mensualmente mediante buceo semiautónomo. El procedimiento de la toma de datos y de muestreo contó con la participación de personal calificado de IFOP.

- **Tratamiento de la muestra**

A cada ejemplar muestreado, por localidad, personal del laboratorio que IFOP posee en Ancud, registró los siguientes datos biométricos:

- i) Longitud total (LT): medida que va desde el ápice de la cabeza hasta el extremo del brazo más largo del ejemplar, con el ejemplar extendido en una superficie plana (**Fig. 7**)<sup>6</sup>.
- ii) Longitud dorsal del manto (LDM): medido desde el ápice de la cabeza hasta una línea imaginaria interocular, con una precisión de  $\pm 1$  mm (**Fig. 7**).
- iv) Peso total (WT): peso del ejemplar entero con una precisión de 1 g.
- vii) Determinación del sexo

---

<sup>6</sup> Se había comprometido una precisión de 1 mm pero esta no fue posible dado la contextura del recurso.



Posteriormente los ejemplares fueron diseccionados y se obtuvo:

- i) Peso Partes Blandas (WPB): Peso de vísceras y aparato reproductor medida con una precisión de  $\pm 0,01$  g.
- ii) Peso Aparato Reproductor (WAP): Peso de la gónada (ovario o testículo), oviductos, glándula oviductal, vasos deferentes, pene y anexos, medida con una precisión de  $\pm 0,01$  g.
- iii) Peso de la gónada (PG): Peso de la gónada (ovario o testículo) medida con una precisión de  $\pm 0,01$  g.
- iv) Corroboración del sexo

Una vez obtenidos de cada ejemplar los datos señalados y con el propósito de realizar el estudio histológico, se obtuvo el peso del aparato reproductor, depositándose la gónada inmediatamente en frascos plásticos de 80 ml, 500 ml y 1000 ml, según su tamaño y se fijó en formalina al 10%. Los frascos fueron debidamente etiquetados.

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de histología que posee IFOP en Puerto Montt, donde se obtuvo desde la parte central de cada gónada submuestras en una sección transversal de tejido gonadal de aproximadamente 1 cm de espesor, las que fueron sometidas a un procesamiento histológico de rutina para obtener cortes de 5  $\mu\text{m}$  con un micrótopo rotatorio, los que se colorearon siguiendo el método de tinción de Hematoxilina-Eosina de Harris.

Obtenidas las placas histológicas, éstas fueron enviadas al Laboratorio de Histología que posee IFOP en la ciudad de Iquique, para su posterior análisis, diagnóstico sobre los estados de madurez sexual y obtención de índices reproductivos.



#### 4.5.4 Determinaci3n del ciclo reproductivo

Para efectos de caracterizar el ciclo reproductivo se contempl3 el c3lculo de indicadores gon3dicos cuantitativos y el examen cualitativo macrosc3pico y microsc3pico de la madurez. El an3lisis conjunto de las variaciones mensuales de los indicadores reproductivos permiti3 visualizar el estado de actividad gonadal, logrando determinar la din3mica reproductiva, por sexo y localidad, del recurso pulpo presente en ambas localidades en la regi3n de Los Lagos.

##### 4.5.4.1 Determinaci3n cuantitativa: 3ndice gon3dico

En el estudio del grado de madurez rutinariamente se utilizan 3ndices que se basan en la relaci3n gravim3trica entre la g3nada y el peso corporal del individuo. El c3lculo de indicadores de madurez permite obtener una estimaci3n aproximada y general de los sucesos fisiol3gicos que ocurren en la g3nada, asociados al grado de madurez, como un indicador preliminar de la condici3n reproductiva. La variabilidad temporal permite monitorear el ciclo reproductivo, estableciendo la relaci3n con procesos de maduraci3n, de desove y de reposo gonadal.

Se calcularon los siguientes 3ndices para ambos sexos en base a la escala macrosc3pica:

✚ 3ndice Gonadosom3tico (1) (IGS) :

$$IGS = \frac{\text{Peso G3nada}}{\text{Peso Total} - \text{Peso Gonada}} * 100$$

✚ 3ndice Gonadosom3tico (2) (IGS) :

$$IGS = \frac{\text{Peso Aparato Reproductor}}{\text{Peso Total} - \text{Peso Aparato Reproductor}} * 100$$



🚩 Índice Gonádico (3) (IG) :

$$IG = \frac{\text{Peso Gónada}}{\text{Peso Partes Blandas} - \text{Peso Gonada}} * 100$$

Además, se calcularon los siguientes Índices macroscópicos para ambos sexos en base a la escala microscópica:

🚩 Índice de Madurez (IM) (Guerra, 1975):

$$IM = \frac{\text{Peso Complejo}}{\text{Peso Aparato Reproductor}}$$

🚩 Índice Gonadosomático Relativo (IGSR) (Goncalves, 1991):

$$IGSR = \frac{\text{Peso Aparato Reproductor}}{\text{Peso Eviscerado}} * 100$$

🚩 Índice Gonadosomático (1) (IGS):

$$IGS = \frac{\text{Peso Gónada}}{\text{Peso Eviscerado}} * 100$$

*Peso Complejo* = Machos: Peso complejo bolsa de Needham; Hembras: Peso glándulas oviductales y oviductos.

*Peso Aparato Reproductor* = Machos: Peso complejo bolsa de Needham más peso del testículo; Hembras: Peso glándulas oviductales y oviductos más peso del ovario.

$$\hat{V}(\text{Indicador}) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\text{Indicador}_i - \text{Indicador Medio}]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(\text{Indicador})}$$



Los resultados se expresan en tablas y gráficos respectivos, como el promedio mensual del indicador gonádico para cada sexo y localidad de muestreo.

#### 4.5.4.2 Determinación cualitativa: madurez macroscópica de la gónada

Cada aparato reproductor en ambos sexos fue examinado mediante observación directa de tal manera de clasificar las transformaciones morfológicas en fresco asociadas al proceso de maduración sexual, considerando los cambios de aspecto, color, tamaño, turgencia y grosor. Se utilizaron las escalas apreciativas macroscópicas de la madurez sexual para *E. megalocyathus* propuesta por Chong *et al.* (2001):

##### Escala macroscópica apreciativa de la madurez sexual para hembras

Nomenclatura	Denominación	Descripción
Estado I	Inmaduro	Ovario pequeño, blanco, turgente. Glándulas oviductales pequeñas, anillo indistinguible en la unión con el oviducto proximal.
Estado II	En maduración	Ovario de aspecto granuloso fino, tiende al color marfil. Los anillos en algunos casos no son visibles o bien se observan con dificultad.
Estado III	Maduro	Ovario de gran volumen, brillante de color marfil, muy turgente. Anillos de las glándulas oviductales se evidencian claramente, especialmente en el externo de un color café claro.
Estado IV	Madurez máxima	Ovario muy granuloso (claramente presenta ovocitos), de color marfil a marrón claro. Glándulas oviductales de máximo desarrollo. Anillo externo de estas de color café claro, mientras que en el interno es de color crema.
Estado V	Desovado	Ovario flácido de color marrón. Glándulas oviductales pasan de color crema a café oscuro en su porción distal.



### Escala macroscópica apreciativa de la madurez sexual para machos

<b>Nomenclatura</b>	<b>Denominación</b>	<b>Descripción</b>
Estado I	Inmaduro	Testículo de tamaño pequeño de color blanco, internamente diferenciable del saco espermatofórico.
Estado II	En maduración	Testículo mediano a grande de color blanco grisáceo, con granulación muy fina. Se distingue de las glándulas accesorias.
Estado III	Maduro	Testículo granuloso, túrgido de color blanco crema. Espermatóforos diferenciados de gran tamaño presentes en el saco espermatofórico.

#### 4.5.4.3 Determinación cualitativa: Madurez histológica de la gónada

Para obtener una información precisa y detallada de las distintas transformaciones morfológicas que acontecen durante el ciclo de maduración, la gónada de cada animal, por sexo, localidad y mes fue analizada histológicamente para caracterizar su actividad gametogénica, de acuerdo al grado de evolución morfológica de la línea germinal, siendo clasificada cualitativamente en estadios histológicos.

Para este efecto se planteó una clasificación microscópica de la dinámica ovárica de *E. megalocyathus* considerando los criterios de tipos celulares descrito por Olivares *et al.* (2001) para *O. mimus*, la que quedó conformada por ocho estadios de madurez gonadal. En machos, los estadios de madurez gonadal se establecieron utilizando la escala propuesta por Jiménez *et al.* (2008) para *O. vulgaris*, la que a su vez fue modificada de Olivares *et al.* (2003) para *O. mimus*, la que consta de cuatro estadios. Ambas se entregan a continuación:



## Escala microsc3pica apreciativa de la madurez sexual para hembras

<b>Nomenclatura</b>	<b>Denominaci3n</b>	<b>Descripci3n</b>
Estado I	Inmaduro	Previtelog3nico. Epitelio germinativo representado por ovogonias, ovocitos I, fol3culos primordiales y fol3culo primario.
Estado II	En desarrollo	Previtelog3nico. La l3nea germinal se caracteriza por la formaci3n de fol3culos secundarios y fol3culos glandulares, adem3s de las gonias, citos, fol3culos primordiales y primarios.
Estado III	Vitelog3nesis inicial	Se inicia el proceso de la vitelog3nesis con la aparici3n de fol3culos en inicio de vitelog3nesis. Se acompa1an de numerosos fol3culos glandulares.
Estado IV	Vitel3nico	Aparecen ovocitos completamente vitelados (fol3culo vitelino), destacando la formaci3n del corion. En este estadio se mantiene la estructura de las gl3ndulas intraepiteliales. Se observan tambi3n tipos de fol3culos precedentes.
Estado V	Vitelado tard3o	Se representa por la aparici3n de fol3culos vitelinos terminales, caracterizado por la banda continua del corion y la involuci3n parcial de las gl3ndulas intraepiteliales por regresi3n de los pliegues del epitelio folicular.
Estado VI	Preovulaci3n	Presencia de fol3culos preovulatorios (pedunculados), caracterizado por presentar vestigios de gl3ndulas intraepiteliales o bien la ausencia total de ellas. El citoplasma de aspecto homog3neo y la envoltura nuclear se ha desorganizado. Epitelio c3bico bajo.
Estado VII	Ovulaci3n	Se caracteriza por la presencia de ovocitos libres en el lumen ov3rico, liberados de los fol3culos preovulatorios. Se rodean del corion. El ovario comienza a disminuir su volumen debido a la evacuaci3n de los ovocitos libres que experimentan la hidrataci3n.
Estado VIII	Postdesove - Regresi3n	Se observan fol3culos postovulatorios y es posible visualizar tambi3n fol3culos atr3sicos.



### Escala microscópica apreciativa de la madurez sexual para machos

<b>Nomenclatura</b>	<b>Denominación</b>	<b>Descripción</b>
Estado I	Inmaduro	En el túbulo seminífero se observa que el conjunto de células predominantes son los espermatocitos primarios y secundarios. Pocas espermátidas redondas y en diferenciación se hallan en la porción adluminal. Escasos espermatozoides están en el lumen. En la parte basal del túbulo se encuentran las espermatogonias.
Estado II	Maduración temprana	El epitelio seminífero esta formado por todos los tipos de células germinales, distribuidos en varios estratos celulares. Una intensa actividad de espermiogénesis favorece que el lumen presente áreas ocupadas por espermatozoides. Espermatocitos primarios, espermatocitos secundarios, espermátidas redondas, espermátidas en diferenciación. La abundancia de células inmaduras en el estrato germinal aún es alta.
Estado III	Madurez avanzada	En el lumen de cada lobulillo espermático es notorio el incremento en cantidad de espermatozoides maduros. La altura del estrato germinal es menor en comparación con los estadios anteriores.
Estado IV	En regresión	El epitelio germinal presenta una drástica disminución de su altura, en correspondencia con la pérdida de los estratos de células germinales. Pequeñas áreas con espermatocitos primarios y grandes zonas de espermátidas en diferenciación evidencian la pérdida de la función proliferativa del epitelio germinal.

En la clasificación de estados se analizó la presencia y predominancia de los diferentes elementos celulares durante la gametogénesis. Para ambos sexos, las escalas histológicas propuestas permitieron la asignación de los organismos en un estadio determinado, representando el proceso de maduración y actividad gonadal.

Los resultados permitieron obtener la frecuencia mensual de estados de desarrollo para machos y hembras de cada localidad, la que se analizó gráficamente con el fin de determinar el ciclo de reproducción.



#### 4.5.4.4 Determinación de la talla y el peso de madurez sexual

- **Ajuste del modelo de madurez sexual**

Para el efecto de estimar el parámetro de madurez sexual, tanto los machos y las hembras de cada localidad fueron agrupados en la categoría de inmaduros y maduros sexualmente, para lo cual se utilizaron los registros histológicos de clasificación de la madurez gonadal.

Se consideró la proporción de ejemplares maduros por intervalos de la longitud total (cm) y de la longitud dorsal del manto (mm) para el ajuste del modelo logístico de madurez (Roa *et al.*, 1999):

$$P(l) = \frac{\alpha}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 l}}$$

donde  $\alpha$ ,  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son parámetros a estimar de asíntota, posición y pendiente, respectivamente. Los estimados son elegidos, dado un conjunto de datos, desde el punto en el cual el producto de las probabilidades binomiales de todos los datos (la verosimilitud del modelo) es un máximo, o más convenientemente desde el punto en el cual el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud del modelo es un mínimo, de acuerdo a:

$$-\ell(\alpha, \beta_0, \beta_1) = -\sum_l \left[ (h_l) \ln(P(l)) + (n_l - h_l) \ln(1 - P(l)) \right]$$

donde  $h$  es el número de individuos maduros y  $n$  es el tamaño de muestra (un término constante que no afecta la estimación es omitido)



- **Estimación de la talla de madurez sexual**

El estimado a la variable corporal se estimó mediante la siguiente expresión:

$$l_{P\%} = \frac{1}{\beta_1} \ln \left[ \frac{1}{P} - 1 \right] - \frac{\beta_0}{\beta_1}$$

Se asume que el parámetro  $\alpha$  de la ecuación tiene un valor conocido e igual a 1. Este supuesto puede ser verificado al observar los datos y encontrar que todos los ejemplares sobre una cierta talla están maduros. Donde,  $P$  corresponde a la proporción de madurez y  $l_{p\%}$  representa la longitud a una proporción de madurez dada. Se consideró el criterio del 50% para la estimación de la longitud de madurez sexual ( $P$ ).

Con los registros de los ejemplares utilizados para el ajuste de la función de madurez en machos y hembras de ambas localidades se estimó el peso total de madurez sexual, mediante las relaciones longitud-peso total determinadas para la longitud total y la longitud dorsal del manto.

#### 4.5.5 Determinación de fecundidad

Para la determinación de la fecundidad se aplicó el método gravimétrico, consistente en estimar el número de ovocitos hidratados presente en tres submuestras extraídas de la parte anterior, media y posterior de la gónada, previo registro de sus pesos (g) utilizando la expresión propuesta por Oliva *et. al.*, 1986 (en Chong *et. al.*, 2001):

$$F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{H_i}{WS_i} \right) * W_o$$



Donde:

- F = fecundidad potencial, en N° de ovocitos hidratados por hembra.
- H<sub>i</sub> = N° de ovocitos de la submuestra i.
- WS<sub>i</sub> = peso de la submuestra i (g).
- W<sub>0</sub> = peso del ovario (g).
- N = número de la submuestra.

En el presente análisis de fecundidad, se utilizaron 26 ejemplares de hembra de pulpo de ambas zonas de estudios, seleccionadas con respecto a su estado de madurez macroscópica IV o madurez máxima (Chong *et. al.*, 2001), durante el período de máxima actividad reproductiva señalado por los diagnósticos microscópicos. Debido a esta condición, se obtuvo una escasa cantidad de muestra para las estimaciones, haciendo de estas de carácter exploratorias, ya que generalmente, se considera un volumen adecuado de muestra de 50 ejemplares.

Una vez calculada la fecundidad individual se procedió a buscar la relación entre: a) Fecundidad y longitud del manto; b) Fecundidad y peso corporal, esto con el fin de obtener la función que entregue el mejor ajuste que exprese el comportamiento de la fecundidad en relación con la talla y peso de la especie en estudio. Este ajuste tanto para talla como para peso, se denotó con la expresión:

$$F = a + b * L \text{ ó } F = a * \exp(L * b)$$

Donde:

- F = Fecundidad potencial
- a y b = parámetros de la función lineal
- L = Longitud total o peso total



Los parámetros a y b fueron estimados a través de ajuste lineal en el programa S-PLUS 2000 para fecundidad potencial.

Además, se realizaron mediciones de longitud del ovocito en cada una de las muestras analizadas, para determinar si la distribución de longitud del ovocito presenta un carácter unimodal o bimodal, mediante el programa FISAT II v.1.2.0 (<http://www.fao.org/fi/oldsite/STATIST/fisoft/fisat/index.htm>).

#### **4.5.6 Descripción macroscópica de las Glándulas Oviductales y presencia de espermátóforos.**

Se describe la glándula oviductal macroscópicamente, entendiéndose por ella el órgano que se sitúa en la zona media del oviducto y se divide en dos regiones: la región proximal del oviducto, que se extiende desde el ovario hasta la glándula oviductal; y la región distal del oviducto, que va desde la mitad de la glándula oviductal hacia la abertura y hacia la cavidad del manto (Di Cosmo *et al.*, 2001).

Las observaciones microscópicas realizadas a glándulas oviductales de pulpo corresponden a 105 muestras obtenidas durante los meses de octubre a marzo. La glándulas fueron obtenidas de los ejemplares cuyas gónadas fueron empleadas en los estudios reproductivos y correspondieron a ejemplares de hembras clasificados macroscópicamente en estado III y IV, es decir maduro y en madurez máxima, de acuerdo a la escala señalada en párrafos anteriores.

Las muestras fueron obtenidas en el laboratorio de IFOP en Ancud y analizadas en el laboratorio de histología que IFOP posee en Puerto Montt.



#### 4.5.7 Monitoreo de temperatura, oxígeno y salinidad

Se realizó una caracterización oceanográfica física y química de la zona comprendida entre Ancud y Queilén (43° 47'S) sobre la base de la información colectada entre el 12 de mayo del 2009 (otoño) y el 22 de abril del 2010 (Verano)<sup>7</sup>. En estas etapas se muestrearon 64 estaciones en total, cubriendo todas las estaciones del año. En ellas se realizaron mediciones de temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto con el CTDO Seabird, modelo 19plus, en los mismos lugares donde se realizó la extracción de ejemplares para fines de estudios reproductivos. Para ello se arrendaron embarcaciones a los pescadores artesanales lo que permitió acceder a las zonas de pesca, lugar donde se realizaron registros de estos datos en tres localidades o procedencias de pesca por estación de muestreo y por mes (**Tabla 4**). Complementariamente se registró el track seguido por las embarcaciones mediante equipos data logger y las posiciones geográficas de los distintos puntos de muestreo.

El procesamiento de los datos de CTDO fue realizado mediante el protocolo estándar, sugerido por el fabricante en el manual de usuario del CTDO Seabird.

A su vez, el IFOP obtuvo registros de temperatura, salinidad, oxígeno y clorofila, en la localidad de Quetalmahue, asociada a Ancud y en isla Acui, asociada a Queilén, entre abril de 2009 y enero de 2010, en el marco de proyectos de Marea Roja, los cuales fueron aportados para análisis en este proyecto (**Tabla 4**).

Con los datos generados se prepararon diagramas de temperatura, salinidad y oxígeno en función de la profundidad para caracterizar la variabilidad vertical para las distintas variables medidas en ambos sectores (Ancud y Queilén).

---

<sup>7</sup> Este fue el periodo de recolección de datos, sin embargo no todos los datos fueron aptos para el análisis.



La temperatura superficial del mar (TSM) mensual fue obtenida del sensor MODIS-Aqua y procesada por ICESS de la Universidad de California-Santa Bárbara. Disponibles en el dominio de NASA: [http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance\\_id=ocean\\_month](http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_month) para las localidades estudiadas, Isla Cochinos, Chaicura, Punta Yuste, Faro Corona y Ahui asociadas a Ancud; Isla Acui, Quilún e Isla Tranqui, asociadas a Queilén, bajo sistema diurno y nocturno.

Debido a lo somero de las estaciones muestreadas no se realizó un análisis de masas y cuerpos de agua a través del análisis de diagramas T-S.

Las series de tiempo de temperatura y concentración de oxígeno disuelto utilizadas fueron valores horarios, obtenidos a partir de observaciones cada 10 minutos registradas utilizando dos sensores dobles de temperatura y concentración de oxígenos disuelto marca INNOVEX, modelo OXIDATA los cuales fueron instalados a 2 metros del fondo mediante un fondeo en una línea vertical la cual consta de boyas sub-superficiales para mantener la verticalidad de la línea del fondeo.

El registro de la temperatura y concentración de oxígeno consistió del promedio de registros cada 30 segundos y a partir de esta información se generó la serie horaria analizada, por un periodo de 30 días. Esta última fuente de datos correspondió a datos registrados por la UNAP en Teresita (Canal de Chacao), sector donde la Universidad tiene su estación de muestreo experimental.

Las series de datos horaria de temperatura y concentración de oxígeno disuelto fueron sometidas a un análisis espectral empleando el método descrito por Bendat y Piersol (1972) utilizando la transformada rápida de Fourier. Las series fueron divididas en un número variable de trozos de igual longitud y se calculó el poder espectral de cada uno de ellos. Previamente, a cada segmento se le eliminó la tendencia lineal y se le aplicó una ventana



hanning. Posteriormente las estimaciones espectrales fueron promediadas para cada frecuencia, obteniéndose una estimación de mayor significado físico y estadísticamente más confiable. Los grados de libertad de las estimaciones finales corresponden al doble del número de trozos empleados.

#### **4.6 Objetivo específico 3.2.4. Determinar el impacto biológico de los artes de pesca actuales y potenciales.**

*Requerimiento metodológico 5.6 Para dar cumplimiento al objetivo 4.4 el consultor deberá determinar el arte de pesca que genere menos impacto al ambiente y que sea más selectivo (gachos v/s nasas), principalmente que evite la captura de hembras en periodo de puesta y de tallas inferiores a la permitida. El consultor deberá realizar un estudio comparativo dos o más artes de pesca que garanticen evitar: a) la captura de ejemplares hembras en periodo de puesta y b) la captura de ejemplares (machos o hembras) bajo la talla permitida.*

El impacto biológico de cualquier arte de pesca se relaciona principalmente con el impacto sobre la abundancia o el efectivo poblacional total, pero en particular sobre las hembras en estado avanzado de madurez, las hembras en plena postura y sobre los subadultos o juveniles tanto de machos como hembras.

Existen otros impactos biológicos que resultan de usar uno u otro arte, como ejemplo está los disturbios del hábitat, el que éstos actúen incidentalmente sobre otras especies no objetivos del arte, para cuya evaluación se requiere de uno o más estudios especialmente enfocados a evaluar estos aspectos.

En atención a lo señalado, este objetivo se abordó comparando el arte de pesca tradicionalmente usado en la pesquería del recurso (gancho) con tres tipos de trampas (Cesto tipo Nasa Española, Trampa de refugio tubo, Trampa de refugio pota) sobre la base de dos indicadores: i) Eficiencia (cpue); ii) Selectividad del arte



relacionándola con la captura de tallas inferiores a la talla legal de extracci3n, a la captura de hembras en postura y la composici3n de sexos de las capturas.

#### **4.6.1 Selecci3n del Área de Estudio**

Para la selecci3n del área de estudio, donde se comparó el arte de pesca tradicionalmente usado en la pesquería, buceo con gancho, con los artes de pesca estáticos, se realizó una revisi3n histórica de los desembarques y sus puertos asociados, la cual contribuyó a corroborar la informaci3n disponible sobre los principales puertos de desembarque y procedencias que presentaban a través del tiempo las mayores capturas. Para ello se efectuó: i) una revisi3n de la informaci3n oficial emitida por el Sernapesca a través de los Anuarios Estadísticos de Pesca, periodo 1998 a 2008, disponible en la página web; y ii) un análisis de la Base de datos de pulpo del sur, recopilada por IFOP, entre los años 1997 y 2007, mediante el proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bentónicas.

La revisi3n de las estadísticas oficiales indicaron que: i) los puertos que registraron los mayores desembarques fueron: Calbuco, Ancud, Castro y Quell3n; ii) para los años 2004 y 2005, no se dispuso de informaci3n de desembarque desagregada por puerto; iii) los puertos de Dalcahue y Queilén, no se encontraron representados en la serie y iv) los desembarques presentaron un aumento a partir del año 2006, siendo Quell3n, el puerto que con mayor captura, 716 t el año 2008, seguido de Calbuco, en torno a las 600 toneladas.

La serie recopilada por IFOP, que corresponde a un muestreo de los desembarques por puerto, permitió observar 3 períodos: i) 1995 a 2001, se registran desembarques en Ancud y Quell3n, siendo Ancud el puerto con mayor volumen de desembarque, alcanzando valores máximos en los años 1997 y 1998; ii) 2002 a 2004, se incorpora Dalcahue como centro de



monitoreo, los mayores volúmenes de desembarque muestreado son aportados por Quellón (año 2003); iii) 2005 a 2007, Quellón continuó presentando los mayores desembarques, con una disminución considerable en el puerto de Ancud. A partir del año 2006, se incorporó en el monitoreo el puerto de Queilén.

Complementariamente con el fin de establecer el área de calado de las artes de pesca y obtener características físicas de las procedencias, tales como: profundidad, sustrato del área, temporadas de mayores capturas, uso del hábitat de la especie (zonas de alimentación o refugio); entre mayo y junio de 2009 se realizaron 41 entrevistas a pescadores artesanales (buzos) en los principales puertos de desembarque: Calbuco (3), Ancud (9), Dalcahue (9), Queilén (11) y Quellón (9); con el fin de que esta información contribuyera a definir en forma más apropiada las áreas a seleccionar para efectuar el experimento con los artes estáticos.

Las entrevistas fueron aplicadas a pescadores en forma aleatoria. Los pescadores señalaron 48 procedencias como zonas de pesca, siendo las más citadas, en un 65%, Faro Corona y Ahui, asociadas al puerto de Ancud; Aituy, Paildad, San Juan, Acui y Centinela asociadas al puerto de Queilén; Cailin, Laitec y Yelcho asociadas al puerto de Quellón. En Dalcahue sólo mencionaron el puerto de Dalcahue.

Los rangos de profundidad indicados, donde habita el pulpo, estuvieron entre 5 a 50 m. El 70% de los entrevistados señalaron que las mayores capturas se registraban entre los 5 -15 m, el 25% entre 16 y 30 m y el porcentaje restante en profundidades mayores. El 95% de los encuestados señaló que el pulpo lo capturaban en sustrato rocoso y el 61 % señaló que este sustrato corresponde a zonas de refugio de pulpo y presencia de alimento.



Como criterios para extraer el recurso y seleccionar la zona de captura indicaron principalmente la abundancia (36%), entendiéndose por ella una observación empírica sobre la cantidad de pulpos en el área; el rendimiento (20%); cercanía a la caleta (25%) y finalmente las condiciones de accesibilidad (buen tiempo) (13%).

Los resultados señalados anteriormente fueron conjugados con aspectos operativos, lo que llevó a establecer inicialmente zonas aledañas a Quellón y Quellón como los lugares más aptos para ejecutar ambos experimentos: i) captura de pulpos con artes estáticos y ii) seguimientos in situ. Sin embargo, factores en terreno incidieron en efectuar un cambio de área, reemplazando la zona aledaña a Quellón por una zona aledaña a Dalcahue, para efecto de llevar a cabo los experimentos de captura de pulpo con artes estáticos, si bien se determinó que en los tres puertos hay sectores apropiados para realizar el estudio comparativo entre las artes de pesca para la captura del pulpo.

Las entrevistas efectuadas en Dalcahue, no dieron cuenta apropiadamente de la existencia de áreas de procedencia de pulpo, sin embargo el conocimiento en terreno unido al análisis de las bases de datos de IFOP, en este aspecto, permitieron identificar áreas que se podrían calificar de “reciente explotación”, mientras que en Quellón, los desembarques oficiales de Sernapesca y muestreos de IFOP, daban cuenta tanto de un largo periodo de extracción como de volúmenes importantes de desembarque asociados al puerto, por lo que en propiedad podía considerarse una zona de “explotación histórica” del recurso en la X Región.



#### 4.6.2 Descripción de artes de pesca

A continuación se describen los artes de pesca utilizados durante este estudio:

- Trampa refugio pota, consiste en un cántaro de polietileno de aproximadamente 34 cm de largo y 15 cm de alto, con un volumen aproximado de 8.000 cm<sup>3</sup>, contando una abertura de ingreso frontal, una abertura más pequeña en su parte posterior y una base de cemento (**Fig. 18**).
- Los cestos tipo nasa española se construyeron emulando el modelo utilizado por los pescadores españoles con armazón de hierro y malla plástica, con un tubo de ingreso de PVC de 9 cm de diámetro interno, con un volumen aproximado de 9.800 cm (**Fig. 18**).
- La trampa tipo refugio fue construida con tubos de HEDP (tubo de plansa) de 9 cm de diámetro interno de aproximadamente 50 cm de longitud, sellados con cemento por un extremo, con un volumen total de 2.300 cm<sup>3</sup> (**Fig. 18**).
- Buceo semiautónomo con gancho; la extracción del recurso se realiza desde embarcaciones equipadas con compresor y equipos de buceo semi-autónomo (“hooka”) con una o dos salidas. Los buzos utilizan gachos para atrapar los ejemplares y quiñes para guardar la captura (Olguín, 2007) (**Fig. 18**).

#### 4.6.3 Evaluación de los artes de pesca

##### 4.6.3.1 Captura con gancho

El monitoreo de la pesquería con gancho se realizó a través del seguimiento y monitoreo de una muestra de 10 viajes realizados por embarcaciones artesanales, cuyo objetivo de pesca era la captura de pulpo. Cuatro viajes se monitorearon en la estación de invierno y 6 en primavera, en áreas de pesca asociadas a los puertos de



Dalcahue, Queilén y Quellón (**Tabla 5**). La selección del área donde se efectuaron las capturas fue determinada por el buzo y/o patrón de cada nave. Un muestreador a bordo de cada nave registró: i) la ruta de navegación mediante GPS; ii) variables pesqueras asociadas a la extracción; e iii) información de tipo biológica de una muestra de las capturas; datos que en conjunto permitieron alcanzar el objetivo planteado. Los ejemplares muestreados fueron seleccionados en forma aleatoria del producto de cada inmersión realizada por los buzos, llegándose en algunos casos a muestrear el 100% de la captura obtenida en una inmersión/buzo. En los viajes monitoreados en invierno el porcentaje de ejemplares muestreado fue menor, debido principalmente a que no fueron favorables las condiciones ambientales y logísticas para realizar el muestreo a bordo (**Tabla 5**).

Cada ejemplar de pulpo muestreado fue sexado y medida su longitud total (LT) y longitud del manto (LM) en cm con un “pulpometro” y registrado su peso total con una balanza de precisión 0,1 g.

Metodología similar fue aplicada en otras pesquerías de recursos bentónicos para contribuir a caracterizar el proceso de pesca (Soto *et al.*, 1999, Barahona *et al.*, 2005, Molinet *et al.*, 2007).

#### **4.6.3.2 Evaluación de los artes estáticos**

Se efectuaron ocho experiencias de captura con artes estáticas, 4 en invierno; 2 en primavera y 2 en verano-otoño, en zonas de pesca de pulpo asociadas a los puertos de Quellón y Dalcahue (**Tabla 6**). En las primeras campañas realizadas en el mes de junio, consideradas de carácter experimental, no se uso carnada. A la luz de los resultados obtenidos (prácticamente nula captura), en las campañas siguientes se empleo carnada consistente en jaibas (*Cáncer* spp. y *Homalaspis plana*).



Para la realización de la operación de calado, lance y virado de las artes de pesca en cada zona (área asociada a Dalcahue y Quellón), se utilizó una embarcación artesanal de 12 metros de eslora. La excepción la constituyó la campaña de verano donde se utilizó una embarcación de cabotaje, lo que permitió maniobrar de mejor manera los artes de pesca.

Los tres tipos de arte estáticos empleados fueron instalados en una línea madre de cabo de perlón de 10 mm, en grupos de 3 dispuestos al azar, a una distancia aproximada de 1 metro uno del otro, de forma de ofrecer la alternativa de elección para el pulpo. Dentro de una misma línea, los grupos fueron puestos a una distancia de 15 metros aproximadamente entre ellos (**Fig. 19**).

El diseño de muestreo presentó algunas variaciones respecto a lo comprometido en la propuesta técnica, con el fin de ajustar la metodología a las condiciones locales. A su vez, el diseño se fue ajustando a la luz de los resultados obtenidos en cada campaña.

En la experiencia de invierno no se consideraron replicas, instalándose 5 grupos de profundidad: 5, 15, 30, 50 y >60 metros. La elección de los estratos se basó en la siguiente información disponible: i) registros de literatura que reportan capturas desde el intermareal hasta los 30 y 48 m (Chong *et al.*, 2001; Barahona *et al.*, 2005); ii) descripción de existencia de ejemplares trampas por estrato de de *E. megalocyathus* hasta profundidades de 220 m (Osorio *et al.*, 2006); iii) resultados del análisis de la base de datos IFOP; iv) entrevistas aplicadas en el presente proyecto y v) experiencia de capturas de pulpos vivos del equipo de trabajo de la UNAP, en el proyecto FONDEF D06 I1051 sobre cultivo de la especie.



Analizados los resultados de la experiencia de invierno se consideró apropiado aumentar el número de artes por línea, para cubrir una mayor área de distribución del recurso en el lugar de experimentación, en este contexto se optó por reducir la cantidad de estratos de profundidad, utilizando para las temporadas de primavera y verano las profundidades de 10, 20 y 50 m. (**Tabla 7**). A su vez, en la experiencia de primavera se aplicó una segunda corrección, se consideraron 3 réplicas por línea, por profundidad, de 5 grupos de trampas cada una y en la temporada de verano se realizó un nuevo ajuste, se aumentó el número de grupos de trampas por línea a 15, se replicaron 3 veces por estrato de profundidad, contabilizando un total de 45 grupos de trampas y 135 trampas por estrato (**ver Tabla 6**).

El tiempo de reposo utilizado para las experiencias realizadas en la estación de invierno y primavera, fue de tres días efectivos en el agua, variando cada experiencia entre 9 y 16 días. Para la campaña de verano, el tiempo de reposo se aumentó a 10 días efectivos.

La profundidad y el tipo de sustrato de los sitios donde se instalaron las líneas de pesca fueron registrados con un ecosonda Raymarine Fishfinder L265. A su vez, la zona fue georreferenciada utilizando un GPS Garmin (**Tabla 7**).

Todos los ejemplares de pulpos capturados mediante estos artes fueron sexados y medida su longitud total (LT) y longitud del manto (LDM) en cm con un “pulpometro” y registrado su peso total con una balanza de precisión 0,1 g.



#### 4.6.3.3 Análisis de datos

Los datos recopilados fueron ingresados en una base Excel y analizados mediante estadística descriptiva, correspondiendo los datos de las capturas mediante buceo a una muestra y el de los artes estáticos a un censo de las capturas. Los indicadores evaluados fueron:

i) **Selectividad por arte:** La selectividad del arte fue evaluada para los artes estáticos por estrato de profundidad y zona de muestreo, mientras que para el buceo con gancho sólo por zona de muestreo. Los resultados se expresan en términos de:

- **Número de Individuos capturados:** Se contabilizó el número de individuos capturados por arte de pesca, profundidad (caso de artes estáticas) y zona de muestreo.
- **Estructura en peso de los ejemplares capturados:** Se empleó estadística descriptiva para estimar el peso promedio, moda, peso máximo y mínimo; de todos los individuos capturados con las artes estáticas. Para el caso de los ejemplares capturados con gancho y muestreados se estimaron los mismos indicadores. Se construyeron histogramas de frecuencia para visualizar la estructura en peso de las capturas.
- **Estructura de talla:** Se empleó estadística descriptiva para estimar la talla media (LDM y LT), moda, talla máxima y mínima; según el arte de pesca, por área y estrato de profundidad (artes estáticos). Se construyeron histogramas de frecuencia para visualizar la estructura de talla de las capturas.
- **Proporción sexual:** se determinó la proporción de hembras y machos presentes en el total de la captura obtenida por medio de los artes estáticos y de la muestra obtenida en los viajes monitoreados donde la captura fue con gancho.



- i) **Captura por unidad de esfuerzo (CPUE):** En este análisis las unidades de muestreo son los trampas, tubos o potas empleadas por experimento y se conoce la captura y el esfuerzo de pesca por cada “estrato o agrupación”

Para estimar la cpue de estos artes estáticos, se consideró la captura en kilogramos por arte de pesca (trampa tubo, pota, nasa) en cada área. El esfuerzo se analizó en base a los siguientes datos: horas de reposo y número de trampas (tubos, potas y nasas) colocadas en cada área de pesca (Tsangridis *et. al.*, 2002).

Para la estimación de la cpue obtenida a partir de la muestra de viajes que capturaron con gancho, las unidades de muestreo fueron los viajes/embarcación, al interior del cual se realizó un censo de las inmersiones realizadas por él o los buzos, esto implica que se conoció la captura y el esfuerzo de pesca para cada viaje dentro de cada “estrato o agrupación” temporada – puerto. Se realizó una estimación para el arte de pesca empleando los siguientes estimadores.

### **Estimador de la CPUE por arte de pesca**

Este estimador  $CPUE_j$  corresponde a un estimador de razón de las  $CPUE_{ji}$  ponderado por la importancia relativa de la captura de cada uno de los viajes que forman parte de la muestra.

$$CPUE_j = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{C_{ji}}{C_0} CPUE_{ji}$$



donde

$$C_0 = \sum_{i=1}^{n_j} C_{ji} ; \quad CPUE_{ji} = \frac{\sum_{k=1}^K C_{jik}}{\sum_{k=1}^K E_{jik}}$$

**Estimador de la varianza de  $CPUE_{ji}$**

$$\hat{V}(CPUE_{ji}) = \left(1 - \frac{n_j}{N_j}\right) \frac{1}{n_j \hat{C}_j^2} \frac{\sum_{i=1}^{n_j} C_{ji}^2 (CPUE_{ji} - CPUE_{j\hat{}})^2}{(n_j - 1)}$$

Este estimador puede ser también aplicado a muchas otras situaciones como “estrato” (temporada, puerto, temporada-puerto, arte de pesca) o global.

Dado que, en general, el número de viajes donde se usa un arte de pesca es alto, se puede asumir que la fracción de muestreo ( $n_j/N_j$ ) es despreciable, vale decir el número de viajes muestreados usando un particular arte pesca es pequeño en relación al total de viajes realizados

donde

$$\hat{C}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} C_{ji}$$

- $CPUE_{ji}$  : Captura de pulpo por hora de buceo en el viaje  $i$  empleando el arte de pesca  $j$
- $C_{ji}$  : Captura (kg) de pulpo en el viaje  $i$  empleando el arte de pesca  $j$
- $C_0$  : Captura (kg) de pulpo en el total de viajes muestreados



- $C_{jik}$  : Captura (kg) de pulpo en la inmersi3n  $k$ , en el viaje  $i$   
empleando el arte de pesca  $j$
- $E_{jik}$  : Captura (kg) de pulpo en la inmersi3n  $k$ , en el viaje  $i$   
empleando el arte de pesca  $j$
- $\bar{C}_j$  : Estimador de la captura promedio por viaje
- $n_j$  : N3mero de viajes en la muestra para el arte de pesca  $j$
- $N_j$  : N3mero de viajes totales para el arte de pesca  $j$

Gen3ricamente, un intervalo de confianza para la  $CPUE$  ( $IC_{cpue}$ ), est3 dado por:

$$\left[ CP\hat{U}E - t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} \sqrt{\hat{V}(CP\hat{U}E)}; CP\hat{U}E + t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} \sqrt{\hat{V}(CP\hat{U}E)} \right]$$

#### 4.6.3.4 Captura de otras especies

Se consider3 pertinente efectuar un registr3 de la captura de otras especies en los artes est3ticos, para ello en la primera campaa se realiz3 un registro de otras especies presentes en los artes, registr3ndose la captura en n3mero de especies no objetivo, las que fueron clasificadas por grupo taxon3mico principal. Los resultados fueron analizados con estadística descriptiva.

Durante las campaa de primavera y verano, el aumento en el n3mero de lneas de muestreo, asociado a la mayor complejidad en las operaciones de virado, no permiti3 efectuar este trabajo, priorizando la actividad central del registro de la especie principal objeto de estudio.



#### **4.7 Objetivo específico 3.2.5. Proponer un plan de administración de la pesquería del recurso.**

*Requerimiento metodológico 5.7 Para dar cumplimiento al objetivo 4.5. Proponer las bases para un plan de administración de la pesquería del recurso y su sustentabilidad en el tiempo, basado en la información generada por el proyecto*

En general, las medidas conservación aplicables en Chile para este recurso, se resumen en los artículos 3 y 4 de la Ley de Pesca, y consideran la posibilidad de aplicar vedas biológicas o extractivas, fijación de tamaños o pesos mínimos de extracción por especie en un área determinada y sus márgenes de tolerancia, cuotas y fijación de las dimensiones y características de las artes y los aparejos de pesca. A la fecha, la Subsecretaría de Pesca sin considerar la biología de cada especie explotada en Chile ha definido la siguiente regulación para pulpos:

- Veda comprendida entre el 15 de noviembre y el 15 de marzo, ambos días inclusive (D.S N° 137/85), y
- Talla mínima de extracción de 1 kg (D.S N° 137/85).
- Veda total por tres años entre el 18 de octubre de 2009 y el 18 de octubre de 2011 (D. Ex. N° 1308).

Las medidas establecidas tienden a proteger la explotación tanto de hembras como de machos, cautelando la potencial descendencia de estos individuos, con intención de maximizar el aprovechamiento en peso del recurso y a la vez, permitir la incorporación de los juveniles al stock desovante.

El desarrollo de este objetivo, utilizó como base de información los antecedentes biológico-pesqueros recopilados en el marco del Programa Anual de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas (1995-2008), desarrollado por IFOP, los antecedentes bibliográficos disponibles y los datos biológicos y pesqueros que se recopilaron



durante la ejecución de este estudio. Así también se hizo uso de las bases para el manejo de la pesquería de pulpo *Octopus bimaculatus* en Baja California (Torreblanca, 2008).

En este contexto, la recolección y el análisis de datos biológicos, orientados a caracterizar la heterogeneidad espacial en los procesos dinámicos que determinan la productividad de este recurso y el análisis de los datos pesqueros a fin de describir la dinámica espacial del esfuerzo, permitieron construir indicadores biológicos-pesqueros, que en un contexto espacial y temporal posibilitaron detectar indicadores de mayores zonas de abundancia obtenidas a través de este método indirecto de análisis de zonas con mayores capturas, las que podrían ser indicadoras de mayores sucesos de reclutamiento, aspectos analizados en el objetivo 3.2.1 de este proyecto, y que podrán ser utilizados como base para la discusión del manejo de esta pesquería.

En una primera etapa, se analizó en un contexto espacio-temporal, los indicadores pesqueros utilizados en el marco del proyecto *Seguimiento de las pesquerías bentónicas*, lo que dio cuenta de una visión global de la distribución del recurso. De esta forma el diagnóstico cubrió la estimación del desembarque, la información de captura, esfuerzo y rendimientos pesca. Los datos de composición de tallas y sexos presentaron algunas limitaciones ya que no fue posible observar la heterogeneidad a nivel de áreas de pesca o procedencia de la captura, sin embargo reflejan parcialmente la situación de los desembarques asociados a puertos. El análisis de estos indicadores permitieron identificar con mayor precisión las fallas de información y los acentos que se deben colocar en el monitoreo.

La selección de los indicadores y criterios adoptados responden a objetivos de administración como:



- Viabilidad reproductiva del stock a largo plazo
- Detección de cambios y prevención de daños del potencial reproductivo del recurso
- Áreas y periodos de cierre de la pesquería, si es que corresponde
- Rotación de áreas de explotación

Investigaciones referidas al manejo de recursos bentónicos, han orientado sus esfuerzos a implementar medidas reactivas *ad hoc* para cada recurso. De esta manera, por una parte, variadas disciplinas quedan excluidas del análisis ya que la mirada es netamente pesquera y por otro lado, el enfoque monoespecífico considerando que el recurso es único dentro del ecosistema es totalmente equivocada. En este sentido, los métodos convencionales de evaluación y manejo pesquero podrían no ser adecuados, sugiriendo que otros modelos puedan ser más propicios para evaluar estrategias de manejo alternativas.

Se recogió la experiencia adquirida en el desarrollo e implementación de planes de manejo de otras pesquerías, tales como la de erizo, luga roja y almeja, presentes en la región de Los Lagos.

#### **4.8 Ejecución de talleres**

*Requerimiento metodológico 5.8. El consultor deberá realizar dos talleres, el primero al inicio del proyecto con la finalidad de coordinar actividades con el FIP y Subpesca, y un segundo taller con la finalidad de difundir resultados, considerando la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de las pesquerías, el que deberá efectuarse antes de la entrega del pre-informe final.*

De acuerdo a lo consignado en el requerimiento metodológico 5.8 en el proyecto se realizaron talleres de trabajo.



El primer taller tuvo la finalidad de coordinar actividades con el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y la Subsecretaría de Pesca. Esta actividad tuvo el carácter finalmente de reunión.

El segundo y tercer taller estuvo orientado a la coordinación con el equipo de la UNAP, con quien se desarrolló en forma conjunta este proyecto, y a la socialización y discusión de los resultados del trabajo. La metodología empleada en ambas ocasiones fue la presentación en power point de los distintos aspectos del proyecto, en la cual hubo participación de todos los actores.

El cuarto taller de trabajo tuvo la finalidad de difundir los resultados obtenidos en la ejecución de este proyecto (**Anexo 4**). Se usó la misma metodología empleada en los talleres anteriores centrandose el trabajo en la entrega y discusión de los resultados obtenidos. Se invitó, vía e-mail y carta enviada por correo certificado, a 50 personas, todas las cuales desarrollaban actividades en los distintos ámbitos del quehacer nacional y vinculado de una u otra forma con el recurso. Se privilegió realizar todos los talleres en la ciudad de Puerto Montt, con excepción del primero de ellos, en consideración a que el proyecto estaba centrado en dicha Región.

#### **4.9 Elaboración de material audiovisual**

*Requerimiento metodológico 5.11. El proponente deberá comprometer la obtención de material fotográfico y/o audiovisual que de cuenta de las principales actividades del proyecto, éste deberá estar indicado en la propuesta técnica, describiendo el contenido del material para (los) informe(s), para fines de difusión que la Subsecretaría de Pesca determine. Este material podrá ser entregado en medios magnéticos, negativo o impreso*

Considerando lo consignado en las bases especiales de este proyecto, el material visual relativo a las diversas actividades desarrolladas en el proyecto se obtuvo básicamente: i) mediante el uso de cámaras fotográficas, tanto de IFOP como de UNAP y ii) el registro de filmaciones submarinas. Para desarrollar este último trabajo



el IFOP arrendó en dos oportunidades una embarcación artesanal, por lo cual las tomas fueron realizadas preferentemente por pescadores artesanales, quienes constituyen la mayor fuente de conocimientos acerca del proceso de pesca y del hábitat de estos recursos.

En la primera salida realizada con este fin, personal de IFOP desarrolló este trabajo. Posteriormente se realizaron gestiones con el equipo de trabajo conducido por el Dr. Carlos Molinet de la Universidad Austral de Chile, Sede Pelluco en Puerto Montt, quienes poseen equipos especializados en esta materia, con el fin de efectuar la segunda salida a terreno y obtener nuevo material filmico. Como se mencionó en el párrafo anterior se arrendó una embarcación artesanal y los buzos realizaron las filmaciones mediante una cámara submarina que fue llevada hasta la zona de pesca, en paralelo se empleo un Rob con el fin de complementar las observaciones y disponer de mayor cantidad de imágenes acerca del medio.

Los track seguidos por las embarcaciones fueron registrados con equipos data logger.



## **5. RESULTADOS**

---

Como se señaló en la introducción todas las tablas y figuras asociadas a los resultados se entregan en los respectivos anexos, al final del documento.

### **5.1 Actividades de coordinación**

Se debieron desarrollar variadas actividades de coordinación al interior de este proyecto dada su naturaleza, la participación de grupos de trabajos pertenecientes a diferentes entidades, IFOP y UNAP, y a la dispersión geográfica de los diferentes grupos participantes, Iquique, Valparaíso, Puerto Montt y Ancud.

A nivel local, llámese Ancud, las principales coordinaciones se establecieron entre personal de IFOP y pescadores artesanales, con el fin de obtener mensualmente el número de ejemplares requeridos para los estudios reproductivos y de crecimiento. Siendo el tiempo atmosférico uno de los factores más difícil de manejar y coordinar con la ejecución de los muestreos. Los resultados asociados a este aspecto se entregan en los puntos siguientes. Así también, se debió coordinar la ejecución de muestreos con CTD (realizados principalmente por la Universidad Austral de Chile) y la disponibilidad de arriendo de embarcación para dichos efectos.

Una segunda coordinación relevante fue la entrega de diversos materiales, incluidas las muestras, a los equipos de trabajo que así lo requerían en forma mensual.

Todas estas actividades requirieron una constante comunicación con la coordinadora del proyecto por parte de la UNAP, quien a su vez debía establecer las coordinaciones respectivas con sus unidades de terreno, siendo una de las principales Teresita, donde se realizaron los estudios de validación, así como con su grupo de trabajo en terreno.



## **5.2 Objetivo específico 3.2.1. Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del recurso pulpo en la X Región**

### **5.2.1 Actualización y revisión de literatura**

#### **a. Aspectos a considerar en la revisión de literatura**

Al explorar en los diferentes sitios especializados, se considera palabras claves; en el caso de cefalópodos éstas deben estar relacionadas a: Cephalopods, Cephalopoda y Cefalópodos propiamente tal. La forma en que se realiza la búsqueda incide en el resultado (**Tabla 8**).

#### **b. Revisión técnica de literatura disponible**

Una cifra menor al 0,4% de los trabajos registrados en las bases de datos de literatura especializada están referidos a *E. megalocyathus*. De un total de 3.224 publicaciones referidas a nivel mundial a cephalopods (revisados hasta abril de 2010) sólo 35 correspondieron al Género *Enterocyathus* y de estas 12 a la especie en estudio, comprendida en publicaciones directas o indirectamente relacionadas (**Tabla 9**). Cabe consignar que mientras la producción de publicaciones a nivel mundial de cefalópodos en general aumentó en un 6,2% entre septiembre del 2009 y abril del 2010, el número de trabajos relacionados al Género *Enterocyathus* y a la especie *E. megalocyathus* permaneció invariable (**Tabla 10**).

En la categoría de Cefalópodos (**Ver punto a**) los 73 trabajos registrados (**ver Tabla 8**), fueron generados en 16 países, el 29% de ellos en España, el 10% en Chile y un 7% en Venezuela (**Fig. 20**). El análisis a nivel de Género *Enterocyathus* indica que en sólo ocho países se han realizado trabajos sobre este género, destacando Argentina (8 trabajos), Estados Unidos (7 trabajos), Chile (5 trabajos) y México (4 trabajos),



estudios que coinciden con la presencia de especies de *Enteroctopus* del mundo (*E. dofleini*, *E. juttingi*, *E. zealandicus*, *E. magnificus*, *E. membranaceus*, *E. megalocyathus*). Por su parte, las publicaciones presentes en las bases de datos de los sitios especializados en ciencias referidas a *E. megalocyathus* fueron generadas en Argentina (8) y Chile (2), encontrándose 2 trabajos en los que se relacionan indirectamente a esta especie y fueron generados en Espa1a y M3xico (**Fig. 20**).

Paralelamente, el resultado de consultas a los cat3logos en l3nea de bibliotecas especializadas en ciencias del mar u otros sitios en Internet (no necesariamente especializados), registraron la presencia de 56 trabajos que recopilan alg3n tipo de informaci3n sobre el recurso, siendo la principal fuente los informes realizados por IFOP en el per3odo 1995-2009, que incluyen la identificaci3n de la especie para Chile en el a1o 1998, dentro del marco del programa "Investigaci3n Situaci3n Pesquer3a Bent3nica". En segundo lugar se ubica la contribuci3n de trabajos generada por cient3ficos argentinos. En proporci3n el 54% de los estudios se realizaron en Chile, mientras que un 39% tuvieron su origen en Argentina y un 2% en Inglaterra, generada por estudios en Isla Falkland. En el **Anexo 2** se entrega el total de literatura referida al recurso en estudio, totalizando 68 trabajos m3s sitios relacionados presentes en la web.

### **c. Tem3tica de Investigaci3n**

La recopilaci3n de informaci3n establece que a nivel mundial en las diferentes especies de cefal3podos se han realizado trabajos en 8 3reas (**Tabla 11**), las que abarcan 36 tem3ticas, algunas de ellas a su vez se dividen en diferentes t3picos (i.e. Reproducci3n y desarrollo, Nutrici3n y h3bitos alimenticios, Manejo Pesquero), los que en total alcanzan un n3mero de 17.



La información referida a *E. megalocyathus*, indica que se ha generado estudios en 5 áreas de investigación, abarcando 22 temáticas (**Tabla 11**), y al interior de estas, 8 tópicos, estando disponible principalmente estudios biológicos y datos de la pesquería y denotándose ausencia de trabajos de investigación en áreas tales como: i) Paleontología; ii) Administración y iii) Bioeconomía. Al interior de las áreas que registran información no se reportó la presencia de trabajos en las temáticas: Genética, Anatomía interna ultraestructural, Reclutamiento, Dinámica poblacional, Modelos tróficos, Ecología parasitaria, Tasa de conversión, Artes de pesca, Manejo Pesquero, Modelos Bioeconómicos e Indicadores Bioeconómicos. A nivel de tópicos, no se registra información relativa a: Ritmos de alimentación, Fisiología de la digestión, Cuantificación consumo de alimento, Diferencias en la dieta y Requerimientos nutricionales.

De los trabajos reportados sobre la especie objeto de este estudio, el 34% esta enfocado en el área de la Pesquería, le siguen con un 30% y 20% trabajos realizados en Biología y Ecosistemas, respectivamente, el restante 16% se distribuye entre Ecología, Acuicultura y Otros (**Tabla 11**). Cabe señalar que una publicación puede abarcar más de un área de investigación. En el área “Otros” se incluyeron temas como Revisiones bibliográficas o Estado del arte del recurso.

Hubo un aumento de trabajos sobre el recurso *E. megalocyathus* en el tiempo, existiendo la mayor divulgación, 54 publicaciones, entre los años 2000 y 2009, cifra que representa el 79% de un total de 68 trabajos recopilados, destacando los años 2001 y 2006. Le sigue en importancia la década de los 90 con un 15%, y anterior a ella la de los 80 con un 4% (3 trabajos) (**Fig. 21**).



#### **d. Diagnósis de la especie**

*E. megalocyathus* es un molusco perteneciente a la Clase Cephalopoda, Familia Octopodidae. Esta especie se caracteriza por su color gris o color pardo rojizo, manto oval de pared gruesa y textura de la piel lisa. La cabeza es relativamente estrecha con el cuello bien marcado. La identificación específica se basa principalmente en las características del tercer brazo derecho hectocotilizado que presenta un surco bien notorio cubierto de un repliegue desde la membrana interbraquial hasta el nacimiento del cálamus. La lígula es grande (de 11 a 22% del tamaño del brazo hectocotilizado), con un surco longitudinal profundo y cálamus corto.

Gacitúa y Oyarzún (2001) realizaron un análisis multivariado de la morfometría de *E. megalocyathus* de tres localidades del sur de Chile (Ancud, Quellón, Melinka) y los compararon con ejemplares de *O. mimus* provenientes de Iquique. Los resultados indicaron que el análisis de componentes principales realizado sobre 17 variables morfométricas muestra una completa sobreposición de las tres localidades, explicando las dos primeras componentes el 68% de la varianza total. Por otro lado, al comparar los pulpos del sur con ejemplares de *O. mimus*, se observa una clara separación explicando las dos primeras componentes el 70% de la varianza total. Del análisis morfométrico se concluye que los individuos de las localidades analizadas, corresponden a un sólo patrón morfológico que sería *E. megalocyathus*, el que se diferencia claramente de *O. mimus*, implicando que el conocimiento acumulado que se tenía sobre esa especie no es atribuible a las poblaciones que se explotan en el sur de Chile.

En el siguiente cuadro se entregan algunos caracteres morfológicos que ayudan a diferenciar a *E. megalocyathus* de *O. mimus*. (Datos obtenidos de Guerra *et al.*, 1999; Rocha, 2003; Cardoso *et al.*, 2004).



<b>Carácter</b>	<b><i>E. megalocyathus</i></b>	<b><i>O. mimus</i></b>
Laminillas branquiales	En un número de 10 a 11	En un número de 7 u 8
Ventosas	Grandes en todos los brazos	De tamaño medio, grandes sólo en los brazos 2 y 3
Umbrela	Se extiende a lo largo de la cara ventral de los brazos.	Moderadamente profunda
Textura de la piel	Lisa	Rugosa
Lígula	De 11 a 22% del tamaño del brazo hectocotolizado	De 1,4 a 1,5% del tamaño del brazo hectocotolizado
Cálamus	Corto	Largo
Espermatóforos	Equivalentes entre un 30 a 41% de la longitud dorsal del manto	Equivalentes entre un 70 a 298% de la longitud dorsal del manto

Toll (1991) realizó una revisión sistemática de la familia Octopodinae, ordenando al grupo en 12 géneros de un número total de 25 que poseía antes de su revisión, entre los que se cuenta a *Enteroctopus*. Este autor, sin embargo, establece que muchos de estos caracteres requieren un estudio adicional para determinar su utilidad en la sistemática del grupo. Hudelot (2000), fue mas lejos y estudio al grupo de los octópodos, basado en caracteres moleculares (la extremidad 3' de la gran subunidad del ARNr (16S) y la tercera subunidad del citocroma c oxidasis), con el fin de establecer información complementaria en cuanto a las relaciones de parentesco entre las especies actuales. Los resultados obtenidos muestran entre otros aspectos que la clasificación del grupo Octopoda requiere una revisión completa, entre los que se incluye a la subfamilia Octopodinae (géneros *Octopus* y *Enteroctopus*). Los análisis moleculares ponen de manifiesto que esta revisión no debe solamente procurar redefinir las familias y las subfamilias sino que debe comenzar por estabilizar todos los géneros incluido *Enteroctopus* (monofilético<sup>8</sup>,) y *Octopus* (polifilético<sup>9</sup>,). Nuevos caracteres morfológicos por establecer, junto a análisis

<sup>8</sup> En filogenia, un grupo es monofilético (del griego: de una rama) si todos los organismos incluidos en él han evolucionado a partir de un ancestro común, y todos los descendientes de ese ancestro están incluidos en el grupo.

<sup>9</sup> Es un grupo taxonómico que contiene organismos pero carece de un ancestro común.



moleculares llevados en paralelo permitirán aportar una mirada complementaria indispensable sobre la clasificación del grupo.

#### **e. Distribución zoogeográfica**

La especie se distribuye en el litoral de la provincia biogeográfica Magallánica, extendiéndose latitudinalmente en Chile desde Puerto Montt (41° LS) hasta el Estrecho de Magallanes (53° LS). En Argentina desde el Golfo San Matías (41°30' LS) a Estrecho de Magallanes e Islas Malvinas (55° LS) (Ré, 1998). Sin embargo, el límite de distribución en Chile podría extenderse más hacia el norte considerando las condiciones oceanográficas semejantes, al menos hasta la zona de Corral (Chong *et. al.*, 2001) (**ver Fig. 2**).

#### **f. Distribución batimétrica**

Especie que puede encontrarse hasta los 220 m de profundidad (Osorio *et. al.*, 2006). Datos recopilados a través de encuestas realizadas a buzos mariscadores por parte de IFOP establecen que este es capturado entre 01 a 48 m de profundidad (Barahona *et. al.*, 2007).

#### **g. Biología**

Organismo de cuerpo blando musculoso y flexible, propiedad que les permite la capacidad de esconderse en espacios 10 veces más pequeños que su cuerpo. La concha típica de moluscos es vestigial. Los ocho brazos del pulpo cuentan con ventosas pegajosas y convergen en el cuerpo del animal, en su punto de convergencia presentan la boca en forma de pico córneo. En la cabeza se alojan los ojos, muy desarrollados, el cerebro y tres corazones. En el manto se ubican el resto de vísceras (Barnes, 1986; Rocha, 2003). El aparato digestivo en forma de U,



con disposición dorsal del esófago y estómago y ventral del ciego e intestino. El color de los órganos es crema-amarillento, salvo la glándula digestiva (pardo oscuro), los apéndices glandulares digestivos (blanco-cremosos) y el saco de la tinta (azul oscuro a negro) (Garri y Ré, 2002). Este último, segrega un líquido negruzco, la tinta, con la que enturbian el agua con objeto de ocultarse. La tinta es expulsada a través del sifón.

Poseen un complejo sistema nervioso, con unos ganglios alrededor del esófago que forman un auténtico cerebro. El cerebro se encuentra dividido en dos porciones, llamadas masa supraesofágica y masa subesofágica según su posición respecto al esófago. Poseen un sistema de fibras motoras gigantes que controlan las contracciones potentes y sincrónicas de los músculos del manto que permiten la salida a presión del agua de la cavidad paleal, lo que le da la posibilidad de escape rápido. El centro de coordinación de este sistema es un par de neuronas gigantes de primer orden (formadas por la fusión de ganglios viscerales) que dan a neuronas gigantes de segundo orden, y estas se extienden hasta un par de grandes ganglios estrellados. De estos ganglios estrellados unas neuronas gigantes de tercer orden inervan las fibras musculares circulares del manto. Los ojos del pulpo son órganos análogos al de los vertebrados, de distinto origen evolutivo y embrionario, pero por convergencia ambos son muy parecidos.

Estos animales se estima que viven entre 1,9 y 2,5 años, lo cual podría ser debido a la alta tasa de crecimiento y su corta vida denotada por el valor de Tmax (aproximadamente 2 años) (Chong *et. al.*, 2001).

El pulpo del sur presenta sexos separados con dimorfismo sexual, siendo la característica sexual externa, la presencia en los machos de un brazo adaptado para la reproducción denominado hectocotilo. Ortiz y Ré (2006) estudiando la biología del pulpo en el sector de la Patagonia Argentina registran como caso



excepcional la presencia de un ejemplar (de un total de 228 individuos muestreados) con aparato reproductor masculino y femenino, teniendo características externas de hembra, convirtiendo este trabajo en el primer reporte de pseudohermafoditismo en *E. megalocyathus*.

Diversos autores estudiando el recurso, tanto en Chile (Barahona *et. al.*, 2000; Chong *et. al.* 2001; Barahona *et. al.*, 2002), como en Argentina (Ré, 1984) han informado que la proporción sexual de esta especie en la mayor parte del año se presenta en torno a la razón macho: hembra de 1:1, observándose en algunos meses una tendencia de 1:2 (Barahona *et. al.*, 2002). Estos autores establecen que la razón por la cual llegan a registrarse en las capturas comerciales una mayor proporción de hembras, estaría asociada al mecanismo de oviposición característicos de cefalópodos, es decir, fijación de la hembra a la zona elegida mediante sus ventosas (la cual generalmente son cavidades en las rocas denominada por los pescadores como “cuevas”), asociado al comportamiento de vigilancia y cuidado de los huevos después de la puesta, lo que la hace ser altamente vulnerable a los buzos mariscadores.

Chong *et. al.* (op. cit.) establecen que la talla de primera madurez se localiza en machos a los 71,7 cm y en hembras a los 69,9 cm de longitud total, mientras que, considerando la longitud dorsal del manto (LM50%) ésta fue de 14,9 cm para ambos sexos. En tanto, estos mismos autores determinaron que el peso de primera madurez sexual en hembras se registra a los 1.329 g (intervalo de confianza 1.186 -1.450 g) y 1.424 g en machos (1.378 -1.475 g). Aedo *et. al.* (2001) concluyen en los mismos resultados, agregando además que las funciones de madurez ajustadas a las medidas longitud total (LT) y longitud dorsal del manto (LDM), en hembras y machos, mostraron un solo modelo de madurez, lo que sugiere que, para ambos sexos existe sólo una tasa de maduración para la zona de estudio (Ancud, Quellón, Melinka).



***E. megalocyathus***, en aguas chilenas registra un período de madurez máxima en primavera que se prolonga durante el verano, seguido de actividad mínima en otoño e inicio de un nuevo período de maduración en invierno (Chong *et. al.*, 2001).

Diversos autores (Ortiz *et. al.*, 2006; Ortiz *et. al.*, 2007; Ortiz y Ré, 2008; Ortiz 2009) estudiando el recurso en aguas argentinas (Provincia de Chubut) han demostrado que los machos maduran antes y a menores tallas que las hembras. El proceso de maduración sexual es anual y fuertemente estacional, con un pico reproductivo extendido desde mediados de la primavera hasta fines del verano y con una pequeña proporción de la población madura en invierno. El apareamiento puede ocurrir en el área submareal, sobre el final de la temporada de extracción, es decir noviembre y diciembre de cada año, mientras que en el ambiente intermareal superior no se registró actividad de cópula ni de desove.

El ciclo de desarrollo sigue los patrones conocidos para cefalópodos octópodos, es decir, oviposturas, eclosión de larva con apariencia de adulto, denominada paralarva. La hembra coloca las ovcápsulas en cuevas naturales y permanece junto a su postura para cuidarlas de potenciales depredadores. Este “anidamiento” ocurriría entre diciembre y febrero (Chong *et. al.*, 2001). La presencia de paralarvas en el Canal Moraleda entre febrero y marzo (Vega *et. al.*, 2000), indican que la zona puede ser un área de reproducción y puesta para esta especie durante la primavera y verano.

Ortiz *et. al.* (2006) en la Patagonia Argentina, describen por primera vez los huevos de esta especie, estableciendo que tienen forma de lagrima de un tamaño de 10,7 x 3,5 mm, cada racimo esta compuesto de 32 a 86 huevos, llegando a identificar puestas de hasta 1.469 huevos. En tanto, Chong *et. al.* (2001), estudiando el recurso en la Región de Los Lagos en Chile, indican una gran variabilidad en la fecundidad de la especie (número de cápsulas) a una misma longitud total (Ej: un animal de 100 cm



registra entre 1.250 a 12.250 ovocitos), la que se podría deber a los patrones de formación y desarrollo que siguen los ovocitos y que corresponderían al tipo de ovulación intermitente sincrónica. Lo anterior está relacionado con que no existe una formación continua de ovocitos durante el período reproductivo de la hembra.

Las estimaciones de fecundidad potencial registradas por Chong *et. al.*, (2001), hasta 20.000 ovocitos por hembra, distan mucho de las informadas por Ortiz y Ré (2008) y Ortiz (2009) para el recurso presente en la Provincia de Chubut (Argentina), las cuales variaron entre 1.427 y 6.940 ovocitos, mostrando valores más elevados en las hembras de mayor talla.

Ortiz *et. al.*, (2005), realizan observaciones de la paralarva, estableciendo que presentan largos totales entre 14,8 y 21,5 mm, largos de manto de 7 a 9,5 mm, poseen brazos 9,5% más cortos que el manto y un patrón distintivo en la forma y distribución de los cromatóforos. El mismo autor en el 2009 complementa esta información, estableciendo que los huevos y los ejemplares recién nacidos son claramente distinguibles por su tamaño, morfología y en el caso de las paralarvas por la disposición y arreglo de los campos de cromatóforos, del resto de las especies de cefalópodos descritas para el Atlántico sudoccidental.

Vega *et. al.*, (2000) estudiando las variaciones espaciales y temporales de cefalópodos en el Canal Moraleda registran la presencia de paralarvas de esta especie cuyos tamaños oscilaron entre 2,1 y 8,3 mm. Establecen que su abundancia en el lugar se explicaría por que la zona estudiada, con sus aguas someras y protegidas por canales, ensenadas y fiordos, representan un hábitat ideal para todo tipo de especies bentónicas.

La falta de estructuras rígidas permanentes en el cuerpo de los octópodos, sumado a un ciclo de vida muy corto (generalmente no más de dos años) y reclutamiento que



se extiende por varios meses, con una amplia variación en las tasas de crecimiento, aún entre organismos de una misma madre (Cortez *et. al.*, 1999; Boyle y Rodhouse, 2005), han dificultado la determinación de la edad. Las estructuras comúnmente utilizadas han sido la mandíbula (Chong *et. al.*, 2001; 2003), los estatocistos y concha vestigial o estilete (Márquez *et. al.*, 2006), estructuras donde es posible identificar líneas diarias de crecimiento (Bettencourt y Guerra, 2001).

Todos los autores establecen que estas estructuras son potencialmente útiles para la determinación de la edad y crecimiento en el pulpo, pero ninguno entrega antecedentes específicos para establecer la relación entre la edad y la talla o peso del animal.

Chong *et. al.* (2001) indican que existe una gran variabilidad tanto en el peso total como en la longitud total para un mismo número de incrementos en la mandíbula. Los experimentos para la validación de microincrementos realizado en condiciones de laboratorio, logró en sólo un ejemplar constatar la formación diaria de dichos incrementos. El animal que registró una longitud de manto de 180 mm, una longitud total de 890 mm y un peso total de 2.524 g presentó 122 marcas previas al período de estrés y deposición de incrementos normales. El número de incrementos determinados después del marcaje fue de 28, generados en un período de 31 días.

Estos autores establecen que estos incrementos diarios en *E. megalocyathus*, ya han sido señalados para otras especies de pulpos como son *O. vulgaris* (Raya y Hernández-González, 1998) y *O. mimus* (Araya *et. al.*, 1999).

Guerra (en Chong *et. al.*, 2001) establece que se debe tomar en cuenta que las mandíbulas aparecen en el embrión, en un estadio que depende de la especie y a una edad que depende de la temperatura a la que vivió. Se puede decir, que a



20°C, aproximadamente, lo hacen entre 15 - 20 días del desarrollo embrionario, sin embargo, no aparecen con la forma típica de una mandíbula que tienen los juveniles bentónicos y adultos, sino que aparecen dentadas por los bordes anteriores. Estos dientes se mantienen durante la fase planctónica y a medida que se van asentando al fondo, las mandíbulas se van conformando tal y como las conocemos en los juveniles bentónicos y adultos. En base a lo anterior, y para obtener una edad absoluta, se debe tener presente añadir entre 60 a 90 días a la edad estimada en base al número de incrementos registrados.

En los últimos años ha comenzado a ser utilizado el cristalino, como posible estructura para determinar la edad en octópodos, bajo el supuesto de que crecen en forma proporcional al cuerpo, dada su estructura de fibras concéntricas. Los ojos de los cefalópodos son comparados con los de los vertebrados (Wentworth y Muntz, 1992). Según estos autores, la estructura del ojo se determina en el estadio IX de la larva, consistente de un núcleo central, con capas sobrepuestas formadas por células lentigénicas, con la estructura exterior del lente formándose a partir de la fase larval XVI. Existen descripciones para el cristalino en vertebrados como ratones (Willis *et al.*, 1969), bovinos y pollos (Salvini-Plawn y Mayr, 1977) y por supuesto humanos (Cohen, 1965; Augusteyn, 2007, 2008) con una estructura de capas concéntricas de fibras alrededor de un núcleo, coincidiendo con lo descrito para el cristalino de los cefalópodos (Wentworth y Muntz, *op. cit.*). Augusteyn *et al.*, (2008) y Wheeler & King (1980) han empleado el peso del cristalino en canguro y conejo para determinar la edad, dado que su crecimiento es independiente del sexo y aparentemente también de los factores ambientales que modifican incrementos en talla y peso del organismo. Se han probado diferentes técnicas histológicas para exponer estas capas y evaluar su correlación con la edad y talla de *E. megalocyathus* (Barahona *et al.*, presente estudio).



Se ha descrito la presencia del parásito *Aggregata patagónica* en el tracto digestivo de *E. megalocyathus* (Sardella *et. al.*, 2000; Ibáñez *et. al.*, 2005), especialmente en el ciego e intestino. Tiene un ciclo de vida que incluye dos hospedadores: la fase sexual (gamogonia y esporogonia) que se desarrolla en el tracto digestivo del cefalópodo, y la asexual (merogonia) que ocurre en el de un crustáceo. Ibáñez *et. al.* (2005), indica que el género *Aggregata* spp. parasita a crustáceos braquiuros como hospedadores intermediarios. Sin embargo, Sardella & Martorelli (1997) han encontrado estos coccidios en crustáceos del suborden Natantia (*Pleoticus muelleri*, *Artemesia longinaris*), los que en aguas patagónicas (Argentina) podrían ser los hospedadores intermediarios que transmitirían el parásito a *E. megalocyathus*. En las costas de Chiloé este animal se alimenta de *Homalaspis plana*, *Cancer setosus*, *Cancer coronatus*, *Munida subrugosa* y *Petrolisthes* sp. Según Ibáñez *et al.* (2005), estos podrían ser hospedadores intermediarios de *Aggregata patagónica* en esta zona geográfica. Se sugiere que la abundancia de ooquistes está altamente relacionada con los hábitos alimenticios del hospedador, y que es dependiente de la frecuencia de consumo de crustáceos infectados. Además, ya que estos parásitos son muy específicos en el caso de los cefalópodos, pero no así en los hospedadores intermediarios (Olsen, 1974), la baja especificidad del parásito por el hospedador intermedio, al desarrollarse en varias especies de crustáceos, aumenta la probabilidad de transmisión.

Cuando la infección es generalizada puede provocar graves daños fisiológicos, como trastornos de absorción (Gestal *et. al.*, 2002a), disminuir su tasa de crecimiento, el tamaño máximo, y su esperanza de vida (Gestal *et. al.*, 1999), causar una hipertrofia de las células hospedadoras con un desplazamiento del núcleo, inflamación, fagocitosis, ulceración y destrucción de la arquitectura de los órganos (Gestal *et. al.*, 2002b).



## h. Ecología

*E. megalocyathus* Gould (1852), es una especie intermareal y submareal asociada a cuevas, grietas, aleros y playas de arcillas tobáceas o rocas de origen volcánico (Ortiz, 2009). Depredador oportunista, presenta una amplia variedad de presas, entre las más importantes se ubican cápsulas de *E. megalocyathus* y crustáceos decápodos (Chong *et. al.*, 2001; Pérez *et. al.*, 2006). Ibáñez *et. al.*, (2001), estudiando al recurso en la Isla de Chiloé, establecen que el pulpo se alimenta de crustáceos braquiuros como *Homalaspis plana*, *Cancer setosus*, *Cancer coronatus* y anomuros como *Petrolisthes* sp y *Munida subrugosa*, esta última también fue registrada en la dieta por Ré *et. al.*, (2006) junto a *Peltarion spinosulum* para las costas del Golfo de San Jorge en Argentina. Se registra además, conducta caníbal, especialmente en ejemplares pequeños (Chong *et. al.*, op. cit.) o bien cuando la comida es escasa y/o la densidad de la población es alta (Ibáñez y Chong, 2008). Vinuesa y Varisco (2007) registran por primera vez en los estómagos de pulpo del sur la presencia de la langostilla (*Munida gregaria*) en el sector del Golfo de San Jorge en Argentina. Ibáñez y Chong (2008), aportan interesantes datos en referencia a que establecen que pulpos grandes se alimentaron de cangrejos grandes en Ancud, mientras que en Quellón y Melinka pulpos pequeños se alimentaron de crustáceos pequeños principalmente. Estos autores además no registraron diferencia en la composición de presa entre sexos.

Por otro lado, en experimentos de laboratorio, Pérez *et. al.*, (2006) determinaron que las tasas de crecimiento del pulpo *E. megalocyathus* (Gould, 1852) fueron mayores cuando los animales eran alimentados con dietas basadas en crustáceos en comparación con dietas basadas en moluscos mitílidos, los cuales contiene mayor energía. Contrariamente, en otro estudio se ha encontrado que los crustáceos y en particular los decápodos contienen uno de los más altos



contenidos calóricos entre los invertebrados marinos, lo cual sugeriría una estrategia de depredación basada en la maximización de la energía (Ojeda & Dearborn 1991). La preferencia por crustáceos podría ser generada por la ingestión de compuestos necesarios para las moléculas que transportan oxígeno en la hemocianina de los pulpos, los cuales son proporcionados por los tejidos de los crustáceos (Ibáñez *et. al.*, 2009).

Ibáñez *et. al.*, (*op. cit.*) sugieren en base a estudios realizados en *Robsonella fontaniana*, que la cefalotoxina (glicoproteína tóxica) del pulpo podría estar penetrando a través de las articulaciones o los espacios naturales de las presas, para llegar al sistema nervioso. Esta suposición se basa en que tanto los quelípodos, caparazones y patas de los cangrejos estaban vacíos de tejidos posteriormente a la alimentación y que no se observaron evidencias de perforaciones en el exoesqueleto de los crustáceos consumidos por los pulpos.

Dentro de los depredadores del pulpo del sur se encuentran el león marino *Otaria flavescens* (Alonso *et. al.*, 2000), el delfín *Lagenorhynchus australis* (Schiavini *et al.*, 1996), el tiburón espinoso *Squalus acanthias* (Laptikhovsky *et. al.*, 2001; Alonso *et al.*, 2002), el pingüino penacho amarillo *Eudyptes chrysocome* (Schiavini y Rey, 2004; Schiavini *et al.*, 2005), el pingüino papua *Pygoscelis papua* (Clausen *et. al.*, 2005), el salmón de mar (Ibáñez *et al.*, 2001) y el hombre. Por su parte Arkhipkin *et. al.*, (2001) informan que juveniles de este pulpo han sido encontrado en los estómagos de bacalao austral (*Salilota australis*). Alonso *et. al.*, (2001) informan restos de pulpo en estómagos de la raya picuda (*Dipturus chilensis*)

En otro ámbito, Ré y Ortiz (2009) establecen que la introducción en aguas argentinas de *Undaria pinnatifida*, un alga laminaral nativa de costas templadas de Japón, Corea y algunas regiones de China, han modificado rápidamente las comunidades bentónicas costeras a lo largo de la patagonia norte y central. La



presencia de este alga afecta la pesquería artesanal de *E. megalocyathus*, tanto en el piso intermareal (Patagonia central) como en el submareal (Golfo Nuevo). La oclusión de los refugios y la disminución de la visibilidad tanto de las cuevas como de los restos de alimento consumidos por los pulpos y que constituyen un indicador de la presencia de los mismos, son ejemplos del efecto negativo sobre esta pesquería. Se desconoce la magnitud de la influencia del alga sobre la abundancia de los pulpos que, justamente en la época de gran desarrollo de esta laminaral, alcanzan los mayores tamaños.

Las prospecciones sísmicas, por su parte, pueden ejercer efectos sobre las especies de cefalópodos bentónicos. En particular, en esta especie (*E. megalocyathus*) que deposita sus huevos adheridos a cuevas o sustratos duros, por lo tanto, fuertes vibraciones producto de prospecciones podrían desprender las masas huevos haciéndolas inviables para su desarrollo.

#### **i. Artes de pesca**

La pesca de pulpo se realiza alrededor del mundo con diferentes artes, como trampas, potas, cantaros, redes de arrastre, palangres con señuelos (**Fig. 22**), buceo (Solís, 1988; Hernández-García *et. al.*, 1998; Oosthuizen, 2003).

Las nasas y refugios son artes de pescas estáticas, consideradas selectivas para la especie objetivo permitiendo un cierto control sobre el tamaño de las especies que se capturan y sobre la cantidad de capturas de especies no objetivo (by-catch). Este tipo de artes tiene un bajo impacto sobre el sustrato bentónico (FAO, 1997). Sin embargo en algunos sectores como Baja California, en México, su uso significó un fuerte aumento de las capturas (Torreblanca, 2008)



Las potas son ampliamente usadas en pesquerías de *Octopus* y como alternativa de otros artes de pesca en la captura de *O. vulgaris* dependiendo de la estación del año (Tsangridis *et. al.*, 2002). Fueron desarrolladas especialmente para la captura de pulpos debido al comportamiento de estos individuos que buscan refugios para vivir. Consisten en tubos de PVC, de formas variadas y con un peso que las lastra, se utilizan en serie, amarradas a una línea madre de cabo de fibra sintética a intervalos definidos (Izzo *et. al.*, 2000; Tsangridis *et. al.*, 2002; Oosthuizen, 2003, 2004).

Las nasas también son conocidas como efectivas para la captura de *O. vulgaris* en varios países como Portugal, España, México, Japón y California (Hernández-García *et. al.*, 1998). El principio de funcionamiento o captura consiste en facilitar la entrada de los organismos mediante su atracción por medio de carnadas o “cebos”, e impedirles su escape debido a la reducción, en su parte interior, de los conductos de entrada. Las nasas se han utilizado por muchas décadas sin causar gran impacto en los ecosistemas marinos. Los pescadores de varios países las emplean para la captura de peces, moluscos y crustáceos (Slack-Smith, 2001).

Estas artes permiten acceder a profundidades vedadas para los buzos, llegando a una fracción de la población que muchas veces es más abundante y de mayor tamaño (Katsanevakis and Verriopoulos, 2004; Oosthuizen, 2004).

En el sur de Chile la pesca del pulpo *E. megalocyathus* se lleva a cabo por medio de buceo con gancho (Chong *et. al.*, 2001). Con este arte de pesca, se capturan principalmente hembras y juveniles con peso mínimo al legal (Chong *et. al.*, 2001). Esta especie presenta cuidado parental de las hembras a sus huevos (Chong *et. al.*, 2001), por lo que al extraer las hembras en incubación, se dejan sin protección y cuidado las puestas, destinándolas a su muerte y poniendo en riesgo la recuperación de las poblaciones (Dalzell, 1996; Bjordal, 2002).



## **j. Cultivo de la especie**

Aunque con un menor nivel de información biológica que *O. mimus*, Pérez *et. al.* (2006), establecen que cuando los ejemplares son alimentados adecuadamente la factibilidad de mantención y crecimiento en cautiverio desde la etapa juvenil, es posible. Por ende, la alternativa de cultivar estos recursos, representa una oportunidad para diversificar los cultivos en el país, aumentar la biomasa existente de materia prima y elevar así los niveles de exportación.

En la actualidad se encuentran en ejecución 5 estudios en Chile sobre el pulpo del sur relacionado con el cultivo de esta especie, realizados por las Universidades: Austral de Chile, Arturo Prat, de Los Lagos, de Antofagasta, de Valparaíso y Universidad de Santiago de Compostela, España. Junto a ellos se encuentra trabajando la empresa privada, interesada en la factibilidad de producción de este recurso.

La especie de pulpo del sur, *E. megalocyathus*, ofrece condiciones idóneas para el cultivo controlado. Las hembras son fáciles de domesticar en cautiverio, hay escasa agresividad entre machos y hembras, se puede acondicionar hembras para la puesta en cuatro meses en estanques. A esto se suma que poseen huevos de gran tamaño, en promedio 10 mm, lo que permite pronosticar que tendrán una vida paralarvaria corta lo que es ideal para enfrentar el desafío del cultivo controlado para producción de juveniles (Universidad Austral, 2006).

## **k. Medidas de administración**

Este recurso presenta un período de veda entre el 15 de noviembre y 15 de marzo, ambos días inclusive (D.S. N° 137/85) y un peso mínimo de extracción de 1 kg (D.S.



N° 137/85), ambas medidas implementadas para el pulpo del norte y por extensión aplicadas para el pulpo del sur.

Mediante D. Ex. N° 1308 de fecha 1/10/2008, se establece una veda extractiva para este recurso en el área marítima de la X Región, por un período de 3 años, que se inician el 18 de octubre del año 2008 hasta igual fecha en el 2011. El decreto señala que la finalidad de esta medida es proteger la biomasa del recurso en el área antes indicada de modo de permitir el potenciamiento de los stocks actuales del mismo con miras al desarrollo de una pesquería sustentable y que durante el período de veda, se prohíbe la captura, comercialización, transporte, procesamiento, elaboración y almacenamiento de esta especie y de los productos derivados de ella.

A partir del 01 de octubre de 2008 (D. Ex. N° 1308) se estableció una veda extractiva para este recurso en el área marítima de la X Región, por un período de 3 años, desde el 18 de octubre del año 2008 hasta igual fecha en el año 2011. Esto con el fin de proteger la biomasa del recurso en el área antes indicada de modo de permitir el potenciamiento de los stocks actuales del mismo con miras al desarrollo de una pesquería sustentable. Durante el período de veda, se prohíbe la captura, comercialización, transporte, procesamiento, elaboración y almacenamiento de esta especie y de los productos derivados de ella.

Posteriormente, se autorizó la ejecución de dos pescas de investigación que permiten la extracción del recurso en la zona de estudio, fijándose para el año 2009 cuotas de captura que alcanzaron en su globalidad las 652,4 t.

A la fecha (mayo de 2010) tres áreas de manejo ubicadas en la Región de Los Lagos tienen como especie objetivo al pulpo del sur, ellas son: Chaumán, Guapilacuy Sector A y Pihuio.



## 5.2.2 Caracterización de la actividad extractiva

- **Desembarques**

Como se señaló en el capítulo de antecedentes, la pesquería de pulpo en Chile esta sustentada en dos especies, pulpo del norte (*O. mimus*) y pulpo del sur o pulpo rojo (*E. megalocyathus*), concentrando este último nuestra atención. El volumen explotado de esta pesquería es pequeño en comparación con las capturas históricas que ha presentado el pulpo del norte y la magnitud de otros recursos bentónicos extraídos en la región en estudio. Según las cifras oficiales desde el inicio de la pesquería (1986) a la fecha (2009) se han extraído alrededor de 7.325 t. de pulpo del sur, cifra que representa el 12% de las capturas de *O. mimus* en igual periodo. Sus valores de desembarque anuales han presentado una gran variabilidad fluctuado entre 1 t y 1.729 t entre los años 1986 y 2009, si bien la pesquería presenta registros continuos de desembarque desde el año 1991 en adelante (**ver Fig. 4**) (Sernapesca, Anuarios Estadísticos).

De acuerdo a los datos recopilados por IFOP, que corresponden a una muestra de las capturas, los mayores desembarques, en los últimos cuatro años<sup>10</sup>, se observan en los centros de desembarque de Quellón (40%), Queilén (25%), Ancud (21%) y Dalcahue (12%), sin embargo, estos muestreos no reflejan la actividad desarrollada en el puerto de San Antonio asociado a Calbuco, el cual también parece ser significativo.

Durante el año 2009, el total de captura monitoreada alcanzó las 144 t las que fueron extraídas por 273 buzos. Las cifras oficiales preliminares dan cuenta de 410 t. (Sernapesca). Los puertos que reflejaron las mayores capturas monitoreadas fueron

---

<sup>10</sup> Se consideró este periodo donde existió muestreador permanente y en forma continua en todos los centros de desembarque.



Queilén, Quellón y Ancud, con porcentajes de participación similares, 31% 29 % y 27%, respectivamente, cifras en torno a las 70 t. Gutiérrez *et. al.*, (2010), indican que la captura total fue de 122 t y 126 t, respectivamente, en los dos primeros puertos. Se desconoce la captura total que se desembarcó en Ancud ya que no se dispone del informe final emitido por la consultora a cargo del monitoreo.

A diferencia de otros años en algunos puertos se observó una fuerte disminución en las capturas monitoreadas, lo cual puede estar relacionado con la ejecución de pescas de investigación, las que generan la obligatoriedad en la entrega de esta información a las empresas ejecutoras.

- **Características de la flota y de la tripulación**

La actividad extractiva los pescadores la desarrollan a bordo de embarcaciones que en su mayoría son de madera, existiendo también una fracción de la flota compuesta por fibra de vidrio. Los rangos de eslora varían entre 5 y 15 m, encontrándose el mayor porcentaje de ellas, 50%, en el rango 7,5 a 9,9 m, le sigue en importancia el rango 10 a 12,4 m. con un 27% (**Tabla 12**). Las embarcaciones operan con una amplia dispersión de potencia de motores, desde 8 hp a 190 hp. El tipo de motor es fuera de borda o interno. No se observa una clara concentración en un rango determinado de motores, destacando el rango 90 -139 hp con un 22 % (**Tabla 12**). La flota no posee equipos de navegación, comunicación o detección. Tampoco se observó captura de pulpo mediante nasas.

La extracción se realiza mediante sistema de buceo semiautónomo, para ello las embarcaciones poseen compresores, cuya capacidad expresada en volumen varía entre equipos muy pequeños, menores a 49 libras a mayores de 250 libras, encontrándose las mayores concentraciones (65%) en el rango 71 a 100 libras (**Tabla 12**).



Los buzos poseen un equipo personal el que consta de un traje isotérmico de neopreno, mascarilla, aletas, regulador, cinta de plomos, guantes y chingullo. Este último consiste en una bolsa hecha de malla (red) con un aro generalmente metálico con capacidad para almacenar alrededor de 30 kg de pulpo (**Fig. 23**).

- **Régimen de operación, arte y método de pesca**

La flota realiza salidas diarias, registrándose la mayor concentración de zarpes entre las 8 y las 10 de la mañana, mientras que el retorno se concentra entre las 16 y 18 horas, ambas situaciones no varían a través del año. En el mayor porcentaje de los viajes operan por embarcación 2 buzos (64%); un 28% de los viajes registra sólo 1 buzo; un 8% tres buzos y un porcentaje menor a 0,3% operó con cuatro buzos (Fuente: Base datos históricos de IFOP). Los buzos son abastecidos constantemente de aire, el cual es tomado del medio ambiente, almacenado en un compresor y enviado a presión a través de mangueras de plástico (de color amarillo<sup>11</sup>), de 100 m de longitud, hasta su boca. A bordo de cada embarcación uno o más tripulantes están encargados de: i) vigilar que el aire este fluyendo hacia los buzos, y ii) recibir y almacenar la captura a bordo o en las bodegas de la embarcación.

Los pescadores en forma previa al zarpe determinan la zona de pesca donde operar, hasta donde llegan sólo en base a su conocimiento empírico. En el área, todas asociadas a fondo de sustrato rocoso, los buzos<sup>12</sup> bajan hasta la profundidad requerida donde se encuentran las cuevas, lugares estos últimos donde se refugian los pulpos durante el día.

---

<sup>11</sup> Esto responde a la legislación marítima vigente

<sup>12</sup> Las personas que ejercen la función de buzo generalmente se colocan su traje de buceo en el trayecto hacia la zona de pesca o en su defecto al llegar a éstas.



Datos recopilados por IFOP señalan que las capturas se realizan entre rangos de profundidad que varían entre 1 y 48 m, registrándose las mayores frecuencias de captura entre 6 y 15 m (77% del total de registros; n = 41.886 viajes).

La ubicación de cada cueva la hace el buzo mediante inspección visual, un indicador de presencia de pulpo son residuos de conchas de bivalvos y crustáceos fuera de la cueva (Comunicación personal pescadores Señores Milton Álvarez, Fernando Almonacid). Resultados obtenidos en este proyecto indican que en un alto porcentaje de los viajes, los pescadores aciertan en la ubicación de las áreas de pesca. La captura por viaje la obtienen luego de realizar un número variable de inmersiones en una misma jornada de trabajo. Normalmente ambos buzos inician el trabajo al mismo tiempo. Los periodos de inmersiones que se observaron en una pequeña muestra de viajes consistente en 16 salidas de pesca, realizadas a través del periodo de proyecto, indican que estas varían entre 4 minutos y 1 hora 27 minutos, registrándose en esta muestra las mayores frecuencias en el rango entre 30 y 50 minutos. Los tiempos entre inmersiones, en los cuales los buzos permanecieron a bordo, variaron entre 10 y 60 minutos, con mayores frecuencias entre 10 y 30 minutos. Los valores de cpue estimados en una muestra de 112 inmersiones variaron entre 1,5 y 57,6 kg/h-inmersión-buzo, con la mayor concentración entre los rangos 5, 1 a 10 kg/h-inmersión-buzo, siendo muy escasos los valores sobre 25 kg/h-inmersión-buzo.

La captura es con gancho, instrumento que generalmente hiere a los ejemplares capturados y no permite la recuperación de hembras o ejemplares menores a 1 kg de peso (**Fig. 23**). La primera acción consiste en introducir este elemento en las cuevas y verificar la existencia de ejemplares de pulpo en su interior. Normalmente las cuevas poseen dos entradas, por lo cual el buzo introduce el gancho por ambos lados, obligando a salir al animal. Fuera de la cueva el ejemplar capturado es introducido en el chinguillo.



Un análisis de los datos recopilados por IFOP en los últimos 15 años (1995 a 2009) indican que las salidas de pesca que registran captura de este recurso pueden estar también orientadas a extraer más de un recurso, es decir constituir viajes monoespecíficos o multiespecíficos. Los porcentajes de viajes en una u otra condición varían, fluctuando los primeros anualmente entre un 70% y 30% en el periodo analizado. Durante el año 2009 a través de este proyecto se monitorearon 1.338 viajes, realizados por un total de 156 embarcaciones, en las localidades de La Vega, Ancud, Dalcahue, Queilén y Quellón, el 64% de los viajes monitoreados por IFOP estuvo orientado sólo a extraer este recurso (**Fig. 24**).

A nivel de puerto monitoreado y en términos históricos, se observa que la mayor proporción de puertos opera con ambos sistemas (**Tabla 13**). A través de los años se han monitoreado 24 recursos extraídos en conjunto con pulpo, presentándose diferentes combinaciones y destacando por su mayor frecuencia el número de viajes cuya captura esta compuesta por: i) pulpo, erizo (43% de los viajes multiespecíficos; y ii) pulpo, jaiba (24%). Un segundo grupo de viajes, significativamente menor, presentan desembarques de: i) pulpo, jaiba, cangrejo (4%); ii) pulpo, caracol picuyo, jaiba (2,5%); y iii) pulpo, caracol picuyo y erizo (2%), existiendo también otras combinaciones pero con muy baja representación en el total monitoreado.

Complementariamente, en el objetivo 3.2.4 se entrega una descripción del proceso de pesca observado a través del monitoreo de una muestra de viajes realizados en el marco de ese objetivo, como también la ubicación georeferenciada generada mediante data logger, de cada uno de los viajes.

- **Temporadas de pesca**

La amplia diversidad de recursos pesqueros bentónicos presentes en la Región de Los Lagos permite una actividad continua de los pescadores durante todo el año. En



términos de recursos específicos la extracción se ve afectada por: i) la normativa existente sobre cada uno de ellos; ii) las condiciones ambientales y iii) factores de mercado, nacional e internacional.

El recurso pulpo hasta el año 2008 estaba supeditado sólo a una veda biológica entre el 15 de noviembre y el 15 de marzo de cada año y a restricción de peso mínimo igual a 1 kg de peso. El año 2009 el recurso fue explotado vía pescas de investigación<sup>13</sup>, se respetaron las épocas de veda, sin embargo estas se modificaron levemente en ambos casos, al inició la extracción se desplazó hasta el 18 de marzo y el término de la temporada finalizó el 1 de diciembre<sup>14</sup>.

En términos de temporalidad en algunos puertos se observa una disminución de las capturas en la medida que avanza la temporada de pesca. Un ejemplo lo constituye el puerto de Ancud, donde se observa un patrón de disminución de las capturas a través de los meses, situación que se repite a través de los años. Al correlacionar los niveles de captura con la variable número de viajes, se observa que son variables dependientes, es decir a menor captura menor número de viajes (**Fig. 25**).

- **Pescadores participantes**

La pesquería de pulpo del sur es explotada por pescadores artesanales, los cuales para ejercer esta función requieren estar inscritos en los registros del Sernapesca, ya sea en su calidad de pescadores artesanales o buzos. Al igual que otras pesquerías de esta naturaleza, las embarcaciones empleadas no deben cumplir con este requisito.

---

<sup>13</sup> Se autorizaron 2 pescas de investigación como se señalo en puntos anteriores.



Actualmente (mayo de 2010) hay 5.274 personas inscritas en esta pesquería en la categoría pescador artesanal, 425 de ellas son mujeres. En la categoría buzo hay 3.144 personas, y sólo 12 son mujeres. En ambas categorías existen inscritas 862 personas. Esto significa que en total están autorizadas para operar sobre el recurso en la región en estudio 7.556 personas, de las cuales 437 son mujeres.

Los registros históricos de IFOP sobre esta pesquería indican que han operado en la Región de Los Lagos 979 embarcaciones, entre 1995 y 2009. El número de embarcaciones muestreado por IFOP anualmente ha variado entre 41 y 349 naves, registrándose el mayor número el año 2003 (**Fig. 26**). En igual periodo la extracción de pulpo la han ejercido 2.207 buzos. El año 2009 el IFOP registró la operación de 273 buzos y 156 embarcaciones.

Las cifras informada por Consultora Mares Chile, correspondiente al periodo 2009, da cuenta de 120 buzos, 79 patrones y 79 embarcaciones inscritos en la pesca de investigación, mientras que Consultora Pupelde informó la inscripción de 123 buzos y 93 embarcaciones. En términos de comerciantes, Mares Chile informó de 26 empresas inscritas mientras que Pupelde da cuenta de 28.

Sin embargo, en ambos casos se desconoce el número real de personas que participaron, como también su frecuencia de actividad.

- **Localización georreferenciada de áreas de pesca de pulpo**

Las bases disponibles de IFOP dan cuenta de la existencia de 210 áreas de pesca explotadas en el periodo 1995 – 2009, de las cuales 158 están georeferenciadas. De estas, 134 se localizan en las aguas interiores del Archipiélago de Chiloé, tanto en la costa continental como insular. Las restantes áreas se distribuyen al norte de la Isla

---

<sup>14</sup> Cabe mencionar que el recurso esta en veda hasta el 18 de octubre del año 2011 y abierto a la extracción vía pescas de investigación.



de Chiloé, en los sectores de Bahía de Ancud, Punta Corona y Bahía Maullín; en la costa sur de la Isla de Chiloé y, 3 sectores, en la costa occidental de dicha isla (**Fig. 27**). El límite septentrional de estas procedencias en la región esta dado por el paralelo  $41^{\circ}34'S$ , mientras que el límite meridional se encuentra en el paralelo  $43^{\circ}26'S$ . Longitudinalmente los límites son el meridiano  $72^{\circ}32'W$  hacia en este y el meridiano  $74^{\circ}17'W$  hacia el oeste; estas procedencias se distribuyen en un área de  $25.150 \text{ km}^2$ .

Con respecto a la distribución temporal de las procedencias, el análisis de los datos en el periodo comprendido entre 1995 y 2009, indica que a partir del año 2002 hay un incremento tanto en el número de procedencias activas monitoreadas por año como en el total del desembarque muestreado anualmente, a la vez ese año y el siguiente presenta un pick en la incorporación de nuevas procedencias, lo cual responde a la incorporación de los Puertos de Calbuco y Dalcahue como centros de monitoreo, en la base analizada, posteriormente se incorpora el año 2004 el puerto de Quellón. La captura desde el año 2002 al 2009 representa el 87,7 % de la captura total registrada. Del total de procedencias, el 74 % se incorpora a partir del año 2002, mientras que sólo un 26 % lo hace antes de esa fecha, en la cual los puertos que hicieron su mayor contribución fueron Quellón y Ancud. En el año 2009 se monitoreo la extracción de pulpo en 64 de ellas.

Al observar el aporte de cada procedencia al total del desembarque, se observa que las procedencias que registran más de un 1 % al volumen total monitoreado son solamente 21, las que en conjunto aportan con un 78,2 % al total desembarcado desde el inicio de la explotación, lo que habla de una alta concentración del recurso, destacando Isla Laitec, Mutrico, Punta Corona, Canal Yelcho, Barra Chiguao, El Pinto, Acui, Isla Cochino y Curaco de Vélez. Estas procedencias a la vez se localizan en 4 sectores claramente identificables: Ancud, Dalcahue, Quellón y Quellón (**Tabla 14; Fig. 28**).



De las 4 agrupaciones, Ancud (25%) y Quellón (40%) se presentan como las más importantes, aportando ambas con más del 66 % del desembarque total, mientras que Dalcahue (5%) y Queilén (8,3%) sólo aportan un 13,3 % del total. Es necesario mencionar que las procedencias asociadas a estos últimos puertos registran sus primeros desembarques sólo a partir del año 2002, mientras que en las anteriores los primeros desembarques comenzaron a partir de 1995.

En términos anuales se observa que si bien un alto número de áreas son explotadas, el 80% de las capturas monitoreadas provienen entre 11 y 23 áreas de extracción, mientras que a nivel de puerto estos número se reducen notablemente, extrayéndose el mismo porcentaje de captura desde 5 a 14 procedencias, observándose la mayor concentración en Quellón y Queilén (5 áreas) y la mayor dispersión en Dalcahue (**Fig. 29**).

La ubicación de los distintos bancos de pesca, ha constituido una preocupación por parte del grupo de trabajo que desarrolla el proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas que ejecuta IFOP. En este marco desde hace varios años se han instalado equipos data logger en distintos viajes de pesca de la flota artesanal. En el año 2008 en el marco del proyecto Plan de Manejo de la bahía de Ancud estos datos fueron empleados y constituyeron información importante para dicha actividad (**Fig. 30**), esta información unida a la recopilada en el marco de este proyecto podrá precisar aun más la ubicación de los bancos de pesca de este recurso.

Durante el año 2009, no fue posible continuar con este proceso, el transporte del instrumento depende de la voluntad de los pescadores y esto no se logró. No obstante como se señaló en la metodología se georeferenciaron los viajes realizados a las zonas de pesca donde se extrajeron los ejemplares para efectuar los muestreos



con fines reproductivos y de crecimiento, los muestreos de CTD y las filmaciones, resultados que se entregan en los puntos respectivos.

- **Esfuerzo pesquero y Captura por unidad de esfuerzo**

Los datos de esfuerzo variaron entre un mínimo de 3 horas de buceo monitoreadas en un año en Quellón y un valor máximo de 25.000 horas anuales de esfuerzo muestreadas. En años y puertos con niveles de actividad normal monitoreados el esfuerzo mínimo estuvo en torno a las 500 y 600 horas, en las cuales se extrajo en torno a las 5500 y 5.800 kg de pulpo.

El esfuerzo muestreado el año 2009 fue de 6.400 horas de buceo, en las cuales se extrajo 138 t, con valores de cpue que variaron por puerto entre 37 y 13,5 (kg/h-buzo) (**Fig. 31**).

Los valores de cpue mas estable los presentan las capturas monitoreadas en la localidad de Ancud, donde los valores a lo largo de los años variaron entre 8 y 13 (kg/h-buzo), observándose un leve repunte el los últimos años, situación que se repite en los otros puertos monitoreados (**Fig. 32**).

Altos valores de esfuerzo no se ven concordantes con un aumento de la cpue, tal es el caso de Quellón el que el año 2003 registró los mayores valores de esfuerzo, sobre 25.000 horas anuales, sin embargo la cpue se mantuvo en torno a los 10 (kg/h-buzo).

- **Análisis datos biológicos de longitud y peso**

El análisis de los datos de estructura de talla expresada como longitud dorsal del manto (LM) se analizó por sexo y puerto, observándose en los diferentes puertos estudiados que la LM es mayor en machos que en hembras. Entre los puertos se observa que los mayores ejemplares monitoreados corresponden al puerto La Vega



(código 1003), mientras que los más pequeños corresponden a los muestreados en Quellón (código 958) (**Fig. 33**).

Los datos de pesos totales por sexo y puerto indican que los machos adquieren mayor peso, es decir, no sólo presentan una LM mayor sino también corresponderían a ejemplares de mayor peso (**Fig. 33**).

- **Centros de desembarque y plantas de proceso**

Los principales centros de desembarque ubicados en la isla de Chiloé y Seno de Reloncaví cuentan con vías de acceso expeditas y ramplas y/o muelles apropiados para efectuar el desembarque del recurso, con excepción de caleta San Antonio, ubicada a 8 kilómetros al sur de Calbuco, la cual no posee ningún tipo de habilitación que facilite la descarga de este recurso. Complementariamente, en términos globales los distintos centros de desembarque presentan diversas características que influyen en la calidad final del recurso, entre ellas cabe mencionar:

- ii) Falta de espacio para efectuar la comercialización
- iii) Ausencia de preservantes (hielo)
- iv) Falta de tratamiento de la captura a bordo y en los muelles

De acuerdo a lo señalado por Gutiérrez *et. al.*, (2010) (Consultora Pupelde) el año 2009 hubo 11 plantas que procesaron el recurso, destacando por los niveles de captura que adquirieron Pesquera Elefantes ubicada en la ciudad de Dalcahue, Mar del Norte S.A., Inmuebles Cataluña Ltda., ubicada en la ciudad de Ancud y Exportadora Mytilus, quienes compraron el 82% de la cuota capturada vía pesca de investigación. La cuota de captura autorizada a extraer a Consultora Pupelde el año 2009 alcanzó las 323.710 t.



La consultora Mares Chile en sus informes parciales da cuenta del registro de 26 empresas, sin embargo no existe claridad si los nombres registrados corresponden a compradores que comercializan en fresco o si hacen entrega de las capturas a alguna empresa en particular.

- **Comercialización**

El destino del pulpo es principalmente la industria procesadora. Las capturas son desembarcadas en sacos o en cajas de pvc. En los muelles se produce la transacción con el comprador o “intermediario”<sup>15</sup>. Los ejemplares normalmente se vacían al suelo y se separan en tres categorías según su tamaño expresado en peso: i) superior 1 kg; ii) entre 999 y 900 gramos y iii) menor a 900 gramos. El peso de los ejemplares bajo el kilogramo se comprueba mediante el uso de una balanza electrónica de pedestal. Luego los dos primeros grupos de ejemplares son pesados en bandejas por separado y comercializados a precios diferentes, castigando el valor en las capturas más pequeñas. El tercer grupo de ejemplares no es comercializado y generalmente se dona en la misma caleta.

Según los datos recopilados por IFOP entre los años 1995 y 2009 ha existido una gran fluctuación de los precios, registrándose los valores promedio máximos en el año 2003 (Prom. \$1.722 /kg  $\pm$  190), decayendo progresivamente hasta alcanzar el año 2009 un valor promedio igual a \$ 581 /kg  $\pm$  81, lo que significa una fuerte merma en los ingresos de los pescadores frente a iguales niveles de captura.

Los ejemplares comercializados son vaciados en Bins que contienen agua y al término del día son transportados en camiones o camionetas hasta las plantas de proceso. En las plantas se realiza el eviscerado.



- **Exportaciones**

Se han analizado las estadísticas de Aduana para el periodo 1999 a 2009, existiendo registros de exportaciones de “pulpo” en términos genéricos, con excepción del año 2009 donde discrimina entre pulpo, pulpo del sur y pulpo sin especificar. Los volúmenes totales exportados, en el periodo analizado han alcanzado las 21.373, 5 t las cuales se han destinado a 34 países, destacando España por adquirir el 53% del volumen total exportado, le sigue Argentina (13%), Portugal (7%) y Grecia (6%).

Del total, 20.795,4 t se exportaron congeladas, 74,6 t como conservas, 503,4 bajo la línea fresco refrigerado y 0,4 t saladas.

En términos históricos se observa que la serie mas larga esta compuesta por productos congelados y fresco refrigerados, mientras que los productos en conservas se han exportado en forma esporádica, sin que se presente continuidad en estas exportaciones (**Fig. 34**).

El valor por tonelada de los productos fresco refrigerado fueron los mas bajos en comparación con las conservas y productos congelados, además, no han experimentado fuertes fluctuaciones a lo largo de los años, fluctuando desde el año 2002 en adelante entre 3.100 y 2.700 US\$/t. Los productos congelados son comprados a un mejor precio, alcanzando el valor máximo el año 2008, igual a 5.550 US\$/t. Finalmente y como es habitual las conservas presentaron en términos generales precios mucho mas elevados, alcanzado el año 2009 valores sobre los 8.000 US\$/t (**Fig. 34**).

---

<sup>15</sup> Persona que realiza la función de compra en los muelles y entrega a la industria o a terceros para consumo en fresco.



En términos anuales se observa que los niveles de exportaciones siguen la tendencia de los desembarque oficiales, constituyendo la excepción el año 2009 (**Fig. 35**).

Durante el año 2009 se exportaron en total 1.903,3 t de las cuales 1.754, 2 t están registradas como pulpo, 5.111 t como pulpo del sur y 27,4 como pulpo sin identificar. El 89% de las exportaciones de pulpo del sur fueron hacia España, el 6,4% a Argentina y el porcentaje restante a Portugal. Destacaron por los niveles exportados, las empresas exportadoras: Inmuebles Cataluña Ltda. (38%); Importadora y Exportadora Los Elefantes Ltda. (51%) y Conservas Dalcahue S.A. (0,7%).

Los datos del año 2009 para pulpo del sur, indican que 74,6 t se exportaron como producto congelado y 47,1 t como conservas.

- **Empleo**

Se dispuso de información del año 2008 para hacer este análisis por planta procesadora. Un número de 15 plantas señalaron el año 2008 procesar este recurso de las cuales 6 se ubican en la X Región. Tres de estas plantas se observan de mayor magnitud (códigos 100025, 100027 y 130107) ya que emplearon por mes un número de trabajadores que varió entre 102 y 477 personas, mientras que en las empresas restantes, de menor tamaño operaron entre 6 y 195 personas (100026, 100124 y 140001) (**Tabla 15**).

Para un análisis de género, sólo se disponen de los datos agrupados a nivel nacional. Estos indican que el empleo es mayoritariamente de mujeres, fluctuando el número mensual entre 610 y 814 mujeres operando en las plantas por mes. En tanto el número de hombres varió entre 371 y 466, por mes (**Tabla 16**).



Cabe señalar que las plantas no se dedican a procesar sólo el pulpo, por lo cual el número de trabajadores refleja la actividad de cada planta en su conjunto.

En términos de condiciones de trabajo, la mayor fracción de personas operan vía contrato, sin embargo hay una fracción, alrededor del 10% por mes, que operan vía subcontratos. Observándose que las personas con contrato son las que pertenecen mayoritariamente al sector administrativo, directivo, asociado a la flota, de producción indirecta y directa (**Tabla 16**).

### **5.3 Objetivo específico 3.2.2. Actualizar parámetros biológicos del recurso**

#### **5.3.1 Determinación de parámetros de crecimiento de pulpo del sur, mediante el análisis de distribución de tallas.**

Para los datos analizados con el modulo ELEFAN, estos convergieron en una estimación óptima para todos los periodos analizados, donde  $L_{\infty}$  varió desde 190,39 mm a 221,72 mm,  $K$  varió desde  $1,45 \text{ año}^{-1}$  a  $2,65 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0$  varió  $-0,61 \text{ año}$  y  $-0,20 \text{ año}$  (**Fig. 36 y Tabla 17**). En el caso de SCLA, convergió en una estimación óptima de parámetros sólo para 4 de los 6 periodos analizados (1997-1998, 1999-2000, 2003-2004 y 2007-2008). Para este caso los valores de  $L_{\infty}$  variaron desde 299.00 mm a 324.25 mm,  $K$  vario entre  $2.71 \text{ año}^{-1}$  y  $4.85 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0$  entre  $-0.85 \text{ año}$  y  $-0.53 \text{ año}$  (**Fig. 37 y Tabla 17**). Para PROJMAT convergió en un estimación optima de parámetros para todos los periodos analizados, variando  $L_{\infty}$  de 137.89 mm a 215.68 mm,  $K$  vario desde  $0.75 \text{ año}^{-1}$  y  $1.91 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0$  vario entre  $-0.85 \text{ año}$  y  $-0.27 \text{ año}$  (**Fig. 38 y Tabla 17**).

El análisis del índice de crecimiento estándar  $\Phi'$ , (**Fig. 39, Tabla 18**), no mostró la variabilidad individual de los parámetros individuales  $K$  y  $L_{\infty}$ , hecho reflejado en una



baja desviación estándar para cada periodo y método utilizado. SCLA aportó valores significativamente mayores de  $\Phi'$  (5.42 a 5.70), seguido en orden decreciente por ELEFAN (4.79 a 5.02) y PROJMAT (4.41 a 4.85). Siendo ELEFAN el que presentó  $\Phi'$  más estable entre períodos. El índice de crecimiento estándar ( $\Phi'$ ) varió significativamente entre métodos ( $F_{2,13} = 57.2$ ;  $P \lll 0.0001$ ) pero entre períodos no existen diferencias significativas ( $F_{5,10} = 0.35$ ;  $P > 0.1$ ).

### 5.3.2 Determinación de la edad por medio de la técnica de micro incrementos en las mandíbulas y estiletes

En los octópodos las MAN forman parte del sistema digestivo, se compone de dos partes, la superior e inferior, que se asemejan a los picos de los loros. Estas se encuentran en la base de los brazos y su componente principal es la queratina. La MAN en términos generales se compone de 5 partes (**ver Fig. 8**) siendo estas la pared lateral y ala que se encuentran formando un ángulo de  $90^\circ$  aproximadamente entre ellas. El lado ventral de la MAN corresponde a la capucha que es levemente curvada y el extremo a la punta rostral, estas zonas van hacia el exterior del animal. La cresta es la zona que separa las paredes laterales. Las MAN al momento de extraerlas presentan una textura suave y flexible, de color café oscuro disminuyendo su intensidad hacia las zonas recientemente formadas.

La preparación de las MAN permitió observar los microincrementos a lo largo de todo el eje de crecimiento.

En las **figuras 40 y 41** se presentan fotografías de una parte de las MAN (en A) y luego las fotos compuestas (en B) para mostrar el eje de crecimiento completo y la apariencia de los microincrementos, el origen de formación de la MAN corresponde a la zona del rostro. Los incrementos están formados por unidades, una banda clara y una banda oscura, en general se caracterizan por



ser de gran tamaño, si los comparamos con los incrementos presentes en estatolitos de calamares y en otolitos de peces, y de un tamaño constante a lo largo de todo el eje de crecimiento. En las **figuras 42 y 43** se muestran otras MAN, las cuales corresponden a fotografías compuestas y los microincrementos presentan el mismo patrón que las anteriores.

Los EST de *E. megalocyathus* se encuentran localizados en el lado dorso-lateral del manto (ver **Fig. 10**), uno a cada lado. Estos son semi-transparentes y el codo es la parte mas ancha. Las primeras preparaciones generalmente se deshidrataban y era imposible observar microincrementos (**Fig. 44**), en esta etapa se ocupó gran cantidad de tiempo. Con la técnica ya afinada fue posible observar los microincrementos en los EST (**Fig. 45**). En la **Figura 45A, B** se aprecia el núcleo del estilete y los microincrementos recién apareciendo en el proceso de preparación. En la **Figura 45C,D** se observan claramente los microincrementos siendo posible contar éstos sin mayores problemas en su definición.

- **Distribución de frecuencia de la longitud del manto y peso total**

La distribución de frecuencia para hembras presenta una distribución de tipo platicúrtica durante todo el período de muestreo, manteniéndose una moda entre los 12 y 15 cm. En el caso de los machos la situación es parecida a las hembras encontrándose durante el período de estudio una moda entre los 14 y 16 cm. (**Fig. 46**).

La distribuciones de frecuencias del peso total para hembras y machos presentan una asimetría positiva, en ambos sexos, para todo el período de estudio, el rango de peso muestreado estuvo entre los 200 y 5000 g. (**Fig. 47**).



- **Relación longitud peso**

En la **Tabla 19** se presentan los parámetros y estadísticos para la relación longitud peso de ambos sexo y combinados. Las pendientes para ambos sexos no son estadísticamente significativas como se puede apreciar en los intervalos de confianza. Las observaciones y curvas ajustadas, se observan en la **Figura 48**.

El valor de la pendiente para el total es de 2,0370 lo que estadísticamente es distinto de 3, es decir los individuos presentan un crecimiento de tipo alométrico.

En adelante, el análisis de los datos que se informa en el presente pre-informe final corresponde a lecturas de MAN y EST de los primeros cinco meses de muestreo (marzo a julio) y considerando la información tomada en ambas localidades debido a que se considera una sola unidad de pesquería.

- **Relación longitud capucha con altura ala, longitud total y peso total**

Con el fin de visualizar si existe alguna relación en el crecimiento entre la LC con alguna variable morfométrica del animal se presentan los parámetros estimados y estadísticos de las relaciones entre la LC con AA, LT y WT por sexo y combinados.

La relación entre LC y AA se ajustó a un modelo de tipo lineal. Los intervalos de confianza obtenidos indican que no existen diferencias entre hembras y machos. Encontrándose algunas longitudes de capucha un poco más grandes en las hembras (**Fig. 49; Tabla 20**).



La LT con LC se ajustó un modelo del tipo potencial, tanto para machos, hembras como el total (**Fig. 50; Tabla 21**). Esta relación se caracteriza por la gran variabilidad que presenta.

El WT con LC también se ajusta a un modelo del tipo potencial (**Fig. 51; Tabla 22**). Mostrando esta relación que los incrementos en peso no son proporcionales al crecimiento de la LC.

- **Relación número de incrementos en estiletos – número incrementos en mandíbulas**

Las lecturas de los incrementos en ambas estructuras indica que no entregan el mismo número, el valor de la pendiente (0,699) es significativamente distinto de 1 ( $p < 0,001$ ), siendo los límites de confianza 0,61-0,79. En los primeros 100 incrementos el número tiende a ser mayor en las MAN, posterior a ello se contabiliza un mayor número en los EST (**Fig. 52**).

- **Comparación de lecturas en EST**

Al comparar las lecturas realizadas en los EST por dos lectores se obtiene que ambos contabilizan el mismo número de incrementos (**Fig. 53**), el valor de la pendiente es de 0,9967 (IC: 0,96 – 1,03)(**Tabla 23**).

- **Número de incrementos en EST v/s LT**

El modelo con el mejor ajuste para el período otoño e invierno correspondió al logístico con información de ambo sexos (**Fig. 54, Tabla 24**), siendo los parámetros significativos con un  $LT_{\infty}$  de 102,7 cm y el punto de inflexión de la curva en los 48 incrementos, mientras que para el período primavera y verano el modelo con el mejor ajuste resultó el exponencial (**Fig. 54, Tabla 24**).



- **Número de incrementos en EST v/s WT**

Al igual que con la LT, la relación entre el número de incrementos en los estiletes con el WT, para el período de otoño e invierno se ajusta mejor el modelo logístico. Donde el valor de los parámetros  $WT_{\infty}$  es de 2919,1 g y el punto de inflexión en los 113, 4 incrementos (**Fig. 54, Tabla 25**). Para el período primavera y verano el mejor ajuste se obtiene con el modelo exponencial (**Fig. 54, Tabla 25**).

- **Mortalidad natural**

El resumen estadístico de la aplicación del remuestreo en la mortalidad natural para ambos sexos se presenta en **Tabla 26**. Se realizaron 3000 iteraciones para obtener la media y varianza para cada método. De los métodos utilizados los más precisos en hembras son el Taylor (1960) y Hoenig (1983), los que presentan un coeficiente de variación de 11,0 y 8,0% respectivamente. En el caso de los machos los métodos más precisos fueron el de Richter & Efanov (1976), Taylor (1960) y Hoenig (1983) con coeficiente de variación de 8, 11 y 8%, respectivamente. La distribución de frecuencia de los 3.000 valores remuestreados de M para hembras (**Fig. 55**) y para machos (**Fig. 56**), indica que en general en ambos sexos la forma de las distribuciones de M siguen una normal, aunque en hembras los métodos de Richter & Efanov (1976), Jensen (1996) y Hoenig (1983) siguen una distribución del tipo log normal y en machos sólo el método de Hoenig sigue una distribución aproximadamente log-normal. El valor de M ponderado por el inverso de la varianza calculado en el presente estudio para *E. megalocyathus* para hembras es de 0,81 año<sup>-1</sup> y de 0,95 año<sup>-1</sup> para machos, ambos valores son significativamente diferentes de acuerdo a los percentiles estimados (**Tabla 26**).



### 5.3.3 Experimentos de validación de microincrementos

La población experimental se inició con un 58% de machos y 42% de hembras, con un peso promedio en la primera biometría de  $622,7 \pm 571,7$  g con un máximo de 2.987 g y un mínimo de 84 g, siendo el peso promedio de las hembras superior al de los machos pero los pesos máximos y mínimos inferiores a estos. El peso promedio final fue superior al inicial para ambos grupos, con un peso máximo registrado de 2.072 g y un mínimo de 108 g (**Fig. 57, Tabla 27**).

Los ejemplares incrementaron su peso en un promedio de 236 gramos en los 46 días de mantención (**Fig. 57**), sin embargo 4 animales bajaron de peso: el número 17 que no se alimentó durante todo el período, el número 22 que dejó de alimentarse el 04 de marzo, el número 28 que dejó de alimentarse el 12 de marzo y el número 32 que se alimentaba esporádicamente. Todos los animales que dejaron de alimentarse eran hembras y 3 de ellas depositaron huevos en los estanques.

El consumo promedio de alimento por animal, durante los 46 días de mantención, fue de  $478 \pm 273$  g., el máximo superó los 1.000 g; desglosado el consumo promedio de jaibas fue de  $401,5 \pm 226,5$  g mientras que el de pescado fue de  $76,5 \pm 55,5$  g (**Fig. 58**).

Durante los 46 días (aclimatación y experimentación), la mortalidad acumulada alcanzó a 27,9% (12 animales). Tres animales murieron al día siguiente del estrés y otros tres unos días más tarde, otros 4 animales murieron más de 10 días después del estrés, mientras que 2 de ellos escaparon y murieron bajo los estanques (**Fig. 59**).



La temperatura del agua de mar durante todo el período de mantención, considerando ambos rack, fue de  $15,01 \pm 0,51$  °C, la salinidad para el mismo período fue de  $31,69 \pm 0,16$  ppm, el oxígeno disponible en el agua fue de  $6,66 \pm 0,29$  mg de O<sub>2</sub>/l y el amonio presente en el agua fue de  $0,28 \pm 0,13$  mg de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l (Fig. 60).

La visualización de las marcas en las estructuras se pudo observar claramente en las mandíbulas, no así en los estiletes; en los cristalinos no se procesaron muestras que hayan estado expuestas a estrés salino.

#### 5.3.4 Experimentos de validación de crecimiento en cristalino

##### a) Procesamiento de los cristalinos

Se procesaron muestras de 14 ejemplares de *E. megalocyathus* (Tabla 28). La técnica más apropiada para la preparación de los cristalinos, resultó ser la técnica histológica reportada por Luna (1968) para patología del ojo humano, con adaptaciones sólo en relación a los tiempos de los alcoholes para la deshidratación previo a la inclusión en parafina y la tinción (Tabla 29 y 30).

##### b) Observaciones de la estructura del cristalino

La figura 61, presenta laminillas de cortes de cristalino procesadas por técnicas de inclusión en parafina y bloques de resina poliéster con cristalinos. Al elaborar los bloques de resina es conveniente que sean sólo ligeramente más gruesos que el cristalino con el fin de disminuir el tiempo de pulido. Las imágenes aquí presentadas muestran bloques parcialmente pulidos, lo cual fue hecho con el propósito de evaluar la técnica. Sin embargo, para ser empleados para la lectura de las líneas de crecimiento, se recomienda pulir hasta conformar una lámina delgada de un milímetro de espesor, la cual se fija a un



porta objetos para su manejo y observación al microscopio. Deberá pulirse primeramente la parte que va a fijarse al porta objetos y posteriormente la cara a observar. Tratándose de cristalinicos completos, lente anterior y posterior, es importante que la zona de observación corresponda a la porción media oral-aboral o media derecha-izquierda. En el caso de separarse los cristalinicos, estos deben colocarse para observación con las caras planas de ambos lentes, cuidando de no rebajar más del primer cuarto de esta cara, de lo contrario se desgastará el núcleo.

Como se observa en las laminillas de cortes histológicos (**Fig. 61 b**) el corte puede deformarse, lo cual impide su lectura, al no poder procesar por las técnicas recomendadas más adelante se sugiere emplear la técnica de inclusión en resina.

La estructura laminar concéntrica observada en cristalinicos procesados por ambas técnicas se observa en la **Figura 62**, en la cual se destaca el proceso de desfoliación que se produce con algunos cortes al micrótopo. Este proceso no se presentó en ningún caso para los cristalinicos procesados con resina (**Fig. 62 a**) siendo claramente visibles las líneas de crecimiento con apoyo de microscopía de contraste de fases.

Se logró identificar un núcleo de forma oval de 160 por 130  $\mu\text{m}$  que correspondería al cristalino larval (**Fig. 63**). Las capas disminuyen en forma gradual conforme se alejan del núcleo hacia la periferia, iniciando con un grosor de 0.741  $\mu\text{m}$  y terminando con capas de solo 0.030  $\mu\text{m}$ .

Se hicieron observaciones de muestras de ambas técnicas al microscopio de luz transmitida en campo claro y contraste de fases. La **figura 64** presenta un campo a 1000x en el que se observan marcas mecánicas cteniformes entre capas, y marcas ópticas claras y oscuras determinadas por índices de refracción diferente en contraste de fases. Sería recomendable probar la observación en microscopía de



campo oscuro y luz polarizada, con el fin de determinar cual es la técnica más apropiada para la observación de las bandas de crecimiento, en particular diferenciando entre las marcas mecánicas y las ópticas, que pueden tener diferente significado en el crecimiento de los individuos.

### **c) Método de integración de imágenes**

Para realizar el conteo de las líneas a partir del núcleo es necesario hacer imágenes digitales a 400x (objetivo 40x) lo cual requiere de identificar puntos que caractericen la continuidad entre una imagen y la siguiente.

Con el programa ArcSoft Panorama maker<sup>MR</sup> se pueden unir hasta 30 imágenes horizontalmente y 10 verticales, por lo que se recomienda fotografiar campos horizontales, otros analizadores de imágenes pueden presentar diferentes propiedades.

Para la realización del conteo de marcas claras y oscuras se tomaron fotografías a inmersión (1000x), obteniéndose de 16 a 34 imágenes digitales por cristalino, dependiendo del diámetro de este. Para realizar el conteo es necesario identificar marcas que permitan el seguimiento entre una imagen y la siguiente. Se aplicó el programa ArcSoft Panorama Maker<sup>MR</sup> para realizar una imagen integrada para cada cristalino. La alineación de imágenes es necesario hacerla en forma manual para que no haya sobre posición, ni repetición de bandas. En las **figuras 65 y 66** se presentan imágenes de cristalinos donde se identificaron 542 y 558 bandas respectivamente, para un organismo de 2.449 y 1.746 g de peso fresco. Con programa PowerPoint se pueden manipular las imágenes sobreponiéndolas, con lo que es posible hacer lecturas manuales ya que permite una gran ampliación de la misma. En este caso pueden unirse cualquier número de imágenes e integrarlas como una sola.



#### **d) Experiencia del uso de Oxitetraciclina como marcador**

La Oxitetraciclina es empleada como un bactericida en el tratamiento de algunas enfermedades, además se ha comprobado que se acumula en algunos tejidos como hueso, concha, grasa. Una de las propiedades de este antibiótico es la de la epifluorescencia cuando es estimulada por luz ultravioleta. Propiedad que es aprovechada para usarla como marcador biológico. En organismos tratados por baños de inmersión con oxitetraciclina, el cristalino se impregna y le confiere epifluorescencia (**ver Fig. 65**). Dada esta propiedad es necesario corroborar el efecto de su aplicación por inyección lo que permitiría validar el significado del número de bandas en el tiempo.

Se hicieron pruebas con los ejemplares de la **tabla 28** y sólo se consiguió calidad de análisis de los tres que se reportan en la **tabla 31**, por eso se privilegió el proceso de buscar una técnica que garantizara la calidad de los cortes para lectura, antes que la cantidad de muestras a leer.

#### **5.4 Objetivo específico 3.2.3. Determinar relación temperatura/ estacionalidad reproductiva de machos y hembras, respectivamente.**

El desarrollo de este objetivo permitió determinar el estado de madurez sexual del pulpo, identificando la condición gonádica predominante para ambos sexos y localidades. Para este efecto se consideró la variación temporal del grado de madurez mediante un análisis cuantitativo, a través del cálculo de indicadores gonádicos, y de un análisis cualitativo, mediante el examen: i) macroscópico y ii) macroscópico e histológico de las gónadas.



Consecuentemente con lo comprometido se entregan los resultados de estimación de fecundidad, una descripción macroscópica de las glándulas oviductales y presencia de espermátóforos asociadas a ellas y el análisis de los datos de temperatura y oxígeno.

#### **5.4.1 Resultados estudios reproductivos**

En los resultados del comportamiento reproductivo del pulpo se consideró la utilización de indicadores de naturaleza macroscópica y el análisis microscópico de la gónada, mediante la técnica histológica, asumiendo la relación entre estos y el predominio temporal de determinados estados gonadales.

Para este fin, se consideraron 763 ejemplares de la localidad de Ancud y 869 de la localidad de Queilén. El número de ejemplares por localidad, mes y sexo se presentan en la **tabla 32**

La metodología empleada en la extracción de las muestras permitió obtener los track seguidos por las embarcaciones que fueron contratadas para estos fines, datos que contribuyen a la identificación de las zonas de extracción de este recurso (**Fig. 67**).

##### **5.4.1.1 Análisis macroscópico en base a escala macroscópica. Ancud y Queilén.**

- **Estados macroscópicos de madurez sexual aparente (EMMa)**

En Ancud como en Queilén se constata la presencia a través de todo el período de estudio de individuos en todos los estados de madurez (inmaduros a desovados en hembras e inmaduros a maduros en machos), indicando una actividad reproductiva constante (**Fig. 68 y 69**).



En Ancud las hembras registran en su mayoría individuos en todos los estados, la predominancia está dada por la presencia de los estados 1 y 2. En marzo y abril sobre el 43% de las hembras se encontraban en estado 1 (E1). En mayo y junio si bien la diferencia es leve, con respecto a E1, la mayor parte de los ejemplares se encuentran en E2 (sobre el 29%), la predominancia de E2 en los meses de julio y agosto es clara, abarcando un 52% y 64%, respectivamente, de los individuos muestreados, presentándose además una porción importante de ejemplares en E3, la cual tiende a manifestarse en mayor grado en septiembre (26%), aunque sigue una predominancia de E2 (39%), en octubre sigue la tendencia de E2, pero con una mayor presencia de ejemplares en E3, E4 e incluso E5, los que se evidencian notoriamente en noviembre mayoritariamente en E4, a partir de enero (en diciembre no se obtuvo muestreo para esta localidad) y hasta marzo los estados predominantes son E2 seguido del E1 (**Fig. 68**).

En Queilén la situación es similar, predominando entre marzo y agosto los estados E1 y E2. En marzo el 66% de los ejemplares observados se encontraban inmaduros (E1: 33%) o en maduración (E2: 33%). En abril, mayo y julio, prevalece E1, aunque en este último mes la diferencia es leve en relación a E2. En junio y agosto el estado mayormente registrado es E2, existiendo en junio una porción importante de ejemplares con E1, a partir de agosto se observa una mayor presencia de individuos en E3, los que predominan junto a E2 hasta enero, mes en el que alcanza su mayor prevalencia (52%), en tanto en febrero y marzo del siguiente año sobresale la presencia de E4 (**Fig. 68**).

En machos, los ejemplares muestreados en Ancud registran presencia mayoritariamente de E1 en los meses de marzo y abril (2009), el porcentaje de individuos inmaduros en ambos meses superan el 46%. En mayo y junio, si bien se registra una porción importante de individuos en E1, el E2 prevalece levemente sobrepasando el 30% de los ejemplares muestreados. En julio y agosto se denota



una clara presencia de individuos en E2 con un registro de 54% y 65% respectivamente, valores similares a los registrados en hembras para este mismo puerto. Cabe resaltar la presencia de individuos en E3 a lo largo de todo el periodo de estudio, destacando la presencia de ejemplares maduros en julio (24%), alcanzado valores mayores entre septiembre y noviembre, destacando este último mes con un 57%. En enero y febrero del año predomina E2, para observarse en marzo (2010) nuevamente la mayor presencia de individuos en E1 (**Fig. 69**).

En Queilén se observó una mayor presencia de ejemplares en E2 entre marzo y diciembre del 2009. En marzo de ese año también prevalece el E3, lo cual se vuelve a presentar en marzo del siguiente año. Si bien se registran individuos en este estado durante todo el año, su predominancia se manifiesta en enero, febrero y como se dijo anteriormente en marzo (**Fig. 69**).

- **Estructuras de tallas distribuidas por estados de madurez**

En hembras el análisis de la estructura de tallas, en base a la longitud del manto (LM), de los distintos estados de madurez (**Fig. 70**), si bien registran un amplio espectro de tallas, evidencia una clara predominancia de tamaños según sea el estado en que se encuentran. En Ancud el E1 se presenta preferentemente entre los 104 mm y 109 mm de LM, abarcando su distribución hasta los 157 mm de LM y presentando los tamaños más pequeños (desde 66 mm de LM). Individuos en E2 registran una talla principal en 144 mm de LM (se distribuye entre 102 mm a 197 mm), mientras que los que evidencian un E3 tienen una mayor presencia entre 144 y 174 mm (amplitud de rango de 113 mm a 213 mm). Ejemplares maduros (E4) se presentan en la población muestreada a partir de los 117 mm de LM, observando entre a los 174 mm de LM una mayor presencia. Finalmente el E5, que se distribuye entre los 103 y 176 mm, registra una mayor presencia de individuos entre 142 mm y 151 mm de LM.



En Queilén la distribución de tallas según su EMMa son similares a las representadas en Ancud. E1 registra una mayor presencia a los 119 mm, encontrándose individuos entre los 84 a 154 mm. Hembras en maduración (E2) se registran entre los 100 a 188 mm con una moda principal a los 134 mm. Se registran ejemplares en E3 a partir de los 119 mm, ubicándose entre 152 mm y 166 mm una mayor frecuencia. Hembras en madurez máxima presentan una mayor frecuencia entre los 167 mm y 176 mm, registrando los individuos E4 a partir de una longitud de manto de 147 mm. Los escasos ejemplares de E5 observados entre marzo y agosto de 2009, se distribuyen desde los 117 a los 186 mm, no registrando una moda aparente, debido al escaso número de estos en los muestreos (**Fig. 70**).

En machos, los lugares de muestreo en relación a las tallas registradas por estados de madurez presentaron valores similares. El E1 registro en ambos sectores las mayores frecuencias a una longitud del manto ubicada entre las clases de 104 y 109 mm, siendo su distribución entre los 92 mm y 156 mm. Los machos en maduración (E2) registran una moda en Ancud a los 124 mm de LM, mientras que los ejemplares capturados en Queilén esta moda la presentan a los 129 mm, sin embargo, la presencia de pulpos en la talla de 124 mm también tiende a ser significativa. Finalmente el E3 que lo presentan individuos por sobre los 124 mm registra la mayor frecuencia en los 174 mm en ambos sectores (**Fig. 71**).

- **Estructuras de peso total distribuidas por estados de madurez**

En hembras, el análisis de la estructura del peso total (PT) de los distintos estados de madurez establece que en Ancud y Queilén los ejemplares en E1 se encuentran a partir de los 258 g y 398 g respectivamente, en tanto las mayores frecuencias en el caso del primer centro de monitoreo se presentan en una amplio espectro, entre 700 g, 900 g y 1300 g (**Fig. 72**), mientras que en Queilén este tiende a ser similar (entre 700 g y 1100 g). El E2 registra una mayor frecuencia en Ancud en los 1900 g, aunque



la frecuencia de de 1300-1500 g es destacable, en Queilén, en tanto, las mayores frecuencias de peso se distribuyen entre los 1100 y 1500 g. Los ejemplares en E3 con mayor frecuencia para ambos centros se ubican en los 1700 g. Los registros de E4 en Ancud presentan una prevalencia en los 2900 g, mientras que en Queilén esta se manifiesta en los 1900 g, con niveles importantes entre los 1700 g y 2100 g. El E5 tanto en Ancud como Queilén registra una mayor frecuencia de ejemplares a los 1300 g, esto es esperable, si se considera que las hembras en este estado se encuentran desovadas y posiblemente sufren pérdida de peso por inanición.

En machos los estados de madurez registrados por peso de los individuos en ambos sectores de muestreo evidencian similares registros. E1 se presenta a partir de individuos con 215 g de peso corporal en Ancud y de 428 g en Queilén. Sin embargo, en ambos sectores de muestreo las mayores frecuencias de E1 se registran a los 700 g. E2 evidenciado a partir de los 600 g presenta una moda en ambos lugares en los 1300 g. Los pulpos en estado maduro observados a partir de los 700 g presentan una mayor frecuencia en Ancud y Queilén en 2300 g, aunque esta moda no es tan evidente como las observadas en los estados anteriores (**Fig. 73**).

- **Índice Gonadosomático(IGS) e Índice gonádico (IG)**

En Ancud tanto el IGS calculado empleando el peso de la gónada y el del aparato reproductor, como el Índice gonádico registran tendencias similares. En hembras esto se traduce en un nivel estable entre marzo a junio para luego registrar un descenso en julio y agosto, a partir de septiembre se observa un aumento prolongándose este hasta noviembre donde alcanza su valor máximo, entre enero y marzo del 2010 los niveles descienden siendo similares a los registrados en los meses iniciales del estudio en el año 2009. En machos los valores en los tres índices registran un descenso desde marzo a junio, entre julio y noviembre se registran los mayores valores, alcanzando en septiembre y noviembre el máximo valor. Entre enero y



marzo del 2010 se registra una constante disminución en cada uno de los índices considerados (**Fig. 74**).

En Queilén al igual que en Ancud los tres índices registran una evolución similar. Sin embargo, la tendencia de estos es diferente a la registrada en Ancud. En hembras desde marzo a mayo se registra un leve, pero continuo ascenso, experimentando un descenso en junio, para nuevamente registrar desde julio un ascenso que se prolonga hasta noviembre, siendo el valor máximo observado en este mes., descendiendo posteriormente en diciembre manteniendo niveles estables entre este mes y marzo del 2010. En machos se registra un continuo aumento entre marzo y mayo, descendiendo levemente en junio, un aumento progresivo entre julio y septiembre, alcanzando en este mes el máximo valor, se mantiene relativamente estable en octubre y noviembre, para comenzar en diciembre y hasta marzo del 2010 un paulatino descenso en los valores (**Fig. 74**).

#### **5.4.2.1 Análisis microscópicos**

##### **A. Resultados asociados al muestreo de Ancud**

##### **A.1 Análisis macroscópico en base a estadios microscópicos**

- **Índice de Madurez (IM)**

En machos, la distribución mensual del IM medio mostró poca fluctuación, destacando los mayores registros en marzo y abril (0,15). Desde mayo, el indicador disminuyó (0,05) y se mantuvo en valores relativamente estables hasta marzo de 2010 ( $< 0,06$ ), observándose la mayor dispersión del índice reflejado en la desviación estándar en los meses de marzo-mayo, agosto y en octubre. En hembras, los valores medios fueron comparativamente más altos que en los machos durante todo el estudio. El seguimiento señaló el mayor valor al inicio de los muestreos en marzo



(0,43), para posteriormente presentar fluctuaciones que se caracterizaron por: una caída en abril (0,27), un incremento y permanencia en IM relativamente estables de mayo a agosto (media: 0,36), la tendencia al descenso desde septiembre (0,29) para alcanzar el mínimo en noviembre (0,21), y el aumento a registros similares de enero a marzo (media: 0,28) (**Tabla 33; Fig. 75**).

- **Índice Gonadosomático Relativo (IGSR)**

La distribución del IGSR medio en los machos presentó un comportamiento temporal claramente definido, caracterizado por una marcada caída en abril a 4,8 (marzo: 7,1), a partir del cual presentó un leve incremento hacia julio (5,2), para aumentar notoriamente en agosto (6,8) y alcanzar los mayores valores de septiembre a noviembre (media: 8,2), mientras que desde enero (5,4), el IGSR manifestó una tendencia al descenso, llegando a un 4,2 en marzo de 2010. En las hembras, se observaron diferencias en relación a los machos, principalmente en la conducta del indicador en el período de marzo a agosto, que se caracterizó por estrechas fluctuaciones con una inclinación a aumentar levemente en mayo-junio (3,7; 3,4), para posteriormente disminuir y alcanzar el valor más bajo del estudio en agosto (1,9). Desde septiembre, similar a los machos, el IGSR aumentó (3,9), llegando a un máximo en noviembre (6,8), para nuevamente disminuir desde enero (2,9), observándose un registro de 2,6 en marzo de 2010 (**Tabla 33; Fig. 76**). En todo el período analizado, los registros del IGSR fueron más altos en los machos.

- **Índice Gonadosomático (IGS)**

Las variaciones mensuales del Índice gonadosomático (IGS) medio presentaron similar comportamiento al IGSR, tanto en machos y hembras, aunque con valores levemente inferiores (**Tabla 33**). En los machos, el indicador descendió en abril (4,8), para posteriormente incrementar marcadamente en agosto (6,6) y alcanzar los



máximos registros de septiembre a noviembre (media: 7,9). A partir de enero (5,2), el IGS presentó una tendencia al descenso, con un 4,1 en marzo de 2010 (**Fig. 77**). En las hembras, el indicador incrementó levemente en mayo-junio (3,0; 2,8), para posteriormente caer a un mínimo en agosto (1,4). Desde septiembre, el IGS aumentó (3,0) y alcanzó el máximo en noviembre (5,9), mientras que desde enero (2,4), el indicador descendió a un 2,2 en marzo de 2010 (**Fig. 77**). Similar al IGSR, en todo el período, los registros fueron más altos en los machos.

- **Análisis macroscópico de estados de madurez**

La frecuencia mensual de estados de madurez macroscópicos en machos (**Tabla 34; Fig. 78**), indicó que los testículos inmaduros (EMS I) se observaron en gran parte del estudio, con registros que decrecieron desde mayo (12%) y se permanecieron bajos hasta noviembre (< 15%), mientras que desde enero a febrero presentaron un notorio incremento (30% a 44%). El EMS II (En maduración), conforme al proceso de maduración, aumentó desde abril (33%) a un máximo en julio (78%), a partir del cual se inició una disminución hacia noviembre (33%). Desde enero a marzo, se mantuvo en porcentajes relativamente importantes (32% a 50%). Los machos maduros (EMS III), se visualizaron en todos los muestreos, caracterizándose por valores altos en marzo (62%) y abril (47%), que disminuyen desde mayo a agosto (< 25%), para incrementar de septiembre (36%) a un máximo en noviembre (57%), a la vez que desde enero a marzo, su participación descendió no sobrepasando el 25%.

En hembras, la frecuencia de estados de madurez macroscópicos (**Tabla 34; Fig. 79**) mostró que el EMS I (Inmaduro) decreció desde marzo (41%) a valores más bajos de julio a noviembre, con un leve incremento en agosto (18%) y en octubre (21%), para iniciar una tendencia al aumento desde enero a marzo (15% a 34%). El EMS II (En maduración), presentó un mayor aporte hacia un máximo en agosto (64%), para disminuir de septiembre (39%) a noviembre (15%), y nuevamente incrementar a



valores altos de enero a marzo (38% a 59%). El EMS III (Maduro) se observ3 en porcentajes relativamente importantes de abril a noviembre (< 31%), con una disminuci3n de junio a agosto (< 24%). De enero a marzo, su incidencia no super3 el 12%. Los ovarios en madurez m3xima (EMS IV) se presentaron en todo el estudio, pero con una baja participaci3n, caracteriz3ndose por un aumento hacia abril (20%), para decaer de mayo (8%) a agosto (3%), mientras que desde septiembre increment3 al registro m3s alto en noviembre (35%). Desde enero a marzo permaneci3 en valores que fluctuaron de 11% a 16%. Las hembras desovadas (EMS V), presentaron mayores registros en otoño (marzo: 22% y mayo: 24%) y en primavera (septiembre: 23% y noviembre: 19%), a la vez que en el resto del año no alcanzaron el 12%.

## A.2 An3lisis microsc3pico

En los machos, los resultados de la frecuencia mensual de los estadios de madurez (EMS) se resumen en la **tabla 35** y se grafican en la **figura 80**. De este an3lisis se desprende la ocurrencia de todos los grados de madurez durante los muestreos mensuales, pero con variaciones temporales en su incidencia que determinan su condici3n de madurez. El EMS I (inmaduro) present3 una alta incidencia en marzo-abril (46%; 41%), que disminuy3 desde mayo (26%) a registros bajos de junio a noviembre (media: 9%), con un m3nimo en octubre (3%). A partir de enero, los ejemplares inmaduros incrementaron marcadamente (32%), observ3ndose un 46% en marzo de 2010. De los estadios m3s avanzados de maduraci3n: el EMS II (maduraci3n temprana), present3 una mayor contribuci3n de mayo a julio (media: 35%), disminuyendo de agosto a un m3nimo en noviembre (< 20%). De enero a marzo de 2010, los registros incrementaron iniciando un nuevo ciclo (> 24%). Los test3culos en madurez avanzada (EMS III) se observaron en todos los meses con una participaci3n sobre el 20%, pero con un per3odo de mayor intensidad de julio a



noviembre (> 45%), a excepción de septiembre en que apareció en un 24%. Los ejemplares en regresión (EMS IV), también se visualizaron prácticamente en todos los muestreos, sin embargo se destacó un período secundario de abril a junio (> 12%), con un máximo en abril (28%), y un período principal de septiembre a noviembre (> 25%), con un registro mayor en septiembre (50%).

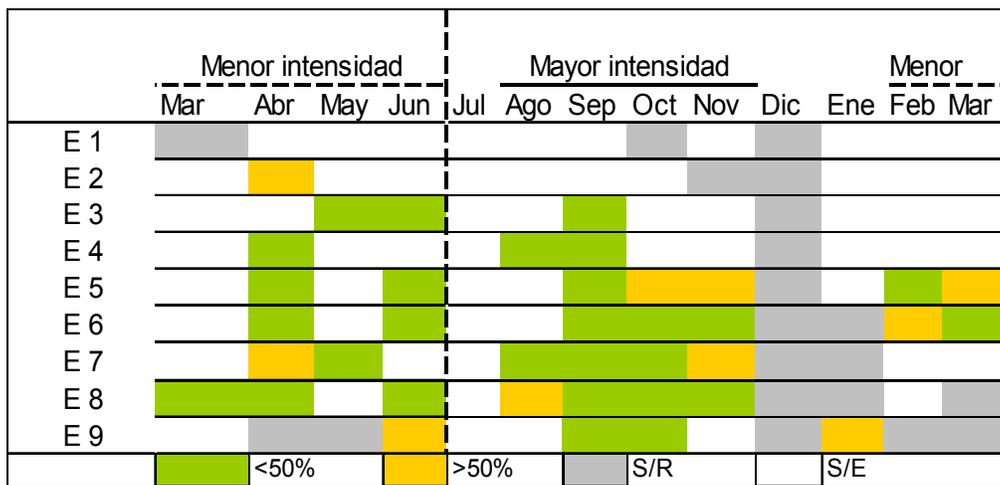
Del análisis de estados agrupados indicadores de la actividad de maduración gonadal (EMS II y III) y de evacuación y regresión (EMS IV) (**Tabla 35; Fig. 81**), se desprende la presencia durante todo el año de machos en proceso de desarrollo gonadal, pero se identifica un máximo secundario de enero a marzo, y un período principal de mayo a noviembre. De esta manera, se visualizan dos períodos de mayor incidencia de evacuación, con un máximo secundario en abril (abril a junio) y uno principal en septiembre (septiembre-noviembre).

Al considerar los estados agrupados de actividad testicular por grupos de longitud dorsal del manto, se desprende que los ejemplares del estrato 1 (E1: 100,0-109,9) presentaron actividad en algunos meses, los que se centraron con una mayor incidencia de agosto a noviembre, con un máximo en septiembre (100%), y en menor grado, en abril (33%), enero (20%) y marzo (20%). En los estratos E2 al E9 se observó mayor participación de gónadas en desarrollo, caracterizándose en términos generales por un comportamiento reproductivo similar, en que la actividad gonadal se manifestó principalmente de mayo a noviembre, y secundariamente en los meses de enero a abril (**Tabla 36; Fig. 82**)

El estadio de regresión por intervalos de LDM (**Tabla 37 y Cuadro 1**), evidenció los períodos principal (primavera) y secundario (otoño) descritos anteriormente, señalando la concordancia temporal entre los distintos tamaños de los ejemplares en la actividad de evacuación. Sin embargo, se puede destacar la menor presencia en las colectas mensuales de esta condición en aquellas longitudes menores al E5,



incluso no observándose en el E1, mientras que los machos desde el E5, se caracterizaron por tener un período más extenso en que se manifestó la evacuación. El análisis del E9 se vio limitado por la menor representatividad en el estudio. De estos antecedentes se desprende el mayor aporte al proceso de evacuación de los machos desde los 140 mm de LDM.



**Cuadro 1.** Incidencia (%) mensual de la actividad de evacuación por estratos de LDM en ejemplares de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9). S/R: sin muestra; S/E: sin evacuación; Verde: menor a 50%; Rojo: mayor a 50% incidencia.

En hembras, la **tabla 38** y la **figura 83** entregan la distribución de los estados de madurez, en que se apreció la diversidad de la condición de los ovarios durante las colectas mensuales. De los estadios de menor desarrollo, el EMS I (inmaduro) prácticamente no estuvo presente, observándose sólo en enero (4%), mientras que el estadio en desarrollo (EMS II) se caracterizó por una alta incidencia de enero a agosto (> 32%), con aportes importantes en marzo-abril (> 50%) y en agosto (45%). De septiembre a noviembre, su contribución disminuyó. Respecto a los estados avanzados de maduración y de síntesis de



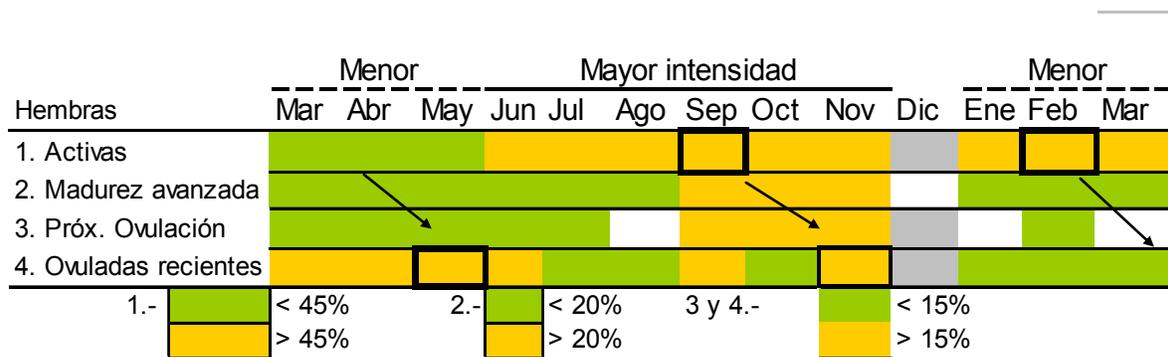
vitelo: el EMS III (vitelogénesis inicial) se visualizó en gran parte del estudio, pero con dos etapas de incremento, de enero a febrero (>22%), y de abril a agosto (>12%), a la vez que desde septiembre a noviembre, su participación fue menor. Los ovarios en EMS IV (vitelínico) y EMS V (vitelado tardío), reflejaron el avance del proceso de maduración gonadal, identificándose dos períodos de mayor frecuencia, de enero a marzo, y de mayo a octubre. De las hembras próximas a la ovulación y en ovulación: el EMS VI de preovulación se observó con amplia participación durante el desarrollo del estudio, pero en porcentajes mensuales relativamente bajos, sobresaliendo en febrero y en julio (12%), y desde septiembre a noviembre (>15%), con un máximo en noviembre (46%), mientras que los ejemplares en ovulación (EMS VII) fueron escasamente encontrados en las colectas, con registros menores al 10%, en los meses de abril, junio, octubre, enero y marzo. En el caso de la condición de postdesove y regresión (EMS VIII) se logró una alta representatividad en los muestreos, con porcentajes relativamente importantes, sobre la cual se pudo determinar dos períodos de mayor contribución, de marzo a julio (> 12%) y de septiembre a noviembre (> 8%).

El análisis comparativo de estados agrupados indicadores de la actividad gonadal (EMS III a VII), del EMS próximo a la ovulación (EMS VI), del proceso de ovulación (EMS VII) y de las hembras postdesovadas (EMS VIII) (**Tabla 38; Fig. 84**), permitió evidenciar actividad de maduración gonadal durante todo el año, destacando dos períodos de alta contribución, uno principal más extenso de junio a noviembre, y uno secundario más acotado de enero a marzo, con máximos en septiembre (71%) y en febrero (62%), respectivamente. Los ovarios próximos a la ovulación sobresalieron de septiembre (16%) a noviembre (46%), concordante con el incremento de la actividad ovárica, mientras que el estado de ovulación estuvo débilmente representado que limitó caracterizar tendencias. Sin embargo, la significativa presencia de hembras regresionadas posibilitó visualizar la fase final de la dinámica ovárica, identificándose



per3odos de mayor incidencia que se centraron de marzo a junio y de septiembre a noviembre, con m3ximos en mayo (29%) y en noviembre (31%), respectivamente. De aqu3 se desprende un desove principal en primavera (septiembre-noviembre), y un desove secundario en oto3o (marzo-mayo).

El **cuadro 2** resume los per3odos de mayor actividad, de madurez m3xima y de alta incidencia de hembras ovuladas recientemente. Se destaca actividad de desarrollo gonadal durante todo el a3o, sin embargo se identific3 un per3odo de mayor intensidad desde mediados de invierno a verano, con un m3ximo principal en primavera (septiembre), y secundariamente en verano (febrero). Los estados m3s avanzados se presentaron mayormente en primavera. El proceso de ovulaci3n se observ3 en todo el a3o, pero acorde a los dos per3odos de mayor actividad, se present3 un aporte importante en primavera y en oto3o-inicio de invierno, con un desfase consecuente con los picos en septiembre y febrero.



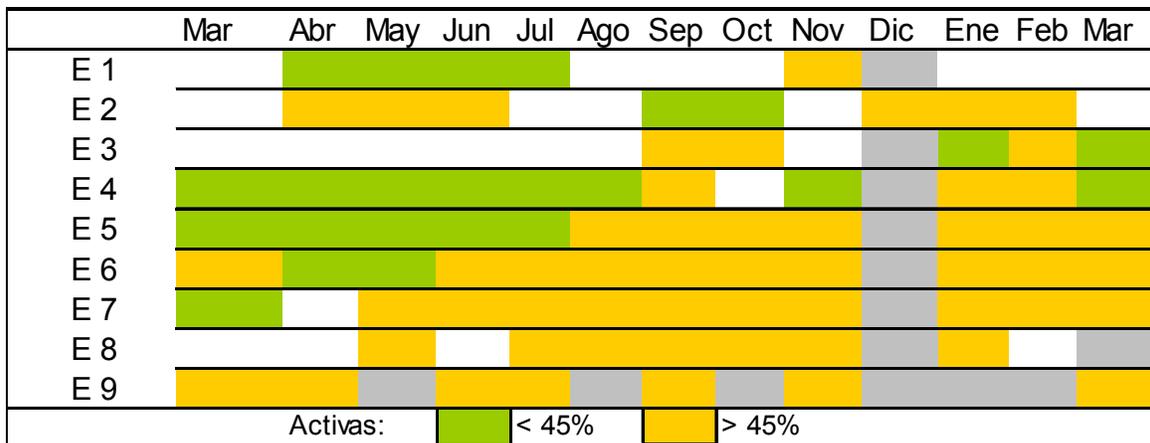
**Cuadro 2.** Incidencia (%) mensual de hembras activas, en estados avanzados de madurez y ovuladas de la localidad de Ancud. A3os 2009-2010 (blanco: sin actividad; plomo: sin registro).

De la distribuci3n de estados agrupados indicadores de la actividad ov3rica (EMS III a VII) por intervalos de la longitud dorsal del manto (LDM), se observ3 el desarrollo de un evento reproductivo en todos los tama3os. Las hembras del estrato 1 (E1: 100,0-109,9) presentaron actividad de abril a julio (< 34%) y en noviembre (50%). En el E2



(110,0-119,9), la actividad aument3 de enero a junio (< 68%) y en septiembre-octubre (< 26%). En los estratos E1 y E2 el mayor aporte a la actividad se inclin3 a los muestreos de la primera mitad del a1o. En el E3, la actividad se centr3 de enero a marzo (< 61%) y en septiembre-octubre (< 61%). Desde el E4 (> a 130 mm LDM), los ovarios con actividad en las colectas incrementaron notoriamente, hecho que defini3 un proceso reproductivo de importancia en el per3odo de junio a noviembre, adem3s de la actividad del primer semestre (**Tabla 39; Fig. 85**).

El **cuadro 3** resume los meses de mayor aporte a la actividad ov3rica por intervalos de la longitud dorsal del manto, en que se destac3 una menor actividad en los estratos inferiores al E4, caracteriz3ndose los E1 y E2 por una mayor incidencia centrado a la primera mitad del a1o, mientras que el E3, present3 un aporte importante tambi3n en primavera. Desde el E4, la actividad se observ3 pr3cticamente todo el a1o, con un per3odo m3s extenso conforme aumentaron los tama1os, adem3s adquiri3 importancia los meses de oto1o a verano.



**Cuadro 3.** Incidencia (%) mensual de hembras activas (III al VII) por intervalos de la LDM, de la localidad de Ancud. A1os 2009-2010 (blanco: sin actividad; plomo: sin registro).



La condición de próximo a la ovulación (EMS VI) por intervalos de LDM (**Tabla 40; Fig. 86**), no se observó en tamaños inferiores a los 129 mm (< E3), mientras que en los E4 y E5 se presentó sólo en marzo (25%) y en octubre (20%), respectivamente. En los tamaños mayores a 150 mm (> E6) se encontró con alta participación durante el estudio. En el E6 se visualizó en porcentajes relativamente importantes, con una mayor incidencia de septiembre a noviembre (> 50%), y en menor grado, de febrero a mayo (< 34%). El E7 se caracterizó por aportes importantes en febrero y desde mayo a noviembre. En el E8 la contribución se manifestó de julio a noviembre, a la vez que en E9, de menor participación en los muestreos, se obtuvieron en abril y entre junio y noviembre. De este análisis se desprende la manifestación de la condición próxima a la ovulación, entre los ejemplares de diferentes tamaños, centrada a los períodos de julio a noviembre y desde febrero a mayo.

La distribución de hembras en regresión (EMS VIII) por intervalos de LDM (**Tabla 41; Fig. 87**), evidenció una mayor contribución en los muestreos que el estado de preovulación (EMS VI), visualizándose en gran parte del estudio, con el aporte de los diferentes tamaños de las hembras. En el E1, se tienen registros en el período de mediados de verano a mediados de otoño (33%), y desde fines de invierno a inicios de primavera (< 50%). En el E2, los datos abarcaron de otoño a primavera, con máximos en mayo (50%) y en septiembre (67%). En el E3, se presentó desde mediados de otoño a primavera. En el E4, en verano-otoño y en primavera. En el E5 y E6, desde mediados de otoño a mediados de invierno y en noviembre. En el E7, en verano e inicios de otoño, mientras que en el E8, desde mediados de verano a mediados de invierno. En el E9, no se obtuvieron muestreos con esta condición. De este análisis por intervalos de tamaños, se puede deducir un proceso que se acotaría mayormente a las estaciones de otoño a primavera, con menor aporte en verano.



El **cuadro 4** resume la incidencia de hembras ovuladas por intervalo de la longitud dorsal de manto, destacándose la participaci3n de todos los tamaños, con concordancia temporal centrada a las estaciones otoño a primavera, disminuyendo en verano.

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
E 1		■				■	■			■	■		
E 2			■	■	■	■	■			■			
E 3		■		■		■	■	■	■	■			
E 4		■	■				■			■	■		■
E 5	■	■	■	■	■				■	■			
E 6		■	■	■	■				■	■			
E 7	■									■	■	■	■
E 8	■		■	■	■			■	■	■		■	■
E 9			■			■		■		■	■	■	■
				■		< 40%		■		> 40%			

**Cuadro 4.** Incidencia (%) mensual de hembras ovuladas por intervalos de la LDM, de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (blanco: sin actividad; plomo: sin registro).

### A.3 Relaci3n de Indicadores macrosc3picos por fases de madurez

En la **tabla 42** y **figura 88** muestra el comportamiento de los indicadores reproductivos medios en relaci3n a las distintas fases de la maduraci3n testicular en ejemplares de la localidad de Ancud. El Índice de madurez (IM) se caracterizó por presentar poca fluctuaci3n entre los distintos EMS, presentando registros superiores en el EMS menos desarrollado (EMS I) (0,07) y en el estado de regresi3n (EMS IV: 0,06). Los indicadores IGSR e IGS presentaron similar variaci3n, con una clara tendencia al aumento de los valores conforme se avanza en la maduraci3n gonádica hasta alcanzar el punto mayor en el EMS III (madurez avanzada). En el EMS IV, los registros se estabilizan y presentan una caída gradual asociado al proceso de vaciamiento de la g3nada.



De este an3lisis se desprende que la evoluci3n y fluctuaciones de los indicadores IGSR e IGS representaron mejor las distintas etapas asociadas al proceso de maduraci3n y de regresi3n testicular, mientras que el comportamiento al incremento del IM en el EMS IV permite diferenciar esta condici3n de madurez (regresi3n). Los indicadores tienden a un incremento conforme se desarrolla la g3nada hasta alcanzar la madurez avanzada, en el estado siguiente de regresi3n los cambios son inversos.

En hembras, la **tabla 42** y la **figura 89** muestran la relaci3n de los indicadores respecto el estado gonadal en ejemplares de la localidad de Ancud. El 3ndice de madurez (IM) se caracteriz3 por presentar grandes fluctuaciones, con valores medios altos ( $> 0,35$ ) en los EMS menos avanzados de desarrollo (EMS II) y de vitelog3nesis inicial (EMS III), mientras que disminuy3 conforme se procedi3 la maduraci3n, con registros menores a 0,25 entre los EMS IV a VII, para nuevamente incrementar notoriamente a 0,38 en el EMS VIII (postdesove). Los indicadores IGSR e IGS presentaron similar comportamiento, con un aumento progresivo conforme se avanz3 en la maduraci3n gon3dica, alcanzando un mayor incremento en el EMS V (vitelado tard3o) y el registro m3ximo en el EMS VI (preovulaci3n). Desde el EMS VII, los indicadores disminuyeron gradualmente, para obtener valores muy bajos en el EMS VIII, asociados al proceso de ovulaci3n y vaciamiento de la g3nada, respectivamente.

De este an3lisis se desprende, a diferencia de los machos, que las marcadas fluctuaciones de los tres indicadores representan las distintas etapas asociadas al proceso de maduraci3n y de regresi3n ov3rica, pero caracteriz3ndose por una conducta inversa, mientras que el IM present3 los mayores valores en las fases de menor desarrollo (EMS II y III) y de regresi3n (EMS VIII), los indicadores IGSR e IGS evidenciaron los registros m3s altos en los estados avanzados de madurez (EMS V a VII).



#### **A.4 Relación entre la longitud y el peso por fases de madurez**

Las **tabla 43** y las **figuras 90-91** muestran la relación entre datos biométricos de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez microscópica, para ejemplares de ambos sexos de la localidad de Ancud. En machos, se observó una relación directa, caracterizándose el desarrollo de un proceso reproductivo desde una LDM media de 132 mm, con un PT medio de 1.453 g, mientras que en las hembras, la tendencia fue al incremento hasta la madurez de preovulación, para disminuir durante la ovulación y en regresión, visualizándose la actividad reproductiva desde una LDM media de 136 mm y un PT medio de 1.727 g.

### **B. Resultados asociados al muestreo de Queilén**

#### **B.1 Análisis macroscópico en base a estadios microscópicos**

- **Índice de Madurez (IM)**

En machos, la distribución mensual del IM medio mostró una estrecha variación, con los registros más altos en marzo y abril (0,11; 0,08). En mayo, el indicador disminuyó (0,04) y se mantuvo en valores relativamente similares hasta marzo de 2010 (< 0,04) (**Tabla 44; Fig. 92**). En hembras, la distribución de los índices medios fue comparativamente más alta que en los machos durante todo el estudio. El seguimiento evidenció registros más altos y similares desde marzo a junio (0,35 a 0,37), que disminuyó levemente en julio (0,33) y alcanzó un 0,27 en agosto y en septiembre. Posteriormente, el IM presentó fluctuaciones que indicaron un incremento en octubre (0,31), una caída a valores relativamente estables de noviembre a enero (0,24-0,27), para nuevamente disminuir en febrero (0,21) y aumentar en marzo (0,26) (**Tabla 44; Fig. 92**).



- **Índice Gonadosomático Relativo (IGSR)**

La distribución del IGSR medio en los machos evidenció un patrón temporal definido, que se caracterizó por registros menores relativamente estables de marzo a junio (4%-5%), incrementando desde julio (6,5%) a un máximo en septiembre (9,6%) y mantenerse en valores altos hasta enero (8,0%), para desde febrero disminuir (6,9%) y llegar a un 6,0% en marzo (**Tabla 44; Fig. 93**). En las hembras, se presentaron diferencias respecto a los machos, con registros relativamente similares de marzo a mayo (3,7%-4,1%), mientras que en junio, contrariamente a los machos, el indicador cayó notoriamente (1,4%), a partir del cual experimentó un incremento gradual a septiembre (3,8%), para nuevamente caer en octubre (1,9%) y posteriormente aumentar marcadamente desde noviembre (4,8%), con IGSR altos de enero a marzo (6,1%-8,3%) (**Tabla 44; Fig. 93**). Mayormente, en el período analizado, los registros del IGSR en machos fueron más altos.

- **Índice Gonadosomático (IGS)**

Los cambios mensuales del Índice gonadosomático (IGS) medio presentaron similar comportamiento al IGSR, tanto en machos y en hembras, aunque con registros levemente inferiores (**Tabla 44**). En los machos, el indicador incrementó gradualmente a un máximo en septiembre (9,4%) y se mantuvo en valores altos hasta enero (7,7%), para disminuir en febrero (6,6%) y en marzo (5,8%) (**Fig. 94**). En las hembras, el indicador fue similar de marzo a mayo (2,9%-3,3%), mientras que disminuyó marcadamente en junio (1,0%), a partir del cual incrementó levemente a septiembre (3,1%), para nuevamente caer en octubre (1,4%) y volver a aumentar notoriamente desde noviembre (4,1%), observándose registros altos de enero a marzo, con el máximo en febrero (7,2%) (**Fig. 94**). Similar al IGSR, en la mayor parte del estudio, los registros fueron más altos en los machos.



- **Análisis macroscópico de estados de madurez**

La frecuencia de estados de madurez macroscópicos en machos (**Tabla 45; Fig. 95**), mostró todas las fases de desarrollo en cada colecta mensual. Los testículos inmaduros (EMS I) presentaron una incidencia que no superó el 20%, con un incremento de abril a junio (< 20%), para disminuir de julio a octubre (< 11%), y volver a aumentar de noviembre a marzo (< 15%). El EMS II (En maduración), destacó con altos porcentajes desde marzo a diciembre (47% a 87%), mientras que desde enero a marzo bajó no superando el 34%. Los machos maduros (EMS III) se observaron con un registro alto en marzo (45%), pero disminuyeron de abril a diciembre (< 30%), para experimentar un notorio incremento de enero a marzo (54% a 61%).

En hembras, la frecuencia de estados de madurez macroscópicos (**Tabla 46; Fig. 96**) mostró que el EMS I (Inmaduro) fue importante de marzo a julio (31% a 47%), mientras que disminuyó de agosto a marzo (< 24%), observándose incrementos en octubre (23%) y en marzo de 2010 (20%). El EMS II (En maduración), presentó un aumento hacia junio (56%) y se mantuvo en valores relativamente altos hasta diciembre (56%), con una caída en septiembre (26%). Desde enero a marzo de 2010 no alcanzó el 24%. El EMS III (Maduro) se observó en porcentajes relativamente bajos que descendieron de marzo-abril (17%; 19%) a julio (3%), mientras que de agosto a febrero presentaron una mayor participación, con un máximo en enero (52%). En febrero decayó significativamente a un 7%. Los ovarios en madurez máxima (EMS IV) se caracterizaron por bajos registros en la mayor parte del estudio (< 12%), destacando un incremento de enero a marzo de 2010, con el mayor valor en febrero (54%). Las hembras desovadas (EMS V) sobresalieron con un 34% en primavera (septiembre), mientras que en los otros meses analizados no sobrepasaron el 10%.



## B.2 Análisis microscópico

En machos, los resultados de la frecuencia mensual de los estadios de madurez (EMS) se resumen en la **tabla 46** y se grafican en la **figura 97**. De este análisis se desprende la presencia en todos los meses de las distintas fases de madurez propuesta para el examen de los testículos. El EMS I (inmaduro) presentó valores más altos de marzo a junio (< 39%), para disminuir desde julio (16%) a registros muy bajos de agosto a octubre (< 4%). A partir de noviembre experimentó un incremento (9%) llegando a un 16% en enero y febrero, mientras que en marzo descendió notoriamente a un 6%. De los estadios más avanzados de maduración: el EMS II (maduración temprana), tuvo una alta incidencia de marzo a agosto (< 46%), para presentar registros relativamente bajos de septiembre a enero, con un incremento en octubre (21%). Desde febrero aumentó (22%) llegando a un 37% en marzo, reflejando un nuevo ciclo de maduración. Los testículos en madurez avanzada manifestaron una caída de marzo (32%) a abril (14%), mientras que desde mayo a enero tuvieron una alta participación (32% a 53%), con máximos de agosto a octubre (46%-53%). En febrero, presentó una caída 814%), alcanzando un 3% en marzo. El estadio de regresión (EMS IV) se visualizó en todo el período de estudio, sin embargo los porcentajes de evacuación fueron mayores de septiembre a marzo (24% a 54%), sobresaliendo en septiembre (42%) y de enero a marzo (42% a 54%), a la vez, que en el período de marzo a agosto de 2009 no superó el 17%.

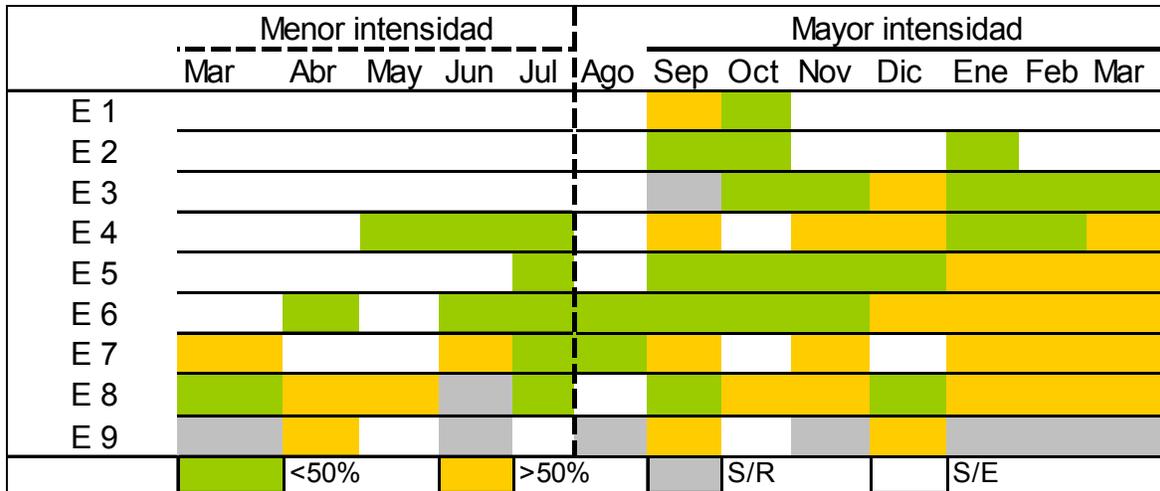
Del análisis de estados agrupados indicadores de la actividad de maduración gonadal (EMS II y III) y de evacuación y regresión (EMS IV) (**Tabla 46; Fig. 98**), se desprendió la presencia durante todo el año de machos en proceso de desarrollo gonadal, con un incremento de marzo (53%) a agosto (88%), a partir del cual presentó una tendencia al descenso, alcanzando los menores valores de enero a marzo de 2010 (35% a 42%). Similarmente, la condición de evacuación se manifestó



en todos los meses, destacando un incremento gradual en el bimestre junio-julio (13% a 16%), y un aporte importante en el período de septiembre de 2009 a marzo de 2010 (> 24%).

Al considerar los estados agrupados de la actividad testicular por grupos de la longitud dorsal del manto, se desprende que los ejemplares del estrato 1 (E1: 100,0-109,9) evidenciaron actividad en algunos meses, los que se centraron de agosto a diciembre y en febrero-marzo, con máximos en agosto (80%) y en marzo de 2010 (75%), respectivamente. En los estratos superiores, se observó mayor participación mensual de gónadas en desarrollo, caracterizándose los E2 al E4, en términos generales, por no presentar una tendencia clara en los porcentajes de testículos con actividad en el período analizado, mientras que los ejemplares mayores e iguales al E5, presentaron un descenso de la actividad gonadal desde fines de primavera de 2009 a inicios de otoño de 2010 (noviembre-marzo) (**Tabla 47; Fig. 99**)

El estadio de regresión por intervalos de LDM (**Tabla 48 y Cuadro 5**), evidenció los períodos de actividad principal y secundaria de evacuación, señalando la concordancia temporal entre los distintos tamaños. Sin embargo, en aquellos ejemplares del E1 al E3, la evacuación se restringió sólo al período principal, mientras que los ejemplares desde el E4 mostraron un evento de mayor extensión participando de ambos períodos. De estos antecedentes se desprende el mayor aporte al proceso de evacuación de los machos desde los 130 mm de LDM.



**Cuadro 5.** Incidencia (%) mensual de la actividad de evacuaci3n por estratos de LDM en ejemplares de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9). S/R: sin muestra; S/E: sin evacuaci3n.

En hembras, la **tabla 49** y la **figura 100** muestran la incidencia y la diversidad de la condici3n de madurez de los ovarios durante los muestreos mensuales. De los estadios de menor desarrollo, el EMS I (inmaduro) pr3cticamente estuvo ausente, observ3ndose s3lo en mayo (3%), mientras que el estadio en desarrollo (EMS II) se manifest3 en todo el per3odo, con registros altos de marzo a julio (< 64%), disminuyendo desde agosto (26%) a un 2% en septiembre, para nuevamente incrementar en octubre-noviembre (< 42%) y descender en diciembre (6%), a partir de cual, present3 un incremento gradual hacia marzo (30%). Respecto a los estados avanzados de maduraci3n y de s3ntesis de vitelo: el EMS III (vitelog3nesis inicial) se visualiz3 en gran parte del estudio, pero con dos etapas de incremento, de marzo a julio (< 23%), y de diciembre a enero (< 29%), a la vez que desde agosto a noviembre, y de febrero a marzo de 2010, su participaci3n fue menor. Los ovarios en EMS IV (vitel3nico) y EMS V (vitelado tard3o), reflejaron la evoluci3n del proceso de



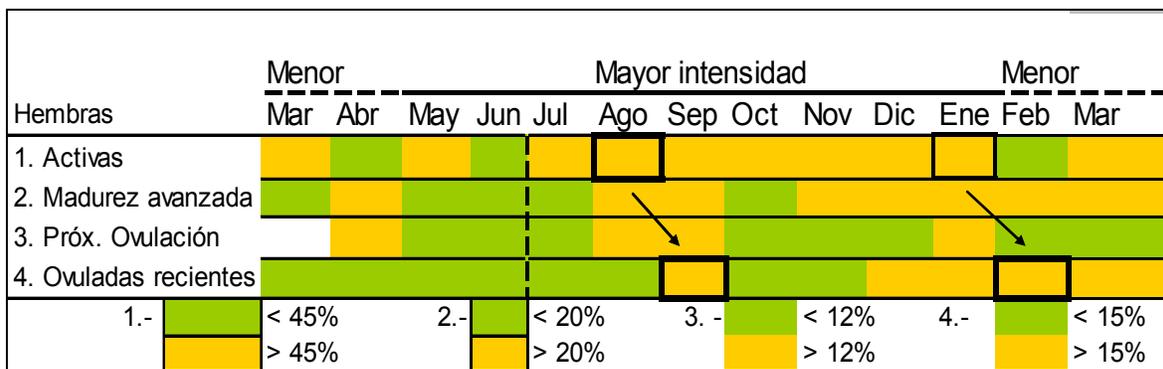
maduración gonadal, identificándose en el EMS IV un período de mayor frecuencia de mayo a diciembre, con alta contribución de agosto a noviembre (< 28%), a la vez que el EMS V, se encontró mayormente de agosto a diciembre (< 23%) y en febrero (21%). De las hembras próximas a la ovulación y en ovulación: el EMS VI de preovulación se observó prácticamente durante todo el desarrollo del estudio, pero en porcentajes mensuales relativamente bajos, sobresaliendo en abril-mayo (<14%), de julio a septiembre (< 14%), en noviembre (11%) y de enero a marzo de 2010 (< 13%), mientras que la condición de ovulación (EMS VII) fue menos evidente, con registros en mayo (7%), y de diciembre a marzo, con mayor aporte en enero (32%) y en marzo (23%) de 2010. En el caso de ovarios en postdesove y regresión (EMS VIII) se presentaron en todos los muestreos, pero en registros que no alcanzaron el 50%, visualizándose la mayor incidencia de septiembre a marzo (< 42%), con máximos en septiembre (40%) y de diciembre a marzo (< 42%), indicando el período de mayor contribución.

El análisis comparativo de estados agrupados indicadores de la actividad gonadal (EMS III a VII), del EMS próximo a la ovulación (EMS VI), del proceso de ovulación (EMS VII) y de las hembras postdesovadas (EMS VIII) (**Tabla 49; Fig. 101**), permitió evidenciar actividad de maduración gonadal durante todo el año, con un incremento de mayo a enero (42% a 76%), destacando una mayor contribución de agosto a enero (45% a 76%), mientras que de febrero a abril, la actividad disminuyó gradualmente. Los ovarios próximos a la ovulación presentaron baja incidencia, con registros similares en los muestreos, mientras que el estado de ovulación, aunque no tuvo mayor participación en las colectas, presentó una tendencia al incremento en verano e inicios de otoño (diciembre-marzo), concordante con el período de intensificación de la actividad ovárica. Respecto a la fase final de postovulación y regresión, se visualizó un período de mayor incidencia que se centró de septiembre a marzo, con máximos en primavera (septiembre: 40%) y en verano (febrero: 42%). De aquí se desprendió el período de madurez máxima que se manifestó desde fines de



invierno a inicios de otoño, con alta intensidad en primavera y en verano, observándose de septiembre a marzo de 2010 la mayor incidencia de ejemplares postovulados y en regresión.

El **cuadro 6** resume los períodos de mayor actividad, de madurez máxima y de alta incidencia de hembras ovuladas recientemente. Se destaca actividad de desarrollo gonadal durante todo el año, sin embargo se identificó un período de mayor contribución de mayo a marzo, que disminuyó gradualmente desde mediados de verano, con aportes importantes en agosto y febrero. Los estados más avanzados se presentaron desde fines de invierno a marzo, con alta incidencia en primavera y verano. El proceso de ovulación se observó en todo el año, pero acorde a los dos períodos de mayor actividad, se presentó un aporte importante de primavera a inicios de otoño (septiembre a marzo), con un máximo en septiembre y febrero.



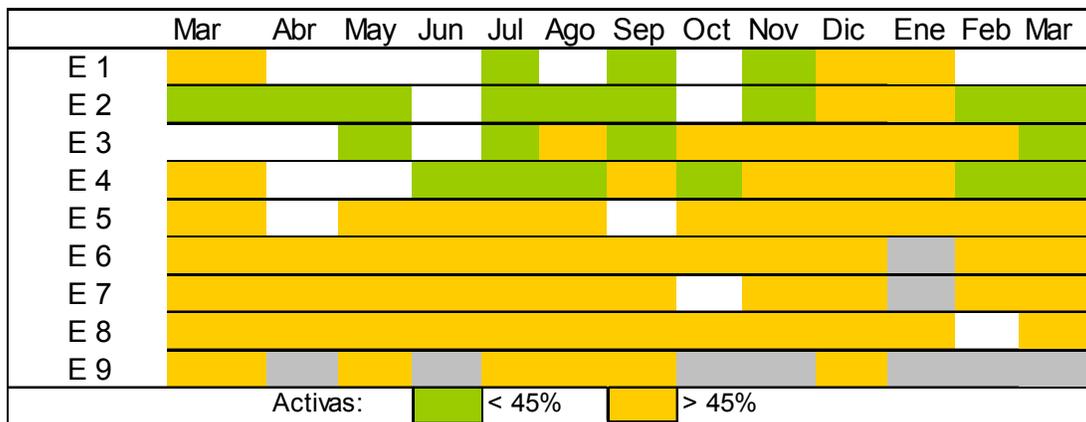
**Cuadro 6.** Incidencia (%) mensual de hembras activas, en estados avanzados de madurez y ovuladas de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (blanco: sin actividad).

De la distribución de estados agrupados indicadores de la actividad ovárica (EMS III a VII) por intervalos de la longitud dorsal del manto (LDM), se observó el desarrollo de un evento reproductivo en todos los tamaños. Las hembras del estrato 1 (E1: 100,0-109,9) evidenciaron actividad en marzo y entre julio y enero. En el E2 (110,0-119,9),



los ovarios con actividad fueron m1s frecuentes en las colectas mensuales, caracteriz1ndose por una mayor contribuci3n desde agosto a marzo (< 84%). En el E3, similar a las hembras del E2, la actividad se centr3 principalmente de agosto a marzo (40% a 100%). En el E4, si bien la mayor actividad fue concordante con los E2 y E3, su incremento se visualiz3 desde junio. Desde el E5 (> a 140 mm LDM), los ovarios con actividad se observaron pr1cticamente durante todo el estudio, con aportes importantes (**Tabla 50; Fig. 102**).

El **cuadro 7** resume los meses de mayor aporte a la actividad ov1rica por intervalos de la longitud dorsal del manto, en que se observ3 una menor incidencia en los estratos inferiores a 139 mm LDM, centr1ndose su mayor contribuci3n a los meses de primavera y verano, mientras que desde los 140 mm la actividad se observ3 pr1cticamente todo el a1o.



**Cuadro 7.** Incidencia (%) mensual de hembras activas (III al VII) por intervalos de la LDM, de la localidad de Queil3n. A1os 2009-2010 (blanco: sin actividad; plomo: sin registro).

La condici3n de pr3ximo a la ovulaci3n (EMS VI) por intervalos de LDM (**Tabla 51; Fig. 103**), pr1cticamente no se present3 en aquellas hembras menores e iguales al E3, observ1ndose s3lo en septiembre en los E1 (33%) y E3 (20%), mientras que



desde el E4, su aparición fue más frecuente. En los E4 y E5, su incidencia se concentró entre agosto y marzo, a diferencia de los ejemplares mayores e iguales al E6, en que si bien mantuvieron el aporte en la segunda mitad del año, también presentaron la condición en el período de abril a julio. De este análisis se desprende la manifestación de la condición próxima a la ovulación, entre los ejemplares de diferentes tamaños, centrada al período de abril a septiembre y de enero a marzo de 2010.

La distribución de hembras en regresión (EMS VIII) por intervalos de LDM (**Tabla 52; Fig. 104**), evidenció la condición ovárica en todos los estratos de tamaños. En el E1, se observó en septiembre (57%) y en diciembre (50%). En el E2, se presentó en mayo (25%) y entre septiembre y febrero (< 65%). En el E3, se encontró entre julio y noviembre (< 65%) y en marzo de 2010 (60%). En el E4, apareció en abril (50%), pero con una mayor concentración entre agosto y marzo. Los estratos E5 al E8 mantuvieron la tendencia, caracterizándose por la mayor contribución entre julio y febrero, presentando en menor grado, aportes entre marzo y junio de 2009. En el E9, sólo se visualizó en diciembre (50%). De este análisis por intervalos de tamaños, se puede deducir un proceso que se acotaría mayormente a las estaciones de primavera a inicios de otoño, con menor aporte desde mediados de otoño y en invierno.

El **cuadro 8** resume la incidencia de hembras ovuladas por intervalo de la longitud dorsal de manto, visualizándose la condición en todos los tamaños, con un mayor aporte que se centró principalmente de primavera a inicios de otoño, y en menor incidencia, de mediados de otoño a invierno.





En hembras, la **tabla 53** y la **figura 106** muestran la relaci3n de los indicadores respecto el estado gonadal en ejemplares de la localidad de Queil3n. El 3ndice de madurez (IM) se caracteriz3 por presentar grandes fluctuaciones, con valores medios altos ( $< 0,40$ ) en los EMS menos avanzados de desarrollo (EMS II) y de vitelog3nesis inicial (EMS III), mientras que disminuy3 conforme se procedi3 la maduraci3n hasta un m3nimo de 0,14 en el EMS VI, para nuevamente incrementar en el EMS VII (0,21) y alcanzar un 0,33 en el EMS VIII (postovulaci3n). Los indicadores IGSR e IGS presentaron similar comportamiento, con un aumento progresivo conforme se avanz3 en la maduraci3n gon3dica hasta un m3ximo en el EMS VII, mientras que disminuy3 marcadamente en el EMS VIII, asociado al proceso de vaciamiento de la g3nada.

#### **B.4 Relaci3n entre la longitud total y el peso total por fases de madurez**

Las **tabla 54** y las **figuras 107-108** muestran la relaci3n entre datos biom3tricos de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez microsc3pica, para ejemplares de ambos sexos de la localidad de Queil3n. En los machos, se observ3 una relaci3n directa para ambas variables, caracteriz3ndose el desarrollo de un proceso reproductivo desde una LDM media de 127 mm, con un PT medio de 1.254 g, mientras que en las hembras, la tendencia fue al incremento hasta la madurez de preovulaci3n, para disminuir durante la ovulaci3n y en regresi3n, visualiz3ndose la actividad reproductiva desde una LDM media de 134 mm y un PT medio de 1.500 g.



### **C. Estimación de la talla y peso de madurez sexual**

En la determinación de la madurez sexual se utilizaron los registros de madurez histológicos en machos y hembras, considerando en primer lugar, todos los ejemplares recolectados desde marzo de 2009 a marzo de 2010, y en segundo término, realizar el ajuste en el período definido como de máxima madurez para las localidades de Ancud y de Queilén (septiembre-febrero), de tal manera de descartar los meses de mayor contribución de los estados de inmadurez.

Para efectos del ajuste con la longitud total, los ejemplares fueron agrupados en intervalos de 5 cm, mientras que para la estimación con la longitud dorsal del manto, en intervalos de 1 cm.

Para la clasificación en categorías de inmaduros y maduros, se optó por dos criterios, aquel que consideró como maduros aquellos ejemplares con estados de desarrollo intermedio de la gónada, es decir, con la formación de la línea germinal pero sin presentar espermatozoides (o pocos), y con presencia de ovocitos en la fase inicial de incorporación de vitelo, mientras que como segundo criterio, se consideró como maduros los estados avanzados de la madurez.

Como primer criterio, en machos, se clasificó como inmaduro el estado I, y maduros los estados II al IV, mientras que en las hembras, se consideró inmaduras los estados I y II, y maduras los estados III al VIII.

Como segundo criterio, en machos, se clasificó como inmaduros los estado I y II, y maduros los estados III y IV, mientras que en las hembras, se consideró como inmaduras los estados I al III, y maduras los estados IV al VIII.

En la localidad de Ancud, durante el período de estudio, los machos presentaron tamaños que fluctuaron de 40 cm a 127 cm, con longitudes del manto de 79 mm a 213 mm, mientras que de septiembre a febrero, los tamaños abarcaron de 43 cm a



127 cm, con LDM de 79 mm a 213 mm. En las hembras, las LT fluctuaron de 43 cm a 125 cm, con LDM de 94 mm a 212 mm, no variando al considerar el período de estudio como de septiembre a febrero.

En la localidad de Queilén, los machos presentaron LT de 46 cm a 109 cm y LDM de 87 mm a 196 mm en el período de estudio, mientras que de septiembre a febrero, los LT fueron de 49 cm a 109 cm, y las LDM de 93 mm a 196 mm. En las hembras, las LT fluctuaron de 43 cm a 107 cm, con LDM de 84 mm a 188 mm, a la vez que de septiembre a febrero, las LT fueron de 43 cm a 101 cm, no variando la amplitud de LDM.

Para la localidad de Ancud, la **tabla 55** muestra los estimados de madurez sexual para la longitud total y la longitud dorsal del manto, en machos y hembras, considerando los diferentes criterios. De los resultados se desprende, para machos y hembras, estimados más altos al considerar todo el período de estudio, mientras que entre criterios de madurez, los estimados con C1 fueron más bajos. Respecto a la longitud total, los machos alcanzaron la madurez sexual ( $LT_{50\%}$ ) a tamaños más inferiores, pero con la longitud dorsal del manto ( $LDM_{50\%}$ ) los valores fueron similares con las hembras, no encontrándose diferencias significativas entre sexos, cuyos intervalos de confianza (95%) estuvieron contenidos. La **tabla 56** muestra el peso total correspondiente a los estimados de la talla de madurez sexual, de acuerdo a las relaciones longitud-pesos para machos y hembras.

Si se considera el ajuste con los ejemplares que presentaron un desarrollo gonadal avanzado (C2) en el período determinado como de máxima madurez (septiembre-febrero), bajo el criterio que efectivamente participan del proceso reproductivo, los machos alcanzaron la madurez sexual a una LT de 69,7 cm y LDM de 134 mm, lo que correspondió a un PT de 1.519 g y 1.530 g, respectivamente. En hembras, la



madurez fue a los 70,7 cm LT y 134 mm de LDM, para un PT de 1.641 g y 1.624 g, respectivamente.

Para la localidad de Queilén, la **tabla 57** muestra los estimados de madurez sexual para la longitud total y la longitud dorsal del manto, en machos y hembras, considerando los diferentes criterios. La tendencia de los resultados fue similar a lo observado para Ancud, en relación al período considerado para el ajuste y al criterio que fue utilizado. En esta localidad, los estimados de  $LT_{50\%}$  y  $LDM_{50\%}$  fueron similares entre sexos, sin diferencias significativas. La **tabla 58** muestra el peso total correspondiente a los estimados de la talla de madurez sexual, de acuerdo a las relaciones longitud-pesos para machos y hembras.

Similar, si se considera el ajuste con los ejemplares que presentaron un desarrollo gonadal avanzado (C2) en el período determinado como de máxima madurez (septiembre-febrero), bajo el criterio que efectivamente participan del proceso reproductivo, los machos alcanzaron la madurez sexual a una LT de 66,6 cm y LDM de 123 mm, lo que correspondió a un PT de 1.335 g y 1.282 g, respectivamente. En hembras, la madurez fue a los 66,4 cm LT y 121 mm de LDM, para un PT de 1.301 g y 1.231 g, respectivamente.

Entre localidades, los machos y las hembras de Queilén alcanzaron la madurez sexual a una menor longitud total y longitud dorsal del manto, a un peso total inferior, respecto a los ejemplares muestreados de la localidad de Ancud. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas para los estimados de LT en machos y hembras, mientras que para la LDM, en machos y hembras, las diferencias estuvieron contenidas en el límite de los intervalos de confianza (95%) (**Fig.109**).



Los estimados de peso total de madurez, de acuerdo a las relaciones longitud-peso, no presentaron diferencias significativas, según se estimó a partir de la  $LT_{50\%}$  y de la  $LDM_{50\%}$ , en machos y hembras de cada localidad.

Si se considera el criterio 1, para el ajuste en el período de máxima madurez (septiembre-febrero), los estimados de  $LT_{50\%}$  y de la  $LDM_{50\%}$  son inferiores respecto al C2, en ambas localidades, cuyos estimados de peso total en machos son de 1.045 g y 1.028 g en Ancud, y de 1.054 g y 1.023 g en Queilén, respectivamente, mientras que en las hembras, los estimados señalaron mayores diferencias entre localidades, con 1.302 g y 1.269 g en Ancud, y de 1.059 g y 1.054 g en Queilén, respectivamente.

#### **5.4.1.3 Relación de la temperatura superficial del mar (TSM) y la estacionalidad reproductiva de machos y hembras.**

El análisis de tendencia de la TSM promedio ( $^{\circ}$  C) (ver punto 5.4.2) en la localidad de Ancud, mostró lo mayores registros en enero-febrero ( $13,0^{\circ}$ ), que disminuyeron gradualmente desde marzo ( $12,7^{\circ}$ ), para alcanzar los menores valores en el bimestre julio-agosto ( $10,4^{\circ}$ ). Desde septiembre, la TSM experimentó un leve incremento ( $10,8^{\circ}$ ), que se mantuvo en similar valor en octubre ( $10,7^{\circ}$ ), mientras que en noviembre y diciembre se midieron registros de  $11,2^{\circ}$  y  $11,8^{\circ}$ , respectivamente (**Fig. 110**). De los resultados se desprende, un incremento gradual de la temperatura en primavera (media:  $10,9^{\circ}$ ), para alcanzar los mayores registros en verano (media:  $12,6^{\circ}$ ) y mediados de otoño (media marzo-abril:  $12,6^{\circ}$ ), disminuyendo desde fines de otoño (mayo:  $11,8^{\circ}$ ) a registros más bajos en invierno ( $10,7^{\circ}$ ).

En Queilén, los valores más altos se presentaron de enero a marzo ( $12,7^{\circ}$ - $13,1^{\circ}$ ), que descendieron notoriamente desde abril ( $11,8^{\circ}$ ) a un mínimo en agosto ( $9,3^{\circ}$ ). A partir de septiembre, la TSM inició el levantamiento ( $10,0^{\circ}$ ), con valores similares en



octubre (10,2°) y en noviembre (10,0°), mientras que en diciembre aumentó claramente (11,1°) (**Fig. 110**). Bajo el factor estacional, los resultados señalaron un incremento menor de la temperatura en primavera (media: 10,1°), para alcanzar un marcado aumento en verano (media: 12,3°) y principios de otoño (marzo: 13,1°), disminuyendo desde mediados de otoño (media abril-mayo: 11,3°) a registros más bajos en invierno (9,7°).

Al comparar las tendencias de la TSM promedio entre localidades, si bien las diferencias no fueron significativas (ver punto 5.4.2), en Ancud, la variabilidad estacional de la T° se caracterizó por tener un comportamiento gradual, a diferencia de las zonas asociadas a Queilén, en que se apreció una marcada estacionalidad, con variaciones notorias, observándose las mayores diferencias, con registros más altos en Ancud, en las estaciones de otoño, invierno y primavera (**Fig. 110**). Para cada localidad, al comparar las TSM de día y noche no presentaron diferencias significativas (ver punto 5.4.2).

En la localidad de Ancud, el comportamiento reproductivo de los machos y las hembras se caracterizaron por presentar un carácter estacional, asociado al incremento de la temperatura en las estaciones de primavera-verano, y que persiste hasta mediados de otoño. Los valores de IGS evidenciaron un incremento marcado hacia la primavera (**Fig. 111a**). La actividad gonadal se manifestó durante todo el año, pero con un aumento hacia la primavera y verano en las hembras, mientras que en los machos, la actividad destacó desde invierno (**Fig. 111b**). La madurez avanzada en los machos se observó principalmente en invierno y en la primavera, a la vez que en las hembras, se presentó hacia la primavera (**Fig. 111c**). Los machos en regresión manifestaron la mayor incidencia en la primavera y en otoño, comportamiento similar a lo visualizado en las hembras recién ovuladas (**Fig. 111d**).



En la localidad de Queilén, similar a la otra localidad en estudio, los machos y las hembras presentaron una estacionalidad reproductiva, asociado al incremento de la temperatura en las estaciones de primavera-verano, y que persiste hasta inicios de otoño. Los valores de IGS evidenciaron un notorio incremento hacia la primavera y verano (**Fig. 112a**). La actividad gonadal se manifestó durante todo el año, pero con un aumento hacia fines de invierno, la primavera y el verano en las hembras, mientras que en los machos, la actividad destacó en invierno y primavera (**Fig. 112b**). La madurez avanzada en los machos se observó principalmente en invierno y en la primavera, a la vez que en las hembras, el bajo número de la condición de preovulación no permitió visualizar tendencias (**Fig. 112c**). Los machos en regresión y las hembras recién ovuladas presentaron un comportamiento similar, observándose la mayor incidencia acotada a las estaciones de primavera y verano (**Fig. 112d**).

Según los antecedentes, la dinámica reproductiva del pulpo presentó un comportamiento estacional, en que la condición de máxima madurez y el proceso de regresión y ovulación se manifestaron principalmente en el período de incremento de la temperatura superficial del mar, durante las estaciones de primavera-verano y hasta mediados de otoño

Así, en las zonas de extracción asociadas a la localidad de Ancud, la dinámica de las fluctuaciones mensuales de la TSM, y la persistencia de temperaturas relativamente altas hasta mediados de otoño podrían explicar la alta incidencia de ejemplares en regresión que se observó y se prolongó hasta los meses de marzo a mayo, mientras que en el sector de Queilén, el descenso notorio de la TSM que se evidenció desde abril, acotarían la máxima madurez y los procesos de evacuación y ovulación a manifestarse mayormente en las estaciones de primavera y verano.



#### 5.4.1.4 Determinación de fecundidad

En la **Tabla 59** se observan los parámetros obtenidos de los ajustes entre la fecundidad potencial y la longitud del manto. Los análisis de los datos indican que el mejor ajuste entre estas variables corresponde a una curva de tipo exponencial ( $r^2=0,5656$ ,  $p=0,000256$ ), obteniéndose que, de acuerdo a la dispersión de los datos este ajuste es adecuado entre estas variables y además, significativo ( $\leq 0.05$ ) (**Fig. 113**), sin embargo con un nivel medio de explicación ( $R^2$ ) de la fecundidad con respecto a la longitud.

Para el caso del ajuste entre fecundidad y peso corporal, se obtuvo que el mejor ajuste entre estas variables corresponde a una curva de tipo lineal ( $r^2=0,5428$ ,  $p=0,00000609$ ; **Tabla 60**). Aunque es significativo, presenta un nivel medio de explicación ( $R^2$ ) de la fecundidad con respecto al peso corporal (**Fig. 114**) y además ligeramente inferior en comparación al ajuste entre fecundidad y longitud, aunque según la dispersión de los datos, este sería el mejor ajuste entre estas variables y además significativo ( $\leq 0.05$ ).

Estos resultados indican que la fecundidad potencial se ajusta adecuadamente en función de ambas variables morfométricas. De esta forma, se puede mencionar que para hembras maduras en un rango de tallas entre 135 mm a 212 mm de longitud del manto y de peso corporal entre 1.498 a 4.573 gr., se obtuvo un rango de fecundidad potencial promedio de 2.097 a 16.989 +/- 3846,32 ovocitos y una fecundidad relativa 9,66 a 47,45 +/- 10,81 ovocitos/ gramo de peso.

Además, se realizaron observaciones en las glándulas oviductales para detectar la presencia de ovocitos en su interior. Se encontraron en 3 glándulas oviductales ( $n=105$ ), se presentaron 10 ovocitos pedunculados en cada una y dentro de los oviductos proximales (oviducto más cercano a la gónada), los cuales presentaban un



peso promedio de 0,068 g ( $\pm$  0,004) cada uno y un peso conjunto total de 0,707g (**Fig. 115**).

Sobre la longitud de los ovocitos se obtuvo un rango promedio de 5 – 21 mm, con una distribuci3n de longitud de ovocitos unimodal con un 3ndice de separaci3n de modas (S.I.) de 4,5 con la mayor cantidad de datos en ella (**Tabla 61**). Adem3s, se presenta un promedio alrededor de los  $14,13 \pm 1,841$  mm (**Fig. 116**) en una frecuencia de 17,5%.

#### **5.4.1.5 Descripci3n macrosc3pica de las Gl3ndulas Oviductales y presencia de espermato3foros.**

En primera instancia se describe como gl3ndula oviductal, al 3rgano que se sitúa en la zona media del oviducto y se divide en dos regiones: la regi3n proximal del oviducto, que se extiende desde el ovario hasta la gl3ndula oviductal; y la regi3n distal del oviducto, que va desde la mitad de la gl3ndula oviductal hacia la abertura hacia la cavidad del manto (Di Cosmo *et. al.*, 2001).

Las observaciones macrosc3picas realizadas a gl3ndulas oviductales de pulpo corresponden a 105 muestras obtenidas durante los meses de octubre a marzo. S3lo en 6 muestras se observ3 presencia de espermato3foro, es decir, en un 5,7%, correspondiente a los meses desde noviembre a febrero.

Con respecto al oviducto distal, 3ste se observa como un conducto largo desde la cavidad del manto hacia la gl3ndula oviductal. En la zona cercana a la gl3ndula se observ3 una estructura de l3mites poco notorios a modo de bolsa receptora del espermato3foro, la cual se caracteriza por tener una alta capacidad de ensanchamiento. De estas observaciones, se manifestaron dos estados de ensanchamiento:



- El primer estado, sucede en glándulas poco desarrolladas o de pequeño tamaño, generalmente se observó la ausencia de la bolsa receptora, presentándose como un conducto angosto y de paredes muy engrosadas.
- En el segundo estado, se observó la presencia de la bolsa receptora de aspecto globular, blanquecino y de paredes delgadas, presentándose de mayor tamaño, con aparente contenido (**Fig. 117**). En una inspección mas detallada, se observó la presencia del espermátóforo enrollado en su interior.

Las observaciones detalladas, permitieron corroborar que el espermátóforo recorre el conducto sobre el oviducto distal desde la abertura hacia el manto hacia la glándula oviductal.

A si mismo, se realizaron observaciones en el conducto proximal, el cual se presenta como un conducto delgado desde la zona media de la glándula hacia la gónada. Coincidente con el conducto distal, se observa que la región cercana a la glándula se presenta con aspecto turgente y de paredes delgadas, presentando la misma condición de ensanchamiento que el conducto anterior, a modo de bolsa receptora, pero en este caso, de ovocitos. Se denotaron dos estados para este conducto:

- El primer estado, se observó en glándulas de pequeño tamaño, este conducto se presenta angosto y de paredes engrosadas, sin aparente contenido en su interior (**Fig. 118**).
- El segundo estado, se observó en glándulas mas desarrolladas, se observó el ensanchamiento de la bolsa receptora de ovocitos, presentándose con paredes delgadas y con contenido en su interior (**ver Fig. 115a**). En una observación más detallada, se observó la presencia de ovocitos pedunculados (**ver Fig. 115b**).



De las observaciones del conducto proximal, se puede indicar que, macroscópicamente, no se observa la presencia de espermátóforos en esta sección de oviducto. Además, se permitió corroborar que los ovocitos descienden desde la gónada hasta la glándula oviductal en grupos de varios de ellos (ver **Fig. 115b**).

Todas estas evidencias sugieren que la fecundación ocurre en las glándulas oviductales de la hembra, la cual dependerá de la condición reproductiva de la hembra y de las regulaciones hormonales de esta. Froesch and Marty (1975), sugieren que en pulpos, cuando los huevos llegan a la cavidad central de la glándula oviductal, estos son retenidos y esperan que la esperma sea movilizada y liberada desde la espermateca. Los cambios morfológicos de las glándulas oviductales en *O. vulgaris* suceden de acuerdo con la movilización de la esperma. Además, proponen que las glándulas oviductales tienen complejas funciones, dentro de las cuales, esta la de secretar sustancias que endurecen al huevo y que permiten el almacenamiento de la esperma (Wells *et. al.*, 1978 en Di Cosmo *et al.*, 2001).

#### **5.4.2 Monitoreo de temperatura, oxígeno y salinidad**

La distribución de temperatura superficial del mar (TSM) durante el 2009 mostró una tendencia negativa a partir de enero, observándose una disminución de la temperatura durante este periodo, alcanzando los menores valores entre junio y octubre (**Fig. 119a y b**). En ambos períodos (día y noche) no se observaron diferencias significativas de temperatura. Las TSM mostraron una temperatura mínima del orden de 9°C y máxima del orden de 13,5°C. Se observó además una mayor variación de temperatura durante el día con un coeficiente de variación levemente mayor, como se observa a continuación:



MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	DESV	COEF.VAR	PERIODO
9,1	13,5	11,4	1,09	9,5	DIA
9,0	13,2	11,0	0,99	9,0	NOCHE

Las mayores temperaturas fueron observadas entre dic del 2009 y entre enero y marzo de 2010 con valores en torno a 13,5°C. Observándose una tendencia positiva entre julio y diciembre.

La distribuci3n de las TSM mostr3 un patr3n estacional con las mayores temperaturas asociadas al periodo estival y las menores a invierno (**ver Fig. 119**). En general no se observaron diferencias significativas en la distribuci3n superficial de temperatura en las distintas localidades.

- **Estructura vertical de la columna de agua**

#### **Bahía Ancud**

La distribuci3n vertical de temperatura frente Ancud, desde Isla Cochinos al sector de Ahui y Corona no mostr3 diferencias significativas en temperatura (**Fig. 120**), la cual fluctu3 entre 10,5 y 13,5°C con las menores temperaturas asociadas a la estaci3n de primavera (**Fig. 121**). Desde la Isla Ahui a Chaicura Corona y Cochinos mostraron similar condici3n en la vertical destacándose una capa superficial homotermal. Sin la presencia de una termoclina estacional, ni gradientes significativos de temperatura.

Las estaciones monitoreadas a partir de enero y marzo del 2010 mostraron temperaturas m3s calidas presentándose las mayores temperaturas en el sector de Ahui, Chaicura, Corona y Cochinos, con un m3ximo del orden de 13,5°C, con una temperatura promedio del orden de 11, 8°C.



La distribución vertical de salinidad, fluctuó entre 32,5 y 33,6 psu (**Fig. 122**). En general no se observó el desarrollo de una haloclina, ni gradientes de salinidad significativos. Observándose una capa homohalina en todas las estaciones monitoreadas (**Fig. 122**) y algunas leves inversiones de salinidad en el sector de Ahui.

La distribución vertical de oxígeno disuelto, fluctuó entre 8,4 y 9,1 mL·L<sup>-1</sup> no observando condiciones de hipoxia, con altos niveles de saturación de oxígeno disuelto (>100%). Al igual que en el caso anterior, se observó una capa superficial homogénea, con valores levemente menores en primavera-verano (**Fig. 123**).

### **Queilén**

La distribución vertical de temperatura frente a Isla Acui (**Fig. 124**), fluctuó entre 9,8 y 11,8°C con las menores temperaturas asociadas a la estación de primavera (30/10/2009) (**Fig. 125**). Desde la Isla Acui a Quilún y Tranqui se observó similar condición para las estaciones realizadas durante el 25 de noviembre del 2009 destacándose una capa homotermal.

Las estaciones monitoreadas del 19 de enero del 2010 mostraron temperaturas levemente más cálidas presentándose las mayores temperaturas en el sector de Quilún, con un máximo del orden de 12°C, con una temperatura promedio del orden de 11°C.

La distribución vertical de salinidad, fluctuó entre 32,1 y 33,4 psu (**Fig. 126**). En general no se observó el desarrollo de una haloclina, como tampoco gradientes de salinidad significativos observándose una capa homohalina en todas las estaciones monitoreadas (**Fig. 126**).



La distribución vertical de oxígeno disuelto, fluctuó entre 8,7 y 9,2 mL·L<sup>-1</sup> no observando condiciones de hipoxia, con altos niveles de saturación de oxígeno disuelto (>100%). Al igual que en el caso anterior, se observó una capa superficial homogénea, con valores levemente menores en primavera-verano (**Fig. 127**).

- **Análisis de coherencia y fase de serie de tiempo de temperatura y concentración de oxígeno.**

A partir del análisis de coherencia y fase aplicado a las series de temperatura y concentración de oxígeno medidas en el Canal Caicaén a 20 m de profundidad (en el canal y bajo una jaula) ente el 21 de agosto y 21 de septiembre de 2009. Se observaron dos peak de mayor densidad espectral cercanas a la banda de frecuencia diurna y semidiurna ya que se presentaron en torno a las 18 y 10 horas respectivamente. Los peak de energía de las mediciones realizadas bajo la jaula y en el canal mostraron una alta coherencia en las mismas bandas de frecuencia y mostraron a demás estar en fase. Lo que implica que en la medida que aumenta la concentración de oxígeno en el canal, también lo hace en forma simultanea bajo la jaula. Lo que implica que la marea es uno de los principales forzantes del transporte de calor y de la concentración de oxígeno en el sector muestreado.

En el **Anexo 3** se entrega un análisis complementario realizado en esta materia en el cual se buscó evaluar la relación entre las condiciones oceanográficas y el proceso reproductivo del pulpo, mediante un modelo que incorporó ambos tipos de información. De los datos oceanográficos disponible, si bien se tienen datos de salinidad, oxígeno y temperatura, sólo esta última variable cubre todo el período de análisis en las zonas de estudio, por lo tanto en el modelamiento la variable oceanográfica que se consideró corresponde a la temperatura superficial del mar.



## **5.5 Objetivo específico 3.2.4. Determinar el impacto biológico de los artes de pesca actuales y potenciales.**

### **5.5.1 Captura con gancho por buceo semiautónomo: Seguimiento *in situ*<sup>16</sup>**

En la estación de invierno se monitorearon 4 viajes, equivalentes a 26,53 h de operación de la flota (**Fig. 128<sup>17</sup>.**), 8 buzos realizaron un total de 37 inmersiones, 17 en zonas de pesca aledañas a Queilén y 20 en zonas de pesca aledañas a Quellón. La duración promedio por inmersión varió entre 35 y 54 min (0,59 y 0,91 h) (**Tabla 62**).

En la estación de primavera se monitorearon 6 viajes, equivalentes a 25 h de operación (**Figs. 129 y 130**), donde 7 buzos realizaron 35 inmersiones, 19 efectuadas en zonas de pesca aledañas a Queilén y 16 en zonas de pesca aledañas a Dalcahue. La duración promedio por inmersión varió entre 29 y 62 minutos (0,48 y 1,03 h) (**Tabla 62**).

El objetivo de este muestreo fue observar y registrar el proceso de pesca con el fin de establecer comparaciones con la eficiencia entre este arte y los artes estáticos, se procuró no influenciar en la actividad ejercida por los pescadores, siendo el factor de decisión del área de pesca a explotar del armador y/o buzo. Sólo una de las embarcaciones realizó actividad extractiva en el mismo sector donde se instalaron los artes estáticos, Cailín, en Quellón.

---

<sup>16</sup> Los resultados si bien se asocian a las estaciones Invierno o primavera, sólo se está señalando que la muestra de 10 viajes fue monitoreada en estas estaciones, no significa que los resultados reflejen lo que ocurre en estas estaciones del año en su globalidad en relación a la actividad pesquera que se realiza sobre este recurso. Al leer estos resultados se debe tener presente el objetivo de este muestreo.

<sup>17</sup> Si bien se comprometieron 3 viajes a cada área hubo problemas externos que no permitieron alcanzar este número en esta temporada, lo cual se subsanó en la temporada de primavera.



### *Descripción de la faena de pesca*

La operación de extracción del pulpo fue realizada por un máximo de dos buzos. En los viajes monitoreados, 1, 3, 4 y 8, los dos buzos se sumergieron de forma simultánea, los resultados mostraron que el tiempo de inmersión fue similar. En el seguimiento 2 y 10 los buzos realizaron la extracción de manera alternante, con tiempos de buceo similares y con mayores capturas respecto a las otras embarcaciones y mejores rendimientos. En los seguimientos 5, 6, 7 y 9, la operación fue efectuada por un buzo.

La actividad desarrollada en los viajes monitoreados en la estación de invierno y en menor frecuencia en la estación de primavera, fue multiespecífica, capturándose además los recursos erizo (*Loxechinus albus*) y congrio colorado (*Genypterus chilensis*), principalmente. Los resultados sobre los rendimientos de pesca obtenidos, corresponden a una descripción de los buzos bajo estas condiciones en las zonas muestreadas.

#### **5.5.1.1 Selectividad del arte**

- **Número de individuos capturados**

Mediante el seguimiento de la operación pesquera a 15 buzos se registró la captura de 500 ejemplares de pulpo correspondientes a aproximadamente 1.023 kg. El número de individuos capturados por buzo varió entre los 0 y 46 individuos por inmersión, registrándose un promedio de extracción por inmersión de 6,9 individuos (**Tabla 63**).

La captura diaria total registrada por buzo varió entre los 0 y 110 kg con un promedio de captura por quiñe o chinguillo de 14,2 kg.



En términos globales los 5 viajes monitoreados en áreas de pesca aledañas a Quellón, registraron en conjunto (637 kg – 274 ejemplares) mayores capturas que los observados en los 2 viajes monitoreados en áreas aledañas a Quellón (228,6 kg – 138 ejemplares) y que en los 3 viajes asociados a áreas cercanas a Dalcahue (157 kg.- 88 ejemplares) (**Tabla 64**).

- **Estructura en peso de los ejemplares capturados**

La estructura en peso de las capturas muestreadas en los 10 viajes monitoreados (n=225) considerando las tres zonas y sexos combinados, estuvo comprendida entre 570 y 7.000 g, con un valor promedio de  $2.238,7 \pm 1.44$  g. El porcentaje de individuos capturados bajo el peso mínimo legal (1 kg) fue 7,5% (n = 17), de los cuales 12 eran hembras y 5 machos. La estructura en peso para las hembras estuvo distribuida entre 570 y 6.000 g (n=127), con un promedio  $2.020,3 \pm 1.274,4$  g. Los machos (n=98) presentaron un valor promedio de peso igual a  $2.521,5 \pm 982,9$  g en un rango comprendido entre 800 y 7.000 g.

El peso de los individuos muestreados (n = 225) que fueron capturados con buceo varió a escala temporal. Los resultados del test Kruskal Wallis evidenciaron que el peso fue significativamente diferente entre los viajes monitoreados en la estación de invierno y los monitoreados en la estación de primavera ( $p < 0,05$ ). Los ejemplares monitoreados en invierno (n= 59) presentaron un menor peso promedio ( $1.690,0 \pm 595,9$  g) comprendido entre 800 a 3.700 g. mientras que los individuos muestreados en los viajes monitoreados en primavera (n= 166), presentaron un peso distribuido en un amplio rango, con ejemplares de 570 a 7.000 g y con un valor promedio mayor ( $2.433 \pm 1.227$  g) (**Tabla 65, Fig. 131**).



Los resultados del test de Kolmogorov Smirnov mostraron que las diferencias en la composición de la estructura del peso de los individuos fueron estadísticamente significativas entre el invierno y la primavera ( $p < 0,005$ ).

A nivel espacial, el peso promedio fue significativamente diferente entre las zonas muestreadas ( $p < 0,05$  test Kruskal Wallis). El peso de los ejemplares muestreados en los 5 viajes asociados a Quellón estuvo comprendido entre 831 y 7.000 g, sólo 9 individuos muestreados se encontraron bajo peso mínimo legal (7 hembras y 2 machos). Los individuos muestreados en esta zona fueron en promedio de mayor tamaño ( $2.511,08 \pm 1.388$  g), con respecto a lo observado en las otras dos zonas. En los 2 viajes que se monitorearon en áreas aledañas a Quellón la estructura en peso de las capturas muestreadas ( $n = 138$ ) estuvo comprendida entre 800 y 2510 g, con 5 individuos bajo el peso mínimo legal (3 hembras y 2 machos), con valores promedio del orden de  $1566,8 \pm 498,2$  g. Finalmente la estructura de peso de las capturas monitoreadas en los 3 viajes asociados a Dalcahue, estuvo comprendida entre 570 y 3.627 g, 2 hembras y el 1 machos presentaron peso menor a 1 kg. El peso promedio fue de  $2.095,2 \pm 706,2$  g. (**Tabla 65 – Fig. 132**).

- **Estructura de talla de los ejemplares muestreados**

La estructura de talla construida con datos de longitud del manto (LM= 225) muestreados en los 10 viajes monitoreados y sexos combinados, se distribuyó entre 7,6 y 25 cm. La moda fue de 14 cm, con una talla media de  $14,36 \pm 3,31$  cm. La LM en las hembras muestreadas ( $n=127$ ), fluctuaron entre 7,6 y 24 cm y la talla media fue  $13,83 \pm 3,1$  cm, mientras que los machos ( $n=98$ ) presentaron una talla media de  $15,1 \pm 3,5$  cm, y una amplitud entre 9 y 25 cm (**Fig. 133**).

En términos temporales los individuos presentaron un valor de LDM promedio similar en las muestras de invierno y primavera,  $15,3 \pm 2,9$  g y  $14,0 \pm 3,4$  g, respectivamente



(**Tabla 65**), sin variaciones estadísticamente significativas ( $p > 0,005$  test Kruskal Wallis). A nivel espacial no se observaron diferencias en esta variable ( $p > 0,05$  Kruskal Wallis test).

En los datos muestreados provenientes de áreas de extracción asociadas a Quellón el rango de tallas fue 7,6 a 25 cm, la talla media de hembras y machos fue  $16,1 \pm 3,6$  y  $14,3 \pm 3,7$  cm, respectivamente. Para las muestras asociadas a áreas de extracción aledañas a Dalcahue, por sexo, los valores de talla media fueron  $13,0 \pm 2,5$  y  $13,5 \pm 2,7$  cm, para hembras y machos, respectivamente, con un rango entre 9 y 19 cm. En las muestras asociadas a Quellón, la estructura de talla se distribuyó entre 11 a 22 cm, la talla media de hembras fue  $13,91 \pm 2$  cm y los machos  $15,11 \pm 3$  cm (**Fig. 133**).

La longitud total (LT) de las hembras y machos en las zonas y en todas las estaciones muestreadas estuvo comprendida entre 50 y 116 cm. La moda fue de 70 cm. con un valor promedio de  $79 \pm 12,6$  cm. La estructura de talla de las hembras, en los muestreos realizados en invierno y primavera, se distribuyó entre 50 y 104 cm., con un promedio de  $75,9 \pm 11,4$  cm, mientras que los machos presentaron una mayor longitud total, comprendida entre los 54 y 116 cm, con un promedio de  $83 \pm 13,1$  cm.

La longitud total de los individuos monitoreados con buceo variaron significativamente entre la muestra tomada en invierno y la tomada en primavera ( $p < 0,05$  test Kruskal Wallis). Los resultados indican que individuos de mayor longitud promedio fueron monitoreados en primavera ( $81 \pm 12,5$  cm), desde 50 cm hasta 116 cm. La muestra tomada en la estación de invierno presentó una menor talla media ( $73,4 \pm 11,2$  cm) con un rango entre 50 a 110 cm (**Tabla 65**). Los resultados del test de Kolmogorov Smirnov mostraron que la frecuencia de talla para la longitud total (LT) fue estadísticamente diferente entre invierno y primavera ( $p < 0,005$ ).



En ambas muestras, tomadas en invierno y primavera los machos presentaron una mayor talla promedio ( $83 \pm 13,1$  cm) respecto a las hembras ( $75,9 \pm 11,4$  cm). Los datos monitoreados por zonas de muestreo no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la longitud total media ( $p > 0,005$  Kruskal Wallis test).

La LT de ejemplares muestreados provenientes de áreas aledañas a Dalcahue fue de 60 a 102 cm, la talla media de hembras  $79,7 \pm 10,1$  cm y la de machos  $84,1 \pm 11,2$  cm. La muestra de Queilén presentó un rango de 50 a 116 cm, con tallas medias iguales a  $74,6 \pm 12,2$  cm y  $83,8 \pm 14,6$  cm, en hembras y machos, respectivamente. Finalmente la muestra de áreas aledañas a Quellón se distribuyó entre los 54 a 89,5 cm, con tallas medias en hembras de  $71,6 \pm 8,5$  cm y en machos de  $77 \pm 10,5$  cm. (**Fig. 134**).

- **Proporción de sexos**

El 56% de las capturas, considerando todas las zonas y las estaciones, fueron hembras, en una proporción 1:1 (macho:hembra). (**Tabla 66**).

#### **5.5.1.2 Captura por unidad de esfuerzo**

Los resultados que se presentan corresponden a la aplicación del estimador propuesto a los datos de la muestra total de viajes analizados (10) durante las temporadas de invierno y primavera en los puertos de Queilén, Dalcahue y Quellón (**Tabla 67**).

De estos registros se puede señalar que en la extracción de pulpo mediante buceo, la CPUE por viaje fluctuó entre 6,5 y 84,4 kg/h-buzo, estimándose un promedio de 38,8 kg/h-buzo con un error estándar de 15,5 kg/h-buzo ( $IC_{cpue}$  : 3,8; 73,9 kg/h-buzo).



## 5.5.2 Evaluación de los artes estáticos

### 5.5.2.1 Selectividad del arte

- **Número de individuos capturados por arte.**

La nasa presentó las mayores capturas (28 ejem), seguido del tubo (16 ejem) y la pota (4 ejem). En ambos lugares de experimentación se registraron capturas con los tres tipos de arte, en Dalcahue<sup>18</sup> se registraron 13 ejemplares capturados con nasa, 11 con tubo y 2 con pota; en Quellón hubo 23 ejemplares capturados con nasa, 16 con tubo y 4 con pota. Los resultados del análisis Kruskal-Wallis mostraron que las diferencias en las capturas de las artes son estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Las artes estáticas fueron más eficientes a 50 m de profundidad, donde se capturó el 45% ( $n=22$ ) de los ejemplares, le sigue en importancia los estratos 20 m (10 ejem); 10 m (7 ejem); 30 m (3 ejem) y 5m, 15 m y > 60 con 2 ejemplares en cada estrato. La nasa presentó mayores capturas en los estratos: 10 m, 20 m y 50 m (7 ejem en cada estrato), el tubo y la pota presentaron la mayor eficiencia en el estrato de 50 m: 11 ejem y 4 ejem, respectivamente, (**Fig. 135**). Las diferencias presentadas entre las capturas con las tres artes de pesca a diferentes profundidades no fueron estadísticamente significativas ( $p > 0,05$  Kruskal-Wallis).

En el área de experimentación asociada a Dalcahue se presentaron capturas en todos los estratos de profundidad, siendo más eficientes las nasas. En el área de muestreo asociada a Quellón se obtuvo capturas entre 6-10 m, únicamente con nasas y en profundidades mayores a 31 m con todas las artes utilizadas (**Fig. 136**).

---

<sup>18</sup> Al señalar Dalcahue y Quellón sólo se está señalando que los resultados están referidos a los experimentos que se hicieron en zonas de pesca aledañas a estos puertos.



La mayor captura se obtuvo en el verano (52%; n= 25) y el valor más bajo en la primavera (20%; n = 10). Es probable que haya incidido el tiempo de reposo de las trampas, el cual en el verano fue de 13 días sin existir levantamiento de trampas, a diferencia de los otros experimentos donde hubo control de las trampas cada 3 días.

- **Estructura en peso de los ejemplares capturados**

La estructura en peso de los individuos capturados con nasa (n=23), estuvo comprendida entre 0,5 g y 2.130 g, peso medio igual a  $541 \pm 512$  gr. En general todos los individuos capturados con nasa (87%) se encontraron bajo el peso mínimo legal (1 kg). Individuos de mayor tamaño medio,  $787 \pm 529$  gr, fueron capturados con la pota (n=4). La composición en peso de los ejemplares capturados con este arte estuvo en el rango de 226 g a 1.239 g. El 50% de los individuos estaban bajo peso mínimo legal de extracción. Los individuos capturados con tubo (n=16), presentaron un peso medio de  $386 \pm 290$  gr, distribuidos en un rango entre 51 g y 1.161 g, el 94% de los individuos pesaron menos de 1.000 g (**Tabla 68, Fig. 137**).

El arte de pesca no fue selectivo con respecto al peso de los individuos capturados ( $p > 0,05$  Kruskal-Wallis test), la época del año tampoco influyó sobre la composición en peso de los individuos capturados ( $p > 0,05$  Kruskal-Wallis test).

- **Estructura de tallas de los ejemplares capturados por arte**

La LDM de los individuos capturados con nasa varió entre 0,5 y 16,3 cm. Los capturados con potera y tubo presentaron un rango menor entre 8 y 15,1 cm y entre 3,5 y 14,4 cm, respectivamente (**Fig. 138**). Las talla media en poteras, nasas y tubos fueron:  $11,5 \pm 3,5$  cm;  $8,9 \pm 3,7$  cm y  $7,8 \pm 2,8$  cm, respectivamente



(**Tabla 68**). Los individuos de mayores tamaños capturados con las tres artes de pesca fueron machos.

A pesar de las diferencias en la composición de talla de los individuos capturados con las diferentes artes, los resultados del test de Kruskal-Wallis, mostraron que el arte de pesca no fue selectivo con respecto a la longitud del manto de los individuos ( $p>0,05$ ) y que la época del año tampoco influyó en las capturas ( $p>0,05$ ).

La LT de los individuos de mayor tamaño fueron los capturados con potera, los cuales presentaron una talla media de  $59,3\pm 21,8$  cm. La talla de estos individuos varió entre 36 y 78 cm, siendo la mayor cantidad de individuos machos. Con el tubo se capturaron individuos entre 24 y 69 cm, con una talla media de  $44,4\pm 13,9$  cm. Los individuos de menor tamaño fueron los capturados con nasa, los cuales presentaron una talla media  $43,9\pm 18,2$  cm, sin embargo, el rango de talla de individuos capturados con esta arte fue mayor, abarcando individuos de diferentes tamaños (entre 5 y 86 cm) (**Tabla 68, Fig. 138**).

El arte de pesca no fue selectivo con respecto a la longitud total de los individuos ( $p>0,05$  Kruskal-Wallis test), la época del año tampoco influyó sobre la talla de las capturas ( $p>0,05$  Kruskal-Wallis test).

- **Proporción de sexos por arte**

Los machos predominaron en las capturas de los diferentes artes de pesca (64%). En la nasa y el tubo las capturas presentaron una mayor predominancia de machos, en una proporción 2:1 (macho:hembra). En la potera los machos se presentaron en una proporción 3:1 (macho:hembra).



### 5.5.2.2 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Las capturas con los tres tipos de arte de pesca fueron bajas. El arte que presentó mayor rendimiento fue la nasa con una cpue promedio de  $0,00014 \pm 0,001$  kg/h-reposo. El menor rendimiento se presentó con la potera ( $0,00001 \pm 0,0002$  kg/h-reposo) (**Tabla 69**). Aunque las capturas fueron bajas en todas las estaciones muestreadas, se presentaron mayores rendimientos en las experiencias realizadas en la temporada de invierno ( $0,0001 \pm 0,001$  kg/h-reposo).

La cpue no fue significativamente diferente ( $p > 0,005$  test Kruskal-Wallis) entre los diferentes artes de pesca utilizadas, como tampoco en las estaciones del año y zonas muestreadas ( $p > 0,005$  test Kruskal-Wallis). Sin embargo, el rendimiento de las artes de pesca fue mayor en Dalcahue ( $0,0001 \pm 0,0009$  kg/h-reposo) con respecto a Quellón ( $0,00007 \pm 0,0004$  kg/h-reposo) (**Fig. 139**).

### 5.5.3 Captura de otras especies

El arte que presentó la mayor captura de especies no objetivo en todos los sitios, correspondió a las nasas (84%) seguido por las poteras (11%) y los tubos (5%). Los estratos 5, 15 y 30 m presentaron la mayor captura incidental con un 77% de la captura total registrada.

Los principales Phyla capturados incidentalmente fueron: artrópodos (crustáceos), equinodermos, moluscos y peces (**Tabla 70**).

El grupo taxonómico que presentó la mayor captura incidental promedio por arte de pesca correspondió a los crustáceos, siendo los más representativos las jaibas, langostinos y camarones (**Fig. 140**). Con los distintos artes, el porcentaje capturado en número de individuos aumentó con el uso de carnada, excepto en el caso de los equinodermos (**Fig. 141**).



## **5.6 Objetivo específico 3.2.5. Proponer un plan de administración de la pesquería del recurso.**

*Requerimiento metodológico 5.7 Para dar cumplimiento al objetivo 4.5. Proponer las bases para un plan de administración de la pesquería del recurso y su sustentabilidad en el tiempo, basado en la información generada por el proyecto*

Con el objeto de diseñar un marco de conocimiento básico para poder entregar las bases para un plan de manejo sustentable u ordenamiento de la pesquería de pulpo del sur, se realizó una revisión de los antecedentes disponibles, las fortalezas en términos de “*De que se dispone*” y las carencias “*que falta*” para llevar a cabo dicho plan. Se revisaron los distintos puntos que se consideraron relevantes y que deben ser considerados en la elaboración de un plan de manejo, sin llegar a proponer indicadores de control de la pesquería los cuales deben ser consensuados con los actores en el momento que esta actividad se desee implementar.

En general, como se señaló en el Término Técnico de Referencia las medidas de conservación aplicables en Chile para este recurso, se resumen en los artículos 3 y 4 de la Ley de Pesca, y consideran la posibilidad de aplicar vedas biológicas o extractivas, fijación de tamaños o pesos mínimos de extracción por especie en un área determinada y sus márgenes de tolerancia, cuotas y fijación de las dimensiones y características de las artes y los aparejos de pesca. A la fecha, la Subsecretaría de Pesca sin considerar la biología de la especie estudiada definió la siguiente regulación para pulpos:

- Veda comprendida entre el 15 de noviembre y el 15 de marzo, ambos días inclusive (D.S. N° 137/85), y
- Talla mínima de extracción de 1 kg (D.S. N° 137/85).



- Veda total por tres años entre el 18 de octubre de 2009 y el 18 de octubre de 2011 (D. Ex. N° 1308).

Estas medidas tienden a proteger la explotación tanto de hembras como de machos, cautelando la potencial descendencia de estos individuos, con intención de maximizar el aprovechamiento en peso del recurso y a la vez, permitir la incorporación de los juveniles al stock desovante. Sin embargo, hay otros factores que debieran ser considerados en el manejo y que se discuten en los párrafos siguientes.

El desarrollo de este objetivo, si bien utilizó como base de información los antecedentes biológico-pesqueros recopilados en el marco del Programa Anual de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas (1995-2009), desarrollado por IFOP, los antecedentes bibliográficos disponibles y los datos biológicos y pesqueros que se recopilaron durante la ejecución de este estudio, no coloca el énfasis en estos indicadores, como tampoco en los puntos biológicos de referencia, los cuales deberán ser estudiados y discutidos en conjunto con los actores.

La recolección de datos pesqueros y el análisis de datos biológicos, orientados a caracterizar la heterogeneidad espacial en los procesos dinámicos que determinan la productividad de este recurso y el análisis de los datos pesqueros a fin de describir la dinámica espacial del esfuerzo, permitieron construir indicadores biológicos-pesqueros, que en un contexto espacial y temporal posibilitaron detectar indicadores de mayores zonas de abundancia obtenidas a través de este método indirecto de análisis de zonas con mayores capturas, las que podrían ser indicadoras de mayores sucesos de reclutamiento.

El diagnóstico cubrió la estimación del desembarque, la información de captura, esfuerzo y rendimientos pesca. Los datos de composición de tallas y sexos presentaron algunas limitaciones ya que no fue posible observar la heterogeneidad a



nivel de áreas de pesca o procedencia de la captura, sin embargo reflejan parcialmente la situación de los desembarques asociados a puertos. El análisis de estos indicadores permitieron identificar con mayor precisión las fallas de información y los acentos que se deben colocar en el monitoreo.

El manejo de recursos bentónicos normalmente responde a la necesidad de implementar medidas reactivas *ad hoc* para cada recurso, no siendo este recurso la excepción. De esta manera, por una parte, variadas disciplinas quedan excluidas del análisis ya que la mirada es netamente pesquera y por otro lado, el enfoque monoespecífico, que considera que el recurso es único dentro del ecosistema y además es el objetivo de cada salida de pesca, hace que esta mirada sea totalmente equivocada. En este sentido, la orientación que debe tener la implementación de un plan de manejo deber ser integradora, y el enfoque debe estar hacia la unión de la comunidad que explota el recurso asociado o formando parte del ecosistema que interviene. Esto también significa que las bases que aquí se proponen tiene la mirada de que el manejo debe ser transversal a un grupo de recursos que es explotado por una comunidad y a su vez que esta comunidad depende de ellos para desarrollar diferentes fines.

Se recogió la experiencia adquirida en el desarrollo e implementación de planes de manejo de otras pesquerías, tales como la de erizo, luga roja y almeja, presentes en la región de Los Lagos, sin embargo el documento rector fue la elaboración de propuesta de planes de manejo para pesquerías de pulpo en baja California, México (Torreblanca, 2008 ).



### 5.6.1 Antecedentes a considerar

#### 1. Área de operación de la pesquería y tipo de jurisdicción a que esta sujeta.

El área de operación de la pesquería de pulpo del sur se ubica en la región de Los Lagos, si bien la distribución de la especie en Chile alcanza hasta la región de Magallanes y Antártica Chilena. Su distribución está asociada al igual que otros recursos bentónicos a la presencia de bancos acotados los cuales están asociados a las áreas de refugio presentes en el fondo del mar.

En términos de jurisdicción esta pesquería se relaciona con la dirección regional del Servicio Nacional de Pesca ubicada en la Región de los Lagos (Puerto Montt) y con el Consejo Zonal de Pesca respectivo, entidades con las cuales los pescadores, agentes procesadores y exportadores interactúan en el ámbito de la administración de la pesquería.

A nivel nacional este recurso se encuentra bajo la administración de la Subsecretaría de Pesca, instancia encargada de la política y administración pesquera. La segunda instancia nacional es el Sernapesca central, el cual operativiza en términos de fiscalización la normativa actualmente vigente que emana de la Subsecretaría de Pesca.

#### 2. Historia de la pesquería y su manejo.

Las estadísticas oficiales registran los primeros desembarques de pulpo del sur en el año 1986 con 1 tonelada de registro en la X Región. Posteriormente se inicia un registro continuo de desembarque del recurso a partir del año 1991 (9 t), alcanzando su valor máximo el año 2008 con 1.711 t. Lo que da cuenta de una pesquería pequeña si la comparamos con los volúmenes de desembarque registrados para la



especie *O. mimus* en las regiones I a III, donde los máximos volúmenes alcanzaron las 4.600 t en el año 1998.

Cifras preliminares de desembarque indican que el año 2009 la pesquería de pulpo en la región de Los Lagos fue de 410 t mientras que la pesquería del pulpo del norte alcanzó las 117 t. Las cifras de desembarque de pulpo del norte disminuyeron fuertemente a partir del año 2006, presentando este último año cifras similares a las registradas a inicios de la década de los 80 (108 t). En tanto la pesquería de pulpo del sur presentó su máximo histórico el año 2008 igual a 1706 t, año en que fue declarada una veda total por tres años a partir del mes de octubre.

El manejo de la pesquería ha estado regulado en base a las medidas de administración que afectan a *O. mimus*, es decir una talla mínima de 1 kg de peso, vedas biológicas entre el 15 de noviembre y el 15 de marzo de cada año y desde el año 2008, como se señala en el párrafo superior una veda total que sin embargo, es “vulnerada” mediante la autorización de pescas de investigación que permiten su captura, cautelando las medidas administrativas anteriores.

### 3. Grupos de interés relevantes sobre la pesquería.

Se identifican los siguientes grupos de interés actuando sobre la pesquería:

#### a. Sector Pesquero

- Los pescadores artesanales: Pescadores de las distintas caletas que están inscritos en el registro pesquero artesanal.
- Los pescadores artesanales: Pescadores de las distintas caletas que no están inscritos en el registro pesquero artesanal.
- Los intermediarios, compradores y/o comercializadores
- Los industriales y los trabajadores de las plantas



- Los demandantes de los productos, mercado nacional y principalmente internacional.

b. Sector Gubernamental

- Servicio Nacional de Pesca Regional, ubicado en Puerto Montt., entidad responsable de la fiscalización de las capturas, de implementar cadenas sistemas de calidad (exigencias de mercados).
- Servicio Nacional de Pesca Local, ubicado en Calbuco, Ancud, Castro y Quellón. Similar trabajo al realizado por la oficina regional.
- Subsecretaria de Pesca representada a través del Director Zonal de Pesca, ubicada en Puerto Montt. Entidad responsable de implementar medidas de administración.
- Armada de Chile, quien vela por la seguridad en el mar.
- CONAMA: Servicio cuya trabajo esta orientado al cuidado del medio ambiente.

c. Sector académico y civil

- Instituto de Fomento Pesquero, ubicado en Puerto Montt, Hueihue, Ancud y Putemun. Su función esta orientada a la investigación de recursos pesqueros, a la investigación acuícola y del medio ambiente.
- Universidad de Los Lagos; Arturo Prat; Austral de Chile, otras. Todas realizan formación de profesionales en el área pesquera y desarrollan proyectos de cultivo sobre el recurso.
- Otras instituciones que forman personal técnico en el área pesquera
- Empresas Consultoras: desarrollan pescas de investigación en conjunto con los pescadores artesanales.



#### 4. Objetivo de la explotación de la pesquería

El objetivo de la explotación de la pesquería hoy es satisfacer la demanda de alimento principalmente en el mercado europeo, a través del aporte de materia prima a las plantas de proceso. Secundariamente, se abastece el consumo directo de este recurso en mercado nacional. Esta actividad genera beneficios económicos en los distintos agentes logrando bienestar a través de la satisfacción de necesidades propias del ser humano.

#### 5. Características de la pesquería

Otras características relevantes para contribuir a proponer las base de un plan de administración del recurso, tales como un perfil del recurso en términos de sus características relevantes asociadas a su historia de vida, características de la flota y de los participantes en la pesquería, no son descritas en este resultado ya que todos estos aspectos fueron revisados en los objetivos anteriores y son utilizados en este objetivo contribuyendo a la propuesta en su conjunto.

Indicadores como cpue, desembarques por zona, niveles de esfuerzo, estructuras de tallas, fueron explicitados en los resultados de los otros objetivos.

#### 6. Instrumentos de intervención directa existente sobre la pesquería

##### *a. Regulación sobre el volumen de las capturas*

Hoy la explotación de la pesquería se realiza en base a la participación de los actores sobre una cuota de captura asignada por la Subsecretaría de Pesca y es posible extraerla bajo la participación que queda acreditada en una inscripción y pago de acceso a las capturas. Hoy (mayo de 2010) las pescas de investigación las ejecutan dos empresas y las desarrollan según una división de la zona geográfica. En ella deben inscribirse todos los actores. El pago lo realizan las



empresas procesadoras a las Consultoras, generándose un acuerdo entre privados.

Se han establecido distintas cuotas de capturas, asignándose una captura para la zona al norte de las Butachauques y una cuota al sur. La cuota el año 2009 fue aumentada con el transcurso del año, denotando de alguna manera una negociación de los niveles de captura.

*b. Regulación directa sobre la composición de la captura*

- Vedas estacionales. La pesca de investigación queda acotada al periodo 15 de marzo – 15 de noviembre, manteniéndose una veda total en el periodo comprendido entre noviembre y marzo de cada año, lo que corresponde a la actual veda biológica del recurso.
- Talla mínima. También opera sobre la pesquería un talla (peso) mínimo legal, de 1 kg de peso, independiente del sexo.

*c. Otras medidas no implementadas*

- Protección zonas de reproducción o de hembras en estado de crianza.
- Reservas marinas o de zonas que el monitoreo indique que han sido ampliamente explotadas y requieren su cuidado, las cuales quedaron explicitadas en el objetivo relacionado con la caracterización de las capturas.

*7. Restricciones a las artes y métodos de pesca*

No existen restricciones a las artes de pesca (gancho), sólo están presentes las restricciones asociadas a tamaño de embarcación de la pesca artesanal y los registros pesqueros artesanales, que rigen para todas las pesquerías bentónicas en Chile.



### 8. Restricciones de acceso

- Existe prohibición de entrar a zonas de concesiones marinas y áreas de manejo.
- Los pescadores deben estar inscritos en el registro pesquero artesanal.
- Las embarcaciones deben cumplir con las exigencias de la Autoridad Marítima.
- No existen licencias sobre la pesquería.
- No está limitado el acceso a la pesquería.

### 9. Planes de Monitoreo

- Existe desde 1995 un plan de monitoreo de la pesquería de pulpo del sur en la región en estudio, el cual está enmarcado en el proyecto de Investigación “Investigación Situación Pesquería Bentónica” el cual es desarrollado por IFOP y financiado por el Estado de Chile. Este estudio está orientado a efectuar un muestreo de las capturas en los principales centros de desembarque de todos los recursos bentónicos, lo cual genera una visión sobre el conjunto de pesquerías que es explotada por un mismo grupo de pescadores evidenciándose las características de extracción con orientación mono o multiespecífica. Este sistema opera vía consulta directa a los pescadores y no posee requisitos de ingreso de parte de los agentes. No cubre el monitoreo de plantas de proceso.
- Desde el año 2009 existen en ejecución dos pesques de investigación sobre el recurso las cuales deben censar las capturas, sistema financiado por el sector privado y artesanal. Se desconoce el alcance de estos monitoreos. Los informes no dan cuenta apropiadamente de las actividades realizadas. Se desconoce si la Subsecretaría de Pesca dispone de las bases de datos. No existe control directo sobre la ejecución de estos



proyectos en terreno. Tampoco dan cuenta de la actividad de posibles pescadores que no cumplan con la normativa vigente, aunque deberían efectuar un control de acceso al recurso tanto de pescadores como de embarcaciones.

Los reportes pesqueros son originados por los propios pescadores, no existiendo encuesta sobre los pescadores.

10. *Situación actual y situación que debe ser cambiada.*

Unido a todo lo expresado en los puntos anteriores la situación actual se puede resumir en los siguientes ámbitos:

*De que se dispone:*

- *Del conocimiento y experiencia de los pescadores, comercializadores e industriales que participan de la pesquería, cada uno en su ámbito de acción.*
- *Los pescadores poseen equipamiento físico y humano para desarrollar la extracción del recurso.*
- *Existen organizaciones e instituciones que pueden liderar procesos de esta naturaleza.*
- *El estado dispone de un sistema de monitoreo del recurso.*
- *Se desea tener una visión largo plazo de progreso para el sector la cual se traduzca en condiciones de equidad.*
- *Existe conocimiento biológico del recurso, si bien no en su globalidad, pero este permite realizar una serie de acciones correctivas.*
- *Existe un alto porcentaje de pescadores inscritos en el registro pesquero artesanal.*



*Que falta:*

- *No existen derechos de propiedad del recurso*, lo cual no genera un sentido de pertenencia que lleve al cuidado de este, especialmente de ejemplares juveniles y hembras en etapa de puesta y cuidado de huevos. Pescadores no inscritos en el registro pesquero artesanal, no logran ser visibilizados, dado que no existe un mecanismo de solución que enfrente esta situación. Es posible que esto lleve al reporte de capturas de pulpo asociadas a otros pescadores, desvirtuando posibles estimaciones futuras de Cpue a realizarse con los datos colectados en las pescas de investigación.
- *Pesquería regulada por medidas de administración que corresponden a otra especie* con características biológicas diferentes; esta situación debería, a la luz de los resultados de este trabajo y las publicaciones existentes, ser regularizada por la autoridad competente.
- *Explotación basada en cuotas de pesca y reguladas mediante aplicación de pescas de investigación con fines extractivos*; falta la definición del establecimiento de las cuotas de pesca.
- *Falta de inclusión en la ley de pesca de la implementación de planes de manejo para pesquerías bentónicas*. Esta situación constituye un gran tema que es transversal a todas las pesquerías bentónicas y que lleva al establecimiento de planes de manejo los cuales no pueden tener el carácter de explícitos.
- *Ausencia de estadísticas oficiales que den cuenta del nivel de desembarque*: después de más de 10 años de explotación aun no son reconocidos los desembarques de pulpo del sur, en las estadísticas oficiales del país, en concordancia con la realidad.



- *Estimación real del esfuerzo pesquero*: se debe monitorear en forma constante y permanente el esfuerzo pesquero que se ejerce en la pesquería estableciendo mecanismos de inclusión o exclusión cuando corresponda.
- *Deficiencias en el sistema de comercialización asociado al tratamiento de la captura*. Los problemas de comercialización se reflejan en una inequidad en las ganancias obtenidas con el recurso ya que las mayores ganancias se perciben en los intermediarios e industriales
- *Ausencia de bases para un plan de administración*; a lo que se espera contribuir con este trabajo.
- *Ausencia de planes de investigación con fines de manejo*; que contemple no sólo el monitoreo permanente sino que también el estudio continuo sobre el recurso y el medio ambiente.
- *Desvinculación entre los diferentes actores; pesqueros, académicos y de investigación e industriales*. No se observa vinculación entre estos sectores, excepto a través de los programas de monitoreo los cuales carecen de planes de extensión.
- *Falta seguridad laboral*

#### **5.6.2 Proposición de bases para el establecimiento de un plan de administración.**

Todas las acciones propuestas *para el manejo de la pesquería del pulpo* deberán ser socializadas, discutidas y consensuadas con los actores. Se han agrupado las acciones en 5 temáticas que son las siguientes:



### *Acciones de ordenamiento pesquero*

- Conocer todos los actores involucrados en la pesquería.
- Desarrollar acciones para regularizar situaci3n de personas que no cuentan con su documentaci3n al día.
- Implementar medidas de administraci3n del recurso de acuerdo a los resultados de las investigaciones existentes, talla m3nima, protecci3n de hembras en zonas de mayores capturas, revisi3n periodo de veda.
- Estimar cuotas de capturas en base a la informaci3n disponible. Una alternativa es aplicar los criterios establecidos en el Grupo T3cnico Asesor de Erizo, basados en una media estimada a trav3s de los a3os. Con establecimiento de limites de confianza y considerando el desembarque en n3mero y peso.
- Generar acuerdo con los grupos de pescadores donde se fijen reglas de acceso y exclusi3n de la pesquería
- Promover y fomentar la transparencia y compromiso de los acuerdos en relaci3n a las reglas de acceso y exclusi3n de la pesquería.
- Socializar y complementar este plan de acciones con todos los actores involucrados.
- Discutir sobre el mejor arte de pesca, considerando el da3o que le produce a las capturas el gancho.

### *Acciones de administraci3n y participaci3n directa de los usuarios*

- Desarrollar instrumentos o forma de comunicaci3n fluida entre los pescadores extractores y las autoridades, de tal manera que no se centre la comunicaci3n s3lo a nivel de dirigentes
- Realizar campa3as de difusi3n de pesca sustentable
- Establecer sanciones por incumplimiento de acuerdos.
- Desarrollar y establecer reglamento de operaci3n por caleta.



- Identificar fuentes de financiamiento que permitan la mantención del sistema
- Entregar información diaria a entidad ejecutora del sistema de monitoreo.

#### *Acciones de comercialización y transporte*

- Desarrollar mecanismos que lleven a una mejora en el tratamiento de la captura a bordo y en muelles
- Definir sistema de venta que contribuya a la equidad en los beneficios económicos que emanan de la extracción del recurso.

#### *Acciones de investigación*

- Desarrollar sistema de investigación con una mirada holística, ya que el pulpo es uno más dentro de un grupo de recursos objetivos que es explotado por un mismo grupo de pescadores.
- Identificar cartera de proyectos y asegurar su ejecución los cuales deberían ir en pos de respuestas concretas que contribuyan al manejo de la pesquería. Todos los proyectos deberían contar con la participación de pescadores y/o industriales, la cual debería ser de carácter obligatoria.
- Mantener sistemas de monitoreo por parte del estado, los que deberían en términos de captura registrarla en número y peso e incorporar el monitoreo de variables económicas y ambientales.
- Coordinación con el Sernapesca local con el fin de contribuir a las estadísticas pesqueras oficiales.

#### *Programa de extensión y difusión*

- Capacitación de recursos humanos (Planta de procesamiento, pescadores).
- Desarrollo de foros de discusión sobre alternativas de desarrollo de los pescadores en las caletas.



- Desarrollo capacitaciones en diversos ámbitos relacionados con la pesquería en la que interactúen los pescadores, los industriales y los educando (niños), donde el tema del medio ambiente y la pesca sustentable sea un tema recurrente. Protección de hembras y juveniles.
- Realizar reuniones informativas para conocer los apoyos para proyectos productivos que existen por parte del estado. Difusión de proyectos.
- Difundir por medios informativos las acciones realizadas por la caleta en torno al manejo del medio, donde habita el pulpo del sur.
- Conformar un comité local de pescadores con un reglamento específico, que regule su participación sobre el o los recursos sobre los cuales actúa.

## 5.7 Ejecución de talleres

*Requerimiento metodológico 5.8. El consultor deberá realizar dos talleres, el primero al inicio del proyecto con la finalidad de coordinar actividades con el FIP y Subpesca, y un segundo taller con la finalidad de difundir resultados, considerando la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de las pesquerías, el que deberá efectuarse antes de la entrega del pre-informe final.*

El primer taller tuvo la finalidad de coordinar actividades con el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y la Subsecretaría de Pesca. Esta actividad se llevo a cabo el 30 de enero de 2009 en dependencias del FIP en sus oficinas ubicadas en Valparaíso.

Asistieron a esta actividad personal del FIP, de la Subsecretaria de Pesca y de IFOP.

Un segundo taller desarrollado el 4 de mayo de 2010, estuvo orientado a socializar los resultados obtenidos del proyecto. Se llevó a cabo en dependencias de la UNAP en Puerto Montt y participaron personal técnico y profesional del proyecto.



El tercer taller, efectuado el 25 de mayo de 2010, se llevo a cabo en el Hotel Diego de Almagro en Puerto Montt y estuvo orientado a socializar y discutir los resultados del trabajo con todos los actores que participan de la pesquería.

Se empleo Power Point para ejecutar las presentaciones centrando el trabajo en la entrega y discusión de los resultados obtenidos. Se invitó a 50 personas, todas las cuales desarrollaban actividades en los distintos ámbitos del quehacer nacional y todas vinculadas de una u otra forma con el recurso. Al finalizar la actividad se socializó el material fílmico desarrollado en el proyecto.

Se privilegio realizar todos los talleres en la ciudad de Puerto Montt, con excepción del primero de ellos, en consideración a que el proyecto estaba centrado en dicha Región.

El programa del taller, listado de invitados, carta de invitación y de asistentes al último evento se entrega en el **Anexo 4**.

Los principales puntos comentados en el taller guardaron relación con los tamaños de primera madurez sexual y con los resultados obtenidos mediante el uso de artes estáticos, señalando algunos de los presentes que el uso de estos artes asociados a zonas de cultivo de mitífidios es exitoso, que permite no herir a los ejemplares capturados y de esta manera proteger hembras y ejemplares de menor tamaño.



## 5.8 Elaboración de material audiovisual

*Requerimiento metodológico 5.11. El proponente deberá comprometer la obtención de material fotográfico y/o audiovisual que de cuenta de las principales actividades del proyecto, éste deberá estar indicado en la propuesta técnica, describiendo el contenido del material para (los) informe(s), para fines de difusión que la Subsecretaría de Pesca determine. Este material podrá ser entregado en medios magnéticos, negativo o impreso.*

Las filmaciones cumplieron varios objetivos propuestos, tales como: conocer como se desarrolla el proceso de búsqueda y extracción de pulpo con gancho, identificar posibles zonas de resguardo de hembras con huevos y disponer de material para difusión. En la **figura 142** se observan los lugares donde se realizaron las filmaciones in situ.

Otras filmaciones se realizaron sobre los diversos procesos que se llevaron a cabo durante la ejecución de este proyecto, los cuales en conjunto permitieron elaborar un DVD con fines de difusión (**Anexo 5**), el cual está orientado principalmente a que niños y niñas de la enseñanza básica puedan conocer acerca de este importante recurso.

Otros registros fílmicos se entregan como parte de este documento en el **Anexo 5**.



## 6. DISCUSIÓN

---

### **Caracterización de la actividad pesquera artesanal asociado a la extracción del recurso pulpo en la X Región.**

#### Revisión bibliográfica

Si bien la actividad de revisión bibliográfica se dio por concluida en el informe de avance, fue surgiendo nueva literatura lo que llevó a complementar lo ya revisado. Se realizó una revisión acuciosa de la literatura disponible, observándose que la información publicada referente al recurso en Chile es más bien escasa, existiendo mayor literatura gris, cuyo acceso queda restringido a la mayor parte de los usuarios.

Siguen existiendo varios tópicos con escasa información como otros deficitarios, lo cual requerirá su socialización con el fin de orientar mayores investigaciones en torno a estos puntos.

Los vacíos detectados o los escasos antecedentes al revisar la literatura existente sobre *E. megalocyathus*, son coincidentes con las conclusiones de los especialistas al Congreso Cephalopod International Advisory Council, CIAC 2009 (CSIC, 2009), que establecieron que a nivel de los cefalópodos en general las áreas prioritarias que deben ser estudiadas tienen relación con la biología y dinámica poblacional (tomando en consideración cómo influyen en ellas los factores atmosférico-oceánicos, llámese temperatura, fuerza y dirección del viento, nutrientes presentes en el agua, cantidad de clorofila, fito y zooplancton, entre otros); La identificación de las especies utilizando técnicas morfométricas y de biología molecular (genética): Etapas tempranas del desarrollo (paralarvas) y la relación de su abundancia y distribución con los parámetros atmosférico-oceánicos, los que regulan su supervivencia y, por lo tanto, la posterior abundancia de stocks explotables; Estudios de ecología parasitaria



(los cefalópodos por ocupar un lugar principal en la red alimentaria de todos los ecosistemas marinos, como presas y depredadores es importante contemplarlos como vectores y transmisores de parásitos); Biodiversidad y Ecosistemas marinos; Gestión de Pesquerías, aspecto este último que requiere de monitoreos permanentes, así como la participación de todos los sectores implicados; y por último Cultivo de diversas especies, que a juicio de los especialistas requiere aun de años para que sea industrialmente viable.

### Caracterización de la pesquería

La actividad extractiva sobre este recurso en la Región de Los Lagos la desarrolla una fracción de pescadores artesanales la cual no se condice con el alto número inscrito en la pesquería en el Sernapesca. En términos históricos IFOP ha registrado sobre 2000 buzos operando sobre esta pesquería en el periodo 1995 - 2009. Los datos recopilados este último año por IFOP dan cuenta de la operación de 273 buzos, mientras que las pescas de investigación desarrolladas el mismo año, indican un número de inscritos en torno a los 243 buzos, cifra levemente inferior a la registrada por IFOP y que representa aproximadamente el 5% del total de buzos inscritos en la pesquería, lo que amerita sin lugar a dudas el establecimiento del esfuerzo total real sobre la pesquería.

Si bien esta pesquería de pulpo es la segunda más importante a nivel nacional, después de *O. mimus*, sus niveles de desembarque históricos representan sólo un 12% de las capturas del pulpo del norte, lo cual puede estar en directa relación con sus niveles de abundancia.

Los desembarques se observaron centralizados, identificándose grandes focos, Calbuco, Ancud, Queilén y Quellón entre los principales, lo cual puede estar en directa relación con la fijación de puertos de desembarque. A su vez, se evidenció



que Carelmapu no es un centro de desembarque de este recurso, a pesar que fue autorizado vía pesca de investigación a empresas Consultoras.

La actividad extractiva de la flota no es 100% monoespecífica, fluctuando además los porcentajes de viajes con una u otra condición a lo largo de los años, situación que lleva indudablemente a definir un enfoque de manejo que debe ser multiespecífico, ya que una misma fracción de pescadores opera simultáneamente sobre un pool de recursos, usando. i) la misma infraestructura, entendiéndose por esta las embarcaciones, equipamiento, muelles y centros de desembarque; ii) equipos humanos, tales como tripulación, buzos, intermediarios, personal en las plantas de procesos y iii) operando sobre un mismo medio ambiente, áreas de pesca, las cuales son comunes a una diversidad de recursos tanto en explotación, como parte de una misma cadena trófica.

La extracción se realiza mediante sistema de buceo semiautónomo, el cual también es utilizado para la explotación de una variedad de recursos bentónicos. Este sistema ha sido descrito en la explotación de otras especies de pulpo, tal como la pesquería de pulpo de *O. bimaculatus* en baja California (Torreblanca, 2008). No se observó captura con nasas, con excepción de estudios específicos que se encuentran en desarrollo por parte de universidades en la región y cuyo destino no es la captura con fines comerciales, como tampoco en áreas de libre acceso (Com pers. Sra. Sonia Medrano - UNAP, Sra. Luisa González - ULA).

El régimen de operación se ha mantenido a lo largo de los años, donde las salidas de pesca diaria constituye la habitualidad, a diferencia de otras pesquerías como la de algas y erizo, entre las principales, donde la instalación de faenas de pesca constituye una actividad relevante. Las mayores frecuencias de captura ocurren entre 6 y 15 m (77% del total de registros; n = 41.886 viajes).



El sistema de extracción con gancho sin lugar a dudas es eficiente, sin embargo presenta limitaciones como efecto del rompimiento de los ejemplares capturados, lo cual no permite la devolución de hembras o de ejemplares pequeños al medio. La ubicación de cada cueva la hace el buzo mediante inspección visual, un indicador de presencia de pulpo son residuos de conchas de bivalvos y crustáceos fuera de la cueva (Comunicación personal pescadores Señores Milton Álvarez, Fernando Almonacid). Resultados obtenidos en este proyecto indican que en un alto porcentaje de los viajes, los pescadores aciertan en la ubicación de las áreas de pesca y en el tamaño de los ejemplares capturados. La captura por viaje la obtienen luego de realizar un número variable de inmersiones en una misma jornada de trabajo. Los valores de cpue estimados en una muestra de 112 inmersiones variaron entre 1,5 y 57,6 kg/h-inmersión-buzo, con la mayor concentración entre los rangos 5 a 10 kg/h-inmersión-buzo, siendo muy escasos los valores sobre 25 kg/h-inmersión-buzo.

Los valores de cpue estimados por viaje, asociado a puerto variaron entre 37 y 13,5 (kg/h-buzo), presentando las capturas monitoreadas en la localidad de Ancud los valores más estables en torno a los 8 y 13 (kg/h-buzo). Estos datos recopilados por IFOP mediante encuestas adquieren mayor validez al ser contrastados con los valores observados en las operaciones de pesca, siendo concordantes las estimaciones señaladas. Valores similares de cpue también se han estimado para otros recursos bentónicos en la región.

En términos de temporalidad, en algunos puertos se observa una disminución de las capturas en la medida que avanza la temporada de pesca. Un ejemplo lo constituye el puerto de Ancud, donde se observa un patrón de disminución de las capturas a través de los meses, situación que se repite a través de los años. Al correlacionar los



niveles de captura con la variable número de viajes, se observa que son variables dependientes, es decir a menor captura menor número de viajes.

Al igual que para otras pesquerías bentónicas en Chile (González & Barahona, 2007), se observó un alto número de áreas de extracción explotadas, sin embargo, las mayores capturas se sustentan en la explotación de un número muy reducido de ellas. La ubicación de las áreas mediante el uso de equipos data logger permitirá ir conformando mapas multiespecíficos, información que contribuye al futuro manejo de la pesquería.

El análisis de los datos de estructura de talla expresada como longitud dorsal del manto (LM) indica que la LM es mayor en machos que en hembras. A su vez, los machos también poseen un mayor peso, situación concordante con las observadas para otras especies de pulpo en el mundo.

En el proceso productivo se identificaron algunos vacíos asociados a la falta de espacio para efectuar la comercialización y la falta de tratamiento de la captura a bordo y en los muelles, factores que afectan no sólo a esta pesquería sino al conjunto de actividades extractivas que se desarrollan habitualmente en los centros de desembarque. Si bien se presenta un alto número de empresas procesadoras y/o compradoras de pulpo, de acuerdo a lo señalado por Gutiérrez *et. al.*, (2010) y Mares Chile, se desprende que tres de ellas destacan por sus niveles de compra, lo cual también se ve reflejado en los niveles de exportaciones. Los niveles de empleo asociado a este recurso si bien son altos, no se pueden disociar de otras pesquerías bentónicas, ya que las plantas procesan un grupo de recursos, lo cual vuelve a constituir otro factor que lleva a señalar que el enfoque de análisis debe ser integrado.



Los valores de compra de este recurso a través de los años han presentado fuertes fluctuaciones registrándose a partir del año 2003 una disminución en el valor de compra en playa de más de dos tercios, llegando el año 2009 un valor promedio igual a \$ 581 /kg  $\pm$  81, lo que significa una fuerte merma en los ingresos de los pescadores. Sin embargo, esta variación de precios no se ve reflejada en los valores de los precios de exportaciones, donde el producto mayormente exportado, los congelados, han presentado un continuo aumento de sus precios de venta, con excepción del año 2009. España, sin lugar a dudas es el principal comprador de este recurso, lo cual incide en los precios y demanda de este recurso. Por otra parte, se observa la falta de identificación del origen de las capturas e identificación del recurso en las exportaciones y por ende en las estadísticas de Aduana, como también en las estadísticas oficiales del Sernapesca.

Queda en evidencia la falta de socialización de la información disponible sobre el recurso, a nivel de los distintos agentes que operan sobre la pesquería.

### **Actualizar parámetros biológicos del recurso**

#### *Estimación de parámetros de crecimiento*

Los parámetros individuales estimados tanto por ELEFAN y SCLA, presentaron las menores variaciones en comparación con los estimados por PROJMAT. Siendo las estimaciones, de SCLA las más cercanas a las reportadas en literatura para esta especie, solo en la estimación del parámetro de  $L_{\infty}$  (Chong *et al.*, 2001).

La variación de  $\Phi'$ , mediante la evidencia estadística permitió establecer que existe una diferencia significativa entre las estimaciones de los parámetros mediante los 3 métodos, lo que nos estaría indicando una subestimación de la tasa de crecimiento de *E. megalocyathus* por parte de SCLA. Sin embargo, las estimaciones de los



parámetros de crecimiento de *E. megalocyathus* coinciden con aspectos vitales de su ciclo de vida como su corta longevidad, 2 a 2.5 años (Chong *et al.*, 2001). Estimando la longevidad del pulpo según el cociente  $3/K$  a partir de valores promedios de  $K$  derivados de los tres métodos, según ELEFAN sería cercana a 1.5 años, para SCLA 0,77 años y para PROJMAT sería 2.36, la cual sería la más cercana a la reportada en literatura para esta especie (Chong *et al.*, 2001), sin embargo sería la que más difiere respecto a los resultados de este estudio.

Por otra parte, existe evidencia de que los cefalópodos presentan dos fases en sus patrones de crecimiento, comenzando con una rápida fase de crecimiento exponencial, seguida de una fase de crecimiento más lento, a menudo representada por un tipo de crecimiento logarítmico o potencial (Semmens *et al.*, 2004).

Por otra parte Jackson & Choat (1992) compararon el crecimiento de tres cefalópodos tropicales usando análisis de frecuencia de tallas mediante ELEFAN y contrastándola además con técnicas validadas de determinación de edad mediante estatolitos. Dentro de sus análisis revelaron que existía una marcada dicotomía dependiendo del método utilizado. La determinación de edad mediante la técnica de los estatolitos, reveló tiempos de vida corto (<200 días) para estos organismos y un crecimiento no asintótico. En contraste, el análisis mediante ELEFAN resultó en un tipo de crecimiento asintótico de tipo von Bertalanffy y una esperanza de vida de los organismos de 3 a 6 años.

Un experimento similar se llevó a cabo en *Lolliguncula brevis* (Jackson *et al.*, 1997). En este estudio se dio a conocer fuertes evidencias de que existía incremento diario en los estatolitos de esta especie de calamar. Dejando en claro que esta especie mostraba un crecimiento de tipo exponencial y con una esperanza de vida < 200, mientras que al realizar el análisis con ELEFAN sugiere un crecimiento asintótico y con una esperanza de vida de a lo menos 2 años.



Jackson *et. al.*, (2000) demostraron que analizar una serie de datos con ELEFAN produce modelos de crecimiento tipo von Bertalanffy, aunque los datos ingresados al programa sean de un organismo de crecimiento tipo relativamente rápido exponencial y de vida corta, esto también es lo que ocurre para SCLA y PROJMAT.

El trabajo de Jackson *et. al.*, (2000) descubre 2 fallas fundamentales en el análisis de ELEFAN para organismos que presentan crecimiento exponencial rápido (i) si el organismo no posee una esperanza de vida extensa y no presenta un tipo de crecimiento asintótico de tipo von Bertalanffy, ELEFAN no es capaz de detectarlo. (ii) si el crecimiento es rápido con un alto grado de plasticidad individual, es muy difícil discernir cualquier moda distinta en los datos de frecuencia de talla.

Cabe señalar además que el análisis de la data histórica se realizó conociendo de antemano que *E. megalocyathus* no presentaba un crecimiento de tipo von Bertalanffy derivado del análisis de la lectura de anillos en estiletes (Miguel Araya, *com.per.*). Jackson *et. al.*, (2000) recomiendan a los investigadores que trabajan en la determinación de edad y crecimiento de cefalópodos que dejen un poco de lado los modelos de crecimiento asintótico.

El entendimiento y la descripción del crecimiento de los cefalópodos continúan para plantear nuevos desafíos. Las tasas de crecimiento individual pueden ser tan plásticas, que intentar ajustar curvas a estos datos no es sencillo o útil.

#### *Estimaciones de edad y mortalidad natural*

La edad y el crecimiento de los representantes de la clase Cefalopoda se encuentra muy bien documentado para el orden Teutida (Jereb *et al.*, 1991) no siendo así para el orden Octopoda, ya que hasta hace poco no existían estudios de determinación de edad en estructuras duras a nivel mundial para las especies de hábitos bentónicos,



debido a que no se observan incrementos en los estatolitos. Raya y Hernández-González (1998), Hernández-López *et. al.*, (2001) en *O. vulgaris* y Araya *et. al.*, (1999), Chong *et. al.*, (2001) en *O. mimus* consiguen estimar la edad mediante la utilización de las mandíbulas. Posteriormente, Doubleday *et. al.*, (2006) y Leporati *et. al.*, (2008) ante el problema que puedan presentar las mandíbulas por desgaste, lo que llevaría a una subestimación de la edad, utilizan los estiletes para estimar la edad en *O. padillus*, sugiriendo que esta estructura es la que debiera utilizarse en octópodos para estimar la edad.

La utilización de ambas estructuras en el presente estudio permitió la observación de los incrementos, encontrando que en individuos de mayor edad los incrementos se subestiman en las MAN con respecto a los EST. Además, la técnica utilizada en el presente estudio para la observación de los incrementos en EST es una modificación a la utilizada por Doubleday *et. al.*, (2006) y Leporati *et al.*, (2008) y con la cual se obtiene mejores resultados en cuanto a la calidad de las preparaciones y no tener el problema de la deshidratación y pérdida de las muestras, aunque tiene por desventaja el tiempo empleado en su preparación. En el futuro queda por analizar si otras partes de la MAN, como es la pared lateral, se pueda utilizar para la lectura de edades como lo hacen Perales-Raya *et. al.*, (2010).

Al utilizar microincrementos de crecimiento para determinar la edad, hay dos aspectos que hay que tener en cuenta, primero, la periodicidad de formación de los incrementos y segundo, el momento de formación del primer incremento. Sobre la periodicidad en MAN, nuestros resultados nos permiten sugerir que la formación de los incrementos es de naturaleza diaria, basado en, (a) el aspecto y tamaño constante de los incrementos; (b) la relación entre NI versus LC y WT; y (c) el número de incrementos entre marcas producidas por el shock salino. Los incrementos de los EST han sido validados por Doubleday *et. al.*, (2006) en *O. padillus* y por Hermosilla



*et. al.*, (2009) en *O. vulgaris*, estos estudios encuentran que la formación de los incrementos en los EST es diaria.

En cuanto al momento de formación del primer incremento en las MAN, este lo pueden formar durante la incubación del huevo, o al momento de la eclosión o bien cuando se asientan al fondo. Los tiempos que pueden transcurrir en estas etapas son muy variables y dependen principalmente de la temperatura del agua, e.g., en *O. mimus* el tiempo de incubación puede durar entre 35 y 45 días a 17° o 22 °C y el tiempo de la fase planctónica entre 30 a 60 días con temperatura de 17° a 22 °C (Cortez *et. al.*, 1998). Guerra (com. pers.) indica que las MAN de los octópodos incirrados aparecen en el embrión, en un estadio que depende de la especie y a una edad que depende de la temperatura a que haya vivido. Se puede indicar, aproximadamente, que a 20°C lo hacen entre los 15-20 días del desarrollo embrionario, sin embargo, no aparecen con la forma típica de MAN que tienen los juveniles bentónicos y adultos, sino que aparecen dentadas por los bordes anteriores. Estos dientes se mantienen durante la fase planctónica y, poco a poco, a medida que se van al fondo, las MAN se van conformando tal y como las conocemos en los juveniles bentónicos y en los adultos. Katsanevakis & Verriopoulos (2006) modelan el efecto de la temperatura en la eclosión y asentamiento de *O. vulgaris* considerando la temperatura que se registra en las costas de Marruecos, determinando que la duración en el plancton sería entre 60 y 70 días.

En la modelación del crecimiento de los octópodos se han ajustado una serie de modelos, tales como lineal, logístico, von Bertalanffy, exponencial, potencial, logarítmico, entre otros (Guerra, 1979b; Forsythe, 1984; Forsythe & Van Heukelem, 1987; Araya *et. al.*, 1999; Chong *et. al.*, 2001). Pero principalmente lo que mejor explica el crecimiento de estos individuos a lo largo de su historia de vida son los modelos del tipo exponencial, en una primera etapa y luego el modelo logístico o el potencial. En el presente estudio se ajustaron cuatro modelos a la información de LM



o WT con el número de incrementos, siendo estos el lineal, exponencial, logístico, von Bertalanffy y potencial, el motivo de probar con distintos modelos a los datos se debió a la gran variabilidad que presenta la LM y el WT para un mismo número de incremento, esta variabilidad ya ha sido documentada por Mangold & Boletzky (1973, *fide* Guerra, 1979a) quienes observaron en *O. vulgaris*, que los individuos pertenecientes a una misma cohorte pueden presentar una variabilidad considerable de tamaño al finalizar el primer año de vida, debido a diferentes causas, entre ellas; la diferente duración del desarrollo embrionario y la influencia de las condiciones ambientales que afectan profundamente las tasas de crecimiento. Por lo cual, los mismos autores plantean que no existiría una relación entre el tamaño de un pulpo y su edad, lo que imposibilita el establecimiento de auténticas clases de edad en una población de estos organismos, así mismo, Cortez *et. al.*, (1998) indica que individuos de *O. mimus* de una misma edad pueden existir diferencias de hasta 500 g, mientras Araya *et. al.*, (1999) en la misma especie, encuentra diferencias de hasta 3000 g en el caso de las hembras y 2000 g en los machos y en *E. megalocyathus* se pueden encontrar diferencias de hasta 4000 g a un mismo número de incrementos (Chong *et. al.*, 2001). En *O. padillus*, Leporati *et. al.*, (2008) no encuentra relación entre el peso total y el número de incrementos en EST.

De los modelos ajustados a la información de LT y WT con el número de incrementos en los estiletes, se encuentran diferencias en los períodos analizados es decir, para otoño e invierno el que mejor se ajusta es el logístico y para primavera y verano corresponde al exponencial, esta diferencias en el crecimiento detectadas se podría deber a la condiciones de temperatura el cual es una variable que influye en la tasa de crecimiento. Forsythe (1993) demuestra mediante simulación con información de *Loligo forbesi*, como pequeños cambios en la temperatura pueden llegar a afectar las tasas de crecimiento y la estructura de una población de cefalópodos. El mismo autor (Forsythe, 1993) indica que en *O. maya* la temperatura puede doblar la tasa de crecimiento, señalando que individuos que estuvieron expuestos a una temperatura



de 30 °C y otro grupo a 20 °C para alcanzar una misma longitud se demoraron 75 y 165 días, respectivamente.

Smale & Buchan (1981) con experimento en laboratorio indican que *O. vulgaris* de Sudáfrica presenta un período de vida de 9 a 12 meses en el caso de las hembras y de 12 a 15 meses en los machos, encontrando una gran variación en la tasa de crecimiento individual. Así también, Domain *et. al.*, (1997 *fide* Raya & Hernández-González, 1998) con ejemplares en cautiverio de *O. vulgaris* encuentra gran variación individual en el crecimiento en peso y sugieren que la especie presenta un ciclo de vida corto de alrededor de 12 a 15 meses, tanto en hembras como machos.

Forsythe (1993) demuestra mediante simulación con información de *Loligo forbesi*, como pequeños cambios en la temperatura pueden llegar a afectar las tasas de crecimiento y la estructura de una población de cefalópodos. El mismo autor (Forsythe, 1993) indica que en *O. maya* la temperatura puede doblar la tasa de crecimiento, señalando que individuos que estuvieron expuestos a una temperatura de 30 °C y otro grupo a 20 °C para alcanzar una misma longitud se demoraron 75 y 165 días, respectivamente.

En relación a *E. megalocyathus* es una especie con una alta variabilidad en su crecimiento tanto en peso como longitud, alcanzando el kilo de peso entre los tres y cuatro meses, considerando la etapa de vida planctónica.

En relación a los métodos para estimar  $M$  a partir de los parámetros de la historia de vida, presentan dos ventajas: (a) requieren una mínima cantidad de datos, y (b) son útiles en demostrar tendencias entre especies y en el desarrollo de la teoría ecológica. No obstante, ya que solamente estiman un único e impreciso valor de  $M$ , no serían eficientes desde el punto de vista de la precisión de  $M$  ni para determinar la variabilidad de  $M$  entre grupos de stocks. Los métodos más precisos para estimar  $M$  en ambos sexos fueron los de Taylor (1960) y Hoenig (1983) y el



valor ponderado de  $M$  para hembras y machos son diferentes  $0,81$  y  $0,95$  año<sup>-1</sup> respectivamente. Este valor difiere con lo estimado por Chong *et. al.*, (2001) quienes estiman un valor ponderado de  $1,646$  años<sup>-1</sup>. Las diferencias pueden estar dadas en los parámetros de entrada para los distintos métodos utilizados y por sobre todo Chong *et. al.*, (2001) utiliza los parámetros del modelo de crecimiento von Bertalanffy que como ya hemos visto el crecimiento de los pulpos no sigue ese modelo.

### Estudios del cristalino

Se ha demostrado la presencia de marcas concéntricas en el cristalino de *E. megalocyathus*. La técnica estándar de inclusión en parafina no dio resultados satisfactorios, lo cual puede atribuirse a la dureza del cristalino. Sin embargo, esto se puede evitar, siguiendo un protocolo de descalcificado previo a la inclusión y humedeciendo la superficie durante el corte (Luna, 1968). Por lo que se recomienda el uso de esta técnica, con tinción de hematoxilina de Harris con eosina y su observación en contraste de fases.

Cuando los animales fueron “marcados” con baño o inyección de Oxitetraciclina, se obtuvo una impregnación en el cristalino que le confiere epifluorescencia lo que permitió observar con mayor claridad y detalle las líneas de los cristalinos. A pesar entonces de la ventaja en tiempo y costos que significa el uso de la tetraciclina, se requiere de un microscopio de muy alto costo y poco común en los laboratorios pesqueros y de acuicultura, además de efectuar marcas en animales en laboratorio.

En cuanto a las muestras procesadas en resina plástica, el problema encontrado es el pulido hasta un grosor adecuado para poder realizar la lectura en todo el diámetro del cristalino al objetivo de  $100x$  de inmersión, con el fin de poder realizar imágenes digitales para su interpretación.



Ya estandarizada la rutina de lectura de las marcas en el cristalino, será necesario relacionar el número de líneas y los pesos y longitudes de cada uno de los pulpos, comparando con los registros identificados en mandíbula y estilete; así como con la comparación con valores de edad obtenida tanto de los organismos del estudio como por las reportadas por otros autores tanto de poblaciones naturales como de cultivo (Pérez *et. al.*, 2006).

Durante la preparación de los cristalinos, se ha detectado con frecuencia, tamaños diferentes entre los cristalinos de un mismo individuo. Por esta razón se han analizado ambos cristalinos para definir si el número de capas es igual, lo que ha sido confirmado, variando solamente el espesor de las capas. Dado lo reportado por Augusteyn *et. al.*, (2008) y Wheeler y King (1980) será recomendable en los futuros análisis de estas estructuras, determinar además del conteo de las líneas, el peso de los cristalinos con el objeto de correlacionarlos con el peso y talla de los organismos.

#### Experimento validación

La captura viva, traslado y mantención de los animales no constituyó una limitante para efectuar los experimentos, el 100% de los animales sobrevivió al proceso de aclimatación y el 72,1% al periodo de experimentación. De acuerdo al criterio utilizado en los experimentos previos al de validación, sólo un 7 % de la mortalidad pudo atribuirse con certeza al estrés, si se utiliza el criterio de la muerte hasta las 48 horas siguientes. No obstante como las condiciones del experimento, variaron respecto al previo (i.e. se hizo el estrés en forma grupal), se puede suponer que el 14% de la mortalidad en este caso, puede ser atribuida al estrés salino sumado a las condiciones generales de estrés de los animales en cuanto fueron agrupados para el marcaje.



Araya *et al.* 1999, para validar la formación de microincrementos en *O. mimus*, utilizan la inanición y el no recambio de agua a los estanques por un período de 7 días, alterando con ello una serie de variables fisiológicas y físicas; pero determinan que la formación de los microincrementos en la MAN es de naturaleza diaria. Con el uso de estrés salino, se altera y controla una sola variable física, lo cual constituye una ventaja para su aplicación.

La técnica usada para el marcaje, se puede considerar adecuada para visualizar una marca en las líneas de crecimiento de las MAN, pero no así en los EST, siendo de fácil implementación en el laboratorio e inocua para el ambiente.

En contraste, la aplicación de oxitetraciclina, que se efectuó en los experimentos previos no generó una buena marca tanto en las MAN como en los EST. En los cristalinos, por su parte el compuesto generó una coloración uniforme que permitió distinguir en mejor forma las líneas concéntricas de ésta estructura.

**Determinación de estacionalidad reproductiva de machos y hembras, respectivamente.**

#### Aspectos reproductivos

Los cefalópodos coloideos se definen como semélparos, sin embargo en su único evento reproductivo pueden presentar una variedad de estrategias reproductivas, las que se pueden clasificar sobre la base del tipo de ovulación, el patrón de desove y crecimiento de tandas de ovocitos y la duración del desove (Barratt *et al.*, 2007). En este estudio, el análisis histológico a hembras de *E. megalocyathus* en regresión no reveló el desarrollo de un nuevo ciclo gametogénico que permitiera sostener la ocurrencia de más de un período de desove, mientras que durante la fases tempranas de crecimiento gonadal si fue posible visualizar ovocitos en distinto grado de vitelación. Al respecto, en *O. mimus* se ha establecido que la proliferación de las



células germinales se interrumpe al momento en que los ovocitos comienzan a acumular vitelo, destacándose que el inicio de la vitelogénesis no es un proceso simultáneo en todos los ovocitos, de esta manera, ovocitos de diferentes tamaños y grados de vitelogénesis se observaron en los ovarios de las hembras vitelínicas y desovantes (Olivares et. al., 2001). Para la misma especie en estudio, Chong et. al., (2001), según el patrón de desarrollo que presentaron los ovocitos, con dos grupos modales de tamaños al mismo tiempo, reportaron un tipo de ovulación intermitente sincrónica. De acuerdo a los antecedentes y sobre la base de los resultados obtenidos, *E. megalocyathus* presentaría un desove terminal simultáneo (semélparo), con ovulación intermitente sincrónica, sin presentar crecimiento entre tandas de huevos, y con un corto período de desove.

Antecedentes sobre la biología reproductiva de *E. megalocyathus* son escasos, estando en el sur de Chile la investigación de Chong et. al., (2001), y los estudios realizados para la especie en el Atlántico sur (Ortiz et. al., 2007; Ortiz y Ré, 2008), en cambio se consideró también como referencia la información disponible de *O. mimus* presente en el sector norte del país (Cortez et. al., 1998; Olivares et. al., 1996 y 2001) y en las costas del Perú (Ishiyama et. al., 1999; Cardoso et. al., 2004). Ambas especies son dioicas, con dimorfismo sexual y de ciclo vital corto (semélparas).

Teniendo como referencia las fases de proliferación, de crecimiento ovocitario y de desarrollo folicular descritas para *O. mimus* (Olivares et. al., 2001), se elaboró una escala apreciativa de la madurez para *E. megalocyathus*, sobre la base que los cambios morfológicos de los ovocitos en su desarrollo son muy similares a los descritos en *O. mimus*. La escala propuesta fue consistente, en la medida que se logró caracterizar la condición de madurez en las hembras. De esta manera, el uso conjunto de métodos macroscópicos y microscópicos permitió identificar las distintas etapas del ciclo reproductivo en un ciclo anual.



Los resultados mostraron para ambas localidades la presencia de machos y hembras con gónadas en actividad durante todo el año, pero cambios temporales en la proporción permitieron determinar para el pulpo rojo un período reproductivo de carácter estacional, concordante con lo reportado para la especie en el Atlántico (Ortiz y Ré, 2008). Por otro lado, en especies con desove terminal simultáneo, común de aguas pocas profundas temperadas, es típico la estacionalidad reproductiva, así mismo, la ocurrencia de individuos activos a través del año (*fide* Barratt *et. al.*, 2007).

En la localidad de Ancud, los machos alcanzaron la madurez máxima desde mediados de invierno, con un período principal en primavera, y secundariamente en verano, en que disminuyó la actividad hacia otoño y mediados de invierno, mientras que el mayor aporte al proceso de evacuación se presentó en primavera (septiembre) y en otoño (abril). En las hembras, la mayor actividad gonadal se evidenció desde mediados de invierno a verano, manifestándose principalmente en la primavera (septiembre), y secundariamente en verano (febrero), meses en que se alcanzó una alta incidencia de ovarios en madurez avanzada. Durante todo el período de estudio se observaron hembras ovuladas, pero con aportes importantes en la primavera y en otoño-inicios de invierno.

En la localidad de Queilén, los machos manifestaron la madurez máxima que se extendió desde fines de otoño (mayo) a enero, disminuyendo desde mediados de verano, con una mayor incidencia de mediados de invierno a primavera, mientras que el mayor aporte a la evacuación se evidenció claramente en la primavera (septiembre), en verano (enero-febrero) e inicios de otoño (marzo), con un incremento leve en invierno (junio-julio). En las hembras, la mayor actividad gonadal se evidenció desde fines de otoño (mayo) a marzo, disminuyendo gradualmente de febrero a abril, visualizándose desde fines de invierno a marzo una alta incidencia de la madurez máxima, con la mayor intensidad en primavera y en verano. En todo el



estudio se encontraron hembras ovuladas, pero con una alta contribución desde la primavera a inicios de otoño (septiembre a marzo), con un mayor aporte en septiembre y en febrero.

La dinámica reproductiva que presentó *E. megalocyathus* en ambas localidades fue relativamente concordante con lo reportado para la misma especie por Chong *et. al.*, (2001) en la X y XI Regiones, quienes señalaron la madurez máxima en primavera y verano, iniciándose el ciclo de maduración en invierno. También, fue similar a lo descrito para el recurso en el Atlántico, en que el proceso reproductivo presentó una fuerte estacionalidad desde mediados de la primavera hasta fines de verano (Ortiz y Ré, 2008). Los antecedentes demuestran la importancia de las estaciones de primavera-verano para manifestar la máxima madurez en esta especie, lo cual es coincidente con el periodo de mayor actividad reproductiva observado para *O. mimus* en el norte de Chile, que acontece preferentemente en la primavera y verano (Cortez *et. al.*, 1998), aunque Olivares *et. al.*, (1996) en esta especie, evidenciaron la maduración y postura en una mayor incidencia entre otoño y la primavera. De igual manera, en la costa del Perú (Callao), las hembras de *O. mimus* presentaron desoves máximos en la primavera y en el verano (Cardoso *et. al.*, 2004), lo que no difirió con los meses en que predominaron las hembras maduras de esta especie en el sector de Matarani (Ishiyama *et. al.*, 1999). En otras zonas, *O. vulgaris* en las Islas Canarias se reproduce desde la primavera a otoño, con estaciones bien definidas en primavera y otoño (Hernández-López, 2000), mientras que en las aguas de Galicia (Otero, 2006), la puesta tiene lugar mayoritariamente en la primavera.

En cefalópodos, la estrategia reproductiva estacional es común en especies de aguas poco profundas de regiones templadas, así como también, el que una proporción de la población se encuentre con gónadas activas durante todo el año (Barratt *et. al.*, 2007). En estos organismos, de ciclo de vida corta y altas tasas de crecimiento, los sucesos de la reproducción y el reclutamiento son bastante



dependientes de las condiciones biológicas y físicas imperantes en su historia de vida. En este aspecto, los factores ambientales como la temperatura, el fotoperíodo y la alimentación juegan un rol importante que determinan o influyen en la estrategia reproductiva, asociándose la estacionalidad reproductiva manifiesta en poblaciones de pulpo al aumento de la temperatura del agua, como fue descrito para la especie en estudio en el golfo San José (Argentina) (Ortiz *et al.*, 2007). De esta manera, variaciones intraespecíficas en el proceso reproductivo son factibles de esperar en respuesta a variaciones en las condiciones ambientales, como también, en poblaciones de una especie habitando áreas geográficas distintas. Para nuestros datos, la tendencia estacional del proceso reproductivo fue concordante entre los ejemplares recolectados de ambas localidades, sin embargo se detectaron diferencias temporales en la manifestación de las hembras recién ovuladas, con un aporte importante en la primavera y en otoño-inicios de invierno en Ancud (septiembre-noviembre y marzo-junio), mientras que en Queilén, se observó una mayor contribución desde la primavera a inicios de otoño (septiembre-marzo). En este contexto, tales diferencias en el comportamiento reproductivo podrían estar influenciadas por los regímenes de temperatura de cada localidad, como un mecanismo flexible de poder mejor adaptarse a las características ambientales de su hábitat.

En el estudio se evidenció la maduración gonadal en un amplio rango de longitudes ( $\geq 100$  mm), hecho que indicó la variabilidad de tamaños de los ejemplares que pueden corresponder a la misma cohorte, dado el carácter semélparo de la especie. Al respecto, Chong *et al.*, (2001) encontraron una gran variabilidad en el peso total y en la longitud total para un mismo número de incrementos a partir del análisis de las mandíbulas. Por otro lado, Olivares *et al.*, (1996), en *O. mimus*, explican la presencia de hembras maduras de pequeño y gran tamaño al haber nacido las primeras en el mismo año y las mayores en el año anterior, esto por la incorporación continua de juveniles durante todo el año. De esta manera, las hembras que se reproducen en



algún período del año pueden tener su origen en distintas cohortes y si se toma en cuenta, además, los factores ambientales y biológicos que pueden influir en el proceso de maduración sexual en una misma área, es factible aceptar que los ejemplares puedan madurar a diferentes tamaños.

En la estimación de la madurez sexual se consideró, en primer término, a todos los ejemplares recolectados durante el estudio, y en segundo término, a aquellos muestreados durante el período definido como de máxima madurez (septiembre-febrero), así mismo, se utilizaron dos criterios para clasificar a los ejemplares en las categorías de inmaduros y maduros, ambos sobre la base de los registros de madurez histológicos. Este análisis conjunto de diferentes modalidades entregó resultados comparables con otros estudios, como también generó información robusta tendiente a la administración del recurso. En las dos localidades de muestreo, al considerar todos los meses del estudio, los estimados de la madurez sexual fueron más altos ( $L_{50\%}$  y  $LDM_{50\%}$ ), lo que es lógico al incluir los meses de mayor proporción de gónadas en inactividad reproductiva, hecho que produce el desplazamiento del ajuste a la derecha (sobrestimación), mientras que al considerar los meses de máxima actividad reproductiva, el ajuste fue más aceptable debido a que se seleccionan efectivamente los tamaños reclutados a la actividad gonadal. En relación a la clasificación de maduros, ambas modalidades son aceptables desde el criterio del desarrollo de la línea germinal e incorporación de vitelo. En cefalópodos, la vitelogénesis señala el comienzo de la maduración sexual y produce un acelerado crecimiento del ovario por acumulación de vitelo, que culmina con la reproducción (*vide Olivares et. al., 2001*).

Los registros disponibles de estimaciones de la madurez sexual en *E. megalocyathus* señalan, para el sur de Chile, una  $LT_{50\%}$  de 69,9 cm y 71,7 cm para machos y hembras, respectivamente, mientras que para la  $LDM_{50\%}$  fue de 149 mm en ambos sexos (*Chong et. al., 2001*). Para el sector sur del Atlántico, Ortiz y Ré (2008)



reportaron un peso de primera madurez de 1.000-1.200g y 1.400-1.500g para machos maduros y hembras en maduración avanzada, respectivamente. En este estudio, los estimados para los ejemplares de Ancud, según el C1, fueron de 57,2 cm; 114,8 mm y 62,9 cm; 120,5 mm para la  $LT_{50\%}$  y  $LDM_{50\%}$  en machos y hembras, respectivamente, mientras que para el criterio C2, fue de 69,7 cm; 134,4 mm y 70,7 cm; 134,4 mm para la  $LT_{50\%}$  y  $LDM_{50\%}$  en machos y hembras, respectivamente. En los ejemplares de Queilén, los estimados para el C1 fueron de 59,6 cm; 110,9 mm y 59,4 cm; 111,1 mm, y para el C2, de 66,6 cm; 123,2 mm y 66,4 cm; 121,2 mm para la  $LT_{50\%}$  y  $LDM_{50\%}$  en machos y hembras, respectivamente. Para Ancud, los estimados de la longitud total tanto en machos y hembras fueron prácticamente los mismos que los reportados para el sur de Chile, si se considera el C2, mientras que para Queilén, los estimados fueron inferiores, principalmente en las hembras. En el caso de longitud dorsal del manto, los registros estuvieron muy por debajo a los citados en literatura.

En concordancia a lo observado para este mismo recurso (Chong *et al.*, 2001; Ortiz y Ré 2008), como también para otros pulpos (Cortez *et al.*, 1998; Ishiyama *et al.*, 1999; Cardoso *et al.*, 2004; Hernández-López, 2000; Otero, 2006), en este estudio, en el sector de Ancud, se mantuvo la precocidad de los machos en alcanzar la madurez sexual a menor talla, a diferencia de lo observado en la localidad de Queilén, en que tanto machos y hembras alcanzaron la madurez sexual a longitudes similares. Sin embargo, las diferencias de la  $LT_{50\%}$  entre sexos estuvieron contenidas en sus respectivos intervalos de confianza 95% del parámetro de madurez. Respecto a la longitud dorsal del manto, los estimados son parecidos entre sexos, como también fue determinado por Chong *et al.* (2001).

También, a partir de los registros de la longitud total y la longitud dorsal del manto, Chong *et al.* (2001) reportaron para esta especie los estimados en peso total, indicando para la  $LT_{50\%}$  un peso de 1.502 g y 1.520 g, mientras que para la  $LDM_{50\%}$ ,



los valores fueron de 1.424 g y 1.329 g, para machos y hembras, respectivamente. En este trabajo, bajo similar metodología, los estimados fueron más cercanos cuando se utilizó el C2, con registros de 1.519 g y 1.641 g para la LT y de 1.530 g y 1.624 g para la LDM, en machos y hembras de Ancud, respectivamente. Para Queilén, bajo el mismo criterio de C2, los estimados fueron 1.335 g y 1.301 g para la LT y de 1.282 g y 1.231 g para la LDM, en machos y hembras, respectivamente. Si tomamos el C1, en Ancud, el peso en machos está cercano a los 1.000 g, mientras que en las hembras, en torno a los 1.300 g, para ambos parámetros de la madurez sexual. En Queilén, el peso total es aproximado a los 1.100 g en machos y hembras para ambos estimados de la madurez sexual. Bajo este segundo criterio, los estimados serían similares a los reportados para esta especie en la costa patagónica atlántica (Ortiz y Ré, 2008). Las diferencias en los estimados de pesos totales no fueron significativas en ambos sexos de cada localidad.

Al comparar los estimados de la madurez sexual entre las localidades, los machos y las hembras de Queilén alcanzaron la madurez sexual a una menor LT y LDM, a un peso total inferior. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas para la  $LT_{50\%}$  en machos y hembras, mientras que al considerar la  $LDM_{50\%}$ , en machos y hembras, las diferencias estuvieron contenidas en el límite de los intervalos de confianza del parámetro (95%). Debido a que el tamaño y la edad a la cual se alcanza la madurez sexual depende de factores ambientales como la luz, la temperatura y la alimentación (*fide* Ishiyama *et al.*, 1999), las variaciones en los estimados del parámetro de madurez podrían ser consecuencia de condiciones oceanográficas distintas, en el factor espacial y temporal. En este sentido, dependiendo de la diversidad y la abundancia de presas en áreas determinadas se puede inferir diferentes tasas de crecimiento y de maduración sexual (Cortez *et al.*, 1995). Por otro lado, Zúñiga *et al.* *fide* Olivares *et al.* (1996) señalan a la luminosidad como el factor desencadenante de la maduración sexual de las hembras, en tanto que la temperatura sería menos relevante en profundidades superiores a los 10 m, donde el agua presenta ligeras



fluctuaciones de temperatura mensuales y tiende a ser más o menos estable durante todo el año.

### Determinación de fecundidad

La fecundidad es el eslabón principal entre las estimaciones cuantitativas de huevos y larvas, como también para el tamaño del stock reproductor. La fecundidad específica, es el número de huevos puestos por hembra adulta, el cual resulta de un proceso evolutivo de optimización en el reparto de energía proveniente de la alimentación para el consumo metabólico, crecimiento y reproducción, relacionado a las estrategias r y k. Los estrategas k ocupan ambientes más estables, ponen menos huevos de mayor tamaño y en puestas cortas, están más protegidos y su mortalidad larvaria previsiblemente es menor (Saborido, 2004).

Los datos de fecundidad se relacionan a menudo con la talla o el peso, en general, la relación entre la fecundidad y la longitud del recurso es de tipo exponencial, mientras que la relación entre la fecundidad y el peso es prácticamente lineal, siendo los ejemplares más pesados generalmente los más fecundos (Saborido, 2004). A raíz de los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede mencionar que estas relaciones se cumplen para *E. megalocyathus* de la zona de Ancud y Queilén de Chiloé.

De esta manera, se obtuvo que la relación entre fecundidad y longitud de manto del pulpo presenta una relación de tipo exponencial, es decir, que la fecundidad aumenta proporcionalmente a través de la longitud, siendo los ejemplares de mayor longitud de mayor fecundidad. Para el caso de la relación entre fecundidad y peso corporal, esta se presenta de tipo lineal indicando que los ejemplares de mayor peso poseen una mayor fecundidad. En ambas estimaciones los ajustes son significativos, pero con un mediano nivel de explicación ( $R^2$ ) de la fecundidad con respecto a las variables longitud y peso, debido a la dispersión de los datos.



Estos resultados son coincidentes a los encontrados por Chong *et al.*, 2001 para la misma especie, que menciona que la relación entre la fecundidad con la longitud total y peso se ve afectada principalmente por la alta variabilidad de los individuos maduros, ya que se pueden encontrar ejemplares cercanos al desove desde aproximadamente los 60 cm de longitud (menos de 2 kg de peso). Aún así, se debe considerar lo mencionado por Carvalho & Sousa (2003), que confirma que el número de huevos puestos depende del peso de la hembra (Mangold, 1987; Gonçalves, 1993), es decir que mientras las hembras son mas largas, se espera que la fecundidad sea mas alta.

Con respecto al número de ovocitos por hembra, se obtuvo que las hembras *E. megalocyathus* del presente estudio presentan un rango de fecundidad potencial promedio de 2.097 a 16.989 ovocitos y una fecundidad relativa 9,66 a 47,45 ovocitos/g, mencionando que estos resultados tiene carácter de exploratorios. A pesar de esto, los resultados se pueden comparar con estudios anteriores para *E. megalocyathus* en las costas argentinas, para el cual se obtuvo una estimación de fecundidad potencial entre 1490 y 6940 ovocitos, mostrando valores más elevados en las hembras de mayor talla (Ortiz, 2009), como también los valores obtenidos por Ortiz & Ré (2008), los cuales obtuvieron una fecundidad de 1429 y 6427 ovocitos, valores que coinciden plenamente con el presente estudio.

En comparación con otras especies de pulpo, Mangold (1983) estimó para *O. vulgaris* de la costa portuguesa, una variación entre 100.000 y 500.000 huevos (Hernández-López, 2000), además en las aguas de Gran Canaria para la misma especie, se estimó una fecundidad relativa para ejemplares en cautiverio que osciló entre 31 y 106 huevos/g peso corporal y una fecundidad potencial de 152.100 – 350.000 huevos (Hernández-García *et al.*, 1998; Hernández-López, 2000), las cuales son muy superiores a las obtenidas en el presente estudio, probablemente por las



condiciones ambientales. El potencial de fecundidad de *O. vulgaris* del Atlántico Noreste, encontró entre los rangos de 12.861 hasta los 451.173 ovocitos, con un largo promedio de los ovocitos de  $3,224 \pm 0,805$  mm, entre los 1,69 a 0,49 mm (Otero *et al.*, 2004).

Sobre la medición del tamaño de los ovocitos, se obtuvo una distribución de longitud unimodal alrededor de los 15 mm y en promedio una longitud de  $14 \pm 1,8$  mm, medidas que corresponden a ovocitos de hembras de avanzado estado de desarrollo. Según Laptikhovsky *et al.*, (2001), indica como ovocitos maduros a aquellos que presentan una longitud ovocitaria mayor a 16 mm, además de una distribución unimodal y una fecundidad baja, lo que coincide con el presente estudio, donde se encontró un gran tamaño de ovocito relacionado con una baja fecundidad. Esta condición esta relacionada con que las hembras de pulpo no poseen una formación continua de ovocitos durante el período reproductivo, ya que estos están determinados, sin reemplazo de los ovocitos maduros por otros inmaduros (Chong *et al.*, 2001).

Por otra parte, octópodos con huevos de gran tamaño no pueden tener la capacidad de ovario para desarrollar todos sus huevos en un lote o en un periodo reproductivo extendido (Barrat *et al.*, 2007), caso que se aplica a la especie en estudio, ya que temperaturas podría dar lugar a tasas de acumulación de vitelo mas bajas, mientras una menor cantidad presenta ovocitos de gran tamaño.

A modo de ejemplo, los cefalópodos coloides han demostrado un ciclo de vida semélparo y sincrónico, produciendo todos sus huevos en pocos días de incubación y no muestran evidencia de una gametogénesis repetida (Grasso & Di Grande, 1971; Laptikhovsky *et al.*, 2001), por lo tanto, es de esperar que el número de ovocitos sea mas alto en juveniles inmaduros para luego declinar gradualmente mediante la



reabsorción de los ovocitos, siendo común en especies de aguas profundas (Laptikhovsky *et. al.*, 2001), caso que se aplica al pulpo del presente estudio, ya que habita en la zona intermareal y submareal asociada a cuevas, grietas, aleros y playas de arcillas tobáceas o rocas de origen volcánico (Ortiz, 2009).

En general, la fecundidad se ve afectada por las diferencias ambientales, como los cambios en la temperatura y/o disponibilidad de alimento, los cuales podrían afectar a la vitelogénesis y la depositación de vitelo, cambios que a su vez, podrían ser resultado de las diferentes profundidades que cada especie utilice como ambiente (Barrat *et. al.*, 2007). Por ejemplo, una reducción en las de alimento, produciría una menor disponibilidad de energía para vitelogénesis, contando con que la producción de huevos grandes es energéticamente más costosa.

#### Análisis de temperatura, salinidad y oxígeno

La columna de agua se presentó homogénea en todos los muestreos con la ausencia de gradientes verticales significativos y la ausencia de una termoclina estacional, lo cual se debe a la gran mezcla vertical de la columna de agua, que esta modulada por la marea y el estrés del viento principalmente debido a lo somero de los sectores muestreados.

Se observó además, la variación estacional tanto de la temperatura y salinidad y en un menor grado la concentración de oxígeno disuelto, presentándose temperaturas más calidas en verano lo cual se debe a la mayor radiación solar durante este periodo y menores en invierno.

En el dominio de la frecuencia se puede corroborar que el principal forzante físico del sistema de transporte de calor es la marea debido a que se observaron peak de frecuencias cercanas a las de las bandas de frecuencias de mareas (diurna 23.5 h y



semidiurna (12.5 horas)) con una alta coherencia tanto en el medio del canal, como pegado a la costa bajo las jaulas.

### **Evaluación artes de pesca actual, pesca con gancho, y potenciales, pesca con artes estáticos.**

El arte que presentó mayor cpue de *E. megalocyathus* fue el buceo con gancho, seguido muy por debajo, por la nasa, tubo y la potera respectivamente. El seguimiento a 15 buzos a través de los monitoreos *in situ* mostraron que el buceo con gancho es altamente eficiente en comparación con los otros métodos de pesca, lo cual es corroborado con los datos analizados en la caracterización de la pesquería. Sin embargo presenta el problema adicional que se relaciona con el rompimiento de los ejemplares extraídos y la nula posibilidad de devolver ejemplares al medio, con el fin de proteger hembras o ejemplares bajo la talla de primera madurez sexual. La captura por unidad de esfuerzo (cpue) obtenida varió de 84,4 kg/h-buzo a 6,5 kg/h-buzo, evidenciando una gran fluctuación en los valores observados.

En cuanto a su composición en peso, la captura varió significativamente entre la muestra monitoreada en la estación de invierno y primavera siendo superiores los pesos en primavera, lo cual coincide con lo reportado para *O. vulgaris*, dónde la media de peso en invierno es de 600 g en contraste a la de verano (1,5-2,0 kg) (*Oostuizhen*, 2004). Considerando el corto ciclo de vida de la especie de no más de 2,5 años e incluso menor (Chong, 2001; Ortiz, 2009) y con una alta tasa de crecimiento, cabe suponer que las cohortes reclutadas a fines de la primavera del año anterior o a principios de verano, aporten mayor biomasa por crecimiento hacia fines de la temporada de captura que es noviembre de cada año.

Independiente de la zona de pesca, los machos presentaron un mayor tamaño promedio (2.521,5±982,9) que las hembras (2020.3±1.274,4 g) Siendo los pesos



promedio de invierno ( $1.690,0 \pm 595,9$  g) menores a los de primavera ( $2.433 \pm 1.227$  g). Estas diferencias también han sido reportadas en otras especies de pulpos (Oosthuizen, 2004), lo cual se ve claramente en el análisis de la pesquería al analizar los datos históricos, lo cual se señaló en párrafos anteriores.

En relación a la selectividad del arte por buceo respecto al peso de la captura, el 7,5% de los individuos muestreados, se encontraron bajo el peso mínimo legal (1 kg). Dado la forma de captura por buceo de *E. megalocyathus*, dónde el buzo introduce el gancho en cuevas u oquedades, sin poder estimar el tamaño del animal, ésta selectividad del arte, podría estaría más bien asociada a la abundancia y distribución del recurso en la zona de pesca, que a una conducta basada en la experiencia o habilidad del buzo para capturar individuos de cierta talla, aun cuando los buzos señalan que un indicador de tamaño del pulpo en la cueva son los restos de comida fuera de la cueva, sin embargo este aspecto no fue abordado en este estudio siguiendo este objetivo. Este es un tema a discutir, ya que por otra parte, la contratación de embarcaciones con tripulación para extraer pulpos, realizada en este proyecto, mostró un alto porcentaje de aciertos en las muestras extraídas, siendo escasos los ejemplares pequeños. Al respecto, Katsanevakis & Verriopoulos (2004), efectuando censos visuales de *O. vulgaris* en la costa de Grecia, señalan un 78% de acierto de los buzos para clasificar en tres clases de tamaños a los pulpos observados, pero se debe considerar que ésta fue una experiencia de observación y censo de animales no de captura.

Sobre la selectividad del arte con respecto a la proporción sexual, la captura por buceo, considerando todos los muestreos ( $n = 225$ ), señaló un mayor porcentaje de hembras (56%;  $n = 127$ ) que machos en las capturas y dada su composición en tallas o peso se trataría en su mayoría de hembras sobre la talla (peso) de primera madurez sexual, quizás una fracción, en proceso de anidamiento, ya que las hembras permanecen en sus refugios todo el tiempo debido a su comportamiento de



cuidado parental. El período de madurez máxima y de anidamiento ha sido reportado en primavera y verano seguida de una actividad mínima en otoño e inicio de un nuevo período de maduración en invierno (Chong *et al.*, 2001, Ortiz, 2009). Como no hay estudios referidos a la abundancia, distribución, variaciones estacionales y batimétricas de la especie en nuestra costa, no es posible predecir el impacto de la captura por buceo sobre hembras con posturas en la población futura. Ortiz, *op.cit.* señala que en la costa de Chubut, durante el verano las capturas disminuyen y la pesquería deja de operar, momento en el cual se produciría una migración batimétrica de las hembras desovantes y de los machos maduros hacia aguas más profundas que las habituales y de esta forma permitirían el escape a la actividad extractiva (de final de temporada), de la mayor proporción de ejemplares maduros de la población.

En relación con las artes estáticas, aunque éstas han sido descritas como eficientes en la captura de *O. vulgaris* en el Pacífico y Atlántico Norte (Oosthuizen, 2004, Hernández-García *et al.*, 1998), nuestros resultados muestran que para *E. megalocyathus* las capturas fueron mínimas (cpue de 0,00007489 kg/h-reposo) y poco selectivas, en un rango de peso bastante amplio (0,5 g y 2.130 g) con un 77% de los individuos bajo peso mínimo legal (1 kg).

Los rendimientos de diferentes artes estáticos han sido reportados para diferentes especies, observando una gran variabilidad. Hernández-López (2000) reporta rendimientos para la pesquería con nasas de *O. vulgaris* en Gran Canarias que van desde 52 a 204 g/nasa/día, cifras mayores a las registradas durante la ejecución de este proyecto (3,50 g/nasa/día, 0,44 g/potera/día y 1,46 g/tubo/día). Barry *et al.*, (2009) para el pulpo gigante *Enteroctopus dofleini*, reporta una cpue de 5.5 kg/trampa y 0.4 kg/trampa para una trampa tipo refugio de madera y una trampa camaronera, respectivamente.



Oosthuizen (2004), utilizando la tasa de captura (= número de pulpos capturados/número de poteras caladas), señala que en pesquerías experimentales de octópodos, se reportan variables, pero en general, bajas tasas de capturas, oscilando entre 0,26-8,44% en Canadá (Hartwick *et al*, 1982 *fide* Oosthuizen, *op.cit.*) a 45-90% en la Costa Oeste de Florida (Roper, 1997 *fide* Oosthuizen, *op.cit.*). En el presente estudio, considerando las líneas conteniendo las tres tipos de arte caladas a un determinado estrato de profundidad, la tasa de captura varió entre 0,74% a 20%, teniendo un mejor rendimiento las líneas caladas en invierno que en verano. La variabilidad en los rendimientos de las líneas de trampas de este estudio, coinciden con las registradas en capturas de esta misma especie (*E. megalocyathus*) para abastecimiento de jaulas y estanques en el marco del proyecto FONDEF D06 I1051 que se han efectuado en zonas de cultivo de mitílidos en Chiloé; aunque fueron más bajos e inversos respecto a las temporadas (com. per. S. Medrano, Fondef D06 I1051). Según la información proporcionada por este proyecto, durante el 2009, producto de la operación con trampas tipo tubo en esas zonas, el rendimiento promedio de las líneas fue de  $40,91 \pm 36,51$  % con un mínimo de 2,2% en invierno y un máximo cercano a 80% en verano y con una cpue promedio de  $0.083 \pm 0,073$  ejem/h-reposo y 0.02 kg/h-reposo, cifras superiores a las obtenidas en este estudio.

En relación al tamaño de la captura, Whitaker *et al.*, (1991) reporta 0.9 kg/pot para *O.vulgaris* en Carolina del Sur, con el tamaño medio de los individuos en relación directa al tamaño de la potera, siendo similares a lo reportado para la misma especie en la costa de Senegal por Diallo (2002) *fide* Oostuizhen *op.cit.* Barry *et al*, (2009) para el pulpo gigante *E. dofleini* en Alaska, reporta pesos medios para 4 distintos artes estáticos entre 6 a 13 k, dónde uno de ellos (una potera para peces) registra el mayor peso medio y significativamente diferente al resto de las artes. En este estudio las artes estáticas no fueron selectivas con respecto al peso de los individuos capturados ( $p > 0,05$  Kruskal-Wallis test), a pesar que el diámetro de entrada y



volumen permitían prever una talla de captura de alrededor de 1 kg o superior; la época del año tampoco influyó sobre la composición en peso de los individuos capturados ( $p > 0,05$  Kruskal-Wallis test).

El tipo de nasa utilizada se basó en el modelo usado por los pescadores españoles, que junto a la potera, han sido exitosas en la captura de *O. vulgaris*, mientras que en la trampa tipo tubo, se ha observado una alta tasa de ocupación en *O. tehuelchus* (Osovnikar *et al.* 2004). Aún así las artes de pesca no fueron selectivas con respecto al peso, longitud dorsal del manto y longitud total de *E. megalocyathus*, por lo que probablemente una combinación de factores relacionados con las características propias de las artes usadas, la forma en que se operaron, aspectos de comportamiento de la especie, entre los más importantes, pudieron incidir en la eficiencia y composición de la captura registrada.

Entre estos factores, el tiempo de reposo. Las artes se utilizaron con 9 y 10 días de reposo efectivo en el agua, aunque en las primeras campañas se revisaron cada tres días. Se utilizó este tiempo de reposo en base a literatura y experiencias previas del equipo de trabajo en capturas con tubos en zonas de cultivo de mitílidos. Al respecto Groeneveld *et al.*, (2006) en la costa de Sudáfrica, estudiando el comportamiento del rendimiento de la captura incidental de *Octopus magnificus* en trampas usadas para la captura de la langosta *Palinurus gilchristi*, señalan que con tiempos de reposo menores a 24 horas se obtienen las mas altas tasas medias de captura ( $3.92 \pm 1.33$  pulpos por 100 trampas versus  $1.06 \pm 0.03$  pulpos por 100 trampas,  $t = 2.15$ ,  $p = 0.03$ ), sugiriendo que muchos de los pulpos entran, comen y escapan antes que las trampas sean retiradas, siendo el rendimiento mínimo entre las 72 y 96 horas. Cuando se dan tiempos más largos de reposo, superior a 17 días, las trampas también capturaron mayor cantidad de *O. magnificus*, sugiriendo que en ocasiones usan las trampas como convenientes guaridas.



Estos antecedentes, coinciden también con lo observado en capturas con refugios tipo tubo que se han realizado para campañas de captura de pulpos para el proyecto FONDEF D06 I1051 en desarrollo. Aunque se informa que nunca se han obtenido datos para tiempos de reposo inferiores a 24 horas, entre 3 y 15 días de reposo el rendimiento promedio de las líneas fue de  $29,3 \pm 4,0$  %; sobre los 15 días de reposo el rendimiento promedio aumentó a 46,7% en promedio en un periodo estival (2008-2009) (com. per. S. Medrano, proyecto FONDEF D06 I1051).

El comportamiento de *E. megalocyathus*, también pudo influir tanto en las bajas capturas como en su composición en tallas y sexo. Mather (2008), señala que juveniles de *O. vulgaris*, eligen una guarida provisoria para efectos de alimentación, pudiendo permanecer en éstas más de una semana, para luego volver a una guarida más definitiva. Aunque el autor lo relaciona más bien con la evidencia de memoria episódica en los pulpos, parece razonable suponer que a objeto de escapar de la predación e incluso del canibalismo (Ibáñez, 2009) y obtener de esa forma protección durante sus incursiones para la alimentación, fueron los pulpos pequeños quienes prefirieron las artes estáticas. Nuestros datos señalan un 77% de la captura con artes estáticos bajo la talla legal, indicando que son individuos juveniles los que prefirieron las trampas, hecho también observado en las capturas en zonas de mitílidos para el proyecto FONDEF D06 I1051 ya mencionado, donde se informa que el peso promedio de los ejemplares capturados entre junio y octubre del 2009 fue de 412,0 g. En relación a la composición por sexos de estas capturas, este mismo proyecto informa para ese mismo periodo de un 45,8 % de hembras y un 54,2 % de machos coincidiendo con la tendencia observada en este estudio de mayor proporción de machos (64%) en las capturas. Tratándose de juveniles, en su mayor parte, no tenemos explicación sobre este menor porcentaje de hembras para las artes estáticas.



También, el tipo de sustrato y la profundidad han demostrado incidir sobre el rendimiento en otras especies como *O. vulgaris* (Hernández-López, 2000; Sánchez, 1986, Sánchez & Martín, 1993, Sánchez *et al.*, 1998, Oosthuizen, 2004). En nuestro caso, no se evaluó diferentes sustratos, pero se caló en zonas cercanas a los monitoreos “in situ” de tal forma que el tipo de sustrato fue preferentemente rocoso donde se reportan buenas capturas en otras especies como *O. vulgaris* (Hernández-López, 2000) y dónde el recurso se encontraba presente (corroborado por las operaciones *in situ*); debemos suponer entonces que los animales, especialmente la fracción adulta, fueron muy reacios a abandonar sus refugios naturales, resultando más atractivas las trampas para juveniles que se encuentran buscando su guarida para comer o estableciendo su territorio.

En relación a la profundidad nuestros resultados muestran que el 45% de la captura total con las artes estáticas fue entre 31 y 50 m de profundidad, pero éstas diferencias no fueron estadísticamente significativas a diferentes profundidades con las diferentes artes; Katsanevakis and Verriopoulos (2004), reportan que a mayor profundidad, alejado de la costa, materiales sólidos (piedras, rocas, etc.) que son necesarios como guaridas, son usualmente menos abundante, siendo una limitante para la abundancia de *O. vulgaris*.

Por último, el número de trampas utilizadas es una variable a considerar. Kim *et al* (2008), determinó que el esfuerzo pesquero óptimo económico para *O. minor*, se observa a las 1009 trampas, en tanto Oosthuizen (2004) estableció que la pesquería de *O. vulgaris* en África del Sur, sería económicamente factible con un esfuerzo de 6600 poteras/mes.



## **Proponer un plan de administraci3n de la pesquería del recurso**

Se proponen las bases para el establecimiento de un plan de manejo, el cual se estima debe tener un enfoque holístico. Se realizó una revisi3n de los antecedentes disponibles, las fortalezas en t3rminos de “*De que se dispone*” y las carencias “*que falta*” para llevar a cabo dicho plan. Se revisaron aspectos que se consideran relevantes sin llegar a proponer indicadores de control de la pesquería los cuales deben ser consensuados con los actores en el momento que esta actividad se implemente.

Las medidas de administraci3n que autoriza implementar la Ley de Pesca hoy día consideran para recursos bent3nicos la posibilidad de aplicar vedas biol3gicas o extractivas, fijaci3n de tamaños o pesos m3nimos de extracci3n por especie en un área determinada y sus márgenes de tolerancia, cuotas y fijaci3n de las dimensiones y características de las artes y los aparejos de pesca. Algunas de estas medidas se han implementado, sin embargo requieren ser revisadas a la luz de los antecedentes del recurso que se disponen hoy día (Chong *et al.*, 2001; Ortiz y Ré, 2008; Ortiz *et al.*, 2006 y 2007) y de los resultados obtenidos en este estudio.

En el caso del pulpo la protecci3n de hembras que se encuentran al cuidado de sus huevos debería ser una prioridad, ya que dada su condici3n de semélparas este cuidado contribuye a obtener un mayor éxito reproductivo.

El manejo de recursos bent3nicos en Chile ha respondido normalmente a medidas reactivas *ad hoc* para cada recurso, tal es el caso de la instauraci3n de las áreas de manejo, y de los planes de manejo para las pesquerías de erizo en la zona Contigua (Moreno *et al.*, 2007), lo cual fue complementado con la incorporaci3n de otros recursos tales como la almeja y las lugas en la zona Sur y las algas pardas en la zona norte. Sin embargo, el trabajo realizado a la fecha lo que mayormente ha



logrado ha sido la gobernabilidad, en desmedro de aspectos técnicos que no logran ser del todo abordados, por temas asociados por una parte a la concepción del monitoreo de las pesquerías bajo vías de pesca de investigación, que no visibilizan a los actores reales y por otra a la falta de recursos económicos que no permiten ejecutar planes de investigación continua.

Jerez et al, (2006); desarrolló el proyecto “Propuesta de ordenamiento de pesquerías bentónicas para la Zona Común de Pesca de Ancud, el cual tuvo un resultado exitoso durante su ejecución (Tapia *et al.*, 2006), si bien también fue una respuesta a un conflicto, este supo canalizar las inquietudes del grupo y avanzar hasta la resolución del conflicto y llegar a la proposición de una propuesta de ordenamiento. La segunda etapa del proyecto se inició el año 2006 (Ariz et al, 2009), lo cual significó un desfase y una desmotivación en los pescadores, sin embargo, se logró retomar las ideas iniciales y avanzar. Sin embargo, este nuevo proyecto terminó y los pescadores y grupos involucrados nuevamente se vieron enfrentados a la falta de continuidad del trabajo realizado lo cual no favorece este tipo de iniciativas.

A pesar de lo señalado en el párrafo anterior el caso de la bahía de Ancud presenta la gran ventaja que su enfoque ha sido holístico y reconoce que los pescadores operan sobre una variedad de recursos, este aspecto es muy importante, ya que además apunta hacia un manejo local, lo que permite delimitar los intereses de un grupo de personas y generar acuerdos y sentido de propiedad, lo que lleva en el largo plazo a un mayor cuidado del ecosistema.



## 7. CONCLUSIONES

---

### **Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociado a la extracción del recurso pulpo en la X Región.**

- La revisión de literatura deja en evidencia que a nivel nacional la mayor información sobre el recurso *E. megalocyathus* esta asociada a literatura gris, observándose un bajo número de trabajos publicados en base a datos provenientes del recurso que habita la costa sur chilena. Los vacíos detectados o los escasos antecedentes al revisar la literatura existente sobre *E. megalocyathus*, son coincidentes con las conclusiones de los especialistas al Congreso “Cephalopod International Advisory Council, CIAC 2009”, que establecieron que a nivel de los cefalópodos en general las áreas prioritarias que deben ser estudiadas tienen relación con: Biología y dinámica poblacional, Identificación de especies, Etapas tempranas del desarrollo, Estudios de ecología parasitaria, Biodiversidad y Ecosistemas Marinos, Gestión de sus Pesquerías y Cultivo.
- La actividad extractiva es desarrollada por pescadores artesanales mediante el empleo de flota que también es utilizada para extraer otros recursos bentónicos en la región de Los Lagos, generándose viajes tanto mono como multiespecíficos. Los buzos emplean un gancho como arte de pesca, el cual es altamente efectivo pero no permite la devolución de ejemplares al medio, tales como hembras en condición reproductiva o ejemplares bajo el peso mínimo de madurez sexual.



- El recurso es capturado en un alto número de áreas de procedencia, mayor a 200, sin embargo existen 4 grandes focos de extracción, donde el número de áreas que aportan sobre el 80% de las capturas por centro de desembarque no supera las 15 procedencias, lo cual permite focalizar el manejo y protección del recurso.
- Se detecta falta de información sobre el recurso en los distintos agentes, con énfasis en aspectos biológicos lo cual permitiría un mejor manejo del mismo. A su vez, los pescadores requieren una mayor capacitación en aspectos relacionados con la comercialización y la inserción de este recurso en el mercado.
- Se requiere que servicios tales como Aduana y Sernapesca, logren identificar apropiadamente este recurso en sus estadísticas, especialmente estas últimas ya que son las que contribuyen a los datos FAO.

#### **Actualizar parámetros biológicos del recurso.**

- Fue posible observar incrementos tanto en las mandíbulas como los estiletes. Al comparar ambas estructuras el número de incrementos se subestimó en las mandíbulas con respecto a los estiletes para edades mayores. El rango de edad estimada en las hembras de pulpo en el presente estudio, mediante los estiletes, corresponden a 35 y 211 días y mediante las mandíbulas entre 57 y 197 días. En machos el número de días en estiletes es entre 39 y 221 y con mandíbulas 49 y 211.
- De los modelos ajustados a la información número de incrementos con respecto a la longitud total y peso total se obtiene el mejor ajuste con el modelo logístico, presentando una gran variabilidad en longitud y peso para un



mismo número de incrementos. La mortalidad natural estimada por sexos es significativamente diferente, en hembras es de  $0,81 \text{ año}^{-1}$  y en machos de  $0,95 \text{ año}^{-1}$

**Determinar la relación temperatura/estacionalidad reproductiva de machos y hembras, respectivamente.**

**Localidad de Ancud**

- En los machos y las hembras, durante todo el período de estudio se observó una proporción de ejemplares con desarrollo gonadal. Sin embargo, se manifiesta una estacionalidad de máxima actividad reproductiva. En los machos, la madurez máxima se presentó desde mediados de invierno, con un período principal en primavera, y secundariamente en verano, con una disminución hacia otoño y mediados de invierno. La mayor contribución a la evacuación se observó en la primavera y en otoño. En las hembras, la mayor actividad gonadal se evidenció desde mediados de invierno a verano, manifestándose principalmente en la primavera, y secundariamente en verano. El mayor aporte de hembras recién ovuladas se observó en la primavera y en otoño-inicios de invierno.
- Al considerar los estados iniciales del desarrollo de la línea germinal e incorporación de vitelo (criterio 1), los machos alcanzaron la madurez sexual a  $LT_{50\%}$  de 57,2 cm y  $LDM_{50\%}$  de 114,8 mm, correspondiendo a un peso total de 1.045 g y 1.028 g, respectivamente. En las hembras, la  $LT_{50\%}$  fue de 62,9 cm y  $LDM_{50\%}$  de 120,5 mm, correspondiendo a un peso total de 1.302 g y 1.269 g, respectivamente. Al considerar los estados más avanzados de la línea germinal y de vitelación (criterio 2), los machos alcanzaron la madurez sexual a  $LT_{50\%}$  de 69,7 cm y  $LDM_{50\%}$  de 134,4 mm, correspondiendo a un peso total de 1.519 g y 1.530 g, respectivamente. En



las hembras, la  $LT_{50\%}$  fue de 70,7 cm y  $LDM_{50\%}$  de 134,4 mm, correspondiendo a un peso total de 1.641 g y 1.624 g, respectivamente.

### **Localidad de Queilén**

- En los machos y las hembras, durante todo el período de estudio se observó una proporción de ejemplares con desarrollo gonadal. Sin embargo, se manifiesta una estacionalidad de máxima actividad reproductiva. En los machos, la madurez máxima se presentó desde fines de otoño a enero, disminuyendo de mediados de verano, con una mayor intensidad de mediados de invierno a primavera. El proceso de evacuación se evidenció mayormente en primavera, en verano e inicios de otoño. En las hembras, la mayor actividad gonadal se manifestó desde fines de otoño a marzo, disminuyendo de febrero a abril, con una alta incidencia de la madurez máxima desde fines de invierno a marzo, con la mayor intensidad en primavera y verano. Las hembras recién ovuladas se presentaron mayormente desde la primavera a inicios de otoño, con máximos en septiembre y febrero.
- Al considerar los estados iniciales del desarrollo de la línea germinal e incorporación de vitelo (criterio 1), los machos alcanzaron la madurez sexual a  $LT_{50\%}$  de 59,6 cm y  $LDM_{50\%}$  de 110,9 mm, correspondiendo a un peso total de 1.054 g y 1.023 g, respectivamente. En las hembras, la  $LT_{50\%}$  fue de 59,4 cm y  $LDM_{50\%}$  de 111,1 mm, correspondiendo a un peso total de 1.059 g y 1.054 g, respectivamente. Al considerar los estados más avanzados de la línea germinal y de vitelación (criterio 2), los machos alcanzaron la madurez sexual a  $LT_{50\%}$  de 66,6 cm y  $LDM_{50\%}$  de 123,2 mm, correspondiendo a un peso total de 1.335 g y 1.282 g, respectivamente. En las hembras, la  $LT_{50\%}$  fue de 66,4 cm y  $LDM_{50\%}$  de 121,2 mm, correspondiendo a un peso total de 1.301 g y 1.231 g, respectivamente.



- El ajuste entre fecundidad y longitud del manto fue de tipo exponencial ( $r^2=0,5656$ ,  $p=0,000256$ ), y el ajuste entre fecundidad y peso corporal, fue tipo lineal ( $r^2=0,5428$ ,  $p=0,00000609$ ), obteniéndose una fecundidad potencial promedio de 2097 a 16989 +/- 3846,32 ovocitos y una fecundidad relativa 9,66 a 47,45 +/- 10,81 ovocitos/ gramo de peso; con una longitud promedio de 1,4 +/- 0.29 cm y moda en los 1,5 cm.

### **Determinar el impacto biológico de los artes de pesca actuales y potenciales**

- Las experiencias realizadas con artes estáticos y buceo semi autónomo indicaron que este último es más eficiente. Las artes estáticas resultaron también poco selectivas, la fracción adulta de la población de pulpos prácticamente no fue vulnerable a estas artes. Es importante realizar un mayor número de experiencias, en otros lugares, ya que se conoce de mejores rendimientos de las líneas de trampas en áreas asociadas a cultivos.

### **Proponer un plan de administración de la pesquería del recurso**

- Como primera acción se sugiere corregir las medidas de administración que rigen hoy sobre la pesquería en base a la información disponible sobre el recurso.
- Las bases para la elaboración de un plan de manejo para el recurso pulpo deben ser implementadas una vez socializadas con los actores y estas deben ser desarrolladas con una visión holística, considerando que el pulpo del sur es parte de un ecosistema y que su explotación genera diversas interacciones positivas y negativas en el medio. A su vez, se sugiere que el plan de manejo debe ser transversal al conjunto de recursos que es explotado por un grupo de pescadores que normalmente habitan un lugar común.



- El sistema de monitoreo que forme parte del plan de administraci3n debe recoger todos los indicadores requeridos para el control del plan de manejo en el m3s amplio sentido, sin que ello involucre un efecto de control entendido como fiscalizador, ya que debe reflejar lo que ocurre en toda su dimensi3n, en este sentido las pescas de investigaci3n no son el instrumento que se ajuste a cumplir este rol.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

---

- Aedo, G., S. Gacitúa & Ciro Oyarzún. 2001. Talla de primera madurez sexual del pulpo *Enteroctopus megalocyathus* en el sur de Chile. IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Isla San Andrés, Colombia. Resumen Ampliado. 5 pp. En: [www.alicmar.org](http://www.alicmar.org)
- Alonso M., E. Crespo, N. García, S. Pedraza, P. Mariotti & N. Mora. 2002. Fishery and ontogenetic driven changes in the diet of the spiny dogfish *Squalus acanthias*, in Patagonian waters, Argentina. *Environmental Biology of Fishes* 63: 193–202.
- Alonso, M., E. Crespo, N. García, S. Pedraza, P. Mariotti, B. Berón Vera and N. Mora. 2001. Food habits of *Dipturus chilensis* (Pisces: Rajidae) off Patagonia, Argentina. *ICES Journal of Marine Science*, 2001. Volume 58 (1): 288-297.
- Alonso, M., E. Crespo, S. Pedraza, N. Garcia and M. Coscarella. 2000. Food habits of the South American sea lion, *Otaria flavescens*, off Patagonia, Argentina. *Fishery Bulletin* Vol. 98 (2): 250-263.
- Allen, K. R., 1966. A method of fitting growth curves of the von Bertalanffy type to observed data. *Fish. Res. Board Can.* 23 : 163 - 179.
- Araya, M., J. Peñailillo, M. Medina y P. Pizarro. 1999. Estudio de edad y crecimiento del recurso pulpo (*Octopus mimus*) en la I y II Regiones. Informe Final. Proyecto FIP 97-28. 45 pp. + Anexos.
- Arce, C. A. 2006. Nuevos Estimadores de Mortalidad Natural en Invertebrados Marinos de Áreas de Surgencia. Tesis de grado para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción.



- Ariz, L, J. González, V. pezo, R. Saavedra y D. Subiabre. Plan de manejo de las pesquerías bentónicas en la zona común de extracción de Ancud, X región. FIP 2006 – 23. Abril de 2009. 137 pp + Anexos.
- Arkhipkin, A.I., Bizikov, V.A., Krylov, V.V. & Nesis, K.N., 2001. Distribution, stock structure, and growth of the squid *Beryteuthis magister* (Berry, 1913) (Cephalopoda, Gonatidae) during summer and fall in the western Bering Sea. *Fish. Bull.*, 94(1): 1-30.
- Augusteyn, R. C. 2007. Growth of the human eye lens. *Molecular Vision*, 13, 252–257.
- Augusteyn, R. C. 2008. Growth of the lens: In vitro observations. *Clinical and Experimental Optometry*, 91, 226–239.
- Augusteyn, R. C., G. Coulson y K. A. Landman. 2008. Determining kangaroo age from lens protein content. *Australian Journal of Zoology* 51(5) 485 – 494.
- Barahona N., A. Olgúin, C. Vicencio, V. Pezo, C. Navarro, N. Salas, G. Muñoz y P. Araya, 2008. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquerías Bentónicas 2007. Informe Final. Subsecretaria de Pesca-IFOP. 127 pp. + Anexos.
- Barahona N., C. Vicencio, A. Olgúin y V. Pezo. 2007. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas 2006. Subsecretaria de Pesca-IFOP. 140 pp. + Anexos.
- Barahona N., A. Olgúin, C. Vicencio, V. Pezo, Z. Young, Patricio Galvez, Marcelo Nilo y E. Palta, 2005. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Fase



II. Proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas 2004.  
Subsecretaría de Pesca-IFOP. 145 pp. + Anexos.

Barahona N., A. Olgún, C. Vicencio, V. Pezo, M. Nilo, E. Palta, M. I. Ortego, H. Miranda y V. Catasti. 2002. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas. 2001. Subsecretaría de Pesca – IFOP. Tomo I a IV + Anexos

Barahona N., C. Vicencio V. Pezo, A. Olgún, M. I. Ortego. 2000. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final Proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas. 1999. Subsecretaría de Pesca – IFOP. Tomo I a + Anexos

Barnes, R. 1986. Zoología de Invertebrados. Ed. Interamericana. México. 1156 pp.

Barratt, I., M. Jonson y A. Allcock. 2007. Fecundity and reproductive strategies in deep-sea invertebrate octopuses (Cephalopoda: Octopoda). Mar. Biol. 150: 387-398.

Barry, P, S. Tamone & D. Talmon. 2009. Evaluation of the capture efficiency and size selectivity of four pot types in the prospective fishery for North Pacific giant octopus (*Enteroctopus dofleini*). Fish. Bull. 198: 39 – 44.

Bendat, J.S. and A.G. Piersol. 1972. Random data: Analysis and measurement procedures. WileyInterscience, 407 pp.

Bettencourt V y A. Guerra, 2001. Age studies based on daily growth increments in statoliths and growth lamellae in cuttlebone of culture *Sepia officinalis*. Marine Biology. 139: 327-334.



- Beverton, R.J.H. 1963. Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer* 154: 44-67.
- Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. UK Ministry Agriculture, Food and Fisheries, Fisheries Investigations (Ser. 2) 19: 1-533.
- Bjordal, A. 2002. The use of technical measures in responsible fisheries: regulation of fishing gear. in: Cochrane, K.L. (ed). *A fishery manager's guidebook. Management measures and their application*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 424. Rome, FAO. 231 pp.
- Boyle, P.R. & P. Rodhouse. 2005. *Cephalopods. Ecology and fisheries*. Blackwell Science. Hong Kong. 452 pp.
- Brey, T. and Gage, J. 1997. Interactions of growth and mortality in benthic invertebrate populations: Empirical evidence for a mortality-growth continuum. *Ach. Fish. Mar. Res.* 45(1), 45-49.
- Bustos, C., M. Landaeta y F. Balbontín. 2008. Efectos ambientales sobre la variabilidad espacial del ictiplancton de Chile austral durante noviembre de 2005. *Rev. Ch. de Historia Natural* 81:205-219, 2008
- Caddy, J. F. 1983. The cephalopods: Factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks. En: *Advances in assessment of world cephalopod resources*. FAO Fish. Tech. Pap. 231:416-452.
- Campana, S.E., M.C. Annand & J. I. McMillan. 1995. Graphical and statistical methods for determining the consistency of age determinations. *Transaction of the American Fisheries Society* 124:131-138.



- Cardoso, F., P. Villegas y C. Estrella. 2004. Observaciones sobre la biología de *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopoda) en la costa peruana. Rev. Perú. Biol. 11(1): 45 – 50.
- Carvalho, J. & Sousa Reis, C., 2003. Contributions to knowledge on the maturation and fertility of the common octopus *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 on the Portuguese coast. Boletín del Instituto Español de Oceanografía, 19 (1-4) 2003: 473-481.
- Chong, J., M. Pardo y M. Araya. 2003. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento en el pulpo austral *Enteroctopus megalocyathus* de la Isla de Chiloé, Chile. X Congreso Latinoamericano en Ciencias del Mar (COLACMAR) Septiembre 2003, San José, Costa Rica. Libro de Resúmenes p. 324.
- Chong, J., N. Cortes, R. Galleguillos y C. Oyarzún, 2001. Estudio biológico pesquero del recurso Pulpo en la X y XI Regiones. Proyecto FIP 99-20. Informe Final. 207 pp.
- Cohen, A. 1965. The electron microscopy of the normal human lens. Invest. Ophthalmol. 4:433-446.
- Cortez T., González, A. y Guerra A. 1999. Growth of cultured *Octopus mimus* (Cephalopoda Octopodidae). Fisheries Research 40, 81^89.
- Cortez, T., A. Guerra, J. Vergara, M. Cordero & W. Cotton. 1998. Caracterización del ciclo reproductivo del recurso pulpo (*Octopus mimus*) en las Regiones I a III. Informe Final. Proyecto FIP N° 96-47, Fondo de Investigación Pesquera, Subsecretaría de Pesca. 89 p.
- Cortez, T., B. Castro y A. Guerra. 1995. Reproduction and condition of female *Octopus mimus*. Marine Biology 123: 505-510.



- Clausen, A., A. Arkhipkin, V. Laptikhovsky and N. Huin. 2005. What is out there: diversity in feeding of gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) around the Falkland (Southwest Atlantic). *Polar Biology* Vol. 28 (9): 653-662
- CSIC. 2009. Cephalopod International Advisory Council, CIAC'09. En: [www.delegacion.galicia.csic](http://www.delegacion.galicia.csic)
- Cubillos, L. 2005. Biología pesquera & evaluación de stock. Laboratorio Evaluación de Poblaciones Marinas & Análisis Pesquerías, Departamento de Oceanografía, UDEC, Concepción, 198 p.
- Cubillos, L.A., R. Alarcón & A. Brante. 1999. Empirical estimates of natural mortality for the Chilean hake (*Merluccius gayi*): evaluation of precision. *Fish. Res.* 42: 147-153.
- Dalzell, P. 1996. Catch rates, selectivity and yields of reef fishing. In N.V.C. Polunin & C.M. Roberts eds. *Reef Fisheries*, pp. 161-192. London, Chapman and Hall.
- Dawe, E.G., R. K. O'Dor, P.H. Odense and G.V. Hurley. 1985. Validación and application of an ageing technique for Short-finned squid (*Illex illecebrosus*). *J. Northw. All. Fish. Sci.*, 6: 107-116.
- Díaz de León C., A. J. 1989. Modelo de optimización no lineal con criterios múltiples aplicado al manejo y control de una pesquería tropical: El caso del pulpo (*Octopus maya*) de la plataforma continental de Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV, IPN. Mérida.
- Di Cosmo, A., Di Cristo, C., Paolucci, M., 2001. Sex Steroid Hormone Fluctuations and Morphological Changes of the Reproductive System of the Female of *Octopus vulgaris* Throughout the Annual Cycle. *Journal of Experimental Zoology* 289: 33 - 47.}



- Doubleday, Z., J.M.Semmens, G. Pecl & G. Jackson. 2006. Assessing the validity of stylets as ageing tools in *Octopus pallidus*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 338: 35-42.
- Efron, B. 1985. Bootstrap confidence intervals for a class of parametric problems. Biometrical, 72(1):45-48
- FAO. 1997. FAO Traps and pots. London, Fishing News Books Ltd. 52 p.
- Forsythe, J. 1993. A working hypothesis of how seasonal temperature change may impact the field growth of young cephalopods. In Recent Advances in Fisheries Biology. T. Okutani, R.K. O'Dor, T. Kubodera (Eds.), Tokio; Tokai University Press: 241-262.
- Forsythe, J. & W.F. Van Heukelem. 1987. Growth. In Cephalopod Life Cycles. Vol II. Comparative Reviews Academic Press, London: 135-156.
- Forsythe, J. 1984. *Octopus joubini* (Mollusca: Cephalopoda): a detailed study of growth through the full life cycle in a closed seawater system. J. Zool., Lond. 202, 393-417.
- Froesch, D., Marthy, H.J. 1975. The structure and function of the oviducal gland in octopods (Cephalopoda). Proc R Soc London B 188:95–101.
- Gacitúa, B. y C. Oyarzún. 2001. Análisis multivariado de la morfometría de *Enteroctopus megalocyathus*. IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Isla San Andrés, Colombia. Resumen Ampliado. 5 pp. En: [www.alicmar.org](http://www.alicmar.org)
- Garri, R and M. Ré. 2002. Morphology of the digestive apparatus of *Enteroctopus megalocyathus* and *Loligo sanpaulensis* (Mollusca, Cephalopoda). Iheringia, Serie Zoologia. V (2): 81-91.



- Gayanilo, F. C. Jr., P. Sparre & D. Pauly. 1994. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide. FAO Comp. Inf. Ser. Fisheries &, FAO, Roma, 126 p.
- Gayanilo, F., P. S. Sparre y D. Pauly, 1993. Theory and practice of tropical fish stock assessment. FAO Fishr. Tech. Pap. FAO, Rome: 26 pp.
- Gestal, C., M. De la Cadena & S. Pascual. 2002a. Malabsortion syndrome observed in the common octopus *Octopus vulgaris* infected with *Aggregata octopiana* (Protista: Apicomplexa). Diseases of Aquatic Organisms 51: 61-65.
- Gestal, C., E. Abollo & S. Pascual. 2002b. Observations on associated histopathology with *Aggregata octopiana* infection (Protista: Apicomplexa) in *Octopus vulgaris*. Diseases of Aquatic Organisms 50: 45-49.
- Gestal, C., S. Pascual, L. Corral & C Azevedo. 1999. Ultrastructural aspects of the sporogony of *Aggregata octopiana* (Apicomplexa, Aggregatidae), a coccidian parasite of *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda) from NE Atlantic Coast. European Journal of Protistology 35: 417-425.
- Gonçalves, J. M. A. 1993. *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (polvo - comun): sinopse da biologia e exploração. Ph. D. thesis, Universidade dos Açores: 470 pp.
- Gonçalves, J. M. 1991. Biology and exploitation of *Octopus vulgaris* Cuvier 1797 (Mollusca: Cephalopoda). Copenhagen Denmark ICES. 13 pp.
- González., J y N. Barahona T. 2007. Informe Técnico. Investigación Situación Pesquerías Bentónicas, 2007. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Situación de la pesquería del recurso culengue (*Gari solida*) en la X región. Subpesca BIP N° 30066293-0. Diciembre 2007. 18 pp + Figuras y tablas.



- González., J y N. Barahona T. 2007. Informe Técnico. Investigación Situación Pesquerías bentónicas, 2006. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Situación de la pesquería del recurso almeja (*Venus antiqua*) en la X región. Subpesca BIP N° 30066293-0. Diciembre 2007. 23 pp + Figuras y tablas.
- Grasso, M. & Di Grande, F. 1971. Observations on the development and sex differentiation of the gonad in embryos and young specimens of *Sepia officinalis*. *Monitore Zool Ital* 5:133–146.
- Groeneveld J.C., G. Maharaj & C.D. Smith. 2006. *Octopus magnificus* predation and bycatch in the trap fishery for spiny lobsters *Palinurus gilchristi* off South Africa. *Fisheries Research* 79: 90–96
- Guerra, A., T. Cortez y F. Rocha. 1999. Redescrición del pulpo de los Changos, *Octopus mimus* Gould, 1852, del litoral chileno-peruano (Mollusca, Cephalopoda). *Iberus* 17 (2): 37-57.
- Guerra, A. 1979a. Edad y crecimiento en *Octopus vulgaris* del Atlántico Centro-Oriental. CECAF/ECAF. series 78/11: 113-126.
- Guerra, A. 1979b. Fitting a von Bertalanffy expression to *Octopus vulgaris* growth. *Inv. Pesq.*, 43: 319-326.
- Guerra, A., 1975. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris*, mediante un índice de madurez. *Investigación Pesquera*, 39(2): 397-416.
- Gunderson, D. and Dygert, P. 1988. Reproductive effort as a predictor of natural mortality rate. *J. Cons. Int. Explo. Mer* 44:200-209.
- Gutiérrez, J. F., J. Henriquez y M. Matamala. 2010. Caracterización y dimensionamiento de la flota y pesquera del recurso pulpo. *Enteroctopus megalocyathus*, en aguas interiores de la X Región,



temporada 2009. Res. 989/2009 modificada por Res 1579/2009 y 3816/2009. Enero 2010. 39 pp. Informe Técnico.

Hernández-López, J.L., Castro-Hernández, J.J., Hernández-García, V., 2001. Age determined from the daily deposition of concentric rings on common octopus (*Octopus vulgaris*) beaks. *Fish. Bull.* 99, 679-684.

Hernández-López, J.L. 2000. Biología, Ecología y Pesca del pulpo común ("**Octopus vulgaris**", Cuvier 1797) en aguas de Gran Canaria. Tesis Doctoral. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. 210 pp.

Hernández-García, V., J.L. Hernández-López & J.J. Castro. 1998. The octopus (*Octopus vulgaris*) in the small-scale trap fishery off the Canary Islands Central-East Atlantic). *Fisheries Research*. 35: 183–189.

Hoening, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.* 82: 898-902.

Hermosilla, C. A., F. Rocha, J. González, A.F. Guerra, & G.Á. Fiorito. 2009. Age validation in common octopus, *Octopus vulgaris* using stylet increment analysis. Cephalopod International Advisory Council Symposium (CIAC'09). <http://hdl.handle.net/10261/16691>

Hewitt, D.A., Hoening, J.M., 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fish. Bull.* 103, 433–437.

Hurley, G.V., P.H. Odense, R.K. O'Dor and E.G. Dawe. 1985. Strontium labelling for verifying daily increments in the statolith of the short-finned squid (*Illex illecebrosus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42(2): 380-383.

Hurley, G.V. & P. Beck. 1979. The observation of growth rings in statoliths from the ommastrephid squid, *Illex illecebrosus*. *Bull. Am. Malcol. Union Inc.*, 1979: 23-29.



- Hucke –Gaete, R., F. Viddi y M. Bello. 2006. Conservación marina en el sur de Chile. Valdivia, Chile. ISBN 151.530. 110 pp.
- Hudelot, C. 2000. La systématique des Octobranchia (Mollusca; Cephalopoda):-- une approche moléculaire. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris (France). Vol. 2, 434 pp.
- Ibáñez, C., R. Sepúlveda, E. Sanhueza, J. Ruiz y Javier Chong. 2009. Estrategias de forrajeo de *Robsonella fontaniana* (d'Orbigny, 1834) (Cephalopoda: Octopodidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(2):277-283.
- Ibáñez, C. and J. Chong. 2008. Feeding ecology of *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda: Octopodidae) in southern Chile. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* (2008), 88:793-798. En: [www.journals.cambridge.org](http://www.journals.cambridge.org)
- Ibáñez, C., M. Pardo-Gandarillas & M. George-Nascimento. 2005. Uso del microhábitat por el protozoo parásito *Aggregata patagonica* Sardella, Ré & Timi, 2000 (Apicomplexa: Aggregatidae) en su hospedador definitivo, el pulpo *Enteroctopus megalocyathus* (Gould, 1852) (Cephalopoda: Octopodidae) en el sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 441-450
- Ibáñez, C., N. Cortés y J. Chong, 2001. Aspectos trofodinámicos del pulpo *Enteroctopus megalocyathus* en el Pacífico Suroriental. XXI Congreso Ciencias del Mar. Libro resúmenes: 50
- Ishiyama, V., B. Shiga y C. Talledo. 1999. Biología reproductiva del pulpo *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) de la región de Matarani, Arequipa, Perú. *Rev. Perú. biol.* 6(1): 110-122.



- Izzo, A. Isla M., Salvini L., Bartozzetti, J., García, J., Roth R., Prado, L. Ercoli, R. 2000. Artes y Métodos de pesca desarrollados en el Canal de Beagle, Tierra del Fuego Argentina. Informe Técnico INIDEP. 26 pp.
- Jackson, G. D., Alford, R. A., And Choat, J. H. 2000. Can length frequency analysis be used to determine quid growth? – An assessment of ELEFAN. – ICES Journal of Marine Science, 57: 948-954.
- Jackson, G. D., Forsythe, J. W., Ixson, R. F., and Hanlon, R. T. 1997. Age, growth and maturation of *Lollinguncula brevis* (Cephalopoda: Loliginidae) in the northwestern gulf of Mexico with a comparison length-frequency vs. statoliths age analysis. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 54: 2920-2929.
- Jackson, G. D., and Choat, J. H. 1992. Growth in tropical cephalopods, an analysis based on statolith microstructures. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 49: 218-228.
- Jensen, A.L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. Can. J. Fish. Aquat. Sci. **53**: 820-822.
- Jereb, P., S. Ragonese & S. von Boletzky. (Eds.) 1991. Squid age determination using statoliths. N.T.R.-I.T.P.P. Especial Publication. N. 1. 127 p.
- Jerez, G., J. González, C. Tapia, C. Toledo, A. Olguín & H. Miranda. 2006. Ordenamiento de las pesquerías bentónicas de la zona común de pesca de la comuna de Ancud, X Región. IFOP. Fondo de Investigación Pesquera. Proyecto FIP N° 2004-14. Informe Final: 186 pp. + figuras, tablas y anexos (Versión completa disponible en [www.fip.cl](http://www.fip.cl))



- Jiménez-Badillo, M. L., R.E. del Río-Rodríguez, M. I. Gómez-Solano, A. Cu-Escamilla & D. Méndez-Aguilar. 2008. Madurez gonádica del pulpo *Octopus vulgaris* en el golfo de México: análisis macroscópico y microscópico. Universidad Autónoma de Campeche. 48 p.
- Jones, R., 1981. The use of length composition data in fish stock assessment. (with notes on VPA and cohort analysis). FAO. Fish. Ser. 734 : 55 pp.
- Katsanevakis, S. & G. Verriopoulos. 2006. Modelling the effect of temperature on hatching and settlement patterns of meroplanktonic organisms: the case of the octopus. *Scientia Marina* 70:699-708.
- Katsanevakis, S. and Verriopoulos, G. 2004. Abundance of *Octopus vulgaris* on soft sediment. *Sci Mar.* 68 (4): 553-560.
- Kim, D, H. Chun, K. Hoon & J. Hwank. 2008. Optimal economic fishing effort in Korean common octopus *Octopus minor* trap fishery. *Fisheries Science.* 74: 1215 – 1221.
- Leporati, S.C., J.M. Semmens & G.T. Pecl. 2008. Determining the age and growth of wild octopus using stylet increment analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 367: 213-222.
- Laptikhovsky, V., A. Arkhipkin and A. Henderson. 2001. Feeding habits and dietary overlap in spiny dogfish *Squalus acanthias* (Squalidae) and narrowmouth catshark *Schroederichthys bivirus* (Scyliorhinidae). *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 81: 1015-1018.
- Laptikhovsky, V. & Nigmatullin, C., 2001. Aspects of female reproductive biology of the orange - back squid, *Sthenoteuthis pteropus* (Steenstrup) (Oegopsina: Ommastrephidae) in the eastern tropical Atlantic. *Scientia Marina*, 69(3): 383-390.



- Lipinski, M. 1986. Methods for the validation of squid age from statolith. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 66: 505-526.
- Luna, G. L., 1968. Manual of Histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. Tercera Ed. McGraw-Hill Book Co. New York: 258 pp.
- Lutz, R. A. y D. C. Rhoads, 1980. Growth patterns within the molluscan shell. En: Skeletal growth of aquatic organisms: biological records of environmental changes. C. D. Rhoads y R. A. Lutz, (Eds). Topics in Geobiology, Plenum Press, New York. 1: 204 – 254
- Mangold, K. 1987. Reproduction. In: *Cephalopod Life Cycles*, Vol. II. P. R. Boyle (ed.). Academic Press, London. 157-200.
- Mangold-Wirz, K. 1983. *Octopus vulgaris*. In: *Cephalopod Life Cycles*, Vol. I. *Species Accounts*. P.R. Boyle (ed.). Academic Press, London: 335-364 pp.
- Márquez F. y M. E. Ré. 2009. Morphological and chemical description of the stylets of the red octopus, *Enteroctopus megalocyathus* (Mollusca: Cephalopoda). *Molluscan Research* 29(1): 27–32 Magnolia Press. ISSN 1323-5818 <http://www.mapress.com/mr/>
- Márquez, F., Ré, M. y N. Ortiz. 2006. Evaluación de la conchilla vestigial de *Enteroctopus megalocyathus* como herramienta para la determinación de edad. II Reunión Binacional de Ecología. Libro de Resúmenes.
- Mather, J. 2008. Cephalopod consciousness: Behavioural evidence. *Consciousness and Cognition* 17: 37–48
- Molinet, C., Matamala, M., Arévalo, A., Almanza, V., Henríquez, J., Codjambassis, J., Niklitschek E., Zuleta, A., González, T., Rosales, S. 2007. Validación de la metodología de evaluación de bancos naturales de recursos hidrobiológicos y praderas de algas. Informe final (FIP -IT/05-14), Valparaíso. 184 pp.



- Moreno, CA, N. Barahona, C. Molinet, JM (Lobo) Orensanz, A. Parma & A. Zuleta. (2007). From Crisis to Institucional Sustainability in the Chilena Sea Urchin Fishery. In: Tim McClanahan & JC Castilla Eds. Fisheries Management: Progress Towards Sustainability. Blackwell Press (UK) (Chapetr 3) Pp: 43: 67
- Munro, J. L. & D. Pauly. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. Fishbyte. 1: 5-6.
- Nakamura , Y. & Y. Sakurai. 1991. Validation of daily growth increments in statolith of japanese common squid *Todarodes pacificus*. Nippon Suisan Gakkaishi. 57: 2007-2011.
- Natsukari, Y., T. Nakanose & K. Oda. 1988. Age and growth of the loligind squid *Photololigo edulis* (Hoyle, 1885). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 116: 177-190.
- Nepita Villanueva M. R. y O. Defeo. 2001. Crecimiento del pulpo *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda) de la costa de Yucatán, México: un análisis de largo plazo. Rev. Biol. Trop v.49 n.1
- Ojeda, F.P. & J.H. Dearborn. 1991. The feeding ecology of benthic mobile predators: experimental analyses of their influence in rocky subtidal communities of the Gulf of Maine. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 149: 13-44.
- Olivares, A., E. Bustos-Obregon, V. Castillo y O. Zuñiga. 2003. Variaciones de funcionamiento testicular en *Octopus mimus* adultos. Int. J. Morphol. 21(4): 315-323.
- Olivares A., M. Zamora, P. Portilla y O. Zuñiga, 2001. Estudio histológico de la ovogénesis y maduración ovárica en *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopodidae) de la II Región de Chile. Estudios Oceanológicos 20: 13-22.



- livares, A., O. Zúñiga, G. Castro, C. Segura y J. Sánchez. 1996. Bases biológicas para el manejo de *Octopus mimus*: Reproducción y Crecimiento. Estad. Oceanol. 15: 61-74.
- Olguín, A. 2007. Pesquería de Pulpo del Sur *Enteroctopus megalocyathus*. Informe Técnico. 26 pp. +Tablas, Figuras y Anexos.
- Olsen, O. 1974. Animal parasites, their life cycles and ecology. Dover Publications, Inc., New York, New York, USA. 562 pp.
- Oosthuizen, A. 2004. Economic feasibility of an experimental octopus fishery in South Africa South African Journal of Science 100: 595-602.
- Oosthuizen, A. 2003. A development and management framework for a new Octopus vulgaris fishery in South Africa. A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Rhodes University. 203 pp.
- Ortiz N. 2009. Biología poblacional del pulpo colorado *Enteroctopus megalocyathus* en la costa patagónica norte y central y sus implicancias en el manejo pesquero. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Departamento de Ciencias Biológicas, Argentina.
- Ortiz, N. y M. E. Ré. 2008. Biología reproductiva del pulpo colorado, *Enteroctopus megalocyathus*, en la costa patagónica atlántica (42,2°- 45°S) y su vinculación con en el manejo pesquero. Libro Resumen VII Congreso Latinoamericano de Malacología. , 2008, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Ortiz, N., M. E. Ré, G. Trobbiani y N. Glembocki. 2007. Ecología reproductiva del pulpo colorado, en el golfo San José. Lugar. Libro Resumen III Reunión Binacional de Ecología. La Serena, Chile.



- Ortiz, N., M.E. Ré, G. Glembocki y C. Rosas. 2006. Aspectos reproductivos del pulpo colorado, *Enteroctopus megalocyathus*, en el golfo Nuevo, Argentina. Libro Resumen VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar. Puerto Madryn, Republica Argentina.
- Ortiz, N. and M. Ré. 2006. First report of pseudohermaphroditism in cephalopods. *Journal of Molluscan Studies*, 72 (3): 321-323
- Ortiz, N., M. Ré y F. Márquez. 2005. Primera descripción de puestas del “pulpo colorado” (*Enteroctopus megalocyathus*) en la costa patagónica. Libro Resumen XXV Congreso de Ciencias del Mar XI y Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Viña del mar, Chile.
- Osovnikar, P., R. González & M. Navarrete. 2004. Potencial de los refugios artificiales para el mejoramiento de los stocks de pulpo *Octopus tehuelchus* en Patagonia. *Coastfish*: 107 – 121.
- Otero, J. 2006. Ecología del pulpo común (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) en un área de afloramiento costero (Galicia, NE Atlántico). Memoria Doctoral. Departamento Ecología y Biología Animal. Facultad de Ciencias Universidad de Vigo. Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Otero, J., González, A.F., Guerra, A., Regueira, M., Garci, M.E., 2004. Reproductive biology of *Octopus vulgaris* in an upwelling area (NE Atlantic). International Council for the Exploration of the Sea, ECOBIOMAR, IIM, Universidad de Vigo, España: 20 pp.
- Osorio, C., R. Peña, L. Ramajo y N. Garcelon. 2006. Malacofauna bentónica de los canales oceánicos del sur de Chile (43° - 45° S). *Ciencia y Tecnología Marina* 29 (1): 103-114.



- Paloheimo, J.E. 1980. Estimation of mortality rates in fish populations. *Transactions of the American Fisheries Society* 109: 378-386.
- Pauly, D., V. Sambilay, Jr. & S. Opitz. 1993. Estimates of relative food consumption by fish and invertebrate populations, required for modeling the Bolinao reef ecosystem, Philippines. p. 236-251: In: V. Christensen and D. Pauly (eds.) *Trophic Models of Aquatic Ecosystems*. ICLARM Conference Proceedings 26. ICLARM. Manila, Philippines.
- Pauly, D., J. Ingles y R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II). En: *Peneid shrimps. Their biology and management*, 220-234. (Eds.) J.A. Gulland, B.J. Rothschild. Fishing News Books.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil* 39: 175-192.
- Perales-Raya, C., Bartolomé, A., García-Santamaría, M.T., Pascual-Alayón, P., Almansa, E. 2010. Age estimation obtained from analysis of octopus (***Octopus vulgaris*** Cuvier, 1797) beaks: improvements and comparisons, *Fisheries Research* (2008), doi:10.1016/j.fishres.2010.05.003
- Pérez V. M. C, D. A López, K. Aguila y M. L. González. 2006. Feeding and growth in captivity of the octopus *Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1852. *Aquaculture Research*, 2006, 37, 550-555
- Raya, C.P. and C. L. Hernandez-González. 1998. Growth lines within the beak microstructure of the *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. *S. Afr. J. mar. Sci.* 20:135-142.



- Ré, M. E. y N. Ortiz. 2009. Pesquerías de Cefalópodos. Atlas de Sensibilidad Ambiental del Mar y de la Costa. 1-17.
- Ré, M.E. 2007. Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino. Cefalópodos. *Enteroctopus megalocyathus*. 3 pp.
- Ré M.E., Kuba L., Márquez F., Hermosilla C. 2006. Dieta del pulpo colorado (*Enteroctopus megalocyathus*) en la costa patagónica argentina. VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Puerto Madryn, Argentina, Resúmenes, pp. 306.
- Ré, M.E. 1998. Pesquerías de pulpos. En: Boschi, E.E.; Ed. "Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos". Serie: El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros; 2. 99-104. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata. Argentina.
- Ré M.E. 1984. Maduración sexual en *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda, Octopoda). Contribuciones del Centro Nacional Patagónico, 93: 1-34.
- Rickhter, V.A. & V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. International Commission of the Northwest Atlantic Fisheries, Research Document 76/VI/8: 1-12.
- Roa, R., B. Ernst y F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. Fish. Bull. 97:570-580.
- Rocha, F. 2003. Biología, Ecología, Cultivo y Pesquerías de Cefalópodos. Ed. Universidad Austral de Chile. 207 pp.
- Robson, D. S. & D. G. Chapman, 1961. Catch curves and mortality rates. Trans. Am. Fish. Soc., 90 (2): 181-189.



- Roper, C., M. Sweeney & C. Nauen, 1984. Cephalopos of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis 125 (3): 1-227.
- Rosenberg, A.A., K.F. Wiborg & I.M. Bech. 1981. Growth of the *Todarodes sagittatus* (Lamarck) (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the northeast Atlantic, based on counts of statolith growth rings. Sarsia 66(1): 53-57.
- Saila, S., C. Recksiek & M. Prager. 1988. Basic Fishery Science Programs: A Compendium of Microcomputer Programs and Manual of Operation. Elsevier science publishers B. V., (Vol. 18). 203 p.
- Saborido, F., 2004. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Curso de Doctorado de la Universidad de Vigo, Instituto de Investigaciones Marinas, España. 71 pp.
- Sánchez, P., P. Belcari & P. Sartor. 1998. Composition and spatial distribution of cephalopods in two north western mediterranean areas. In: Cephalopod biodiversity, ecology and evolution. Payne, A.I.L., M.R. Lipinski, M.R. Clarke & M.A.C. Roeleveld (eds). S.Afr.J.Mar.Sci. 20: 17:24.
- Sánchez, P. & P. Martin. 1993. Population dynamics of the exploited cephalopod species of the Catalan Sea (NW Mediterranean). Sci. Mar. Barc. Leonart, J. (ed). 57(2-3):153-159.
- Sánchez, P. 1986. Distribución y abundancia de algunos cefalópodos del mar Catalan, Inv. Pesq. Barc., 50(2): 237 – 245.
- Smale, M.J. & P.R. Buchan. 1981. Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa. Mar. Biol. 65: 51-12.



- Salvini-Plawn, L.V. and Mayr, E. 1977. On the evolution of photoreceptors and eyes. *Evol. Biol.* 10: 207–263.
- Sardella, N., M. E. Ré y J. Timi. 2000. Two new *Aggregata* species (Apicomplexa: *Aggregatidae*) infecting *Octopus tehuelchus* and *Enteroctopus megalocyathus* (Mollusca: *Octopodidae*) in Patagonia, Argentina. *Journal of Parasitology*. Vol. 86 (5): 1107-1113.
- Sardella N & S Martorelli. 1997. Occurrence of merogony of *Aggregata Frenzel 1885* (Apicomplexa) in *Pleoticus muelleri* and *Artemesia longinaris* (Crustacea: *Natantia*) from Patagonian waters (Argentina). *Journal of Invertebrate Pathology* 70: 198-202.
- Schiavini, A., P. Yorio y P. Gandini. 2005. Los pingüinos de las costas argentinas: estado poblacional y conservación. *Revista Hornero* (B. Aires). Vol.20 (1): 5-23.
- Schiavini, A. y A. Rey. 2004. Long days, long trips: foraging ecology of female rockhopper penguins *Eudyptes chrysocome chrysocome* at Tierra del Fuego. *Marine Ecology Progress Series*, 275:251-262.
- Schiavini, A., R. Goodall A. Lescrauwaet and M. Alonso. 1996. Food habits of the Peale's dolphin, *Lagenorhynchus australis*; Review and new information. Forty-Seventh Report of the International Whaling Commission Annual Report. International Whaling Commission [Annu. Rep. Int. Whaling Comm.]. Vol. 47: 827-834.
- Semmens J. M, Pecl G.T, Villanueva, R, Jouffre, D. , Sobrino I., Wood J.B., Rigby. P. R. 2004. Understanding Octopus growth: patterns, variability and physiology. *Mar. Freshw. Res.* 55: 367-377.
- Sernapesca (Servicio Nacional de Pesca). Anuarios Estadísticos de Pesca.



- Sheperd, J. G. 1987a. Towards a method for short-term forecasting of catch rates based on length compositions, p. 167-176. In D. Pauly & G.R. Morgan (ed.). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13, Manila.
- Sheperd, J. G. 1987b. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, p. 113-119. In D. Pauly & G.R. Morgan (ed.). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13, Manila.
- Slack-Smith, R.J. 2001. Fishing with traps and pots. Fao Training Series, No. 26. Roma. 62 pp.
- Solís, R. M., 1988. El recurso pulpo del golfo de México y J. E. Hanks, 1967. Vital staining of bivalve mollusks shells with alizarin sodium monosulfonate. Proc. Nat. Shellf. Ass. 58: 37 - 41. el Caribe. En: Los recursos pesqueros del país. Secretaria de Pesca, Isnt. Nal. de Pesca: 463 - 478.
- Soto, D., C. Molinet & F. Jara. 1999. Herramientas metodológicas para definir los usos de áreas con bancos naturales en XI región. Informe Fip 2005-14 Universidad Austral de Chile, Puerto Montt. 184 pp.
- Tapia, C., Chevalier, J. & Buckles, D. 2006. "Propuesta de ordenamiento de pesquerías bentónicas para la Zona Común de Pesca de Ancud". Reporte Técnico en el marco de proyecto FIP 2004-14, "Ordenamiento de las pesquerías bentónicas de la zona común de pesca de la comuna de Ancud, X Región"
- Taylor, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality, the Pacific cockle. Journal du Conseil 26: 117-124.
- Toll, R. 1991. The supraspecific classification of the Octopodinae (Cephalopoda: Octopoda): a review. Bull. Mar. Sci. 49: 667



- Tsangridis, A., P. Sanchez & D. Loannidou. 2002. Exploitation patterns of *Octopus vulgaris* in two Mediterranean areas. *Scientia Marina*. 66(1):59-68
- Tesch, F. W. 1971. Age and Growth. En W. E. Ricker (ed.) *Methods for assessment of fish and production in fresh water*. Cap. 5. Blackwell Scientific publications IBP Handbook No. 3: 98-130.
- Torreblanca, E. 2008. Bases para el manejo de la pesquería de pulpo (*Octopus bimaculatus*, Verrill 1883) en la reserva de la biosfera "Bahía de Los Angeles, Canales de ballenas y Salsipuedes". Facultad de Ciencias. Maestría en manejo de ecosistemas de zonas áridas. Universidad Autónoma de Baja California. Baja California. Mexico. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. 88pp + Anexos.
- Uglen, I., M. Belchier y T. Svåsand. 2005. Age determination of european lobsters (*Homarus gammarus* L.) By histological quantification of lipofuscin. *Journal of Crustacean Biology* Volume 25, Issue 1 pp. 95–99.
- Universidad Austral de Chile, 2006. Desarrollo Científico-Tecnológico de la producción de juveniles de cefalópodos. Proyecto interno en ejecución.
- Vega, M., F. Rocha y C. Osorio. 2000. Variaciones espaciales y temporales de paralarvas de cefalópodos en el Canal Moraleda (43° S.) Sur de Chile. *Ciencia y Tecnología Mar*. 23: 69-82.
- Villarroel, Juan C; Vega, Marco A y Acuña, Enzo. 2001. Cefalópodos recolectados en la pesquería de crustáceos de la zona norte y centro-sur de Chile. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* [online]. 2001, vol.36, n.1 [citado 2009-09-29], pp. 83-97 Disponible en: <<http://www.scielo.cl/scielo>>.
- Villenas, F., D. Soto y S. Palma. Cambios interanuales en la biomasa y biodiversidad de zooplancton gelatinoso en aguas interiores de Chiloé, sur de Chile (primaveras 2004 y 2005). Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 1020,



Valparaíso, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 44(2): 309-324, agosto de 2009.

Vinuesa, J. H. y M. Varisco. 2007. La alimentación de *Munida gregaria* (Fabricius, 1793) (Crustacea: Anomura: Galatheididae) en fondos de pesca del Golfo San Jorge, Argentina. Revista de Biología Marina y Oceanografía 42(3): 221 – 229.

Wentworth, S.L. y Muntz, W.R.A. 1992. Development of the eye and optic lobe of Octopus. Journal of Zoology London 227, 673–684.

Wheeler S.H. y D.R. King. 1980. The Use of Eye-Lens Weights for Aging Wild Rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (L.), in Australia. Australian Wildlife Research 7(1) 79 – 84

Whitaker, J.D., L.B.DeLancey & J.E. Jenkins.1991. Aspects of the biology and fishery potential for *Octopus vulgaris* off the coast of South Carolina. Bull. Mar. Sci., 49(1-2):482 – 493.

Willis, N. R., M. J. Hollenberg, and C. R. Braekevelt. 1969. The fine structure of the lens of the fetal rat. Can. J. Ophthalmol. 4:307.

Wolken J.J. 1958. Retinal Structure. Mollusc Cephalopods: Octopus, Sepia. J. biophysic and Biochem. Cytol. 4 (6): 835.

Yamamoto, T., K. Tasaki, Y. Sugawara and A. Tonosaki. 1995. Fine structure of the octopus retina. The Journal of Cell Biology 0-5: 345-359.

Young, J. Z. 1962. The Optic Lobes of *Octopus vulgaris*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences. 245 (718): 19-58.



# T A B L A S

---





**Tabla 1.**

Técnica histológica empleada para la deshidratación gradual en alcoholes, aclarado con xileno e inclusión en parafina.

Reactivo	Tiempo
50 % xileno, 50 % solvente (a)	4 horas
Solvente	4 horas
50 % solvente, 50 % resina (b)	8 horas
Resina sin catalizar	8 horas
Resina catalizada	8 horas *

a) Como solvente se empleó monómero de metil metacrilato.

(b) Resina Poliéster para moldeo con fibra de vidrio.

\* A temperatura ambiente (<20°C) y catalizar en horno a temperatura entre 40° y 60°

**Tabla 2.**

Localidad y procedencia de muestra para el análisis reproductivo del pulpo

Muestreo		Observación	Registro de track	Muestreo		Observación	Registro de track
Puerto	Fecha			Puerto	Fecha		
Ancud	21-03-2009	Muestreo	GDL	Ancud	30-10-2009	Compra de Muestras	GDL
	27-04-2009	Muestreo	GDL		27-11-2009	Muestreo	
	18-05-2009	Muestreo	GDL		01-12-2009	Sin Muestreo	
	18-05-2009	Muestreo	GDL		13-01-2009	Compra de Muestras	
	24-06-2009	Muestreo	GDL		10-02-2010	Muestreo	
	24-07-2009	Compra de Muestras			11-02-2010	Compra de Muestras	
	31-08-2009	Compra de Muestras			11-03-2010	Compra de Muestras	
	24-09-2009	Compra de Muestras	GDL				
Queilén	24-03-2009	Muestreo	GDL	Queilén	16-10-2009	Muestreo	GDL
	14-04-2009	Muestreo	GDL		12-11-2009	Muestreo	GDL
	12-05-2009	Muestreo	GDL		13-11-2009	Compra de Muestras	GDL
	09-06-2009	Muestreo	GDL		10-12-2009	Muestreo	GDL
	08-07-2009	Muestreo	GDL		11-12-2009	Compra de Muestras	GDL
	09-07-2009	Muestreo	GDL		19-01-2010	Muestreo	GDL
	18-08-2009	Compra de Muestras	GDL		20-01-2010	Compra de Muestras	GDL
	14-09-2009	Compra de Muestras	GDL		19-02-2010	Compra de Muestras	GDL
	15-10-2009	Muestreo	GDL		27-03-2010	Compra de Muestras	GDL



**Tabla 3**  
Intervalos expresados en rangos de tama1os de la longitud dorsal del manto (LDM) de ejemplares recolectados para el an1lisis reproductivo (5 por sexo)

Estrato	Intervalo de tallas	Nº de individuos
	80,0 - 89,9	10
	90,0 - 99,9	10
E1	100,0 - 109,9	10
E2	110,0 - 119,9	10
E3	120,0 - 129,9	10
E4	130,0 - 139,9	10
E5	140,0 - 149,9	10
E6	150,0 - 159,9	10
E7	160,0 - 169,9	10
E8	170,0 - 179,9	10
E9	180,0 - 189,9	10
E10	190,0 -199,9	10



**Tabla 4.**  
**Fechas de ejecución de muestreos con CTD**

Puerto	Fecha Muestreo	Lugares muestreados	Fuente
Ancud	12-05-2009	Quetalmahue	Proy. Marea Roja
Ancud	26-06-2009	Quetalmahue	Proy. Marea Roja
Ancud	18-08-2009	Quetalmahue	Proy. Marea Roja
Ancud	22-09-2009	Quetalmahue	Proy. Marea Roja
Ancud	03-11-2009	Quetalmahue	Proy. Marea Roja
Ancud	06-11-2009	Ahui, Chaicura, Punta Corona, Isla Cochinos	Proy. FIP
Ancud	17-11-2009	Isla Cochinos, Ahui, Chaicura, Punta Corona	Proy. FIP
Ancud	27-11-2009	Quetalmahue	Proy. Marea Roja
Ancud	04-01-2010	Quetalmahue	Proy. Marea Roja
Ancud	22-01-2010	Yuste, Ahui, Isla Cochinos	Proy. FIP
Ancud	04-03-2010	Ahui, Chaicura, Punta Corona	Proy. FIP
Ancud	17-03-2010	Isla Cochinos	Proy. FIP
Ancud	26-03-2010	Isla Cochinos, Ahui, Chaicura, Punta Corona	Proy. FIP
Queilen	25-04-2009	Isla Acui	Proy. Marea Roja
Queilen	28-05-2009	Isla Acui	Proy. Marea Roja
Queilen	09-06-2009	Isla Acui	Proy. FIP
Queilen	22-07-2009	Isla Acui	Proy. Marea Roja
Queilen	02-09-2009	Isla Acui	Proy. Marea Roja
Queilen	02-10-2009	Isla Tranqui, Punta Quilun, Isla Acui	Proy. FIP
Queilen	08-10-2009	Isla Acui	Proy. Marea Roja
Queilen	30-10-2009	Isla Tranqui, Isla Acui	Proy. FIP
Queilen	23-11-2009	Isla Acui	Proy. Marea Roja
Queilen	25-11-2009	Isla Tranqui, Isla Acui	Proy. FIP
Queilen	08-12-2009	Isla Acui	Proy. Marea Roja
Queilen	10-12-2009	Isla Tranqui, Isla Acui	Proy. FIP
Queilen	19-01-2010	Isla Tranqui, Isla Acui	Proy. FIP
Queilen	05-03-2010	Isla Tranqui, Isla Acui	Proy. FIP
Queilen	22-04-2010	Isla Tranqui, Punta Quilun, Isla Acui	Proy. FIP



**Tabla 5.**

Número de ejemplares capturados y muestreados por embarcación durante el seguimiento in situ.

Estación del año	Puerto desembarque	Fecha Muestreo	Código Embarcación	Áreas de extracción	Ejemplares capturados	Ejemplares muestreados	% muestreado
Invierno	Queilén	28-08-2009	3	Estero Paildad, Punta Aulen	49	13	27%
		28-08-2009	6	San Juan	136	15	11%
	Quellón	22-08-2009	7	Cailín, Punta Lapa	45	10	22%
		26-08-2009	8	Candelaria y Punta Chicol	93	21	23%
Primavera	Dalcahue	10-11-2009	1	Isla Alao	39	28	72%
		11-11-2009	1	Punta Apiao	40	40	100%
		12-11-2009	2	Curaco de Velez	9	9	100%
	Queilén	11-11-2009	4	Bajo Chalinao	89	45	51%
		10-11-2009	5	Estero Paildad	8	8	100%
		10-11-2009	6	Estero Paildad	36	36	100%

**Tabla 6.**

Fechas de muestreo y número de trampas utilizadas durante las diferentes campañas, entre 2009 y 2010.

Puerto desembarque	Estación del año	Presencia/Ausencia carnada	Fecha calado	Fecha virado	N° Artes de Pesca		
					Nasa	Potera	Tubo
Dalcahue	Invierno	No	25-06-2009	29-06-2009	25	25	25
			29-06-2009	03-07-2009	25	25	25
		Si	19-08-2009	23-08-2009	25	25	25
			23-08-2009	27-08-2009	25	25	25
			27-08-2009	31-08-2009	25	25	25
	Primavera	Si	05-11-2009	09-11-2009	45	45	45
			09-11-2009	13-11-2009	45	45	45
Verano	Si	28-01-2010	09-02-2010	135	135	135	
Quellón	Invierno	No	24-06-2009	28-06-2009	25	25	25
			28-06-2009	02-07-2009	25	25	25
		Si	18-08-2009	22-08-2009	25	25	25
			22-08-2009	26-08-2009	25	25	25
			26-08-2009	30-08-2009	25	25	25
	Primavera	Si	19-10-2009	23-10-2009	45	45	45
			23-10-2009	27-10-2009	45	45	45
			08-04-2010	20-04-2010	135	135	135



**Tabla 7.**

Coordenadas geográficas y tipo de sustrato de las zonas de muestreo de las Artes Estáticas, 2009 - 2010.

Puerto desembarque	Estación del año	Profundidad (m)	Tipo sustrato	Latitud (S)	Longitud (W)	
Dalcahue	Invierno	5	Rocoso	42,501	73,627	
		15	Rocoso	42,501	72,626	
		30	Roca – Arena	42,500	73,626	
		50	Roca – Arena	42,495	73,624	
		>60	Roca – Arena	42,495	73,610	
		5	Rocoso	42,501	73,627	
		15	Rocoso	42,502	73,628	
		30	Roca – Arena	42,500	73,627	
		50	Roca – Arena	42,493	73,622	
	>60	Roca – Arena	42,492	73,615		
	Primavera	10	Rocoso	42,461	73,660	
		20	Roca – Arena	42,474	73,660	
		50	Roca – Arena	42,475	73,646	
	Verano	10	Rocoso	42,463	73,663	
		20	Roca – Arena	42,473	73,660	
		50	Roca – Arena	42,479	73,644	
	Quellón	Invierno	5	Rocoso	43,137	73,578
			15	Rocoso	43,163	73,581
30			Rocoso	43,169	73,582	
50			Roca – Arena	43,163	73,584	
>60			Roca – Arena	43,184	73,596	
5			Rocoso	43,155	73,585	
15			Rocoso	43,165	73,580	
30			Rocoso	43,171	73,582	
50			Roca – Arena	43,167	73,585	
>60		Roca – Arena	43,185	73,599		
Primavera		10	Rocoso	43,163	73,581	
		20	Rocoso	43,164	73,581	
		50	Roca – Arena	43,166	73,585	
Verano		10	Rocoso	43,152	73,589	
		20	Rocoso	43,159	73,584	
		50	Roca – Arena	43,154	73,592	



**Tabla 8.**

Diferencias en el n3mero de informaci3n registrada en base a diferentes palabras claves utilizadas en sitios web especializados. Informaci3n corresponde a consulta referida al periodo 1970-2010.

Item	Palabra Clave		
	Cephalopoda	Cephalopods	Cefal3podos
Sitios Web	63	17	0
Todos tipo de publicaciones	3111	3224	73
Publicaciones peri3dicas	2433	2323	48
Publicaciones peri3dicas arbitradas	1406	1443	8
Conferencias	647	756	9
Libros	350	339	18
Reportes	76	109	1
Tesis	26	16	1
Patentes	1	0	0
Mapas	1	0	0

**Tabla 9.**

N3mero de publicaciones registrada en los sitios especializados de la web en periodos 1970-septiembre 2009 y 1970-abril 2010, en diferentes categor3as.

Item	Clase	Clase	Genero	Especie
	Cephalopods (1)	Cephalopods (2)	<i>Enteroctopus</i>	<i>E. megalocyathus</i>
Sitios Web	43	17	11	11
Todos tipo de publicaciones	3036	3224	35	12
Publicaciones peri3dicas	2151	2323	22	9
Publicaciones peri3dicas arbitradas	1344	1443	21	9
Conferencias	647	756	10	1
Libros	350	339	4	3
Reportes	76	109	0	0
Tesis	26	16	1	1
Patentes	1	0	0	0
Mapas	1	0	0	0

(1): Informaci3n revisada hasta septiembre 2009

(2): Informaci3n revisada hasta abril 2010



**Tabla 10.**

Trabajos realizados en *E. megalocyathus* ordenados por temática y período. Años 1980-2009.

Temática	Item de Investigación	Período			
		1980-1989	1990-1999	2000-2007	2008 -2009
Biología	Distribución geográfica y batimétrica			60, 41	
	Taxonomía y Morfología	58	10	22, 24, 25, 28, 30, 31, 41, 43, 59	
	Reproducción y desarrollo	53		1, 11, 13, 25, 24, 42, 43, 44, 47, 48, 49	
	Anatomía Interna (macroscópica)	56		28	
	Edad y Crecimiento			24, 25, 26, 35, 43, 53	
	Fisiología y Bioquímica			27, 36, 60	
Ecología	Comportamiento			42, 47	
	Nutrición y hábitos alimenticios			24, 31, 32, 33, 47, 52	
	Estructura poblacional			51	
	Ambiente y oceanografía			66, 68	
Pesquería	Antecedentes generales	58	38, 54, 55	39, 40, 41, 43, 50, 58, 59	
	Captura	57	7, 8, 9, 10, 11	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	
	Esfuerzo / CPUE		7, 8, 9, 10, 11	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	
	Mortalidad			24	
	Áreas de Pesca		2, 7, 8, 9, 10, 11	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	
	Pesca artesanal	57	2, 7, 8, 9, 10, 11, 37	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 29, 38	
Ecosistema	Interacciones de especies		65	3, 4, 5, 6, 21, 24, 29, 34, 60, 62, 63, 64, 65, 67	
	Parásitos y enfermedades			32, 61	
Acuicultura	Cultivo			47	
	Dieta			49	23
	Crecimiento			49	
OTROS	Revisión Bibliográfica			39	
	Estado del arte			39	

Nota: Los números corresponden a la cita bibliográfica contenida en el Anexo 2



**Tabla 11.**

Información registrada en base de datos de sitios web referida a literatura especializada sobre Clase Cephalopoda y comparada con la literatura existente sobre *E. megalocyathus*.

Area	Temática	Tópico	Presencia/ausencia literatura <i>E. megalocyathus</i>	
BIOLOGIA	Distribución Geografica, Batimétrica		X	
	Taxonomía y morfología		X	
	Anatomía interna (macroscópica)		X	
	Anatomía interna (ultraestructural)			
	Reproducción y desarrollo	Madurez		X
		Fecundidad		X
Area y época de postura			X	
Calendario reproductivo			X	
Proporción sexual			X	
Huevos y Paralarvas			X	
Edad y crecimiento	Reclutamiento		X	
	Fisiología y Bioquímica		X	
	Génética			
PALEONTOLOGIA	Paleogeografía			
	Paleoclimatología			
	Paleoecología			
ECOLOGIA	Comportamiento		X	
		Modelos tróficos		X
		Biodiversidad		X
	Nutrición y hábitos alimenticios	Espectro trófico		X
		Ritmos de alimentación		
		Fisiología de la digestión		
Cuantificación consumo de alimento			X	
Diferencias en la dieta				
Requerimientos nutricionales				
Ecología parasitaria	Estructura poblacional		X	
	Dinámica poblacional		X	
	Ambiente y oceanografía		X	
PESQUERIA	Antecedentes Generales		X	
	Captura		X	
	Esfuerzo/CPUE		X	
	Mortalidad		X	
	Áreas de pesca		X	
	Pesca artesanal		X	
	Artes de pesca		X	
ECOSISTEMA	Interacciones de especies		X	
	Parasitos y enfermedades		X	
ACUACULTURA	Cultivo y Engorda		X	
	Dietas		X	
	Tasa de conversión		X	
	Crecimiento		X	
ADMINISTRACION	Manejo Pesquero	Objetivos de manejo		
		Planes de manejo		
		Medidas de manejo		
		Plan de investigación		
		Puntos Biológicos de referencia		
BIOECONOMIA	Modelos bioeconómicos			
	Indicadores bioeconómicos			
OTROS	Revisión Bibliográfica		X	
	Estado del arte		X	



**Tabla 12.**  
Características de la flota extractora de pulpo monitoreada por IFOP.  
Periodo 1995 - 2009

a. Rango de eslora

Puertos	Rango de Eslora (m)				Total Embarc.	
	5,0 - 5,9	6,0 - 7,4	7,5 - 9,9	10,0 - 12,4		12,5 - 15,0
San Rafael (Calbuco)			13	3	16	
La Vega (Calbuco)			4	1	5	
Ancud	2	68	125	31	4	230
Pudeto			1	1	2	
Dalcahue			7	12	19	
Queilén		6	21	12	1	40
Quellon		9	97	94	33	233
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>89</b>	<b>292</b>	<b>159</b>	<b>39</b>	<b>581</b>

b. Potencia del Motor

Puertos	Rango de Potencia de Motor Principal (hp)								Total Embarc.	
	5-9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 89	90 - 139		140-190
San Rafael (Calbuco)		3	2		1	1	5	3		15
La Vega (Calbuco)			1				2	1		4
Ancud	2	19	37	20	66	37	10	17	13	221
Pudeto					1			1		2
Dalcahue		1		2	2		3	6	6	20
Queilén		9	5	1		1	1	20	3	40
Quellón		51	12	28	9	3	28	72	30	233
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>83</b>	<b>57</b>	<b>51</b>	<b>79</b>	<b>42</b>	<b>49</b>	<b>120</b>	<b>52</b>	<b>535</b>

c. Capacidad del compresor

Puertos	Rango de capacidad de trabajo del compresor (medidas en libra)								Total Embarc.	
	< a 49	50 - 70	71 - 90	91 - 100	101 - 130	131 - 150	151 - 200	201 - 250		> 250
San Rafael (Calbuco)		3	3	4	1		2	1		14
La Vega (Calbuco)			2	2	1					5
Ancud	1	25	52	70	19	10	6			183
Pudeto*										
Dalcahue		2		10	1					13
Queilén		1	1	1	5	1	2		1	12
Quellon		22	46	65	19	8	6	1	1	168
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>104</b>	<b>152</b>	<b>46</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>395</b>

FUENTE: IFOP



**Tabla 13.**

Número de viajes con pulpo muestreados en la Región de Los Lagos.  
Periodo 1995 - 2009.

Centro de Muestreo	Viajes Monoespec.	Viajes multiespecificos, extracción de pulpo mas				Total general
		2 recursos	3 recursos	4 recursos	5 recursos	
	1	2	3	4	5	
Calbuco	580	120	26	3		729
Ancud	6920	4242	1106	146	7	12421
Dalcahue	1411	68	4			1483
Queilen	1425	786	66	1		2278
Quellón	6728	4489	300	32		11549
<b>Total general</b>	<b>17.064</b>	<b>9.705</b>	<b>1.502</b>	<b>182</b>	<b>7</b>	<b>28.460</b>

Fuente: IFOP

**Tabla 14.**

Principales procedencias por puerto, inició en los desembarques y frecuencia de operación sobre ellas.

Grupo	% de Desembarque	Nombre Procedencia	Inicio Desembarque	Años de Actividad	Constancia
Ancud	24.91	Ahui	1995	15	100.0
		Carbonero	1995	12	80.0
		Isla Cochino	1995	15	100.0
		Punta Corona	1995	15	100.0
		Playa Chauman	1995	14	93.3
		Mutrico	1995	15	100.0
		Punta Yuste	1995	15	100.0
		Isla Sebastiana	1995	14	93.3
Dalcahue	5.03	Curaco De Velez	2002	7	87.5
		Isla Mechuque	2002	7	87.5
		Achao	2004	6	100.0
Queilen	8.27	Acui	2006	4	100.0
		Aitui	2006	4	100.0
		Estero Paildad	2006	4	100.0
		San Juan de Chadmo	2002	7	87.5
Quellón	39.97	Isla Cailin	1996	11	78.6
		Barra Chiguao	1995	12	80.0
		El Pinto	1995	11	73.3
		Isla Laitec	1995	13	86.7
		Isla Mauchil	1995	11	73.3
		Canal Yelcho	1995	11	73.3



**Tabla 15.**

Empleo en establecimientos que procesan pulpo. A1o 2008.

Establecimiento	Empleo en establecimientos que procesan pulpo											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
20004	12	12	12	19	19	19	16	13	10	14	2	2
20007	9	10	10	14	9	9	9	9	9	9	9	9
20010	13	13	20	13	13	20	15	15	15	13	13	13
20017	6	6	9	9	9	6	6	7	8	7	7	6
130031	27	27	27	26	26	26	29	29	29	29	29	29
30003	17	68	78	79	77	80	81	85	74	64	43	37
30005	4	6	6	5	5	6	6	8	9	8	5	4
30023	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
50004	56	56	56	55	55	55	55	55	55	58	58	58
100025	179	218	214	219	205	199	171	152	147	219	205	199
100026	155	37	43	43	37	38	34	29	31	59	151	195
100027	212	210	239	239	201	202	203	214	172	104	103	102
100124	6	14	14	15	13	7	8	10	10	7	7	7
130107	436	419	466	477	473	458	399	299	299	297	297	339
140001	69	65	50	41	66	76	93	105	111	126	117	88
<b>Total</b>	<b>1204</b>	<b>1164</b>	<b>1247</b>	<b>1257</b>	<b>1211</b>	<b>1204</b>	<b>1128</b>	<b>1033</b>	<b>982</b>	<b>1017</b>	<b>1049</b>	<b>1091</b>

**Tabla 16.**

Empleo en establecimientos que procesan pulpo a nivel nacional, por sexo y tipo de contrato. A1o 2008

a. Por sexo

sexo	Empleo en establecimientos que procesan pulpo											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
h	466	414	433	443	436	432	434	423	394	371	436	451
m	738	750	814	814	775	772	694	610	588	646	613	640
<b>Total general</b>	<b>1204</b>	<b>1164</b>	<b>1247</b>	<b>1257</b>	<b>1211</b>	<b>1204</b>	<b>1128</b>	<b>1033</b>	<b>982</b>	<b>1017</b>	<b>1049</b>	<b>1091</b>

b. Seg1n tipo contrato

Tipo contrato	categoria	Empleo en establecimientos que procesan pulpo											
		enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Contrato directo	administrativo	78	80	74	79	76	76	77	76	76	74	74	77
	directivo	29	29	29	29	28	29	28	27	28	26	26	26
	flota	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	indirecto prod	100	97	94	96	86	96	96	95	104	88	90	92
	productivo directo	809	836	908	913	881	860	792	700	649	689	650	651
Subcontrato	administrativo	5	0	0	1	1	1	1	1	1	5	7	7
	flota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	indirecto prod	60	51	53	49	49	49	49	47	47	48	52	58
	productivo directo	113	61	79	80	80	83	75	77	67	77	140	170
<b>Total general</b>	<b>1204</b>	<b>1164</b>	<b>1247</b>	<b>1257</b>	<b>1211</b>	<b>1204</b>	<b>1128</b>	<b>1033</b>	<b>982</b>	<b>1017</b>	<b>1049</b>	<b>1091</b>	



**Tabla 17.**

Parámetros de crecimiento obtenidos al ajustar los datos de estructura de talla de pulpo del sur mediante ELEFAN, SCLA y PROJMAT.

			1997-1998	1999-2000	2001-2002	2003-2004	2005-2006	2007-2008
ELEFAN	Ambos	Linf	198,120	217,910	221,720	190,390	207,229	203,180
		K	2,650	1,950	1,810	1,840	1,451	2,380
		To	-0,200	-0,570	-0,420	-0,340	-0,610	-0,360
SCLA	Ambos	Linf	324,240	310,670	N/C	324,250	N/C	299,000
		K	4,850	2,710	N/C	4,460	N/C	3,590
		To	-0,530	-0,850	N/C	-0,640	N/C	-0,770
PROJMA	Ambos	Linf	150,7	215,678	137,89	186,7	210,03	197,217
		K	1,13	1,25	1,908	0,75	0,75	1,818
		To	-0,27	-0,54	-0,85	-0,72	-0,693	-0,308

**Tabla 18.**

Variabilidad interanual del índice de crecimiento estándar ( $\Phi'$ ) obtenida con los parámetros de crecimiento estimados por ELEFAN, SCLA y PROJMAT.

	1997-1998	1999-2000	2001-2002	2003-2004	2005-2006	2007-2008
<b>ELEFAN</b>	5.02	4.97	4.95	4.82	4.79	4.99
<b>SCLA</b>	5.71	5.42	N/C	5.67	N/C	5.51
<b>PROJMAT</b>	4.41	4.76	4.56	4.42	4.52	4.85



**Tabla 19.**

Parámetros y estadísticos de la relación longitud manto (cm) y peso total (g) para ambos sexos y combinados. Ajuste modelo potencial. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.

Parámetro	Valor	e.e.	ICi	ICs	P
<b>Hembras</b>					
n =	780				
r <sup>2</sup> =	0,742				
a =	0,2349	0,0460	0,1446	0,3252	0
b =	2,0551	0,0444	1,9680	2,1422	0
<b>Machos</b>					
n =	808				
r <sup>2</sup> =	0,784				
a =	0,2541	0,0431	0,1695	0,3387	0
b =	2,0344	0,0379	1,9599	2,1089	0
<b>Total</b>					
n =	1588				
r <sup>2</sup> =	0,814				
a =	0,2526	0,0318	0,1902	0,3151	0
b =	2,0370	0,0284	1,9814	2,0926	0

**Tabla 20.**

Parámetros y estadísticos de la relación longitud capucha (mm) altura ala (mm) para ambos sexos y combinados. Ajuste modelo lineal. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.

Parámetro	Valor	e.e.	ICi	ICs	P
<b>Hembras</b>					
n =	434				
r <sup>2</sup> =	0.619				
a =	2.5828	0.7393	1.1297	4.0359	0.001
b =	2.4714	0.0931	2.2883	2.6544	0.000
<b>Machos</b>					
n =	451				
r <sup>2</sup> =	0.708				
a =	2,1608	0,5951	0,9913	3,3303	0,000
b =	2,4752	0,0750	2,3278	2,6226	0,000
<b>Total</b>					
n =	885				
r <sup>2</sup> =	0,665				
a =	2,3537	0,4695	1,4322	3,2751	0,000
b =	2,4751	0,0592	2,3590	2,5912	0,000



**Tabla 21.**

Parámetros y estadísticos de la relación longitud total (cm) y longitud capucha (mm) para ambos sexos y combinados. Ajuste modelo potencial. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.

Parámetro	Valor	e.e.	ICi	ICs	P
<b>Hembras</b>					
n =	434				
r <sup>2</sup> =	0,376				
a =	1,2206	0,1433	0,9390	1,5022	0,000
b =	0,4345	0,0272	0,3810	0,4880	0,000
<b>Machos</b>					
n =	451				
r <sup>2</sup> =	0,519				
a =	0,856	0,0868	0,6856	1,0267	0,000
b =	0,5140	0,0233	0,4682	0,5598	0,000
<b>Total</b>					
n =	885				
r <sup>2</sup> =	0,453				
a =	1,0070	0,0774	0,8552	1,1589	0,000
b =	0,4778	0,0177	0,4430	0,5126	0,000

**Tabla 22.**

Parámetros y estadísticos de la relación peso total (g) y longitud capucha (mm) para ambos sexos y combinados. Ajuste modelo potencial. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.

Parámetro	Valor	e.e.	ICi	ICs	P
<b>Hembras</b>					
n =	434				
r <sup>2</sup> =	0,521				
a =	1,6367	0,1214	1,3982	1,8753	0,000
b =	0,2140	0,0100	0,1943	0,2336	0,000
<b>Machos</b>					
n =	451				
r <sup>2</sup> =	0,604				
a =	1,369	0,0927	1,1865	1,5511	0,000
b =	0,2367	0,0091	0,2189	0,2545	0,000
<b>Total</b>					
n =	885				
r <sup>2</sup> =	0,565				
a =	1,4892	0,0744	1,3431	1,6353	0,000
b =	0,2260	0,0067	0,2128	0,2392	0,000



**Tabla 23.**

Parámetros y estadísticos de la relación entre las lecturas del lector 1 y lector 2. Lecturas realizadas en EST. Ajuste modelo lineal. e.e.: error estándar; ICi: Intervalo de confianza inferior; ICs: Intervalo de confianza superior. P: probabilidad.

Parámetro	Valor	e.e.	ICi	ICs	P
n =	134				
r <sup>2</sup> =	0,9612				
a =	1,0690	2,6221	-4,1178	6,2558	0,684
b =	0,9967	0,0174	0,9623	1,0312	0,000



**Tabla 24.**

Estadísticos de los modelos logístico (A: otoño-invierno 2010) y exponencial (B: primavera-verano) ajustados para ambos sexos a la información número de incrementos de los estiletes versus la longitud total. Parámetros definidos previamente.

<b>A</b>					
Modelo	Parám.	Valor	Lím. Conf. 95%		P
Hembras (n = 68) $LT = LT_{\infty} (1 + e^{-G(NI - NI_0)})^{-1}$	$LT_{\infty}$	102,79 (15,539)	71,77	133,82	0
	G	0,0125 (0,0053)	0,0018	0,023	0,022
	$NI_0$	53,129 (20,305)	12,589	93,67	0,011
Machos (n = 65) $LT = LT_{\infty} (1 + e^{-G(NI - NI_0)})^{-1}$	$LT_{\infty}$	101,489 (15,445)	70,61	132,36	0
	G	0,0137 (0,0074)	0,0009	0,028	0,066
	$NI_0$	44,017 (16,245)	11,54	76,49	0,0087
Total (n = 133) $LT = LT_{\infty} (1 + e^{-G(NI - NI_0)})^{-1}$	$LT_{\infty}$	102,706 (11,6001)	79,76	125,65	0
	G	0,0127 (0,0044)	0,004	0,021	0,0043
	$NI_0$	48,114 (13,8015)	20,81	75,42	0,0006
<b>B</b>					
Modelo	Parám.	Valor	Lím. Conf. 95%		P
Hembras (n = 82) $LT = ae^{bNI}$	a	48,765 (2,5418)	43,707	53,823	0
	b	0,003 (0,0004)	0,002	0,004	0
Machos (n = 84) $LT = ae^{bNI}$	a	43,812 (2,621)	38,599	49,025	0
	b	0,004 (0,0004)	0,003	0,005	0
Total (n = 166) $LT = ae^{bNI}$	a	42,346 (1,747)	38,896	45,795	0
	b	0,0044 (0,0003)	0,0038	0,0049	0



**Tabla 25.**

Estadísticos de los modelos logístico (**A**: otoño-invierno 2010) y exponencial (**B**: primavera-verano) ajustados para ambos sexos a la informaci3n número de incrementos de los estiletes versus el peso total. Parámetros definidos previamente.

**A**

Modelo	Parám.	Valor	Lím. Conf. 95%	P
Hembras (n = 68) $WT = WT_{\infty}(1 + e^{-G(NI - NI_0)})^{-1}$	$WT_{\infty}$	3509,7 (1737,3)	40,1 6979,4	0,047
	G	0,014 (0,0075)	-0,0008 0,029	0,065
	$NI_0$	53,129 (20,305)	-3,9 296,7	0,056
Machos (n = 65) $WT = WT_{\infty}(1 + e^{-G(NI - NI_0)})^{-1}$	$WT_{\infty}$	3135,1 (1139,2)	857,9 5412,3	0,008
	G	0,0161 (0,0095)	-0,0029 0,035	0,097
	$NI_0$	115,77 (49,66)	16,48 215,04	0,023
Total (n = 133) $WT = WT_{\infty}(1 + e^{-G(NI - NI_0)})^{-1}$	$WT_{\infty}$	2919,09 (592,95)	1746,1 4092,1	0
	G	0,0171 (0,0062)	0,004 0,029	0,0064
	$NI_0$	113,39 (26,2208)	61,52 165,26	0,00003

**B**

Modelo	Parám.	Valor	Lím. Conf. 95%	P
Hembras (n = 82) $WT = ae^{bNI}$	a	406,82 (45,198)	316,87 496,76	0
	b	0,0105 (0,0006)	0,0091 0,0119	0
Machos (n = 84) $WT = ae^{bNI}$	a	478,46 (50,974)	377,06 579,87	0
	b	0,0101 (0,0006)	0,0089 0,0114	0
Total (n = 166) $WT = ae^{bNI}$	a	437,874 (34,119)	370,5 505,24	0
	b	0,011 (0,0004)	0,0095 0,0113	0



**Tabla 26.**

Resumen estadístico de la simulaci3n Monte Carlo (3000 ensayos) de la mortalidad natural (año<sup>-1</sup>) estimada con distintos métodos para hembras y machos. Se incluye la media ponderada para cada sexo. CV: coeficiente de variaci3n; D.E.: desviaci3n estándar; Var: Varianza.

<b>Hembras</b>	Media	Mediana	CV	D.E.	Var	Percentil 5.0%	Percentil 95.0%
Richter & Efanov (1976)	3,3	2,8	0,59	1,945	3,783	1,8	6,4
Pauly et al. (1993)	0,8	0,8	0,40	0,329	0,108	0,3	1,4
Jensen (1996)	5,5	4,1	1,01	5,501	30,263	2,4	12,5
Jensen (1996)	1,4	1,3	0,55	0,749	0,562	0,2	2,7
Taylor (1983)	0,8	0,8	0,11	0,085	0,007	0,7	0,9
Hoening (1983)	0,8	0,8	0,08	0,068	0,005	0,7	0,9
Arce (2006)	1,0	1,0	0,53	0,555	0,308	0,2	2,1
Media ponderada =	<b>0,81</b>		0,07	0,0531		0,72	0,90
<b>Machos</b>	Media	Mediana	CV	D.E.	Var	Percentil 5.0%	Percentil 95.0%
Richter & Efanov (1976)	3,0	3,0	0,08	0,235	0,055	2,7	3,5
Pauly et al. (1993)	0,8	0,8	0,41	0,331	0,110	0,2	1,4
Jensen (1996)	4,6	4,6	0,10	0,477	0,228	4,0	5,5
Jensen (1996)	1,4	1,3	0,55	0,757	0,572	0,2	2,7
Taylor (1983)	0,8	0,8	0,11	0,085	0,007	0,7	0,9
Hoening (1983)	0,8	0,8	0,08	0,067	0,005	0,7	0,9
Arce (2006)	1,1	1,0	0,52	0,551	0,304	0,2	2,0
Media ponderada =	<b>0,95</b>		0,06	0,0550		0,86	1,05



**Tabla 27.**

Composición inicial y final por sexos y peso, de los ejemplares del experimento para validación de microincrementos.

	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>
Número Total	43	31
Número de Hembras	18	14
Número de Machos	25	17
Peso Promedio Total (g)	622,7 ± 571,7	741,5±375,2
Máx	2987	2072
Mín	84	108
Peso Promedio Hembras (g)	659,1 ± 403,5	702,4± 455,6
Máx	1930	2072
Mín	168	108
Peso Promedio Machos (g)	596,4± 674,5	789,0 ± 255,0
Máx	2987	1312
Mín	84	330

**Tabla 28.**

Muestras preparadas para comparación de técnicas en la identificación de posibles marcas de crecimiento en cristalino de *E. megalocyathus*.

<b>Muestra</b>	<b>Proceso</b>
A2-2	Plástico e histología
A2-5	Plástico e histología
A2-9	Plástico e histología
Q1-3	Plástico e histología
Q1-6	Plástico e histología
Q1-11	Plástico e histología
Q1-14	Plástico e histología
Q1-28	Plástico e histología
Q1-32	Plástico e histología
Q1-54	Plástico e histología
Q1-70	Plástico e histología
Q1-72	Plástico e histología
Q1-78	Plástico e histología
14 experimentales	Plástico e histología



**Tabla 29.**

Técnica histológica para la preparaci3n de cristalinos (Adaptado de Luna, 1968).

<b>Fijaci3n</b>	
Formalina Neutra:	
Formalina al 37 – 40%	100 ml
Agua destilada	900 ml
Fosfato de Sodio monobásico	4,0 g
Fosfato de Sodio dibásico (anhidrido)	6,0 g
<b>Descalcificaci3n</b>	
Soluci3n A	
Citrato de Sodio	50 g
Agua destilada	250 ml
Soluci3n B	
Ácido Fórmico al 90%	125 ml
Agua destilada	125 ml
Usar estas dos soluciones en partes iguales	
<b>Procedimiento fijaci3n</b>	
Colocar un m3nimo de 20 a 25 veces el volumen de fijador por volumen del los cristalinos. La fijaci3n se completa en 48 a 72 horas.	
Lavar en agua corriente de 8 a 24 horas para eliminar el fijador.	
<b>Procedimiento descalcificaci3n</b>	
Los cristalinos se deben dejar en una soluci3n descalcificadora, compuesta por ácido fórmico y citrato de sodio en iguales proporciones por varios d3as	
Cambiar la soluci3n cada 24 horas, hasta que la reacci3n de prueba (grado de descalcificaci3n) no de positiva	
<b>Método para determinar el grado de descalcificaci3n</b>	
Cada 6 horas tomar 5 ml del líquido descalcificador desde el fondo del recipiente. Agréguese 5 ml de hidróxido de amonio al 5% y 5 ml de oxalato de amonio al 5%. Mézclense y deje reposar por 15 a 30 min. Si se forma una soluci3n opaca significa que no se ha descalcificado la muestra. Se debe continuar efectuando la prueba hasta que la mezcla de soluciones permanezca cristalina.	
Lavar por 24 horas.	
<b>Impregnaci3n en Parafina (Tabla 3)</b>	
Montar con el plano aboro-bucal perpendicular al plano de corte, de tal forma que las secciones sean antero posteriores incluyendo ambos lentes del cristalino.	
Exponer el área de corte y humedecer con un algod3n saturado de agua de la llave a temperatura ambiente.	
Enfr3e con un cubo de hielo tanto la cuchilla como el cristalino, corte con movimientos lentos.	
Usar dos baños de flotaci3n: Uno con agua destilada a temperatura ambiente, donde se coloca la tira de cortes; y el segundo a 55 °C de temperatura, aproximadamente 10°C por la temperatura normal del baño. Este baño se prepara con tres cucharaditas de gelatina al 5% por cada 1000 ml de agua.	
<b>Continuaci3n Tabla 29</b>	
<i>Nota: el baño con gelatina deberá ser cambiado diariamente, lavando el baño con jab3n desinfectante para evitar la formaci3n de bacterias</i>	
Secar al horno	
Aunque la observaci3n en contraste de fases resalta bandas de diferentes índices de refracci3n, el uso de tinci3n de hematoxilina (Harris)-eosina destaca los bordes de cada capa.	



**Tabla 30.**

Técnica de inclusión en parafina para ojo (modificado de Luna, 1968).

	<b>Automático</b>	<b>Manual</b>
Alcohol 95 %	3 horas	12 horas (dos cambios)
Alcohol 95 %	2 cambios de una hora c/u	12 horas (dos cambios)
alcohol 100 %	3 cambios de una hora c/u	24 horas (Cuatro cambios)
Cloroformo	1 hora	5 horas (Tres cambios)
Cloroformo	2 horas	
Parafina	2 cambios de una hora c/u	5 horas (Tres cambios)
Parafina al vacío	45 min.	2 horas (si no se tiene vacío)

**Tabla 31.**

Muestras utilizadas para lecturas de posibles marcas de crecimiento en cristalino de *E. megalocyathus*.

	<b>Q 1- 6</b>	<b>Q 1- 70</b>	<b>A2- 34</b>
Longitud total (mm)	910	690	690
Longitud manto (mm)	168	127	142
Peso total (g)	2449	1019	1746
Peso partes blandas (g)	418,52	101,62	302,72
Sexo	macho	hembra	macho
Peso gónada (g)	168,02	3,34	130,44
Peso aparato reproductivo (g)	177,83	6,45	135,06
Estado madurez	III	I	III
Nº de anillos contabilizados	542	571	558
Observaciones	16 secciones, contraste de fases 40x	41 secciones, contraste de fases 100x	13 secciones, epifluorescencia 40x



**Tabla 32.**  
Ejemplares analizados por localidad para la determinaci3n de la condici3n reproductiva.

Mes	Año	Ancud		Queil3n	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras
Marzo	2009	28	27	34	34
Abril	2009	32	30	35	30
Mayo	2009	31	24	35	31
Junio	2009	40	36	31	36
Julio	2009	27	42	37	35
Agosto	2009	37	38	32	38
Septiembre	2009	34	38	26	45
Octubre	2009	35	37	38	29
Noviembre	2009	30	26	33	36
Diciembre	2009	-	-	37	35
Enero	2010	25	27	31	25
Febrero	2010	29	34	37	24
Marzo	2010	24	32	35	30
Total		372	391	441	428



**Tabla 33.**  
Registro mensual de indicadores macrosc3picos para machos y hembras recolectados en la localidad de Ancud. Años 2009-2010.

<b>MACHOS</b>			Indice de Madurez		IGS Relativo		IGS	
Mes	Año	n	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Marzo	2009	32	0,15	0,14	7,09	3,91	6,07	3,73
Abril	2009	34	0,15	0,16	4,80	3,44	4,38	3,41
Mayo	2009	33	0,05	0,07	4,83	3,05	4,65	2,96
Junio	2009	41	0,05	0,04	5,15	2,40	4,92	2,35
Julio	2009	27	0,03	0,01	5,21	2,06	5,07	2,02
Agosto	2009	33	0,03	0,06	6,82	3,03	6,64	2,97
Septiembre	2009	27	0,03	0,03	8,66	4,79	8,43	4,67
Octubre	2009	34	0,05	0,06	7,80	3,18	7,55	3,10
Noviembre	2009	30	0,04	0,03	8,01	3,26	7,70	2,98
Diciembre	2009	-	-	-	-	-	-	-
Enero	2010	24	0,03	0,04	5,38	3,01	5,18	2,88
Febrero	2010	29	0,02	0,01	5,49	3,42	5,36	3,33
Marzo	2010	25	0,04	0,03	4,22	3,22	4,07	3,10

<b>HEMBRAS</b>			Indice de Madurez		IGS Relativo		IGS	
Mes	Año	n	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Marzo	2009	28	0,43	0,19	3,60	3,91	2,62	3,38
Abril	2009	27	0,27	0,20	3,07	3,01	2,61	2,95
Mayo	2009	24	0,37	0,17	3,78	5,64	3,01	5,22
Junio	2009	36	0,35	0,13	3,43	5,73	2,75	5,40
Julio	2009	42	0,36	0,11	2,33	3,15	1,76	2,92
Agosto	2009	37	0,36	0,09	1,91	2,38	1,36	2,08
Septiembre	2009	37	0,29	0,10	3,85	3,78	3,00	3,45
Octubre	2009	41	0,29	0,11	3,53	4,16	2,87	3,82
Noviembre	2009	24	0,21	0,13	6,80	6,09	5,93	5,62
Diciembre	2009	-	-	-	-	-	-	-
Enero	2010	26	0,28	0,12	2,94	3,03	2,36	2,80
Febrero	2010	33	0,29	0,10	3,75	5,78	3,09	5,26
Marzo	2010	29	0,27	0,14	2,61	3,19	2,17	2,93



**Tabla 34.**  
Frecuencia mensual de estadios de madurez macrosc3picos en machos y hembras de pulpo de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.

<b>MACHOS</b>	I	II	III		
Marzo	0,0	38,2	61,8		
Abril	20,0	33,3	46,7		
Mayo	12,1	63,6	24,2		
Junio	9,8	70,7	19,5		
Julio	3,7	77,8	18,5		
Agosto	14,3	64,3	21,4		
Septiembre	11,1	52,8	36,1		
Octubre	7,7	53,8	38,5		
Noviembre	10,0	33,3	56,7		
Diciembre	-	-	-		
Enero	36,0	44,0	20,0		
Febrero	30,0	50,0	20,0		
Marzo	44,0	32,0	24,0		
<b>HEMBRAS</b>	I	II	III	IV	V
Marzo	40,6	12,5	9,4	15,6	21,9
Abril	30,0	20,0	30,0	20,0	0,0
Mayo	24,0	28,0	16,0	8,0	24,0
Junio	30,6	36,1	13,9	8,3	11,1
Julio	9,5	52,4	23,8	4,8	9,5
Agosto	17,9	64,1	10,3	2,6	5,1
Septiembre	2,6	38,5	25,6	10,3	23,1
Octubre	21,4	42,9	16,7	9,5	9,5
Noviembre	7,7	15,4	23,1	34,6	19,2
Diciembre	-	-	-	-	-
Enero	14,8	59,3	11,1	11,1	3,7
Febrero	26,5	52,9	2,9	14,7	2,9
Marzo	34,4	37,5	9,4	15,6	3,1



**Tabla 35.**  
Frecuencia mensual de estadios de madurez en machos de pulpo de la localidad de Ancud.  
Años 2009-2010.

	I	II	III	IV	Activos (II a III)
Marzo	46,4	17,9	32,1	3,6	50,0
Abril	40,6	6,3	25,0	28,1	31,3
Mayo	25,8	29,0	32,3	12,9	61,3
Junio	12,5	37,5	32,5	17,5	70,0
Julio	11,1	37,0	51,9	0,0	88,9
Agosto	10,8	18,9	56,8	13,5	75,7
Septiembre	8,8	17,6	23,5	50,0	41,2
Octubre	2,9	17,1	54,3	25,7	71,4
Noviembre	10,0	10,0	46,7	33,3	56,7
Diciembre	-	-	-	-	-
Enero	32,0	32,0	28,0	8,0	60,0
Febrero	34,5	27,6	31,0	6,9	58,6
Marzo	45,8	25,0	20,8	8,3	45,8

**Tabla 36.**  
Frecuencia mensual de machos con actividad gonadal (EMS II + III) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	-	0,0	0,0	0,0	75,0	40,0	66,7	83,3	100,0
Abril	33,3	33,3	25,0	0,0	50,0	50,0	0,0	25,0	-
Mayo	0,0	100,0	33,3	80,0	75,0	60,0	80,0	100,0	-
Junio	0,0	80,0	50,0	100,0	60,0	80,0	100,0	80,0	33,3
Julio	0,0	100,0	100,0	50,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Agosto	50,0	66,7	100,0	75,0	100,0	100,0	75,0	33,3	100,0
Septiembre	100,0	100,0	25,0	25,0	50,0	25,0	50,0	33,3	50,0
Octubre		100,0	80,0	100,0	40,0	80,0	60,0	75,0	66,7
Noviembre	50,0		75,0	100,0	50,0	80,0	50,0	66,7	100,0
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enero	20,0	80,0	60,0	50,0	100,0	-	-	-	0,0
Febrero	0,0	20,0	100,0	66,7	83,3	50,0	100,0	100,0	-
Marzo	20,0	25,0	60,0	100,0	0,0	66,7	100,0	-	-



**Tabla 37.**  
Frecuencia mensual de machos en regresi3n (EMS IV) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de de Ancud. Años 2009-2010.

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0
Abril	0,0	66,7	0,0	25,0	33,3	16,7	100,0	25,0	-
Mayo	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	40,0	20,0	0,0	-
Junio	0,0	0,0	25,0	0,0	40,0	20,0	0,0	20,0	66,7
Julio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	25,0	66,7	0,0
Septiembre	0,0	0,0	75,0	75,0	50,0	75,0	50,0	66,7	50,0
Octubre	-	0,0	0,0	0,0	60,0	20,0	40,0	25,0	33,3
Noviembre	0,0	-	0,0	0,0	50,0	20,0	50,0	33,3	0,0
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	100,0
Febrero	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	50,0	0,0	0,0	-
Marzo	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	33,3	0,0	-	-

**Tabla 38.**  
Frecuencia mensual de estadios de madurez en hembras de pulpo de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Activas (III a VII)
Marzo	0,0	55,6	3,7	11,1	3,7	7,4	0,0	18,5	25,9
Abril	0,0	50,0	13,3	3,3	3,3	3,3	3,3	23,3	26,7
Mayo	0,0	37,5	12,5	4,2	8,3	8,3	0,0	29,2	33,3
Junio	0,0	36,1	16,7	13,9	5,6	8,3	2,8	16,7	47,2
Julio	0,0	42,9	21,4	11,9	0,0	11,9	0,0	11,9	45,2
Agosto	0,0	44,7	21,1	21,1	7,9	0,0	0,0	5,3	50,0
Septiembre	0,0	5,3	2,6	28,9	23,7	15,8	0,0	23,7	71,1
Octubre	0,0	29,7	5,4	24,3	8,1	21,6	2,7	8,1	62,2
Noviembre	0,0	7,7	11,5	3,8	0,0	46,2	0,0	30,8	61,5
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enero	3,7	33,3	22,2	14,8	7,4	0,0	7,4	11,1	51,9
Febrero	0,0	32,4	32,4	17,6	0,0	11,8	0,0	5,9	61,8
Marzo	0,0	46,9	12,5	18,8	9,4	0,0	6,3	6,3	46,9



**Tabla 39.**

Frecuencia mensual de hembras con actividad gonadal (EMSIII al VII) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	0,0	0,0	0,0	25,0	20,0	66,7	33,3	0,0	100
Abril	33,3	50,0	0,0	42,9	25,0	20,0	0,0	0,0	100
Mayo	33,3	50,0	0,0	25,0	20,0	40,0	100,0	50,0	-
Junio	20,0	66,7	0,0	40,0	40,0	60,0	100,0	0,0	100
Julio	25,0	0,0	0,0	40,0	40,0	60,0	100,0	80,0	100
Agosto	0,0	0,0	0,0	40,0	60,0	100,0	100,0	100,0	-
Septiembre	0,0	16,7	60,0	66,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100
Octubre	0,0	25,0	60,0	0,0	80,0	100,0	100,0	60,0	-
Noviembre	50,0	0,0	0,0	25,0	66,7	66,7	100,0	60,0	100
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enero	0,0	60,0	20,0	66,7	66,7	100,0	66,7	100,0	-
Febrero	0,0	60,0	60,0	80,0	75,0	100,0	50,0	0,0	-
Marzo	0,0	0,0	20,0	33,3	100,0	100,0	100,0	-	100

**Tabla 40.**

Frecuencia mensual de hembras en pre-ovulaci3n (EMS VI) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Mayo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	100,0	0,0	-
Junio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0
Julio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	40,0	0,0
Agosto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Septiembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	25,0	33,3
Octubre	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	50,0	40,0	-
Noviembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	100,0	60,0	100,0
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Febrero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	50,0	0,0	-
Marzo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0



**Tabla 41.**  
Frecuencia mensual de hembras en regresión (EMS VIII) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	33,3	100,0	0,0
Abril	33,3	0,0	33,3	28,6	25,0	20,0	0,0	0,0	0,0
Mayo	0,0	50,0	0,0	25,0	40,0	40,0	0,0	50,0	-
Junio	0,0	33,3	20,0	0,0	40,0	20,0	0,0	100,0	0,0
Julio	0,0	20,0	0,0	0,0	20,0	40,0	0,0	20,0	0,0
Agosto	20,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Septiembre	50,0	66,7	40,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Octubre	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	-
Noviembre	0,0	0,0	100,0	75,0	33,3	33,3	0,0	40,0	0,0
Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enero	33,3	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	33,3	0,0	-
Febrero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	100,0	-
Marzo	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	-	0,0

**Tabla 42.**  
Relación de indicadores macroscópicos por estado de madurez sexual en machos y hembras de la localidad de Ancud.

MACHOS	Indice Madurez			IGS Relativo			IGS			
	Estadio microscópico	Media	Min	Max	Media	Min	Max	Media	Min	Max
I		0,07	0,007	0,477	3,04	0,515	18,28	2,83	0,441	15,67
II		0,05	0,010	0,509	4,60	0,229	8,93	4,42	0,112	8,70
III		0,05	0,010	0,531	8,06	0,240	17,91	7,72	0,142	17,59
IV		0,06	0,011	0,540	8,21	1,598	25,92	7,79	1,183	25,45

HEMBRAS	Indice Madurez			IGS Relativo			IGS			
	Estadio microscópico	Media	Min	Max	Media	Min	Max	Media	Min	Max
I		-	-	-	-	-	-	-	-	-
II		0,39	0,024	0,713	1,14	0,204	9,58	0,80	0,120	9,18
III		0,35	0,017	0,727	1,67	0,231	6,46	1,15	0,123	6,35
IV		0,26	0,085	0,406	3,40	1,223	12,10	2,62	0,808	10,23
V		0,19	0,061	0,411	6,98	2,168	21,59	5,94	1,500	20,26
VI		0,14	0,038	0,353	11,36	1,761	27,06	10,09	1,188	25,31
VII		0,25	0,083	0,339	6,18	1,190	18,74	5,24	0,786	17,19
VIII		0,38	0,022	0,661	2,39	0,280	7,15	1,51	0,132	4,68



**Tabla 43.**

Relaci3n de datos biom3tricos de la longitud dorsal del manto y el peso total por estado de madurez sexual en machos y hembras de la localidad de Ancud

<b>MACHOS</b>		Longitud manto (mm)			Peso total (gr)			
Estadio microsc3pico	Media	Min	Max	Media	Min	Max	n	
I	120	79	176	1080	377	2502	82	
II	132	97	178	1453	773	2844	85	
III	156	112	209	2182	720	4775	137	
IV	160	117	213	2602	1006	5750	68	

<b>HEMBRAS</b>		Longitud manto (mm)			Peso total (gr)			
Estadio microsc3pico	Media	Min	Max	Media	Min	Max	n	
I	-	-	-	-	-	-	-	
II	123	94	171	1221	410	2711	137	
III	136	102	178	1727	630	3005	58	
IV	153	117	191	2178	1089	3978	60	
V	162	137	195	2476	1729	3854	26	
VI	174	130	212	2791	750	4573	43	
VII	162	123	198	2883	1345	4055	7	
VIII	141	104	174	1789	927	3573	59	



**Tabla 44.**  
Registro mensual de indicadores macrosc3picos para machos y hembras recolectados en la localidad de Queil3n. A3o 2009-2010.

<b>MACHOS</b>			Indice de Madurez		IGS Relativo		IGS	
Mes	A3o	n	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Marzo	2009	39	0,11	0,11	4,42	2,96	4,04	2,87
Abril	2009	41	0,08	0,07	4,69	2,13	4,37	2,03
Mayo	2009	36	0,04	0,03	5,24	2,64	5,05	2,54
Junio	2009	31	0,04	0,04	5,05	2,49	4,83	2,20
Julio	2009	39	0,04	0,06	6,52	2,68	6,29	2,61
Agosto	2009	24	0,03	0,01	7,40	2,61	7,20	2,53
Septiembre	2009	19	0,04	0,07	9,62	5,23	9,36	5,15
Octubre	2009	32	0,03	0,02	7,86	2,26	7,65	2,19
Noviembre	2009	27	0,03	0,02	8,75	3,28	8,52	3,21
Diciembre	2009	31	0,03	0,01	9,29	3,44	9,00	3,32
Enero	2010	27	0,04	0,03	7,99	7,85	7,65	7,38
Febrero	2010	36	0,04	0,07	6,86	3,62	6,63	3,51
Marzo	2010	33	0,04	0,02	6,01	2,87	5,75	2,70

<b>HEMBRAS</b>			Indice de Madurez		IGS Relativo		IGS	
Mes	A3o	n	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Marzo	2009	34	0,37	0,18	3,66	4,37	2,89	4,02
Abril	2009	31	0,36	0,15	4,07	6,13	3,28	5,42
Mayo	2009	29	0,36	0,15	3,91	8,76	3,33	8,41
Junio	2009	36	0,35	0,10	1,43	1,40	1,04	1,23
Julio	2009	35	0,33	0,11	2,01	2,36	1,49	2,03
Agosto	2009	31	0,27	0,13	3,21	2,41	2,59	2,27
Septiembre	2009	38	0,27	0,10	3,83	3,32	3,05	3,03
Octubre	2009	26	0,31	0,10	1,86	1,31	1,39	1,20
Noviembre	2009	36	0,24	0,12	4,83	4,24	4,09	3,97
Diciembre	2009	31	0,25	0,12	4,95	5,64	4,13	5,36
Enero	2010	19	0,27	0,13	6,30	6,83	5,14	6,37
Febrero	2010	17	0,21	0,12	8,25	8,54	7,24	7,97
Marzo	2010	28	0,26	0,13	6,11	7,43	5,22	7,12



**Tabla 45.**

Frecuencia mensual de estadios de madurez macrosc3picos en machos y hembras de pulpo de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010.

<b>MACHOS</b>	I	II	III
Marzo	7,5	47,5	45,0
Abril	17,1	73,2	9,8
Mayo	15,8	55,3	28,9
Junio	19,4	67,7	12,9
Julio	10,0	67,5	22,5
Agosto	6,1	69,7	24,2
Septiembre	3,7	70,4	25,9
Octubre	5,3	86,8	7,9
Noviembre	9,1	69,7	21,2
Diciembre	12,5	62,5	25
Enero	12,1	33,3	54,5
Febrero	12,2	26,8	61,0
Marzo	14,3	31,4	54,3

<b>HEMBRAS</b>	I	II	III	IV	V
Marzo	34,3	31,4	17,1	11,4	5,7
Abril	46,9	21,9	18,8	9,4	3,1
Mayo	41,9	29,0	12,9	9,7	6,5
Junio	30,6	55,6	8,3	2,8	2,8
Julio	45,7	42,9	2,9	2,9	5,7
Agosto	17,5	42,5	22,5	10,0	7,5
Septiembre	6,4	25,5	27,7	6,4	34,0
Octubre	23,3	40,0	26,7	3,3	6,7
Noviembre	13,5	45,9	24,3	10,8	5,4
Diciembre	2,8	55,6	30,6	8,3	2,8
Enero	8,0	20,0	52,0	16,0	4,0
Febrero	12,5	8,3	25,0	54,2	0,0
Marzo	20,0	23,3	6,7	40,0	10,0



**Tabla 46.**  
Frecuencia mensual de estadios de madurez en machos de pulpo de la localidad de Queil3n.  
Años 2009-2010.

	I	II	III	IV	Activos (II a III)
Marzo	38,2	20,6	32,4	8,8	52,9
Abril	25,7	45,7	14,3	14,3	60,0
Mayo	25,7	25,7	40,0	8,6	65,7
Junio	29,0	25,8	32,3	12,9	58,1
Julio	16,2	24,3	43,2	16,2	67,6
Agosto	3,1	34,4	53,1	9,4	87,5
Septiembre	0,0	11,5	46,2	42,3	57,7
Octubre	2,6	21,1	52,6	23,7	73,7
Noviembre	9,1	15,2	45,5	30,3	60,6
Diciembre	13,5	13,5	40,5	32,4	54,1
Enero	16,1	6,5	35,5	41,9	41,9
Febrero	16,2	21,6	13,5	48,6	35,1
Marzo	5,7	37,1	2,9	54,3	40,0

**Tabla 47.**  
Frecuencia mensual de machos con actividad gonadal (EMS II + III) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de de Queil3n. Años 2009-2010

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	66,7	0,0	100,0	75,0	57,1	100,0	50,0	66,7	-
Abril	0,0	60,0	80,0	75,0	80,0	80,0	100,0	0,0	0,0
Mayo	0,0	0,0	100,0	60,0	100,0	100,0	100,0	33,3	100,0
Junio	0,0	50,0	60,0	80,0	100,0	60,0	50,0	-	-
Julio	0,0	100,0	100,0	40,0	80,0	71,4	75,0	80,0	100,0
Agosto	80,0	100,0	100,0	100,0	100,0	66,7	60,0	100,0	-
Septiembre	0,0	66,7	-	40,0	80,0	80,0	50,0	66,7	0,0
Octubre	50,0	80,0	60,0	100,0	80,0	80,0	100,0	0,0	100,0
Noviembre	66,7	80,0	80,0	40,0	60,0	80,0	33,3	0,0	-
Diciembre	33,3	50,0	50,0	40,0	80,0	50,0	100,0	66,7	33,3
Enero	0,0	80,0	80,0	60,0	25,0	50,0	0,0	0,0	-
Febrero	14,3	100,0	66,7	60,0	20,0	20,0	20,0	0,0	-
Marzo	75,0	100,0	60,0	0,0	40,0	16,7	0,0	0,0	-



**Tabla 48.**  
Frecuencia mensual de machos en regresi3n (EMS IV) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010.

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	33,3	-
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	100,0	100,0
Mayo	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	66,7	0,0
Junio	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	40,0	50,0	-	-
Julio	0,0	0,0	0,0	40,0	20,0	14,3	25,0	20,0	0,0
Agosto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	40,0	0,0	-
Septiembre	100,0	33,3	-	60,0	20,0	20,0	50,0	33,3	100,0
Octubre	25,0	20,0	40,0	0,0	20,0	20,0	0,0	100,0	0,0
Noviembre	0,0	0,0	20,0	60,0	40,0	20,0	66,7	100,0	-
Diciembre	0,0	0,0	50,0	60,0	20,0	50,0	0,0	33,3	66,7
Enero	0,0	20,0	20,0	40,0	75,0	50,0	100,0	100,0	-
Febrero	0,0	0,0	33,3	40,0	80,0	80,0	80,0	100,0	-
Marzo	0,0	0,0	40,0	100,0	60,0	83,3	100,0	100,0	-

**Tabla 49.**  
Frecuencia mensual de estadios de madurez en hembras de pulpo de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Activas (III a VII)
Marzo	0,0	47,1	17,6	26,5	5,9	0,0	0,0	2,9	50,0
Abril	0,0	63,3	3,3	3,3	10,0	13,3	0,0	6,7	30,0
Mayo	3,2	41,9	22,6	12,9	0,0	9,7	6,5	3,2	51,6
Junio	0,0	55,6	19,4	11,1	8,3	2,8	0,0	2,8	41,7
Julio	0,0	45,7	17,1	17,1	2,9	11,4	0,0	5,7	48,6
Agosto	0,0	26,3	10,5	23,7	15,8	13,2	2,6	7,9	65,8
Septiembre	0,0	2,2	8,9	13,3	22,2	13,3	0,0	40,0	57,8
Octubre	0,0	41,4	10,3	20,7	10,3	3,4	0,0	13,8	44,8
Noviembre	0,0	25,0	8,3	27,8	22,2	11,1	0,0	5,6	69,4
Diciembre	0,0	5,7	28,6	17,1	20,0	2,9	2,9	22,9	71,4
Enero	0,0	8,0	16,0	8,0	8,0	12,0	32,0	16,0	76,0
Febrero	0,0	16,7	4,2	4,2	20,8	8,3	4,2	41,7	41,7
Marzo	0,0	30,0	3,3	6,7	6,7	10,0	23,3	20,0	50,0



**Tabla 50.**

Frecuencia mensual de hembras con actividad gonadal (EMS III al VII) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	100,0	16,7	0,0	50,0	60,0	66,7	66,7	100,0	100,0
Abril	0,0	20,0	0,0	0,0	25,0	50,0	100,0	100,0	-
Mayo	0,0	25,0	20,0	0,0	100,0	66,7	100,0	100,0	100,0
Junio	0,0	0,0	0,0	40,0	80,0	100,0	75,0	100,0	-
Julio	20,0	20,0	20,0	40,0	60,0	66,7	100,0	100,0	100,0
Agosto	0,0	40,0	66,7	40,0	100,0	75,0	100,0	100,0	100,0
Septiembre	33,3	40,0	40,0	80,0	0,0	60,0	87,5	80,0	100,0
Octubre	0,0	0,0	80,0	40,0	100,0	100,0	0,0	100,0	-
Noviembre	25,0	16,7	60,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-
Diciembre	50,0	75,0	100,0	75,0	60,0	80,0	80,0	66,7	50,0
Enero	66,7	83,3	100,0	80,0	50,0	-	-	100,0	-
Febrero	0,0	25,0	100,0	40,0	50,0	100,0	50,0	0,0	-
Marzo	0,0	40,0	40,0	20,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-

**Tabla 51.**

Frecuencia mensual de hembras en pre-ovulaci3n (EMS VI) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010.

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	50,0	66,7	-
Mayo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	50,0	0,0
Junio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	-
Julio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	100,0	100,0
Agosto	0,0	0,0	0,0	20,0	20,0	25,0	50,0	0,0	0,0
Septiembre	33,3	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	12,5	20,0	66,7
Octubre	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	-
Noviembre	0,0	0,0	0,0	20,0	20,0	0,0	50,0	0,0	-
Diciembre	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Enero	0,0	0,0	0,0	20,0	25,0	-	-	100,0	-
Febrero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	25,0	0,0	-
Marzo	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	100,0	100,0	-



**Tabla 52.**

Frecuencia mensual de hembras en regresi3n (EMS VIII) por estratos (E) de la longitud dorsal del manto (LDM), de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010.

Estrato	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9
Rango (mm)	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189
Marzo	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Abril	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	25,0	0,0	0,0	-
Mayo	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	-
Julio	0,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0
Septiembre	66,7	60,0	60,0	20,0	100,0	40,0	12,5	20,0	0,0
Octubre	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	0,0	100,0	0,0	-
Noviembre	0,0	16,7	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Diciembre	50,0	25,0	0,0	0,0	40,0	20,0	20,0	33,3	50,0
Enero	0,0	16,7	0,0	20,0	50,0	-	-	0,0	-
Febrero	0,0	50,0	0,0	60,0	50,0	0,0	50,0	100,0	-
Marzo	0,0	0,0	60,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-

**Tabla 53.**

Relaci3n de indicadores macrosc3picos por estado de madurez sexual en machos y hembras de la localidad de Queil3n.

MACHOS	Indice Madurez			IGS Relativo			IGS			
	Estadio microsc3pico	Media	Min	Max	Media	Min	Max	Media	Min	Max
I		0,05	0,003	0,413	2,47	0,672	4,63	2,34	0,642	4,54
II		0,05	0,005	0,474	4,91	0,352	10,28	4,73	0,198	10,00
III		0,04	0,011	0,398	8,31	0,624	27,28	8,05	0,411	26,83
IV		0,05	0,014	0,208	9,29	2,366	44,34	8,86	2,087	41,59

HEMBRAS	Indice Madurez			IGS Relativo			IGS			
	Estadio microsc3pico	Media	Min	Max	Media	Min	Max	Media	Min	Max
I		0,40	0,404	0,404	0,71	0,712	0,71	0,42	0,42	0,42
II		0,41	0,023	0,794	0,81	0,304	5,17	0,50	0,16	5,05
III		0,32	0,013	0,507	2,10	0,680	10,50	1,53	0,43	10,28
IV		0,23	0,027	0,421	4,19	0,939	13,28	3,39	0,60	11,94
V		0,16	0,040	0,300	7,98	2,093	30,45	6,94	1,51	28,75
VI		0,14	0,019	0,296	10,36	2,229	27,87	9,03	1,63	26,00
VII		0,21	0,017	0,596	12,94	2,688	44,11	11,46	1,08	42,17
VIII		0,33	0,127	0,504	3,15	0,872	16,17	2,26	0,43	13,71



**Tabla 54.**

Relaci3n de datos biom3tricos de la longitud dorsal del manto y el peso total por estado de madurez sexual en machos y hembras de la localidad de Queil3n.

<b>MACHOS</b>		Longitud manto (mm)			Peso total (gr)			
Estadio microsc3pico	Media	Min	Max	Media	Min	Max	n	
I	112	87	151	866	345	2538	69	
II	127	93	162	1254	711	2484	104	
III	147	106	188	1864	480	3894	152	
IV	152	104	196	2248	791	4709	116	

<b>HEMBRAS</b>		Longitud manto (mm)			Peso total (gr)			
Estadio microsc3pico	Media	Min	Max	Media	Min	Max	n	
I	-	-	-	-	-	-	-	
II	119	84	163	1088	398	2204	133	
III	134	102	188	1500	762	3570	57	
IV	147	104	183	1768	836	3429	66	
V	154	116	188	1995	963	3219	52	
VI	159	106	188	2187	703	3385	37	
VII	142	101	182	1973	1289	2693	20	
VIII	137	98	181	1674	564	3226	62	

**Tabla 55.**

Cuadro resumen del estimado de madurez sexual para la longitud total (cm) y la longitud dorsal del manto (mm), considerando los criterios de g3nadas maduras (C1 y C2) y el per3odo para el ajuste, en machos y hembras de la localidad de Ancud.

Ancud	Per3odo	Criterio	Machos		Hembras	
			L <sub>50%</sub>	Intervalo 95%	L <sub>50%</sub>	Intervalo 95%
Longitud total (cm)	Todo estudio	C1	60,1	55,0-64,1	69,7	66,6-72,5
	Septiembre-febrero	C1	57,2	45,8-62,0	62,9	57,1-66,3
	Todo estudio	C2	76,1	73,3-79,4	78,0	75,2-80,9
	Septiembre-febrero	C2	69,7	66,6-75,1	70,7	67,4-75,3
Longitud dorsal manto (mm)	Todo estudio	C1	117,8	109,1-123,6	131,0	125,9-135,6
	Septiembre-febrero	C1	114,8	106,9-121,8	120,5	111,2-128,6
	Todo estudio	C2	142,5	137,9-147,1	145,0	139,9-149,6
	Septiembre-febrero	C2	134,4	128,3-140,1	134,4	127,1-141,6



**Tabla 56.**

Cuadro resumen del estimado de madurez sexual para el peso total (g), considerando los estimados de LT y LDM de madurez sexual, mediante las relaciones longitud-peso, en machos y hembras de la localidad de Ancud.

Ancud	Período	Criterio	Machos		Hembras	
			PT	Intervalo 95%	PT	Intervalo 95%
Respecto a madurez LT <sub>50%</sub>	Todo estudio	C1	1.095	913-1.226	1.480	1.350-1.606
	Septiembre-febrero	C1	1.045	688-1.218	1.302	1.073-1.444
	Todo estudio	C2	1.715	1.588-1.849	1.865	1.732-2.011
	Septiembre-febrero	C2	1.519	1.395-1.749	1.641	1.492-1.859
Respecto a madurez LDM <sub>50%</sub>	Todo estudio	C1	1.083	907-1.232	1.476	1.353-1.591
	Septiembre-febrero	C1	1.028	859-1.194	1.269	1.059-1.470
	Todo estudio	C2	1.735	1.611-1.891	1.842	1.703-1.972
	Septiembre-febrero	C2	1.530	1.361-1.699	1.624	1.432-1.828

**Tabla 57.**

Cuadro resumen del estimado de madurez sexual para la longitud total (cm) y la longitud dorsal del manto (mm), considerando los criterios de g3nadas maduras (C1 y C2) y el período para el ajuste, en machos y hembras de la localidad de Queil3n.

Queil3n	Período	Criterio	Machos		Hembras	
			L <sub>50%</sub>	Intervalo 95%	L <sub>50%</sub>	Intervalo 95%
Longitud total (cm)	Todo estudio	C1	59,8	56,4-62,5	66,6	63,7-69,5
	Septiembre-febrero	C1	59,6	55,8-62,6	59,4	53,3-63,5
	Todo estudio	C2	71,4	69,3-73,6	72,5	69,6-75,1
	Septiembre-febrero	C2	66,6	62,6-69,4	66,4	62,6-70,1
Longitud dorsal manto (mm)	Todo estudio	C1	112,1	107,3-116,5	124,0	117,5-127,6
	Septiembre-febrero	C1	110,9	100,7-117,6	111,1	100,5-116,8
	Todo estudio	C2	133,0	129,3-137,0	135,6	130,2-139,5
	Septiembre-febrero	C2	123,2	116,4-128,7	121,2	112,7-126,8



**Tabla 58.**

Cuadro resumen del estimado de madurez sexual para el peso total (g), considerando los estimados de LT y LDM de madurez sexual, mediante las relaciones longitud-peso, en machos y hembras de la localidad de Queilén.

Queilén	Período	Criterio	Machos		Hembras	
			PT	Intervalo 95%	PT	Intervalo 95%
Respecto a madurez LT <sub>50%</sub>	Todo estudio	C1	1.054	935-1.154	1.321	1.214-1.435
	Septiembre-febrero	C1	1.054	917-1.171	1.059	868-1.200
	Todo estudio	C2	1.516	1.425-1.612	1.557	1.439-1.666
	Septiembre-febrero	C2	1.335	1.171-1.458	1.301	1.169-1.441
Respecto a madurez LDM <sub>50%</sub>	Todo estudio	C1	1.001	907-1.094	1.276	1.149-1.350
	Septiembre-febrero	C1	1.023	832-1.160	1.054	881-1.152
	Todo estudio	C2	1480,0	1.388-1.584	1.520	1.404-1.607
	Septiembre-febrero	C2	1.282	1.135-1.408	1.231	1.081-1.334

**Tabla 59.**

Coefficientes obtenidos a partir de los ajustes entre fecundidad potencial - longitud del manto (SCR: suma de cuadrados residuales).

Coefficientes	Ajuste lineal	Ajuste Potencial	Ajuste Exponencial
<b>n</b>	23	23	23
<b>a</b>	-15617,38	0,0001013	223,97789
<b>b</b>	129,78	3,4861491	0,01931
<b>p</b>	0,000146	0,000355	0,000256
<b>SCR</b>	161.222.001	155.559.063	155.276.092

**Tabla 60.**

Coefficientes obtenidos a partir de los ajustes entre fecundidad potencial – Peso Corporal (SCR: suma de cuadrados residuales).

Coefficientes	Ajuste lineal	Ajuste Potencial	Ajuste Exponencial
<b>n</b>	23	23	23
<b>a</b>	-1834,5828	0,2939	2,070e+03
<b>b</b>	2,9752	1,2586	3,896e-04
<b>p</b>	6,09e-05	0,00024	0,000161
<b>SCR</b>	148.811.535	149.163.769	152.909.582



**Tabla 61.**  
Coeficientes obtenidos a partir del c3lculo de separaci3n de modas para la longitud de ovocitos (S.I.: 3ndice de Separaci3n de modas).

Grupos modales	Media aproximada	Media Computada	Desviaci3n est3andar	Poblaci3n de datos	S.I.
1	7,82	7,57	1,138	31,77	0
2	14,13	14,27	1,841	317,45	4,503
3	18,06	18,25	1,155	50,78	2,656

**Tabla 62.**  
Esfuerzo registrado en los seguimientos *in situ* de la faena de pesca de *E. megalocyathus*. 2009.

Viaje	Estacion	Puerto Desembarque	Embarcaci3n Monitoreada	N3mero buzos	N3mero Inmersiones	Esfuerzo total embarcaci3n (horas buceo)	Esfuerzo por inmersi3n (horas/buzo)	
							Promedio	DS
1	Invierno	Queilen	3	2	13	7,65	0,59	0,13
2			6	2	4	3,65	0,91	0,47
3		Quell3n	7	2	9	7,15	0,79	0,27
4			8	2	11	8,08	0,73	0,28
5	Primavera	Dalcahue	1	1	4	2,92	0,73	0,54
6			1	1	5	4,30	0,86	0,36
7			2	1	7	3,33	0,48	0,21
8		Queilen	4	2	7	7,22	1,03	0,37
9			5	1	5	2,47	0,49	0,23
10			6	2	7	3,77	0,54	0,21
Total					72	50,53	0,70	0,32



**Tabla 63.**

Captura de *E. megalocyathus* mínima, máxima y promedio por buzo, durante los monitoreos *in situ* en las temporadas de invierno y primavera del 2009.

Buzo Número	Captura por Buzo							
	(kilos)				(Nº Individuos)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	DS	Mínimo	Máximo	Promedio	DS
1	1,2	13	6,6	3,8	1	10	3,5	3,3
2	0	14,5	4,6	5,8	0	6	2,6	2,3
3	4	23,5	10	9,2	2	16	6	6,7
4	0	24,5	8,3	9,8	0	11	4,2	4,4
5	9,7	34	21,5	11,1	6	25	14,4	7,6
6	0,9	13	7,7	5,2	1	11	5,2	3,6
7	68	110	89	29,7	32	45	38,5	9,2
8	40	90	65	35,4	13	46	29,5	23,3
9	0,9	7	3,2	2,4	1	3	1,6	0,9
10	6	37	18,4	13,4	1	10	4,4	3,6
11	25	29	27	2,8	6	8	7	1,4
12	9	28	20,7	10,2	3	12	8,7	4,9
13	5	10	6,8	2,4	3	10	4,8	3,5
14	0	27	14,1	9	0	16	8,8	5,3
15	0	30	4,3	11,3	0	9	1,3	3,4
Total	0	110	14,2	19,2	0	46	6,9	8,9

**Tabla 64.**

Desembarque de pulpo del sur registrado en los 10 viajes en que se realizó monitoreo en las zonas de pesca, en las estaciones de invierno y primavera del 2009.

Puerto Desembarque	Embarcación Monitoreada	Fecha del viaje monitoreado					Total General
		22-08-2009	26-08-2009	28-08-2009	10-11-2009	11-11-2009	
<b>Desembarque monitoreado en número de ejemplares</b>							
Dalcahue	1				39	40	79
	2					9	9
Queilén	3			49			49
	4					45	45
	5				8		8
	6			136	36		172
Quellón	7	45					45
	8		93				93
Total general		45	93	185	83	85	500
<b>Desembarque monitoreado en kg</b>							
Dalcahue	1				49,000	78,000	127,000
	2					30,000	30,000
Queilén	3			78,395			78,395
	4					89,000	89,000
	5				15,953		15,953
	6			308,000	146,000		454,000
Quellón	7	81,500					81,500
	8		147,100				147,100
Total general		81,500	147,100	386,395	210,953	167,000	1.022,948



**Tabla 65.**

VARIABLES ASOCIADAS A LOS EJEMPLARES MUESTREADOS EN LOS 10 VIAJES EN QUE SE REALIZÓ MONITOREO EN LAS ZONAS DE PESCA, EN LAS ESTACIONES DE INVIERNO Y PRIMAVERA DEL 2009.

**a. Peso (g)**

Estación de Muestreo	Puerto Desembarque	n	Peso Medio	DS	Peso Máximo	Peso Mínimo
Invierno	Queilen	28	1826,4	671,0	3700	875
	Quellón	31	1566,8	498,2	2510	800
	Total	59	1690,0	595,9	3700	800
Primavera	Dalcahue	77	2095,3	706,3	3627	570
	Queilen	89	2726,5	1485,0	7000	831
	Total	166	2433,7	1227,0	7000	570

**b. Longitud dorsal del manto (cm)**

		n	Talla media		Talla Máxima	Talla Mínima
Invierno	Queilen	28	16,2	3,1	25,0	10,0
	Quellón	31	14,4	2,5	22,0	11,0
	Total	59	15,3	2,9	25,0	10,0
Primavera	Dalcahue	77	13,2	2,6	19,0	9,0
	Queilen	89	14,7	3,7	25,0	7,6
	Total	166	14,0	3,3	25,0	7,6

**c. Longitud total (cm)**

Invierno	Queilen	28,0	72,8	12,9	110,0	50,0
	Quellón	31,0	73,9	9,6	89,5	54,0
	Total	59,0	73,4	11,2	110,0	50,0
Primavera	Dalcahue	77,0	81,6	10,8	102,0	60,0
	Queilen	89,0	80,4	13,9	116,0	50,0
	Total	166,0	81,0	12,5	116,0	50,0

**Tabla 66.**

Proporción de sexos de pulpo del sur presentes en la muestra tomada en los 10 viajes monitoreados in situ por zona de pesca y estación del año, durante el 2009.

Sexo	Temporada	Número de Individuos			
		Dalcahue	Queilen	Quellón	Total
Hembra	Invierno		15	18	33
	Primavera	43	51		94
Macho	Invierno		13	13	26
	Primavera	34	38		72
<b>Total</b>		<b>77</b>	<b>117</b>	<b>31</b>	<b>225</b>



**Tabla 67.**

Captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (kg/h-buzo) de *E. megalocyathus*, registrada en una muestra de 10 viajes\_ embarcaci3n. 2009.

Viaje	Captura (kg)	Esfuerzo (h de buceo)	CPUE (kg/h- buzo)
1	82	7.15	11.4
2	147	8.08	18.2
3	78	7.65	10.2
4	308	3.65	84.4
5	16	2.47	6.5
6	146	3.77	38.7
7	89	7.22	12.3
8	49	2.92	16.8
9	78	4.30	18.1
10	30	3.33	9.0

**Tabla 68.**

Composici3n en peso y longitud de la captura muestreada seg3n arte de pesca est3tico.

<b>a. Peso (g)</b>		<b>Nasa</b>			
<b>Sexo</b>	<b>n</b>	<b>Peso Medio</b>	<b>DS</b>	<b>Peso M3ximo</b>	<b>Peso M3nimo</b>
Macho	14	696	584	2,13	30
Hembra	8	337	227	590	27
Indeterminado	1	0,5	-	0,5	0,5
Total	23	541	512	2,13	0,5

<b>b. Long. del manto (cm)</b>		<b>Talla media</b>	<b>Talla M3xima</b>	<b>Talla M3nima</b>
Macho	14	9,9	3,8	16,3
Hembra	8	8,0	2,1	10,9
Indeterminado	1	0,5	-	0,5
Total	23	8,9	3,7	16,3

<b>c. Longitud total (cm)</b>		<b>Talla media</b>	<b>Talla M3xima</b>	<b>Talla M3nima</b>
Macho	14	47,9	18,1	86
Hembra	8	41,9	13,3	57
Indeterminado	1	4,8	-	5
Total	23	43,9	18,2	86

Contin3a p3gina siguiente



Continuaci3n tabla 68

<b>a. Peso (g)</b>			<b>Tubo</b>		
<b>Sexo</b>	<b>n</b>	<b>Peso Medio</b>	<b>DS</b>	<b>Peso M3ximo</b>	<b>Peso M3nimo</b>
Macho	10	349	320	1,161	51
Hembra	6	447	246	878	166
Indeterminado	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>386</b>	<b>290</b>	<b>1,161</b>	<b>51</b>

<b>b. Long. del manto (cm)</b>			<b>Talla media</b>	<b>Talla M3xima</b>	<b>Talla M3nima</b>
Macho	10	7,3	3,4	14,4	3,5
Hembra	6	8,5	1,0	10,0	7,5
Indeterminado	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>7,8</b>	<b>2,8</b>	<b>14,4</b>	<b>3,5</b>

<b>c. Longitud total (cm)</b>					
Macho	10	41,5	16,0	69	24
Hembra	6	49,2	8,8	59	37
Indeterminado	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>44,4</b>	<b>13,9</b>	<b>69</b>	<b>24</b>

<b>a. Peso (g)</b>			<b>Potera</b>		
<b>Sexo</b>	<b>n</b>	<b>Peso Medio</b>	<b>DS</b>	<b>Peso M3ximo</b>	<b>Peso M3nimo</b>
Macho	3	636	533	1,239	226
Hembra	1	1,238	-	1,238	1238
Indeterminado	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>787</b>	<b>529</b>	<b>1,239</b>	<b>226</b>

<b>b. Long. del manto (cm)</b>			<b>Talla media</b>	<b>Talla M3xima</b>	<b>Talla M3nima</b>
Macho	3	10,7	3,8	15,1	8,0
Hembra	1	13,7	-	13,7	13,7
Indeterminado	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>11,5</b>	<b>3,5</b>	<b>15,1</b>	<b>8,0</b>

<b>c. Longitud total (cm)</b>					
Macho	3	53,7	21,8	78	36
Hembra	1	76,0	-	76	76
Indeterminado	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>59,3</b>	<b>21,8</b>	<b>78</b>	<b>36</b>



**Tabla 69.**  
Cpue (kg/h-reposo) estimada por arte estático.

Tipo arte	Promedio	DS	Número de artes estáticas	Número de individuos capturados
	(kg/h-reposo)			
Nasa	0,00014599	0,00106275	598	23
Tubo	0,00006078	0,00059920	600	16
Potera	0,00001815	0,00025738	600	4
Total	0,00007489	0,00072097	1798	43

**Tabla 70.**  
Nómina de especies capturadas en los artes estáticos (fauna acompañante). Temporada invierno 2009.

Phylum o clase	Nombre común	Nombre científico
Crustáceos	Camarones	<i>Betaeus truncatus</i>
	Cangrejo araña	<i>Eurypodius latreillei</i>
	Cangrejo Ermitaño	<i>Paguristes weddelli</i>
	Jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>
	Jaiba reina	<i>Cancer coronatus</i>
	Langostinos	<i>Munida subrugosa</i>
	Panchote o Cangrejo	<i>Taliepus dentatus</i>
Equinodermos	Erizo rojo	<i>Loxechinus albus</i>
	Estrellas de mar	<i>Stichaster striatus</i>
Moluscos	Caracol palo palo	<i>Argobuccinum ranelliforme</i>
	Caracol	<i>Nassarius gayi</i>
	Caracol negro	<i>Tegula atra</i>
	Lapas	<i>Fissurella spp.</i>
	Mitílidos	
	Pulpito	<i>Robsonella fontaniana</i>
Peces	Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>
	Brotula	<i>Salilota australis</i>
	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>
	Chancharro	<i>Sebastes capensis</i>
	Congrios	<i>Genypterus spp</i>
	Lisa	<i>Mugil cephalus</i>
	Pejesapo	<i>Sicyases sanguineus</i>
	Pez flecha	

# FIGURAS

---





Figura 1. Ejemplar de pulpo rojo. *E. megalocyathus*. (Fotografía tomada de Ré, 2007).

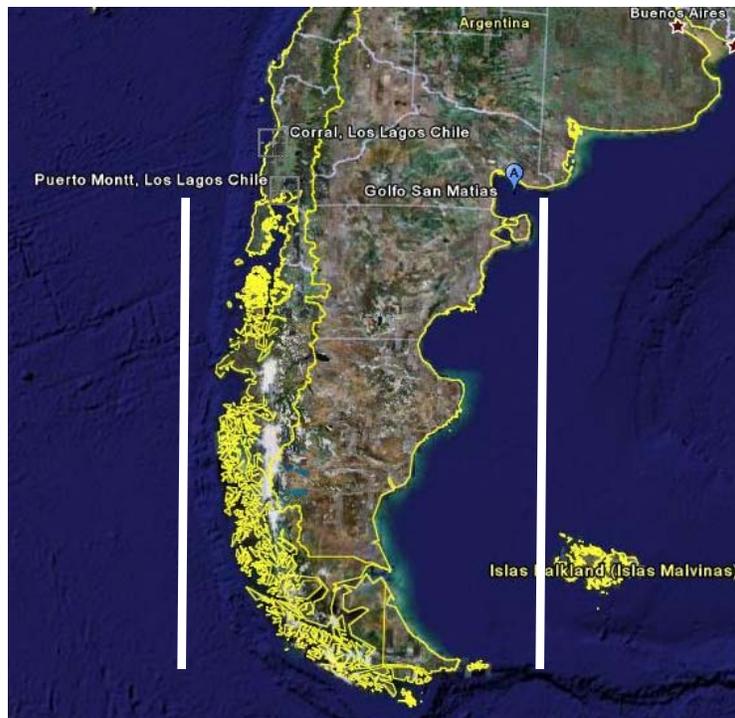


Figura 2. Distribución geográfica de *E. megalocyathus*. (Tomada de Olguín, 2007).

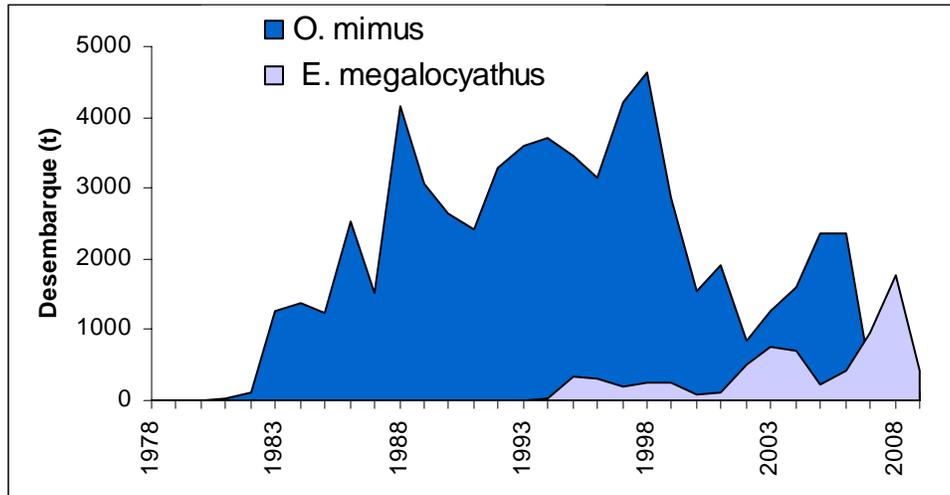


Figura 3. Desembarques de pulpo del norte, *O. mimus* y pulpo del sur *E. megalocyathus*. (Elaborado a partir de informaci3n de Sernapesca).

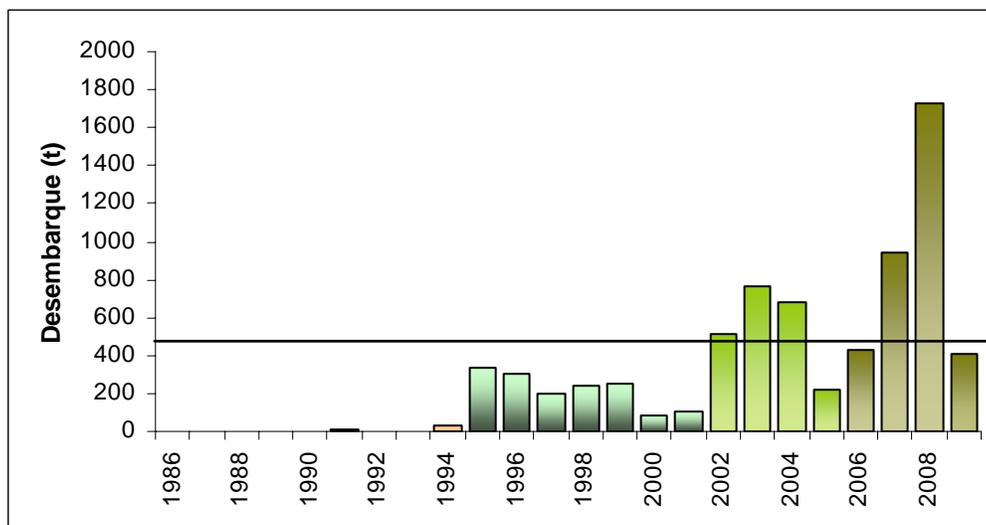


Figura 4. Desembarques de pulpo del sur *E. megalocyathus*. Período 1986 – 2009 (Elaborado a partir de informaci3n de Sernapesca).

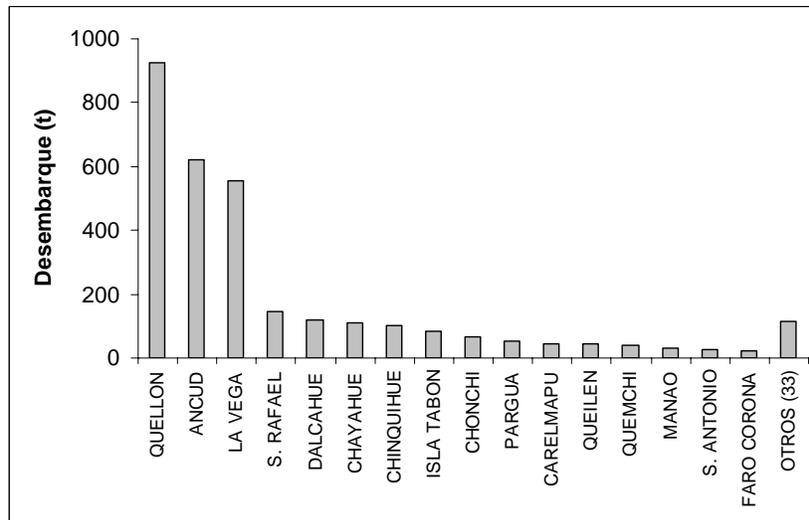


Figura 5. Caletas que registran los mayores desembarques durante el periodo 1997-2006. (Elaborado a partir de información de Semapesca).

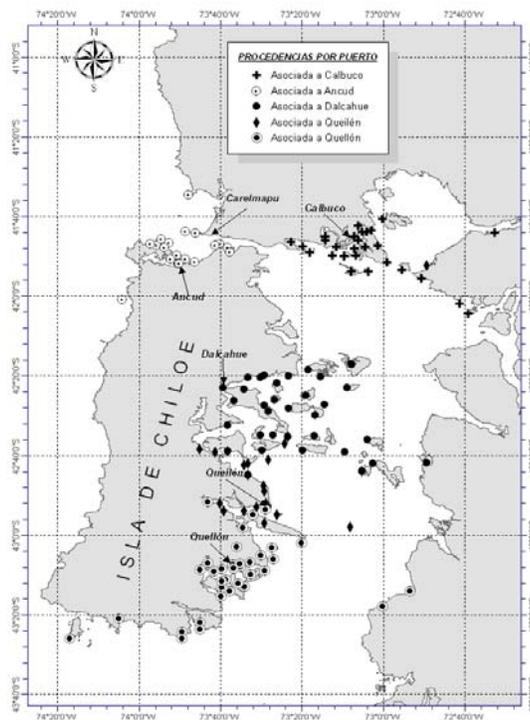


Figura 6. Ubicación de los centros de muestreo y de las procedencias explotadas en el periodo 2004 - 2008. Fuente IFOP.

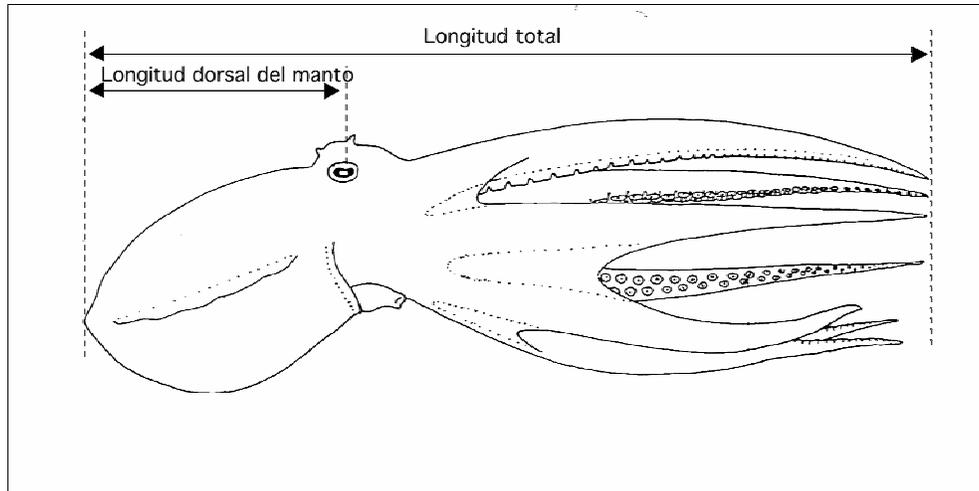


Figura 7. Esquema mostrando las medidas que se tomaron a los ejemplares de *E. megalocyathus* en el laboratorio de IFOP en Ancud.

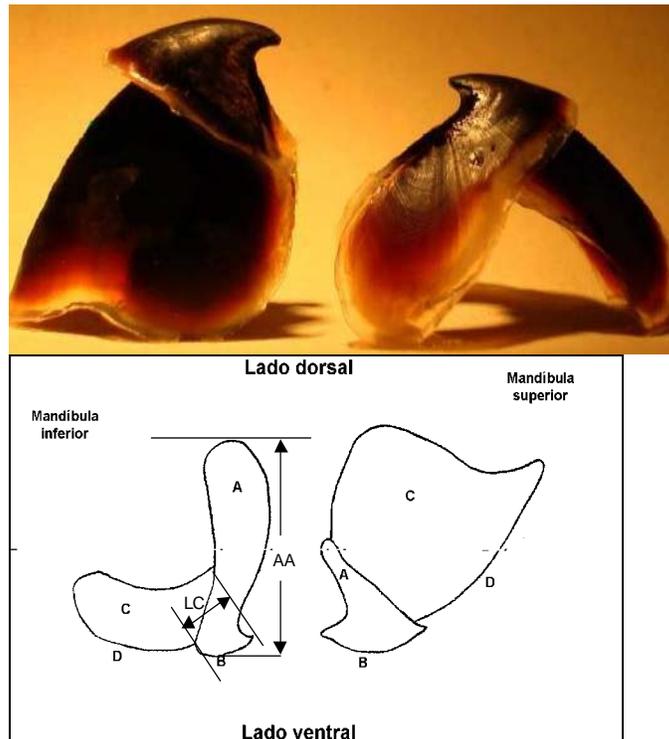


Figura 8. Mandíbulas de *E. megalocyathus* (Tomada de Ré, 2007) (Superior). Esquema de la mandíbula superior e inferior de pulpo. A: ala; B: capucha; C: pared lateral; D: cresta; AA: altura del ala; LC: longitud capucha. Terminología utilizada según Clarke (1965) y Raya y Hernández-Gonzalez (*in press*) (Inferior).

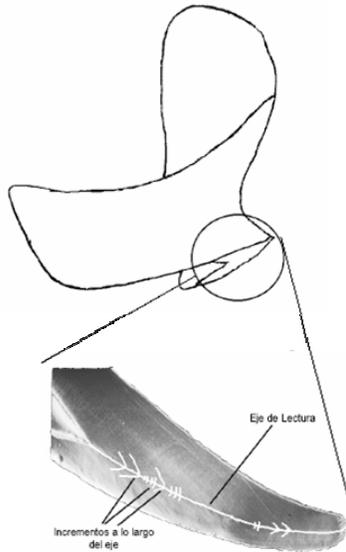


Figura 9. Esquema de la vista sagital de una mandíbula inferior de pulpo. En la parte inferior se muestra el área del rostro donde se ubica el eje de lectura y para efectos de comprensión, se ha dibujado la apariencia de algunos incrementos.

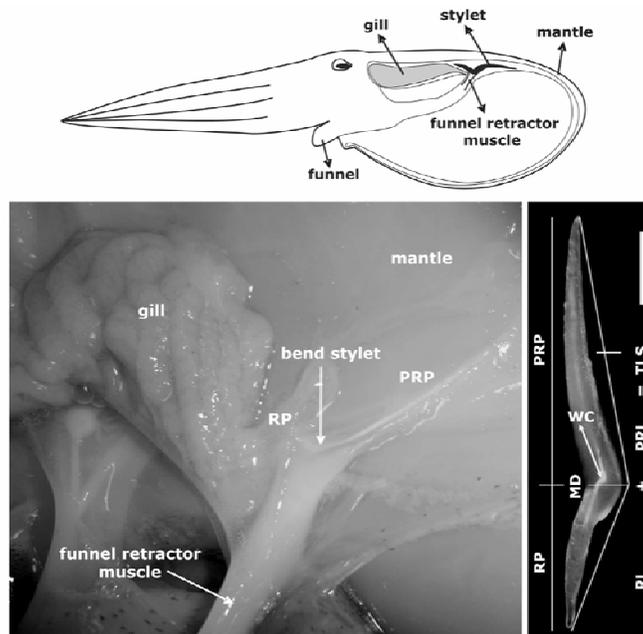


Figura 10. Morfología interna de *E. megalocyathus*, indica localización del estilete (fig. superior e izquierda) y vista del estilete con los nombres de algunas de sus partes. MD: diámetro máximo al nivel del codo; PRP: parte post rostral; RP: parte rostral; PRL: longitud post rostral; RL: longitud rostral; WC: núcleo blanco; TLS: longitud total del estilete. Barra 1 cm. Foto obtenida de Marquez y Ré (2009)



Figura 11. Captura de individuos de *E. megalocyathus*, mediante tubos tipo refugio.



Figura 12. Localidades de captura de animales.

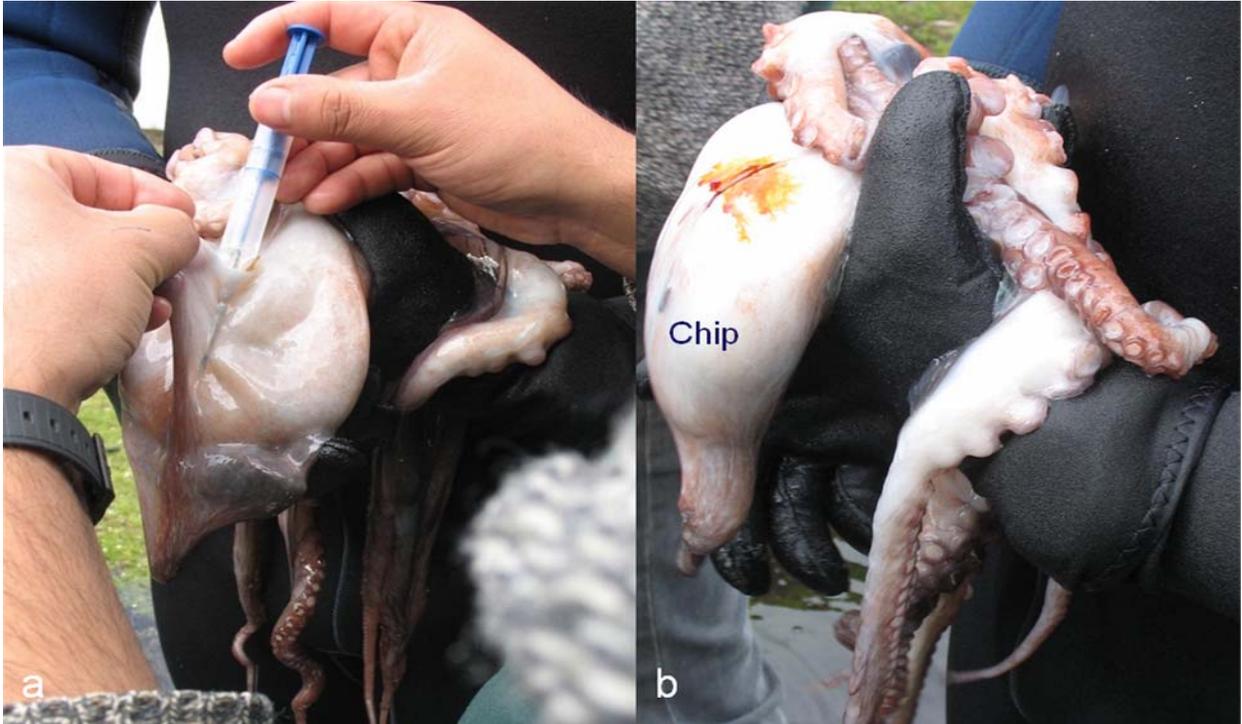


Figura 13. M3todo de inserci3n de chip. a) Inyecci3n del chip, b) Chip inserto en el manto del animal.

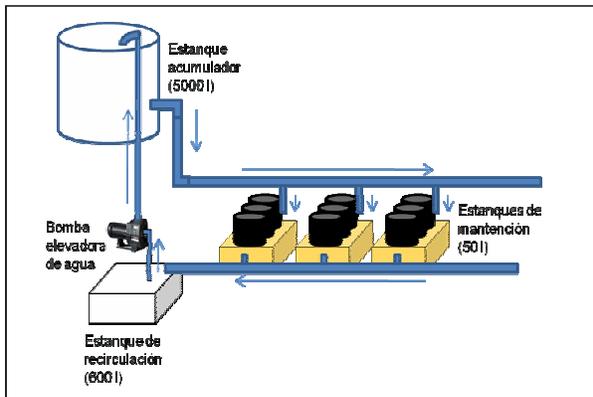


Figura 14. Sistema de mantenci3n de los animales. a) Esquema del sistema de mantenci3n, el conjunto formado por los estanques, acumulador y decantador, se denomina "rack", las flechas muestran la direcci3n del agua. b) Fotografia del "rack 3" en el centro de experimentaci3n.



Figura 15. Marcaje con estrés salino durante el experimento de validación. a). Animales en mallas o en tubos de malla (los más pequeños) para evitar agresiones durante el estrés salino grupal. b) Control de la salinidad c) Comportamiento de “carrusel” de los pulpos con el estrés.



Figura 16. Instrumentos utilizados durante el experimento; a) ictiómetro Ictiom y b) Balanza Super-SS 3S/New Su-15.



Figura 17. Proceso de extracci3n de muestras; a) Extracci3n de estiletes, b) Extracci3n de cristalinos y c) Extracci3n de mandíbula. Donde Est: Estilete, Cris: Cristalino y Man: Mandíbula.

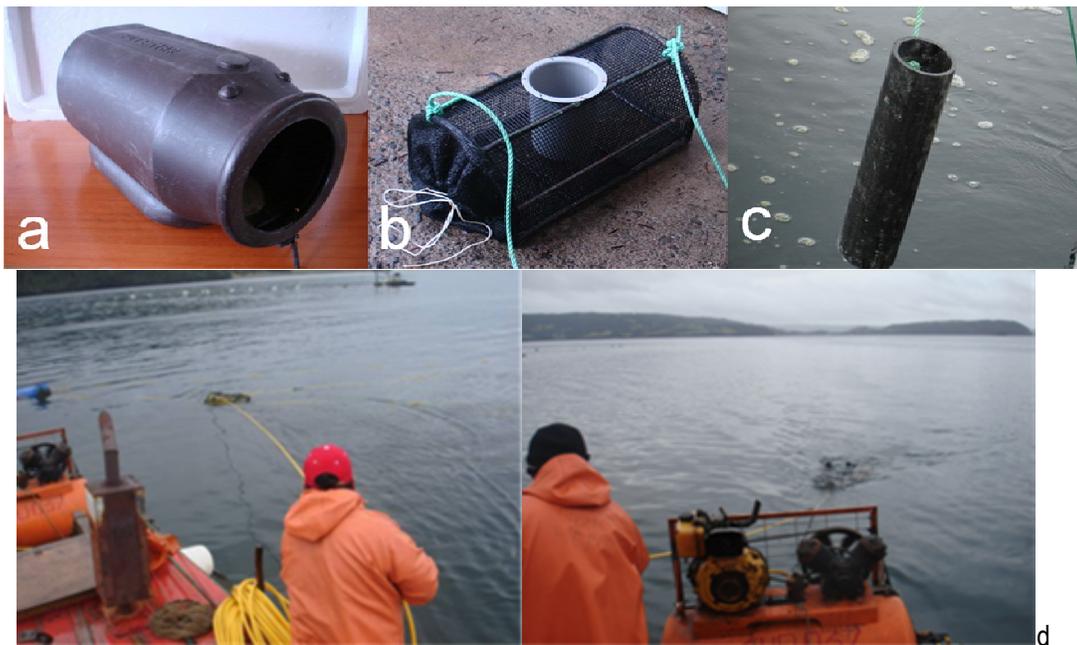


Figura 18. Artes de Pesca evaluados en la captura de pulpo del sur. a) Trampa tipo refugio Pota o Potera, b) Trampa tipo Nasa española c) Trampa tipo Refugio Tubo, y d) Buceo hooka con gancho.

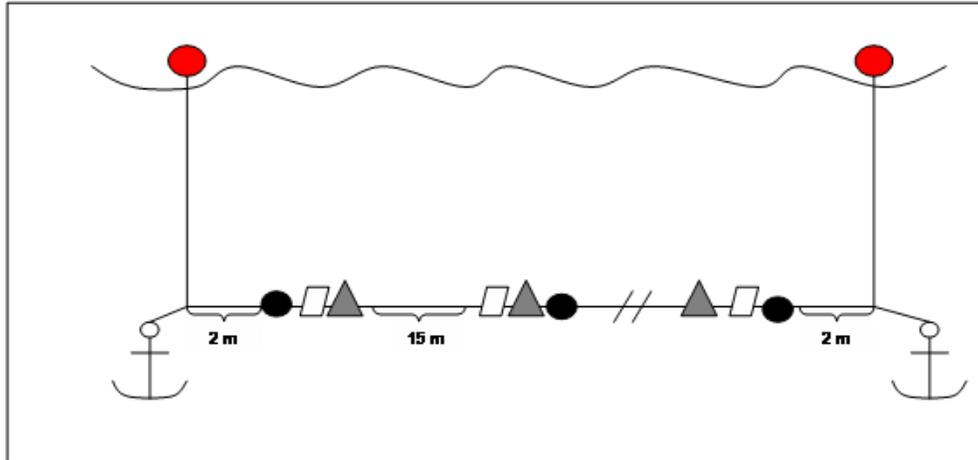


Figura 19. Sistema de pesca tipo “palangre” con los tres artes de pesca (nasa, tubo y pota) utilizados para el muestreo.

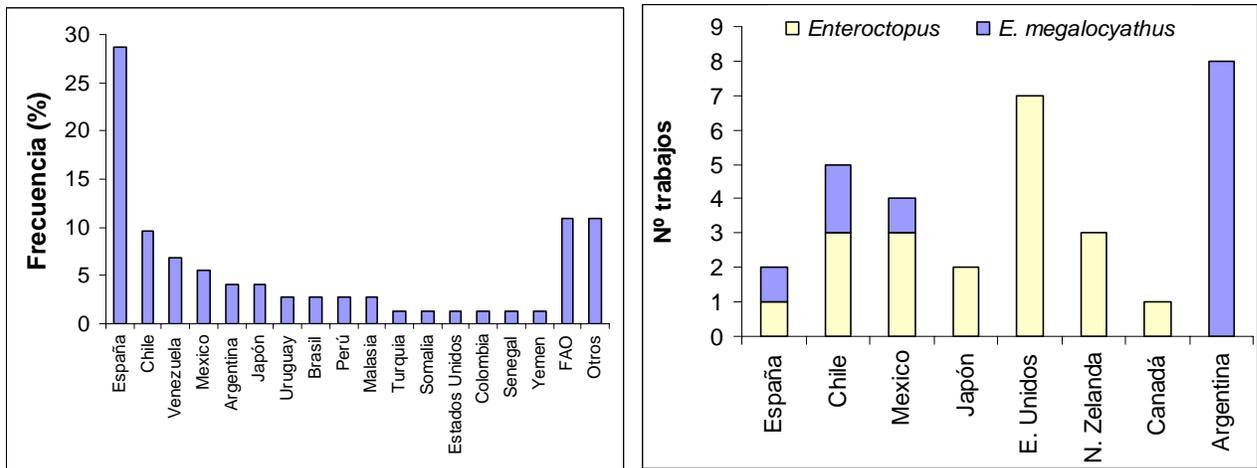


Figura 20. Frecuencia de trabajos publicados en la tipología Cefalópodos (izquierda) y Genero *Enteroctopus* y *E. megalocyathus* (derecha).

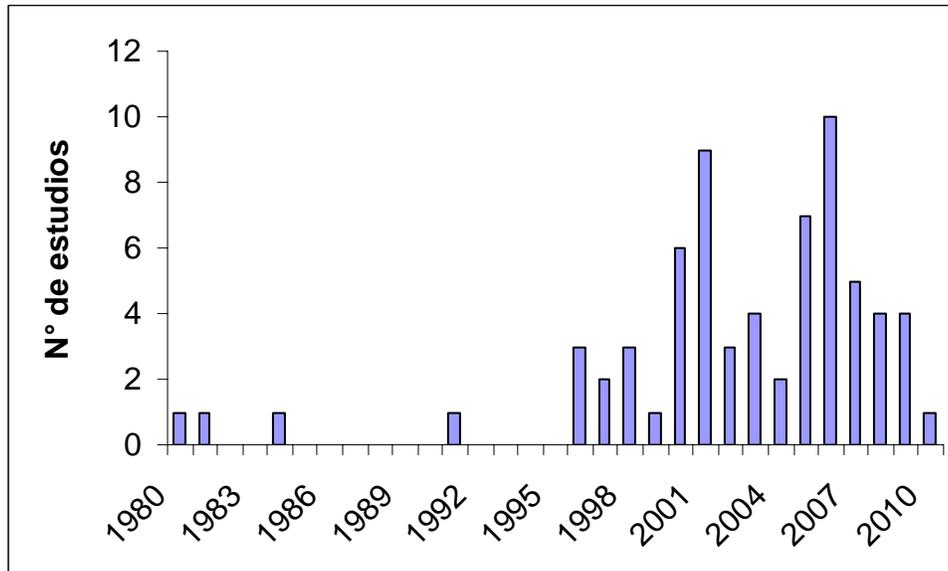


Figura 21. Frecuencia de trabajos publicados anualmente en la tipología *E. megalocyathus*.



Figura 22. Embarcaciones que capturan pulpo con señuelo en la costa atlántica de México (Fotos Gentileza Gustavo San Martín)



Figura 23. Buzos extractores de pulpo y artes de pesca utilizados en la extracci3n de este recurso en la Regi3n de Los Lagos

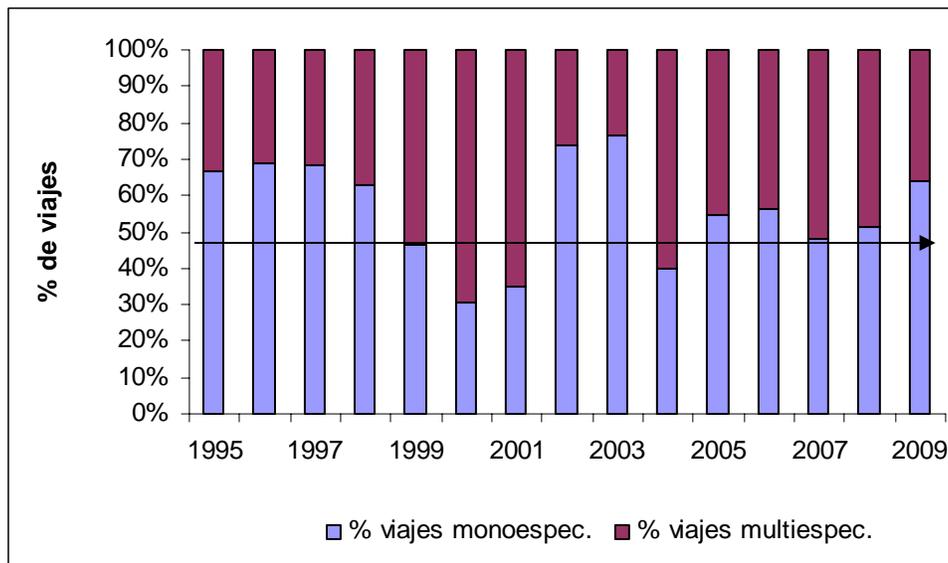


Figura 24. Porcentaje de viajes mono y multiespecifico por a1o. 1995 – 2009. Fuente: IFOP.

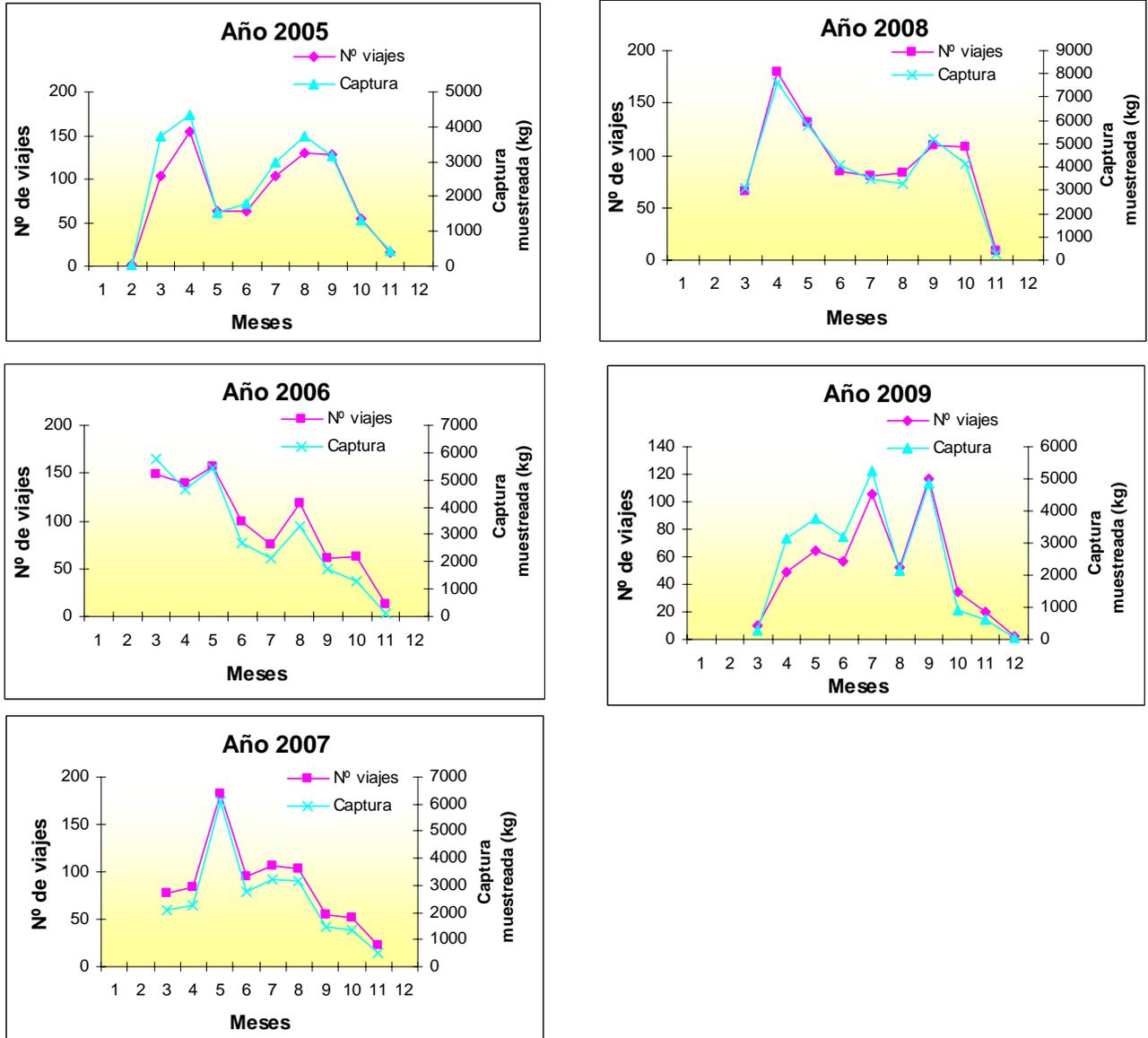


Figura 25. Número de viajes con pulpo muestreados en Ancud y captura muestreada desembarcada en el mismo puerto. Periodo 2005 – 2009. Fuente IFOP.

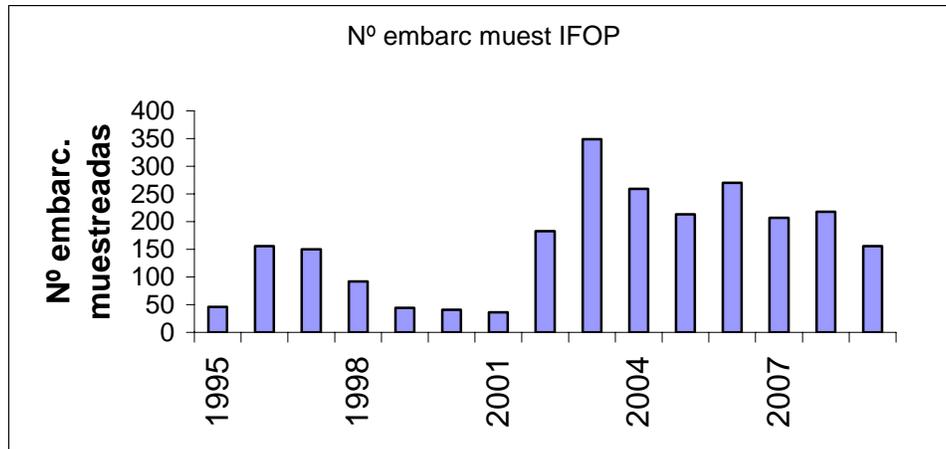


Figura 26. N3mero de embarcaciones extractoras de pulpo, monitoreadas por IFOP operando en la Regi3n de Los Lagos. Per3odo 1995 – 2009.

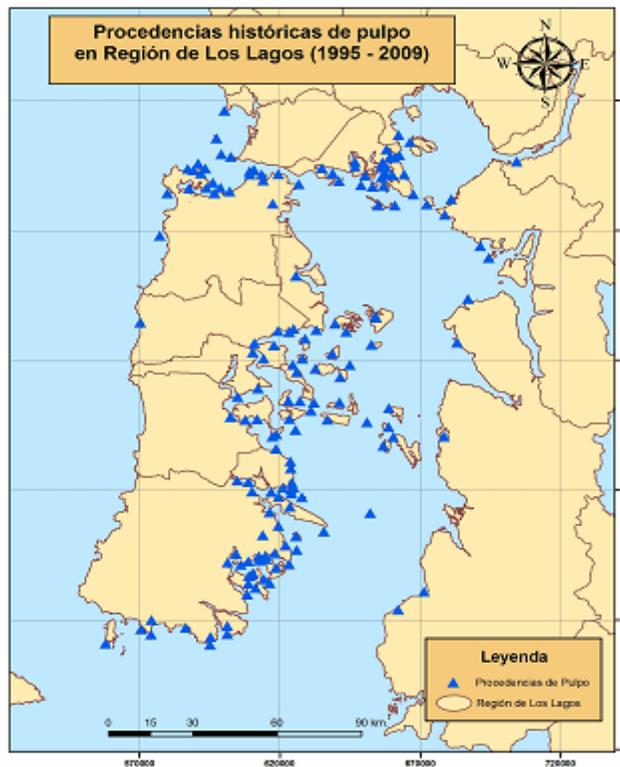


Figura 27. Localizaci3n y distribuci3n de las procedencias de pulpo para la Regi3n de Los Lagos. Fuente: IFOP.

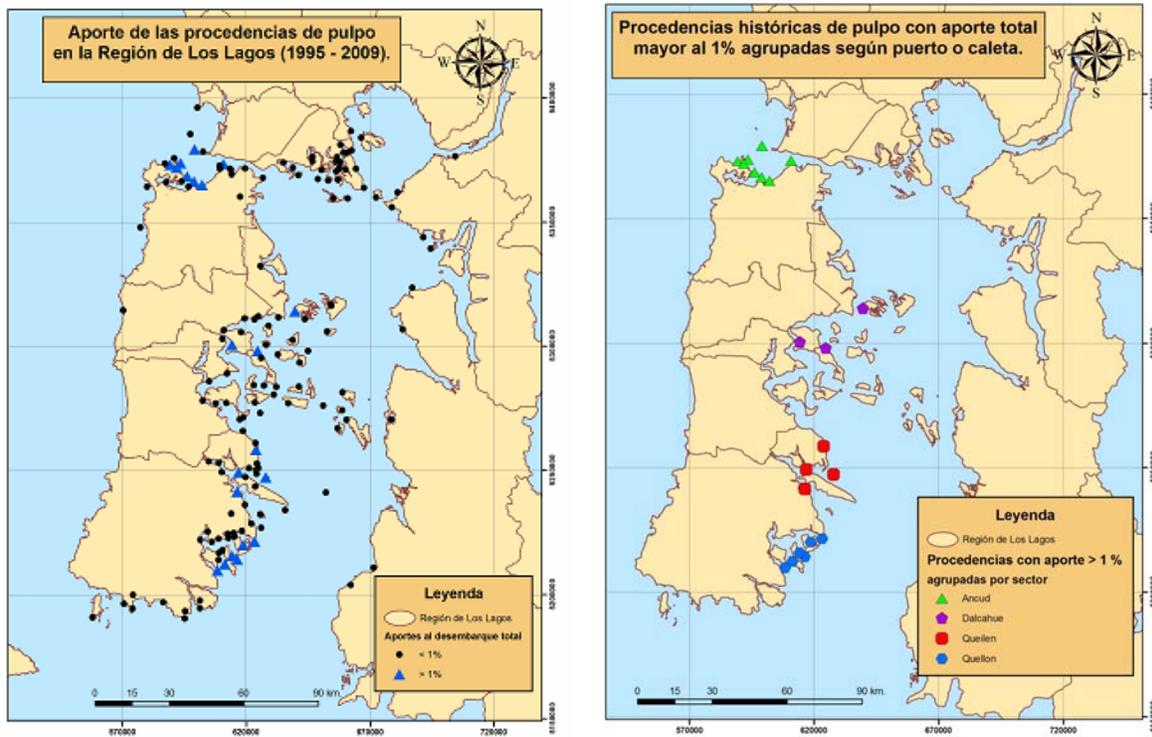


Figura 28. Distribución de las procedencias de pulpo de acuerdo a su aporte porcentual al total desembarcado (izquierda). Procedencias agrupadas con aportes mayores al 1 % por puerto (derecha). Periodo 1995 al 2009. Región de Los Lagos.

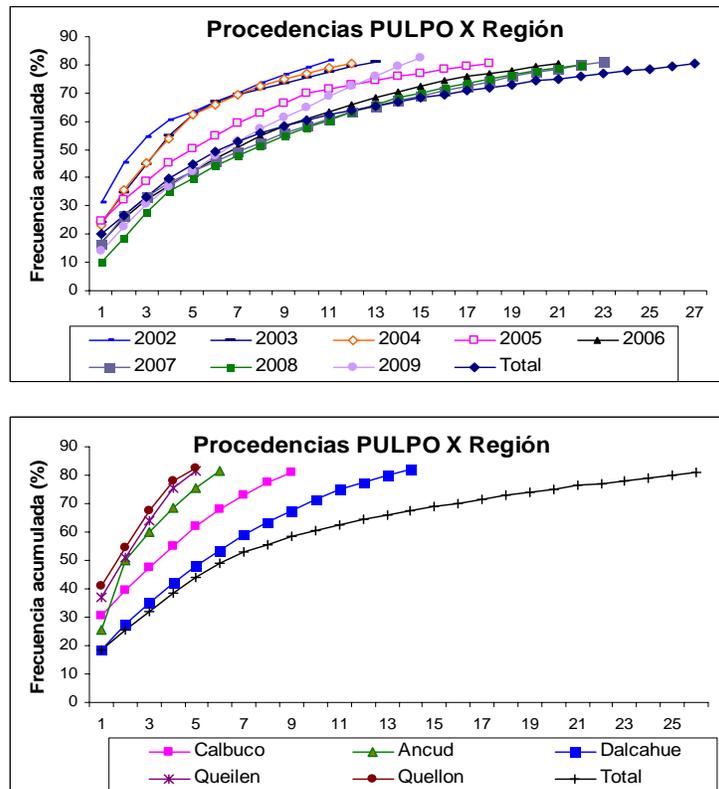


Figura 29. Curvas de rarefacción. Áreas de procedencia explotadas para la extracción de pulpo.

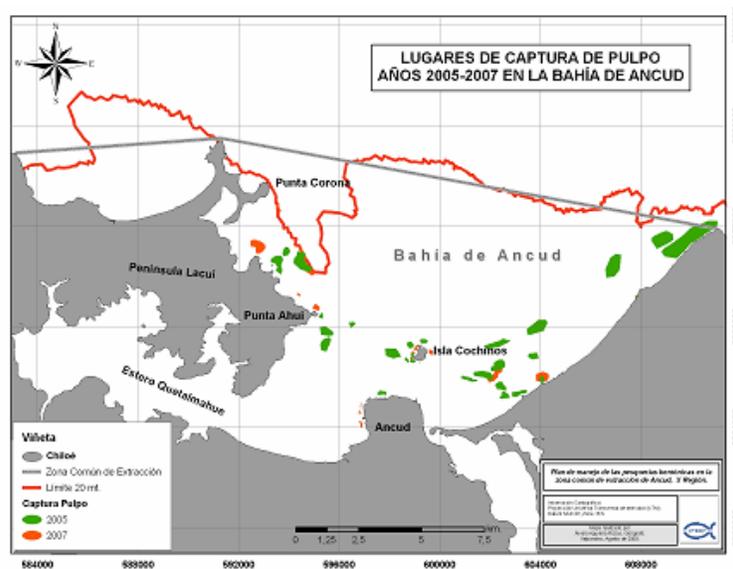


Figura 30. Áreas de extracción de pulpo, monitoreadas en el proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas y empleadas en el plan de manejo de la bahía de Ancud.

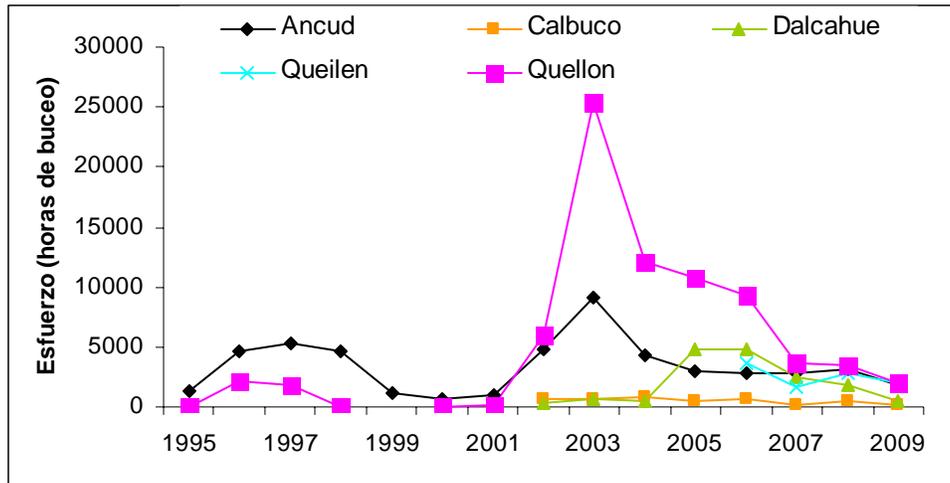


Figura 31. Esfuerzo total (horas de buceo) anuales estimadas por puerto. Fuente IFOP.

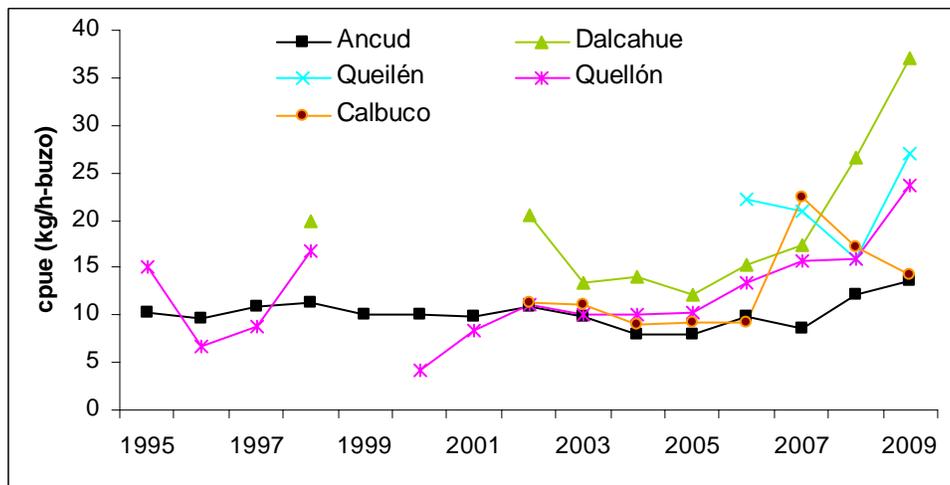


Figura 32. Cpue (kg/h-buza) anuales estimadas por puerto. Fuente IFOP.

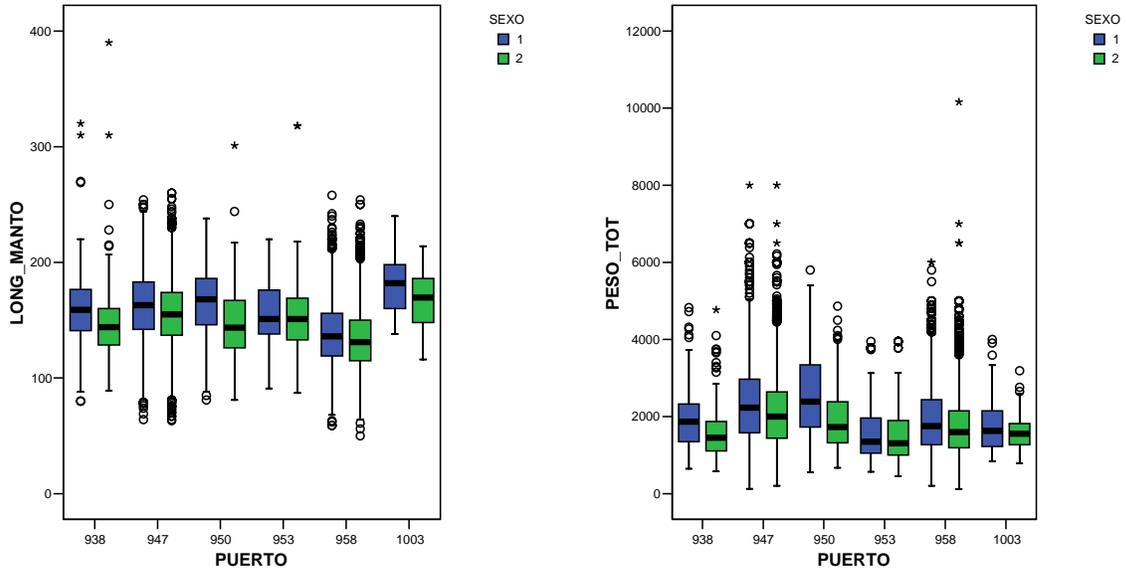


Figura 33. Longitud dorsal del manto por puerto y sexo (izquierda). Peso total de pulpo por puerto y sexo. Periodo de recopilación de datos 1997 – 2009. Sexo 1: macho y 2: hembra. Fuente IFOP.

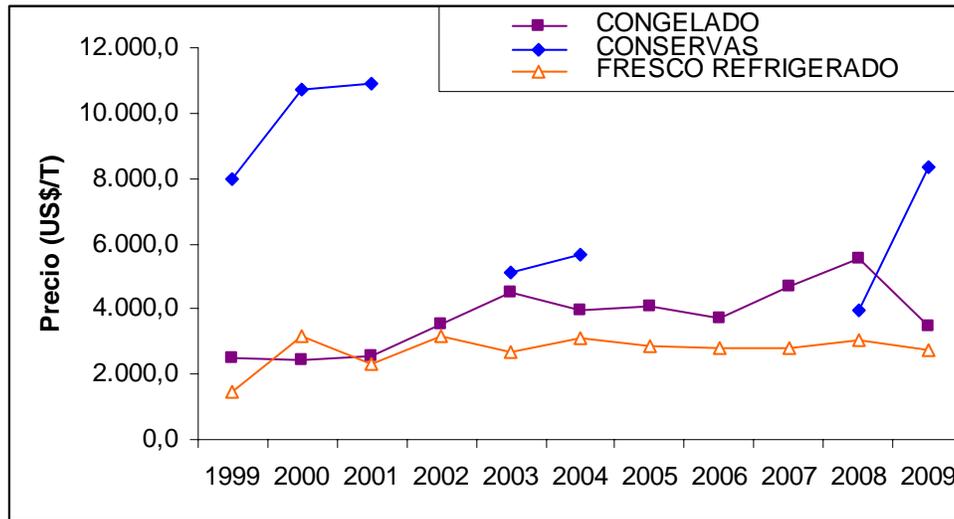


Figura 34. Precio (US\$/t) de pulpo según línea de elaboración. Elaborado por IFOP a partir de información de Aduana.

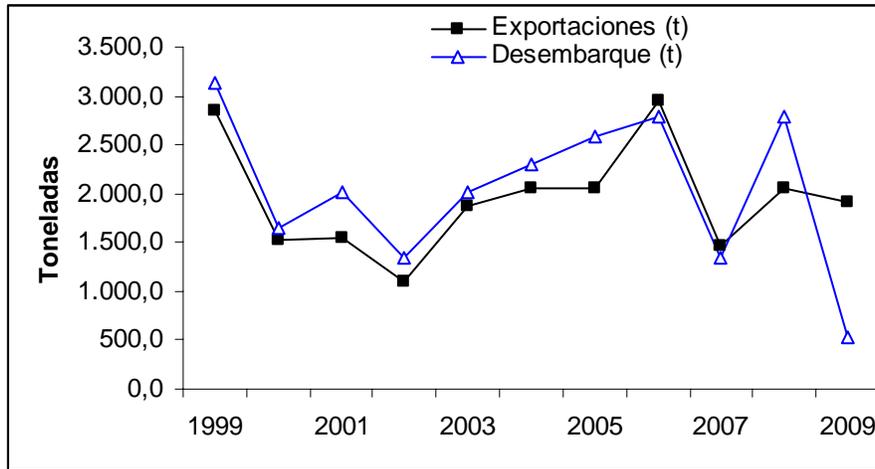


Figura 35. Evolución de los desembarques y niveles de exportaciones de pulpo a nivel nacional. Elaborado por IFOP a partir de información de Aduana y Estadísticas de Sernapesca.

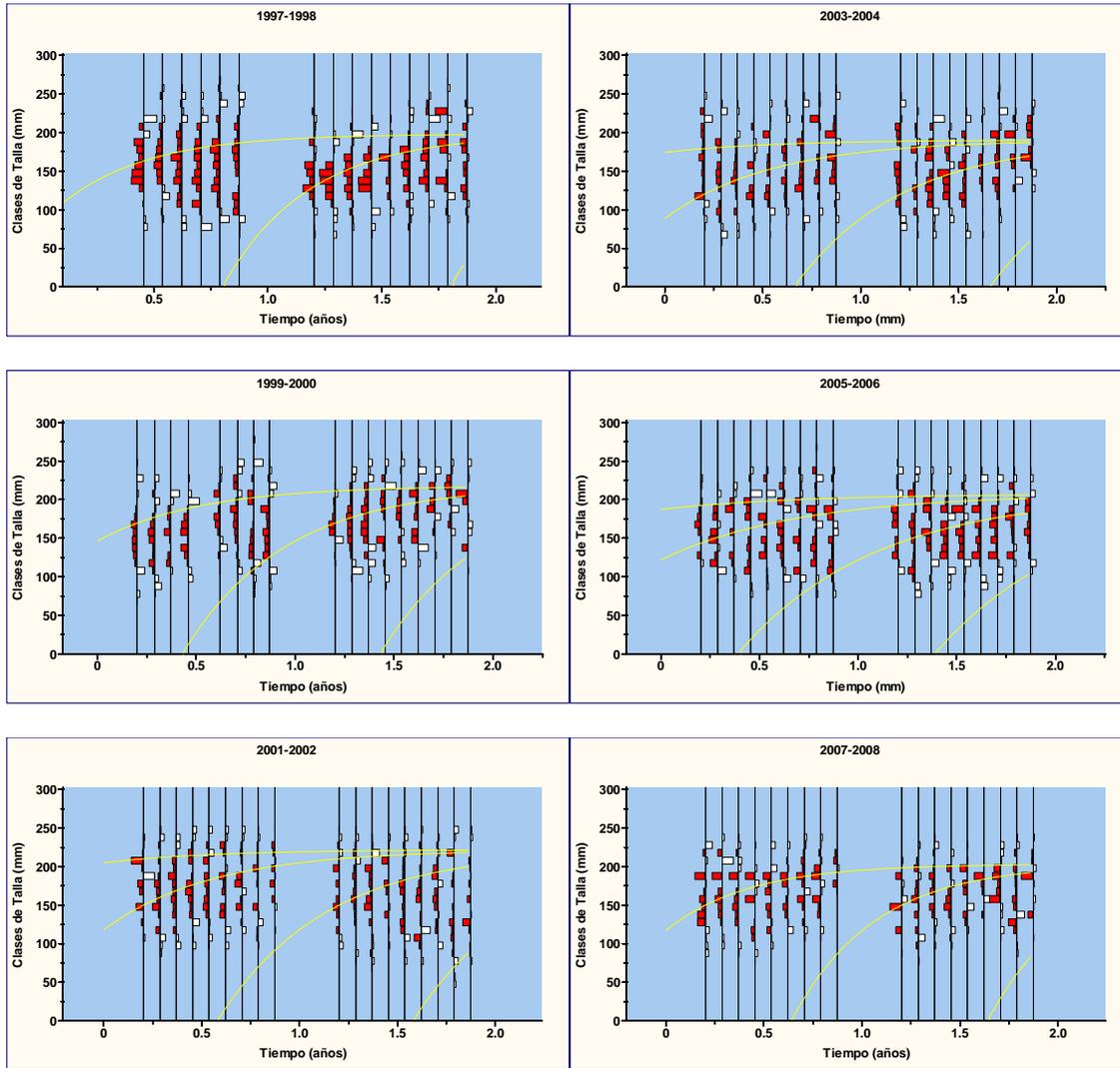


Figura 36. Ajuste de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para los datos de pulpo del sur mediante el método ELEFAN.

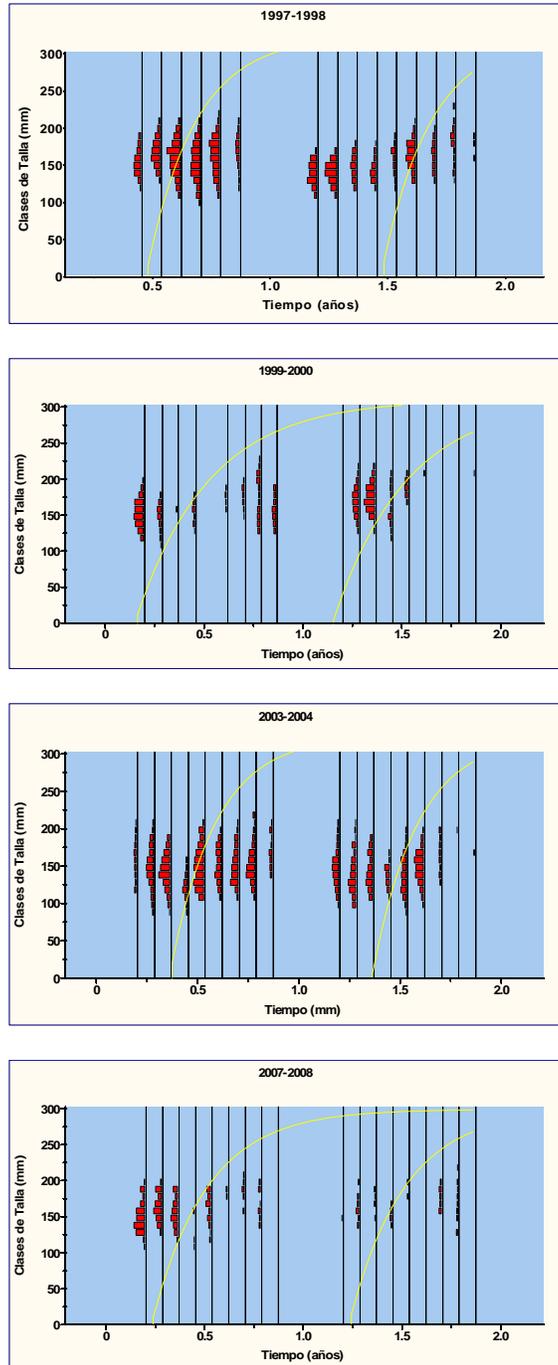


Figura 37. Ajuste de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para los datos de pulpo del sur mediante el método SCLA.

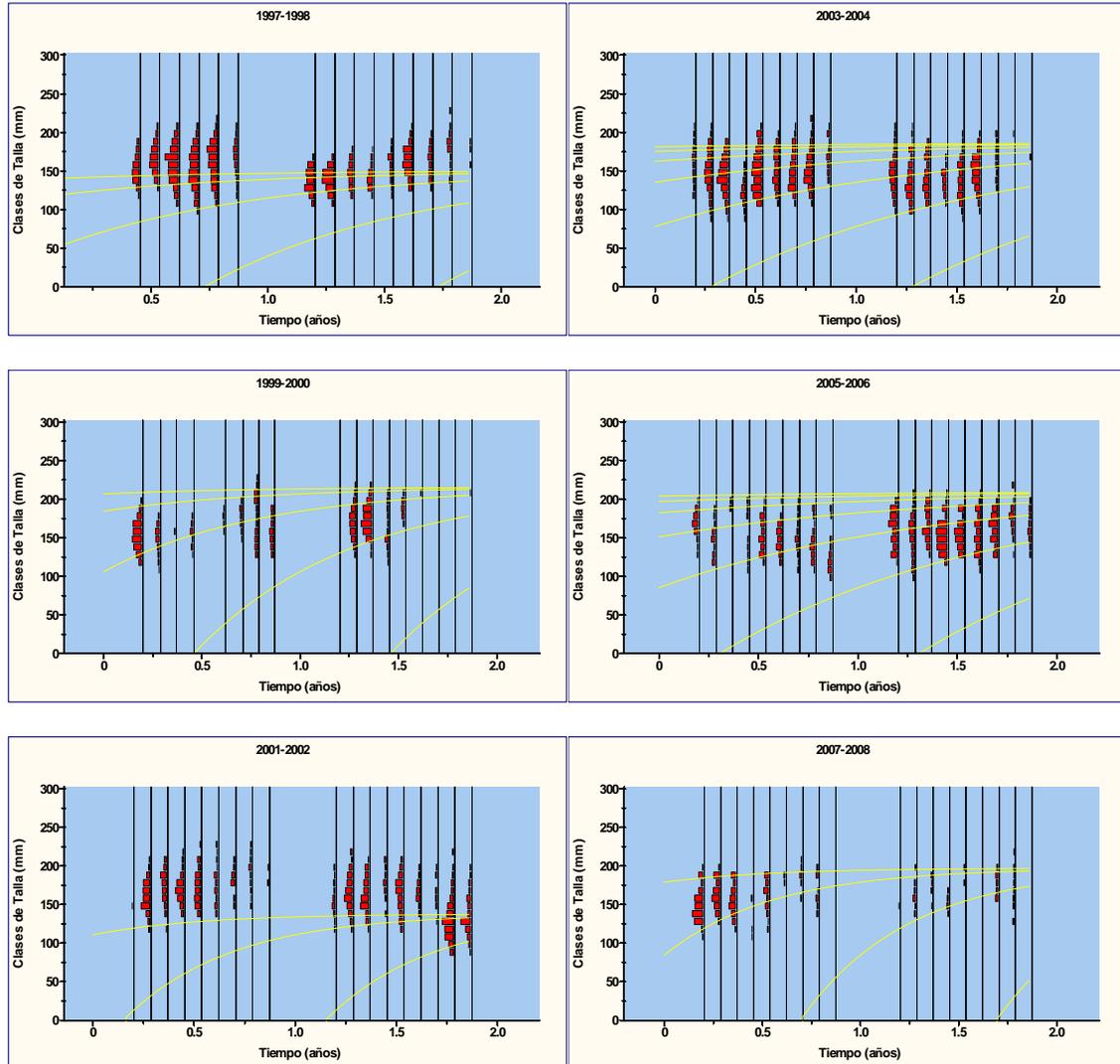


Figura 38. Ajuste de la curva de crecimiento de von Bertalanffy para los datos de pulpo del sur mediante el m3todo PROJMAT.

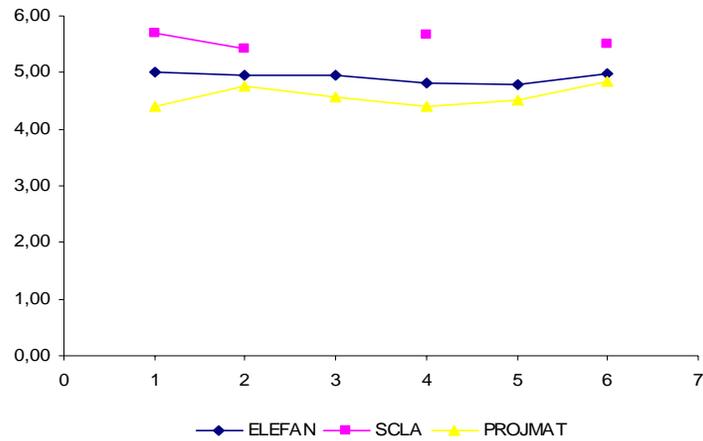


Figura 39. Variabilidad interanual del índice de crecimiento estándar ( $\Phi$ ) obtenida con los parámetros de crecimiento estimados por ELEFAN, SCLA y PROJMAT.

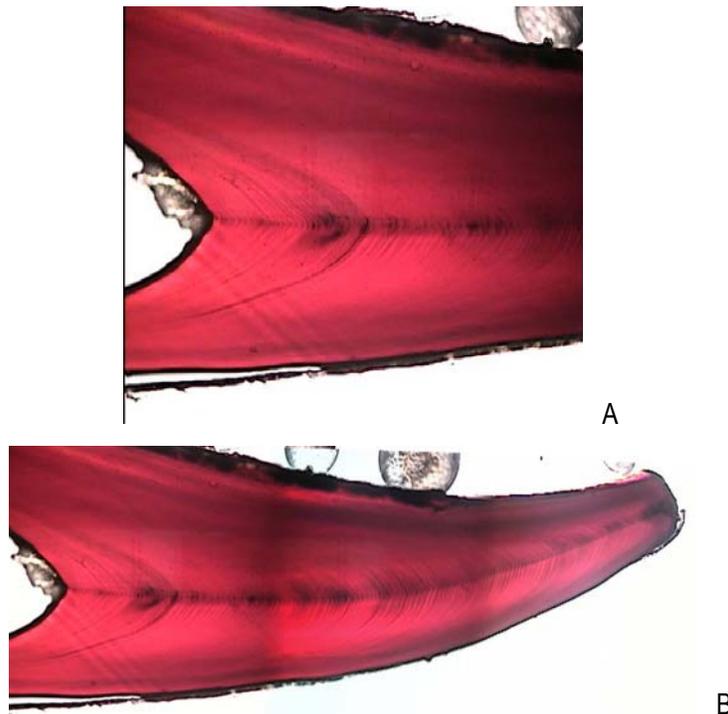


Figura 40. Corte de una mandíbula de pulpo donde se muestra los microincrementos de crecimiento, en ambos casos tomada en un estereo microscopio a 40X. Ejemplar proveniente de experimento de validación. En (A) corresponde a los últimos microincrementos formados y en (B) foto compuesta de las tres secciones. (Código: 111\_exp).

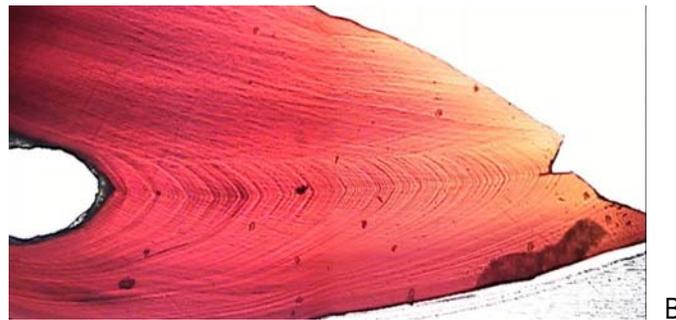
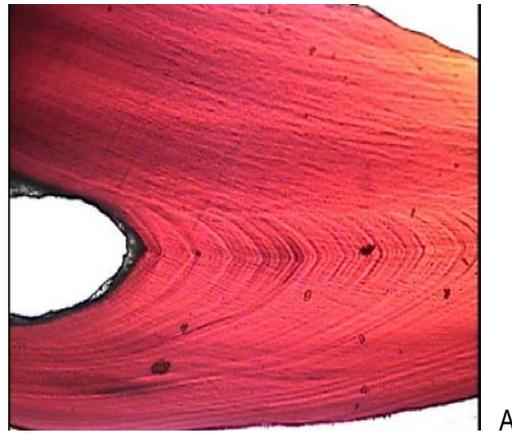


Figura 41. Corte de una mandbula de pulpo donde se muestra los microincrementos de crecimiento, en ambos casos tomada en un estereo microscopio a 40X. Ejemplar proveniente de experimento de validaci3n. En (A) corresponde a los 3ltimos microincrementos formados y en (B) foto compuesta de las tres secciones. (C3digo: 101\_exp).



Figura 42. Foto compuesta de una mandbula de pulpo donde se muestra los microincrementos de crecimiento tomada en un estereo microscopio a 40X. Ejemplar proveniente de experimento de validaci3n (C3digo: 11exp).



Figura 43. Foto compuesta de una mandbula de pulpo donde se muestra los microincrementos de crecimiento tomada en un estereo microscopio a 40X. Ejemplar proveniente de experimento de validaci3n (C3digo: 110\_ex)

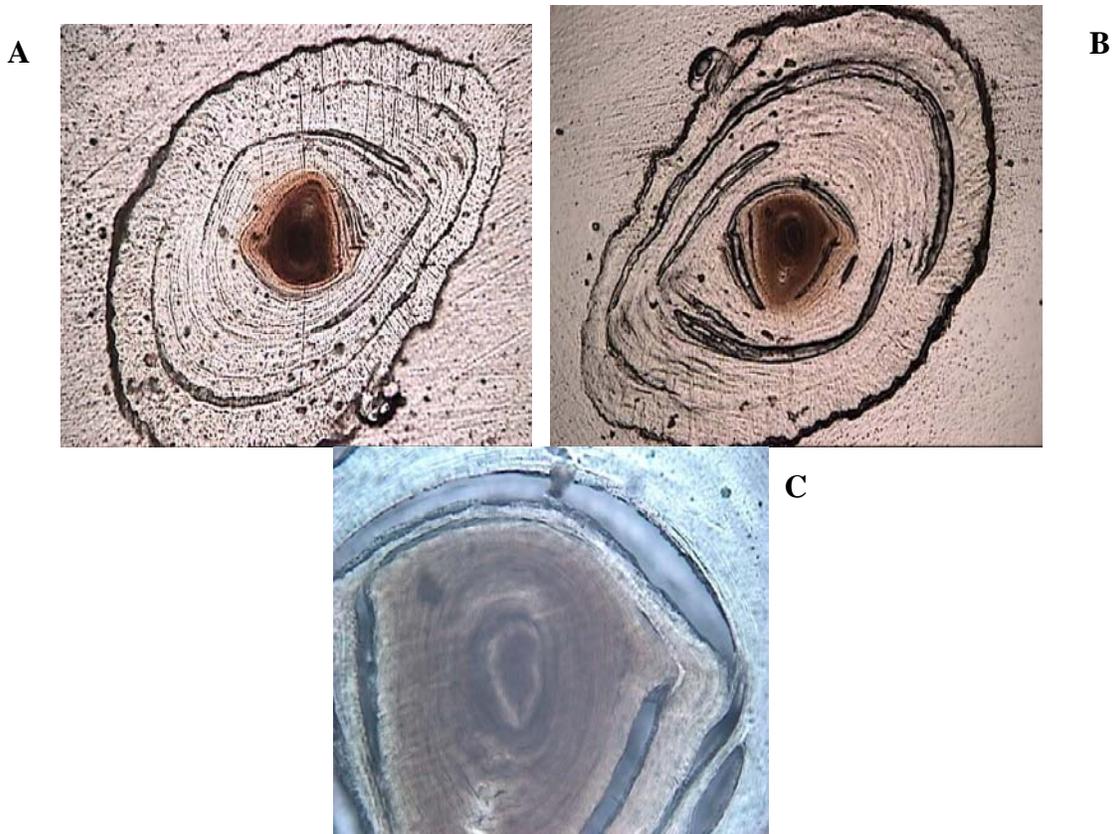


Figura 44. Secci3n transversal de un estilete para mostrar la r3pida deshidrataci3n que ocurre durante la preparaci3n (pulido) para la observaci3n. (C3digos: (A) 75\_Q(2); (B) 75Q(14); (C) 75Q(15)).

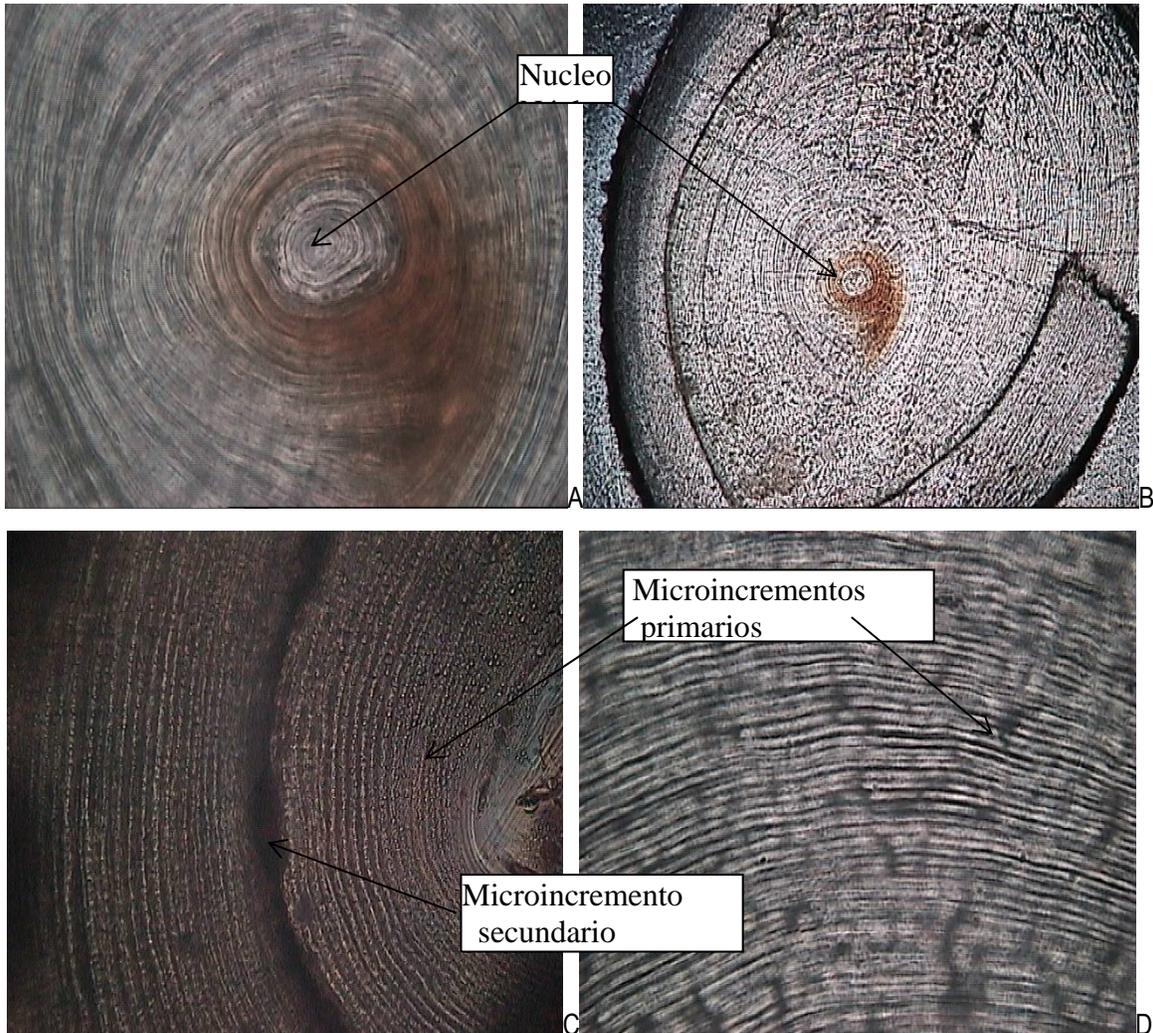


Figura 45. Secci3n transversal de EST de distintos ejemplares de pulpo donde se muestra la calidad de las 3ltimas preparaciones, luego de probar con distintas t3cnicas y materiales (C3digos: (A) Est\_1(19); (B) Est\_1(18); (C) Cap21; (D) Cap24)

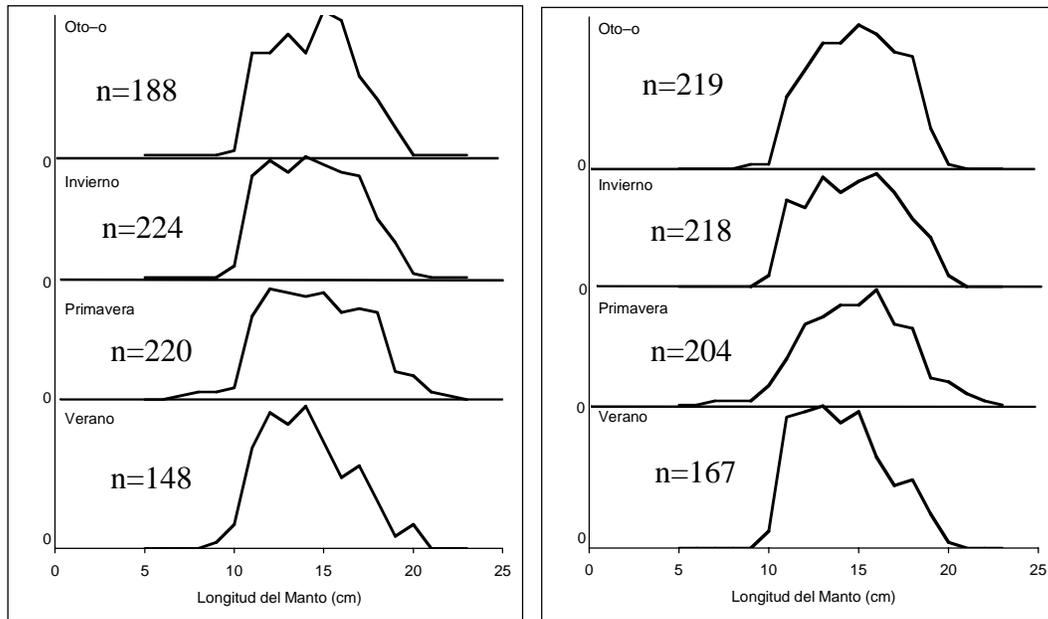


Figura 46. Distribución de frecuencia estacional de la longitud del manto de los pulpos muestreados en el estudio correspondientes a las hembras (izquierda) y machos (derecha).

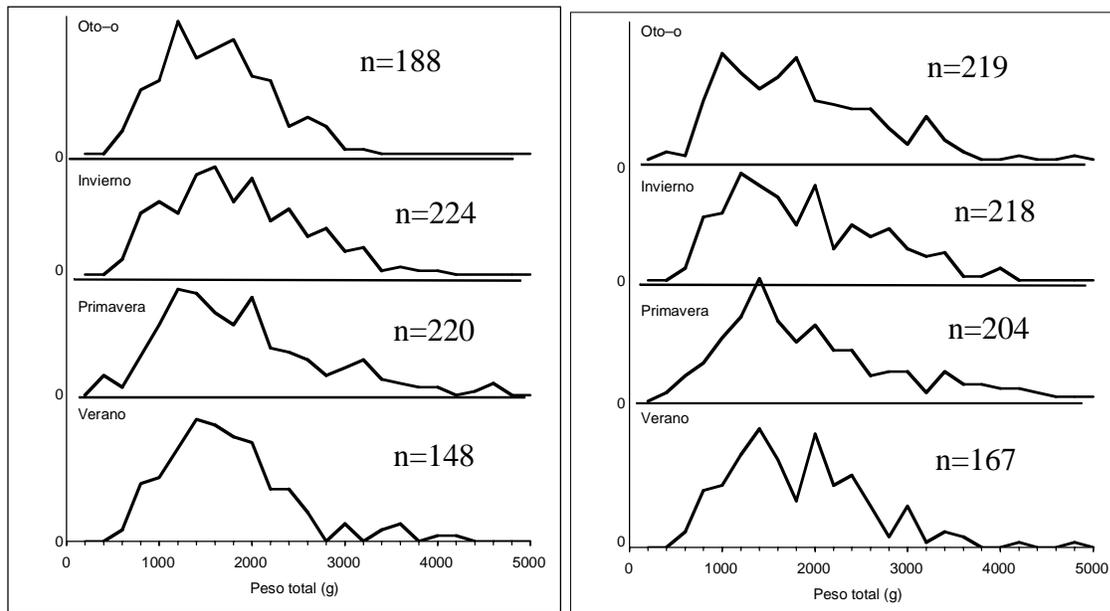


Figura 47. Distribución de frecuencia estacional del peso total de los pulpos muestreados en el estudio correspondientes a las hembras (izquierda) y machos (derecha).

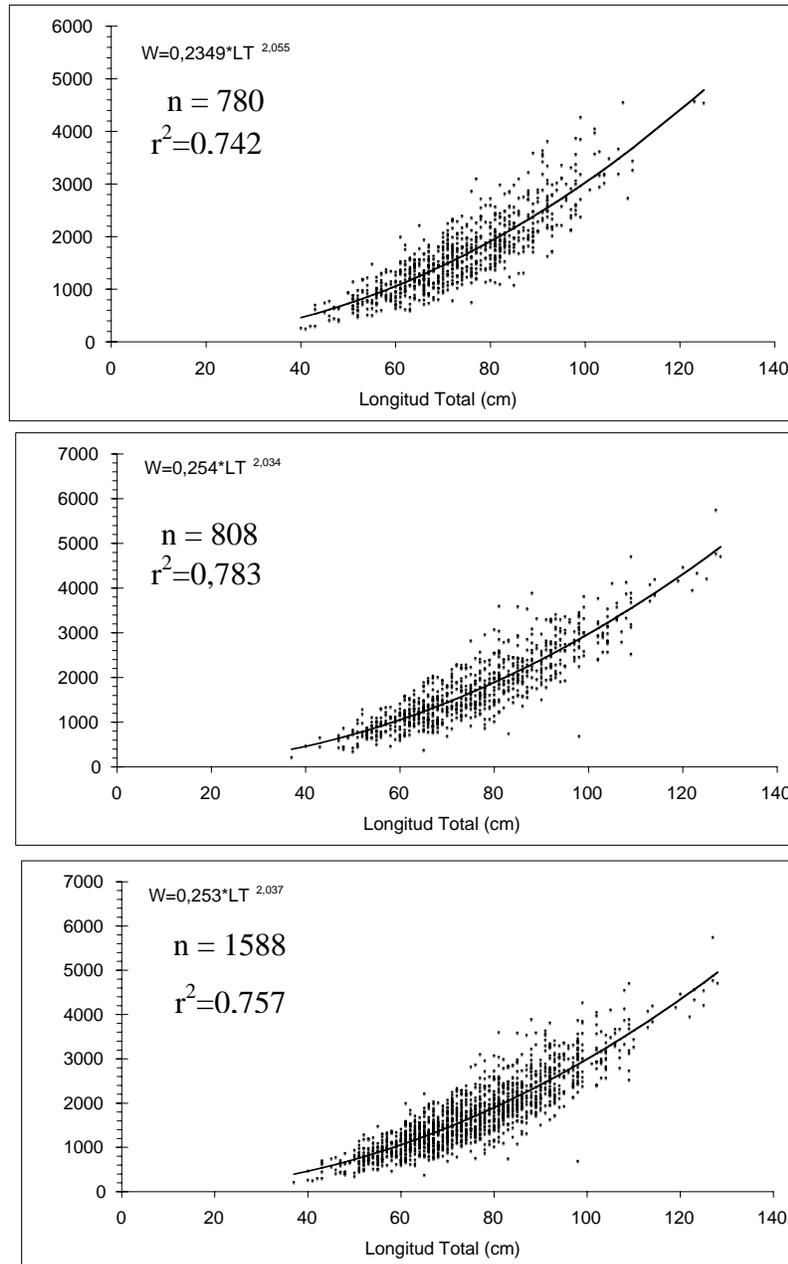


Figura 48. Relaci3n longitud peso: hembra (superior), machos (centro) y ambos sexos (inferior).

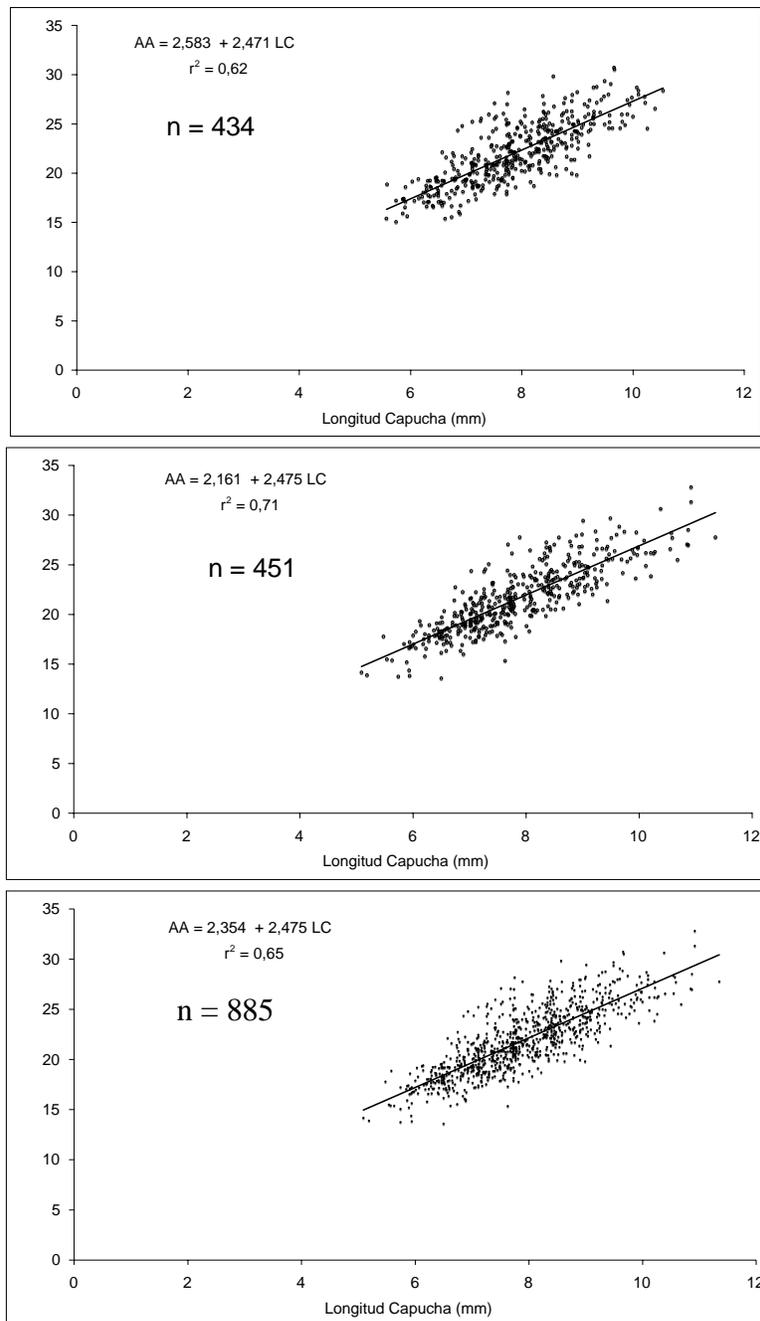


Figura 49. Relaci3n entre la longitud de la capucha y la altura del ala de las mand3bulas de pulpo: hembra (superior), machos (centro) y ambos sexos (inferior).

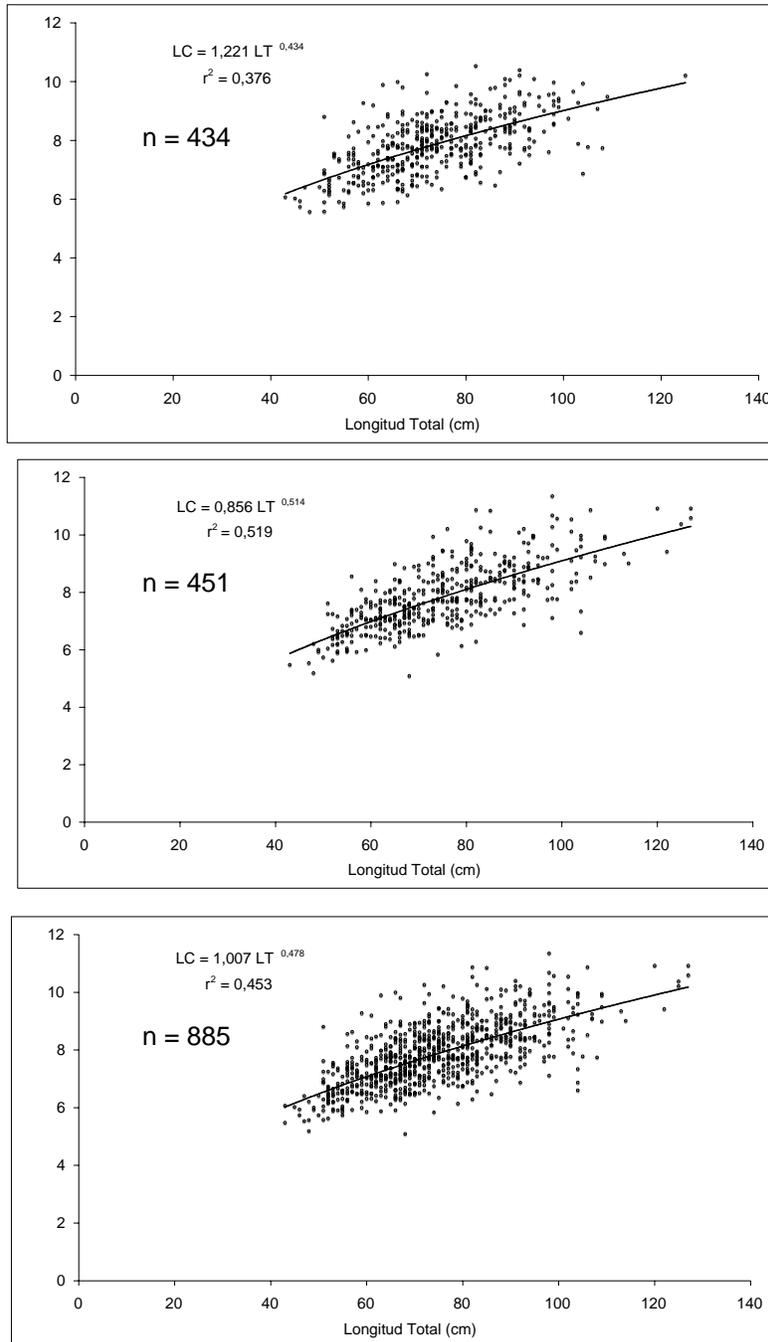


Figura 50. Relaci3n entre la longitud total y la longitud de la capucha de pulpo: hembra (superior), machos (centro) y ambos sexos (inferior).

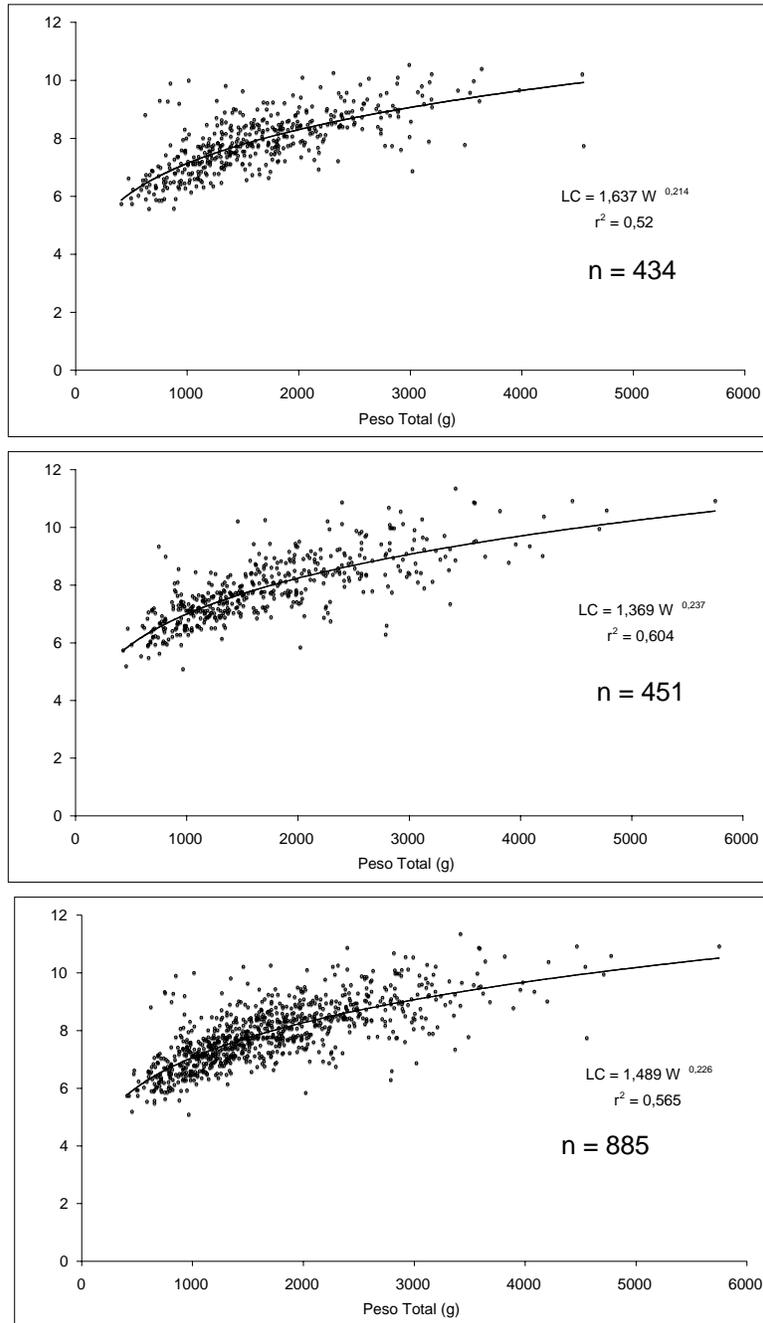


Figura 51. Relaci3n entre el peso total y la longitud de la capucha de pulpo: hembra (superior), machos (centro) y ambos sexos (inferior).

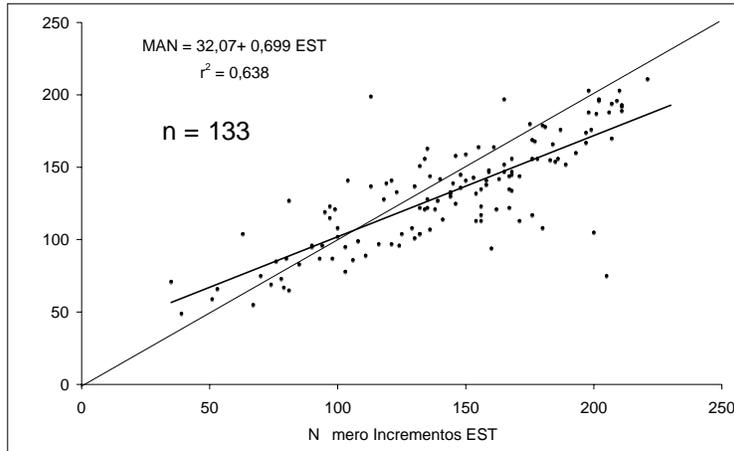


Figura 52. Relaci3n entre el n3mero de incrementos contabilizados en los estiletes y en las mand3bulas, con el fin de comparar ambas estructuras. Se dibuja l3nea de 45°.

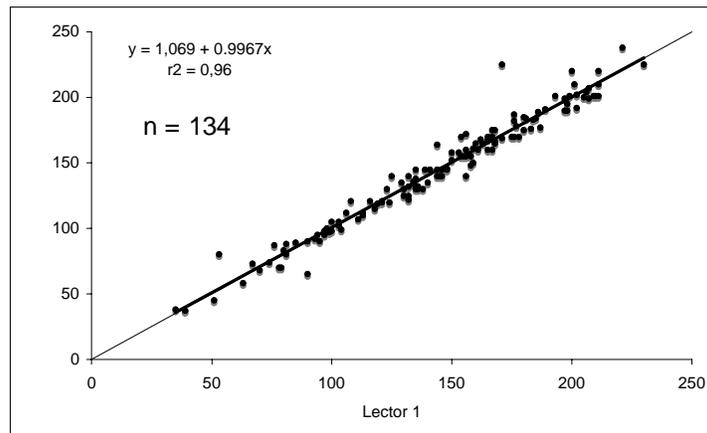


Figura 53. Relaci3n entre el n3mero de incrementos contabilizados en los estiletes por el lector 1 y lector 2. Se dibuja l3nea de 45° para comparaci3n.

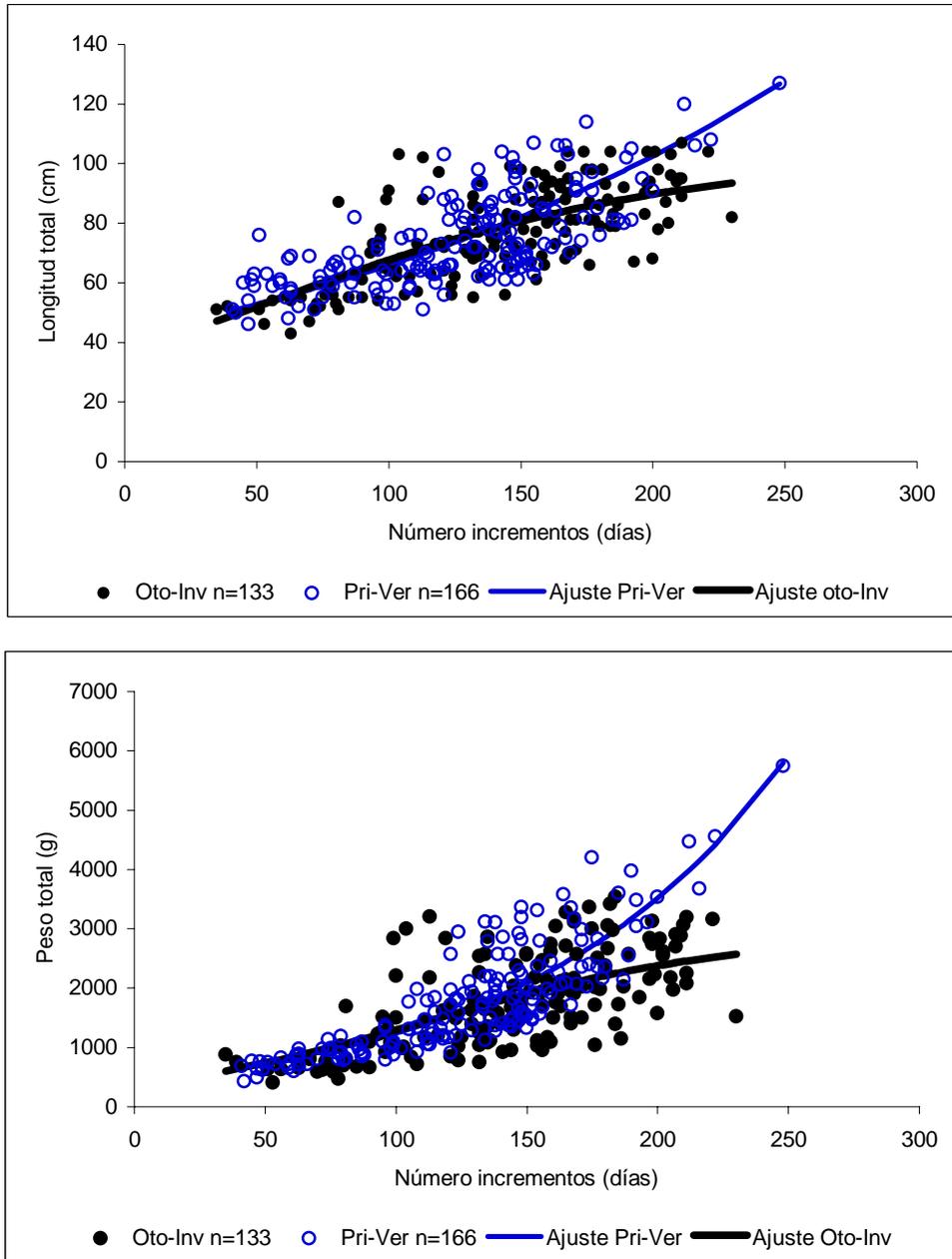


Figura 54. Figura superior: Número de incrementos en los estiletes versus la longitud total para ambos sexos y semestral (Oto-Inv ajuste logístico; Pri-Ver ajuste exponencial). Figura inferior Número de incrementos en los estiletes versus el peso total para ambos sexos y semestral (Oto-Inv ajuste logístico; Pri-Ver ajuste exponencial). Oto: otoño; Inv: Invierno; Pri: Primavera; Ver: Verano.

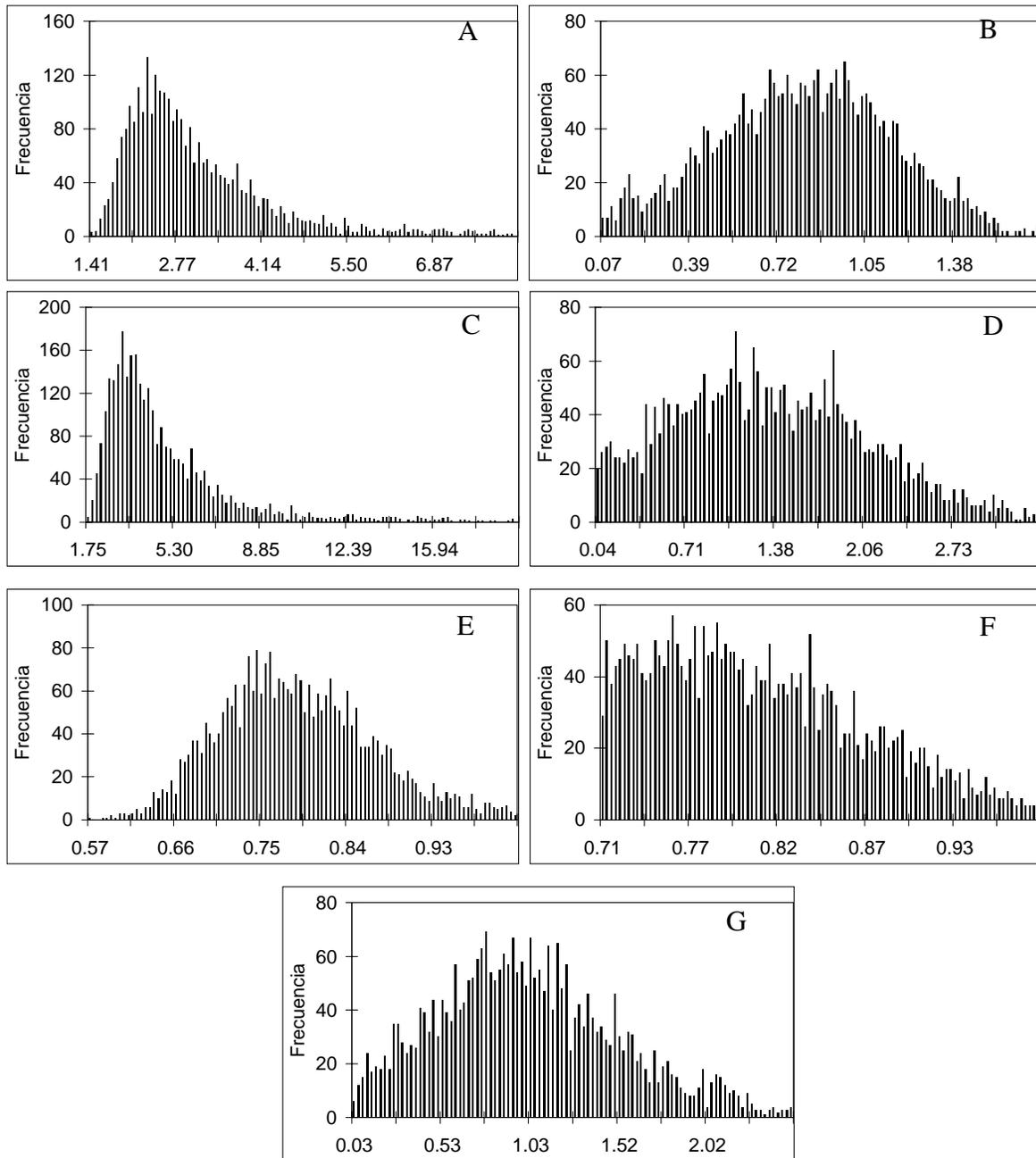


Figura 55. Distribución de frecuencia de estimación de M mediante simulación Monte Carlo para obtener la varianza de los diferentes métodos. Hembras. A: Richter & Efanov (1976); B: Pauly *et al.* (1993); C: Jensen (1996); D: Jensen (1996); E: Taylor (1960); F: Hoenig (1983); G: Arce (2006).

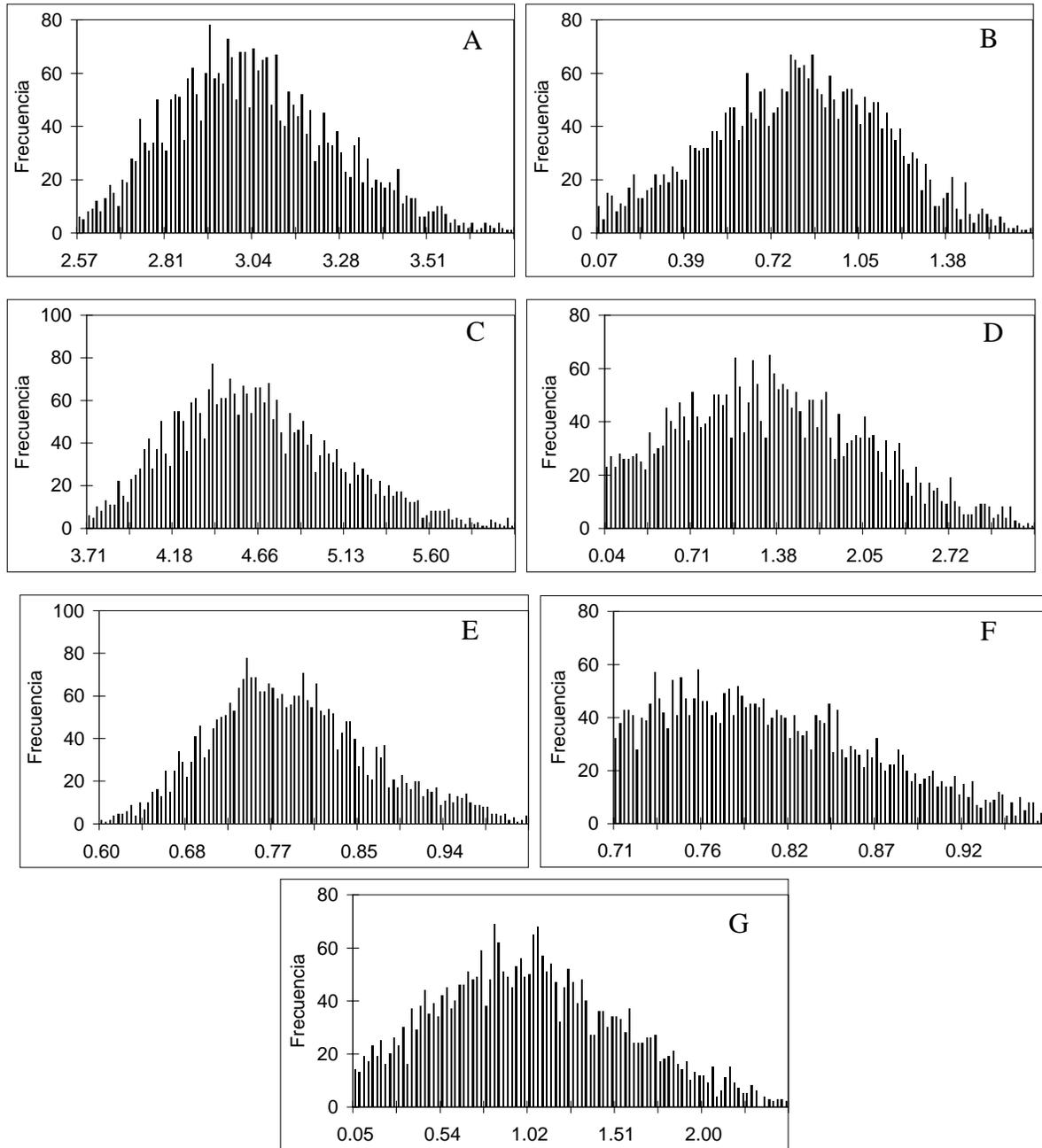


Figura 56. Distribuci3n de frecuencia de estimaci3n de M mediante simulaci3n Monte Carlo para obtener la varianza de los diferentes m3todos. Machos. A: Richter & Efanov (1976); B: Pauly et al. (1993); C: Jensen (1996); D: Jensen (1996); E: Taylor (1960); F: Hoenig (1983); G: Arce (2006).

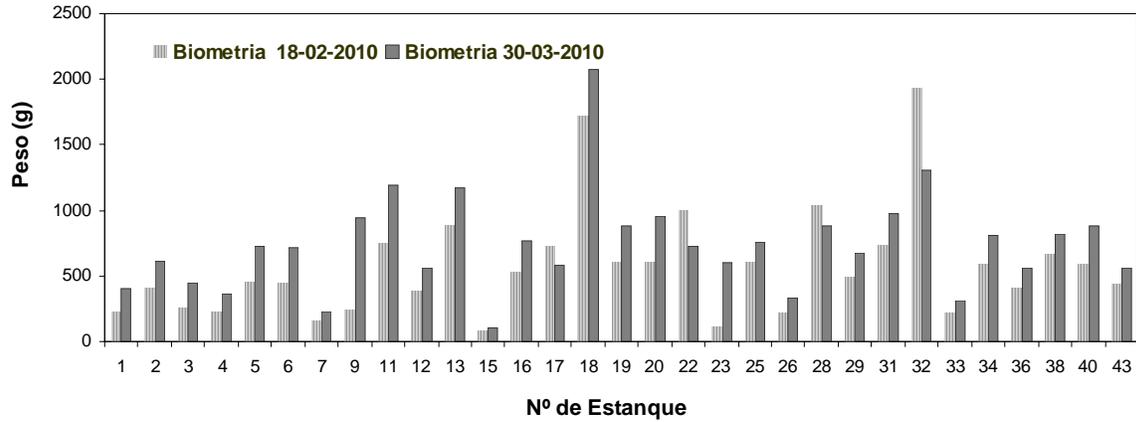


Figura 57. Peso de ejemplares de *E. megalocyathus* en la primera y última biometría realizada en el período experimental.

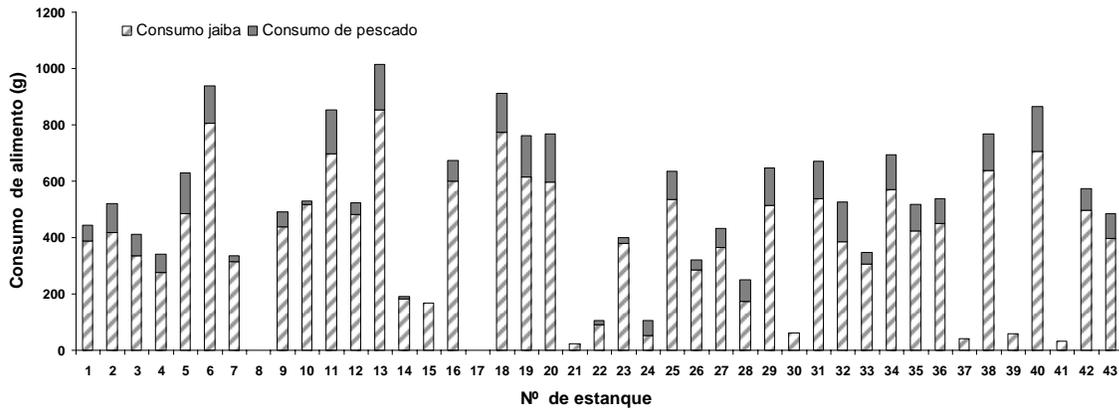


Figura 58. Consumo de alimento total por animal (pescado+ jaiba), durante el periodo experimental.

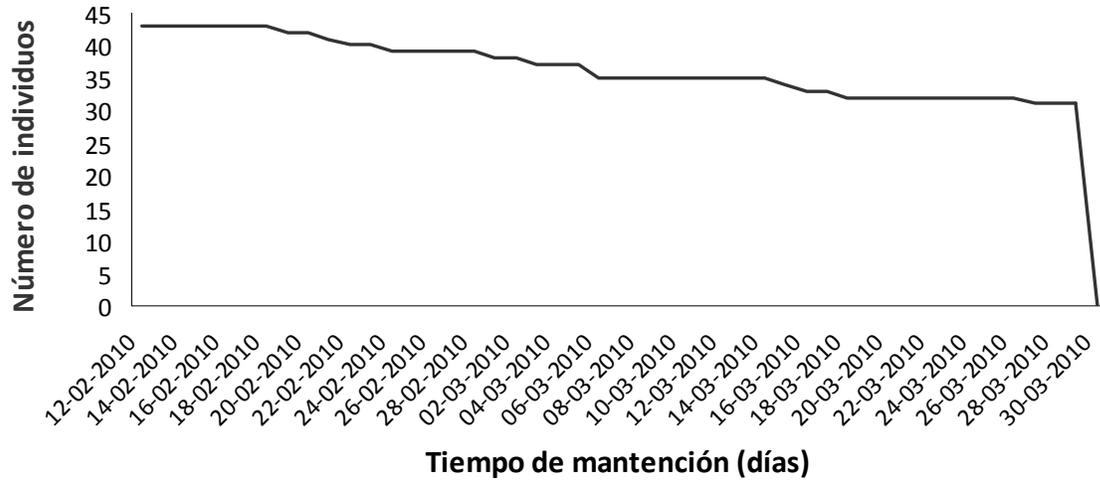


Figura 59. Curva de supervivencia de ejemplares de *E. megalocyathus*, durante el período experimental. 12 al 17 de febrero, período de aclimatación, 18 de febrero primer marcaje con shock salino, 5 de marzo segundo marcaje con shock salino y 30 de marzo sacrificio y toma de muestras.

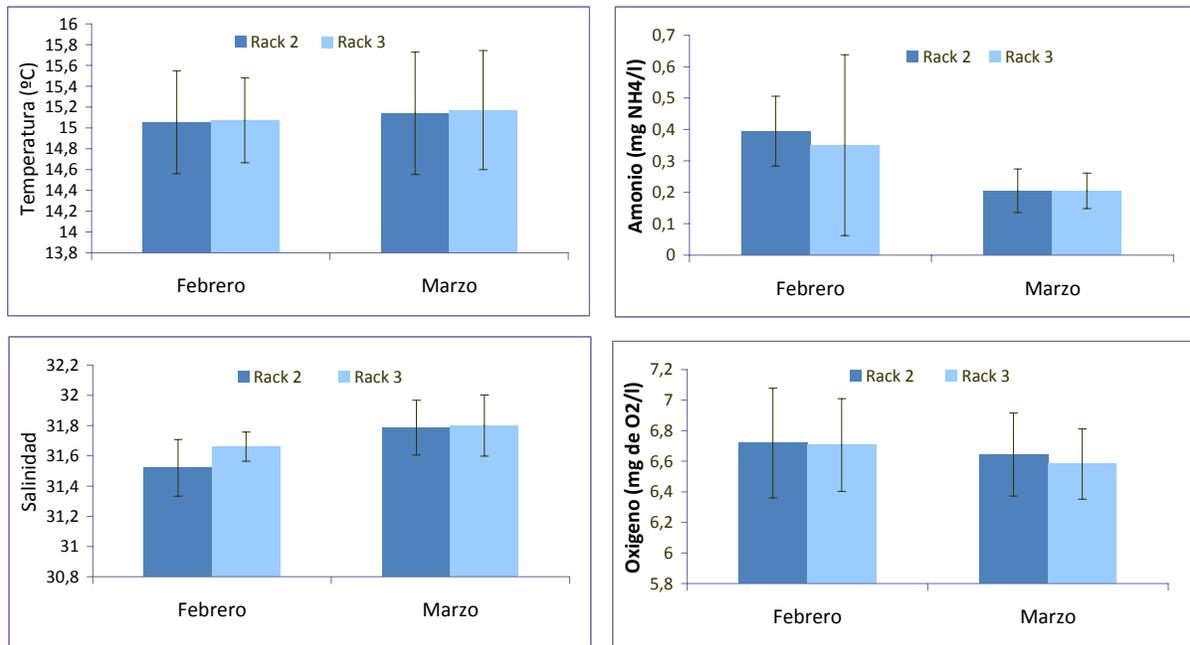


Figura 60. Variables abióticas registradas durante todo el periodo experimental (Temperatura, salinidad, oxígeno y amonio), agrupadas por mes y por Rack.

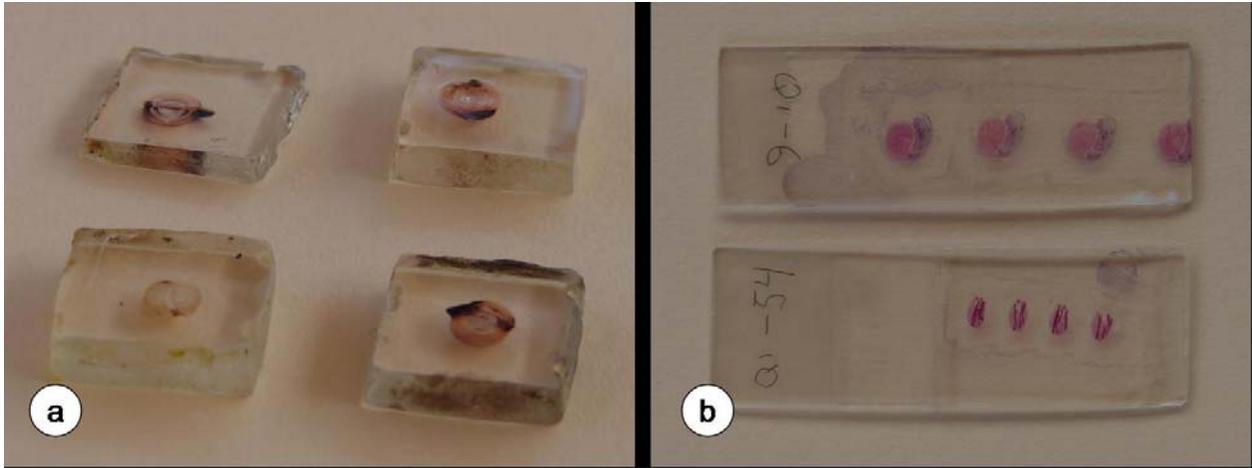


Figura 61. Preparación de cristalino para determinación de líneas de crecimiento. a) Inclusión en resina plástica y pulido, b) inclusión en parafina y corte al micrótopo, nótese la deformación del cristalino en la lámina inferior.

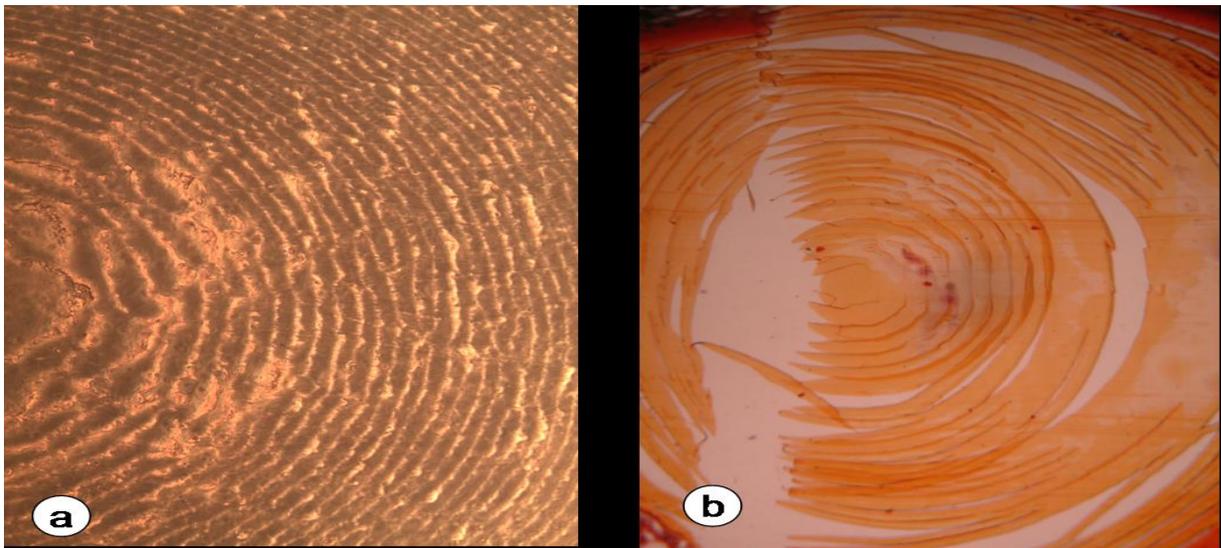


Figura 62. Visualización de láminas de crecimiento del cristalino de *E. megalocyathus*. a) Inclusión en resina plástica y pulido observada en contraste de fases a 1000x, b) inclusión en parafina y corte al micrótopo, nótese la desfoliación inducida al corte, observación al microscopio con luz incidente en campo claro a 100x

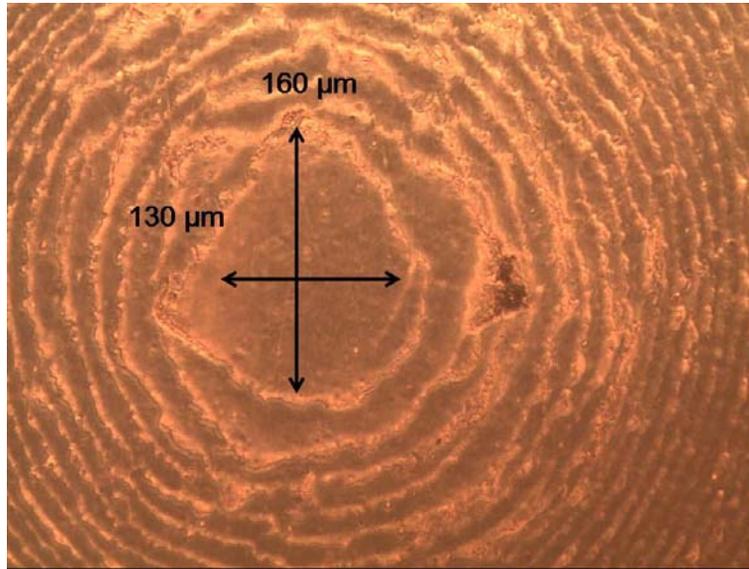


Figura 63. N3cleo del cristalino de *E. megalocyathus*. Inclusi3n en resina pl3stica, pulido, observaci3n por microscop3a 3ptica en contraste de fases, 1000x.

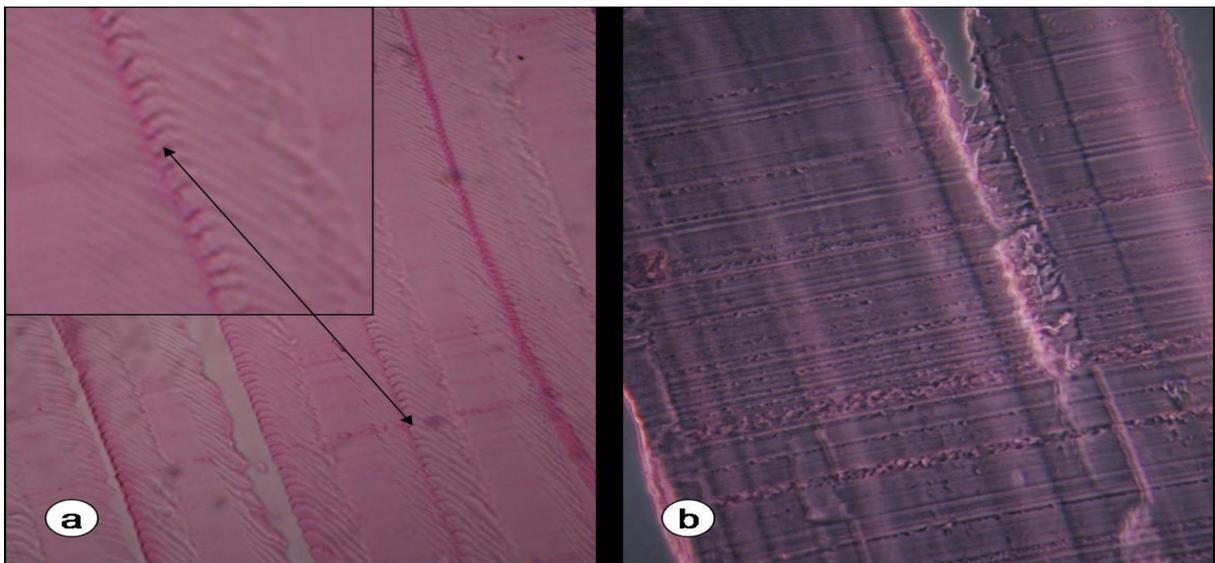


Figura 64. a) Estructura laminar del cristalino de *E. megalocyathus* separaci3n f3sica entre laminillas. b) bandas claras y oscuras diferenciadas por microscop3a 3ptica de contraste de fases.

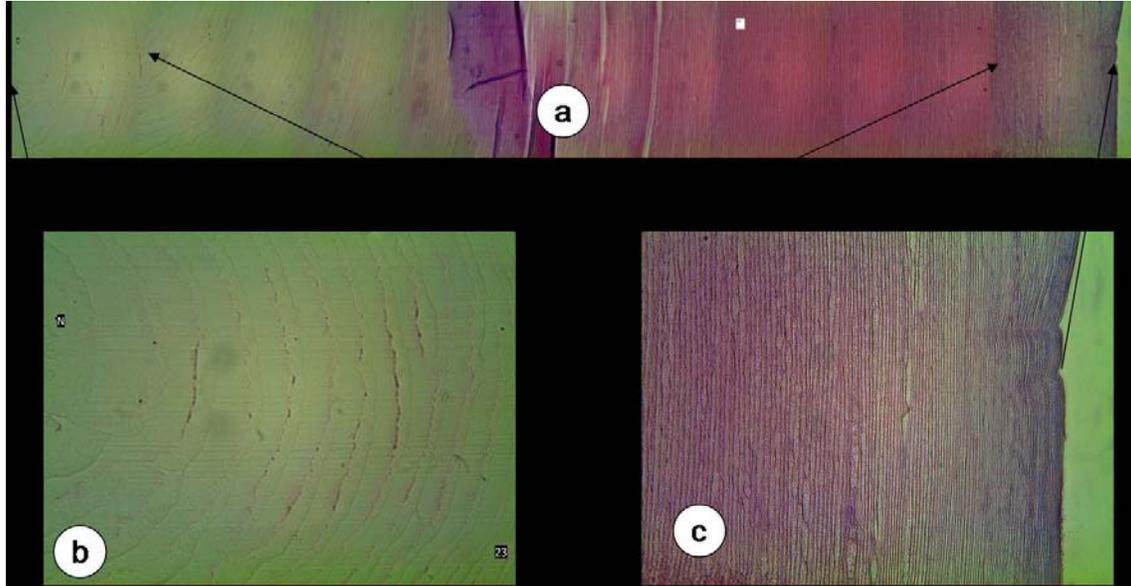


Figura 65. a) Lámina compuesta de 16 imágenes para el conteo de bandas claras y oscuras del lente interior del cristalino de *E. megalocyathus*, b) Núcleo y primeras bandas de crecimiento, nótese la diferencia en grosor con la lámina (c) correspondiente al borde exterior del lente posterior.

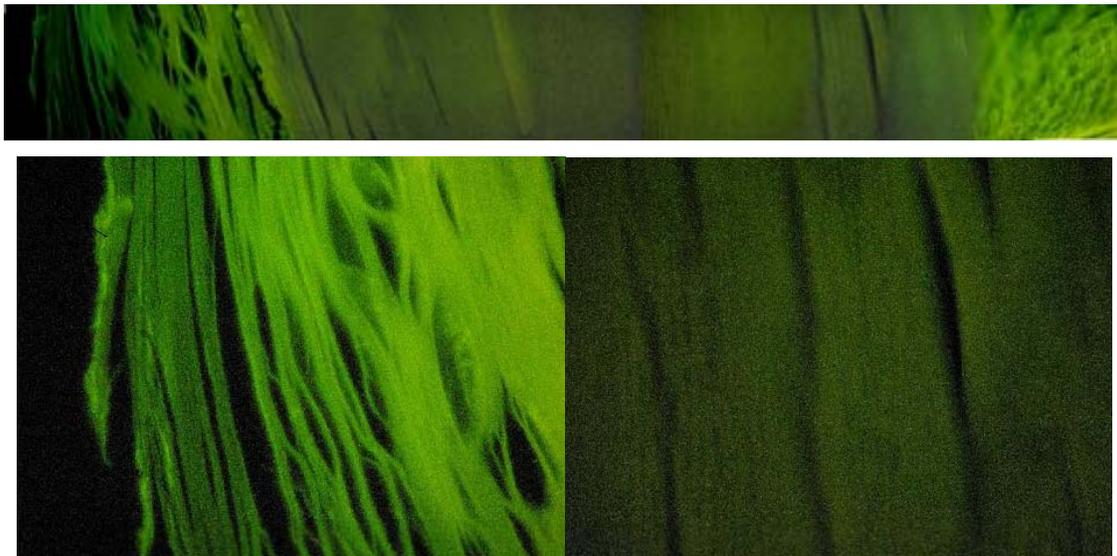


Figura 66. a) Imagen integrada por 13 secciones; b) y c) detalle de imagen generada por epifluorecencia 100x.

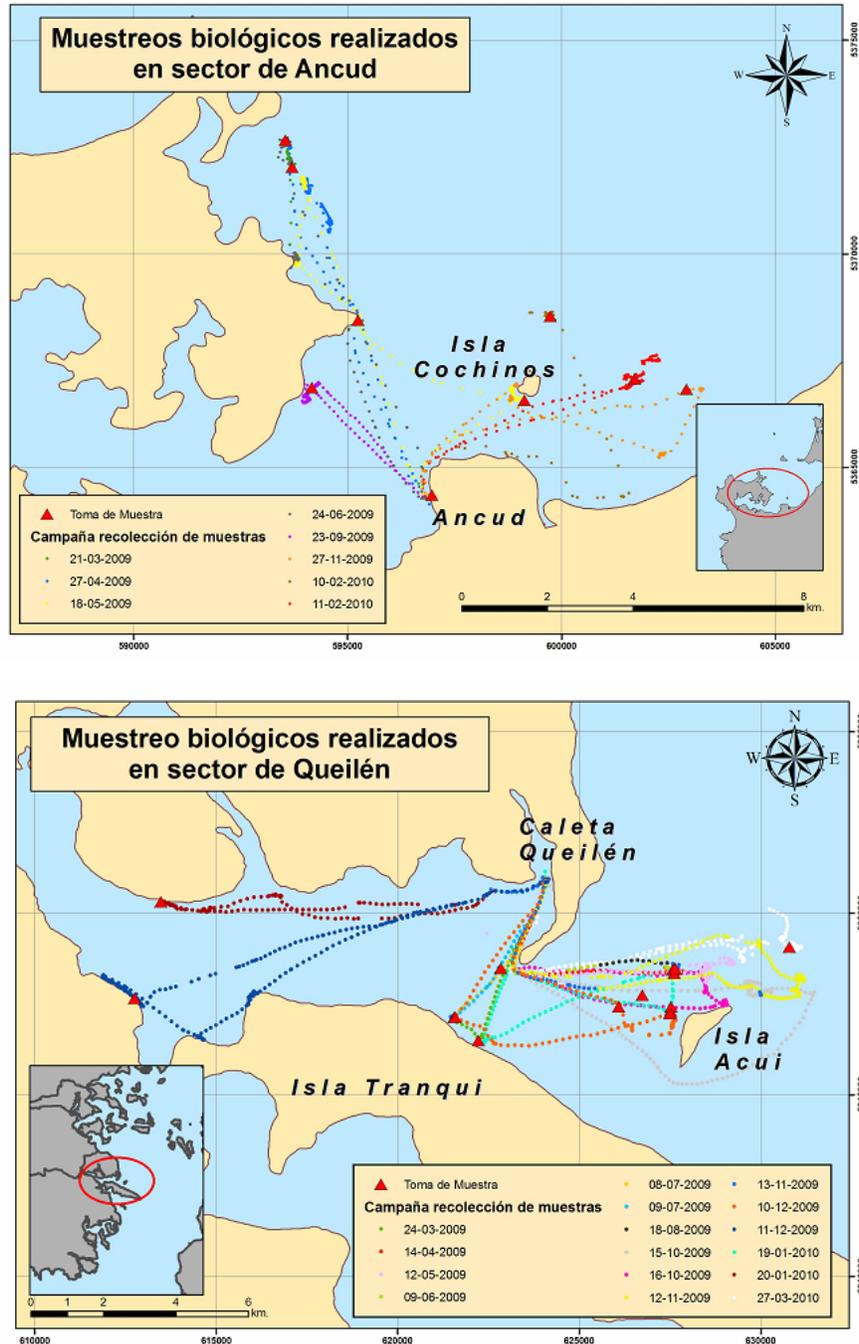


Figura 67. Recorrido realizado por una muestra de las embarcaciones que fueron empleadas para la extracción de pulpo, los que fueron procesados en el laboratorio para extraer muestras para estudios reproductivos y de crecimiento (fig. superior Ancud; fig. inferior Queilén). Año 2009 y 2010.

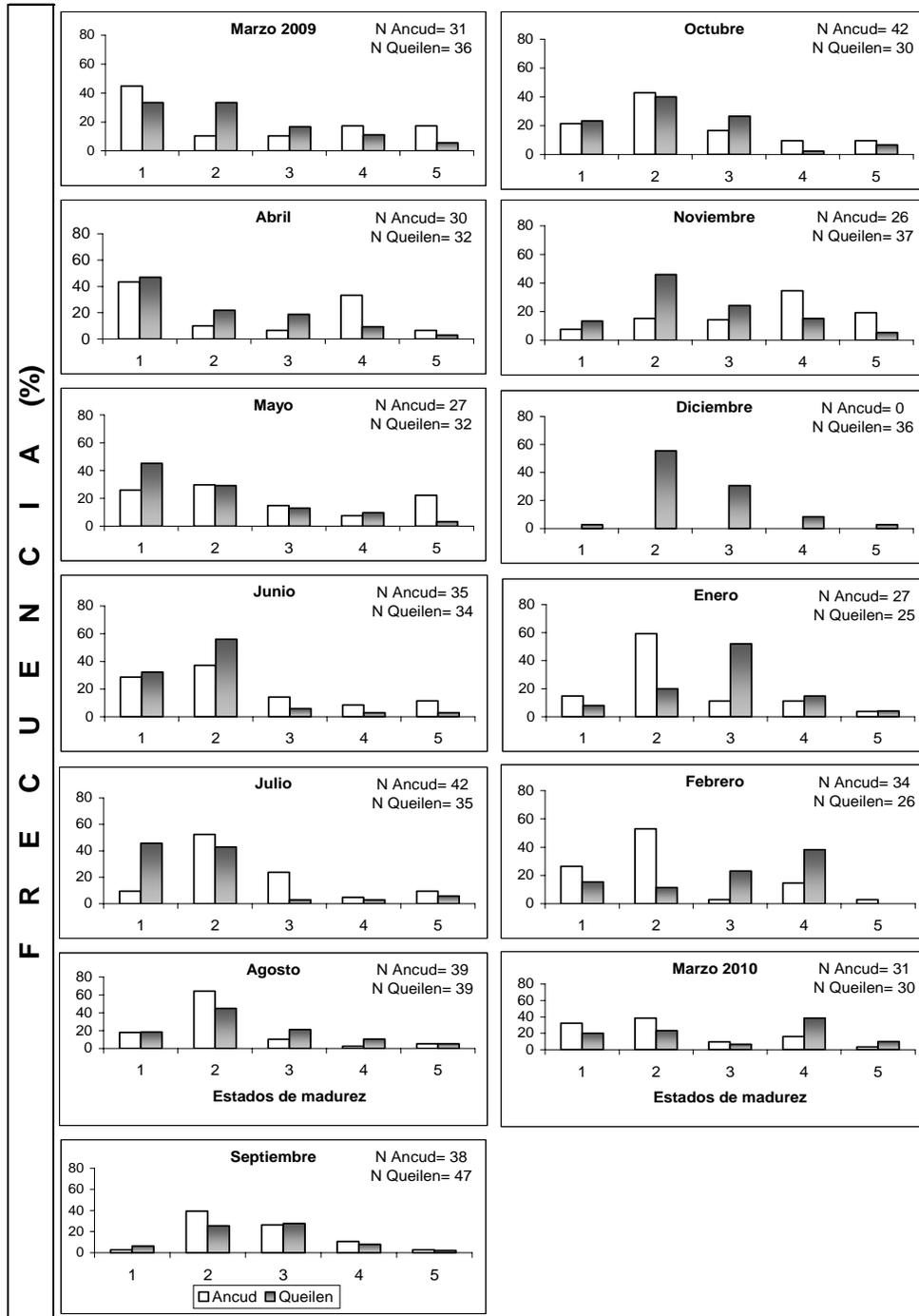


Figura 68. Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópica aparente (EMMa) de hembras de *E. megalocyathus* registrados en cada sector de muestreo. 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro; 4) Madurez máxima; 5) Desovado.

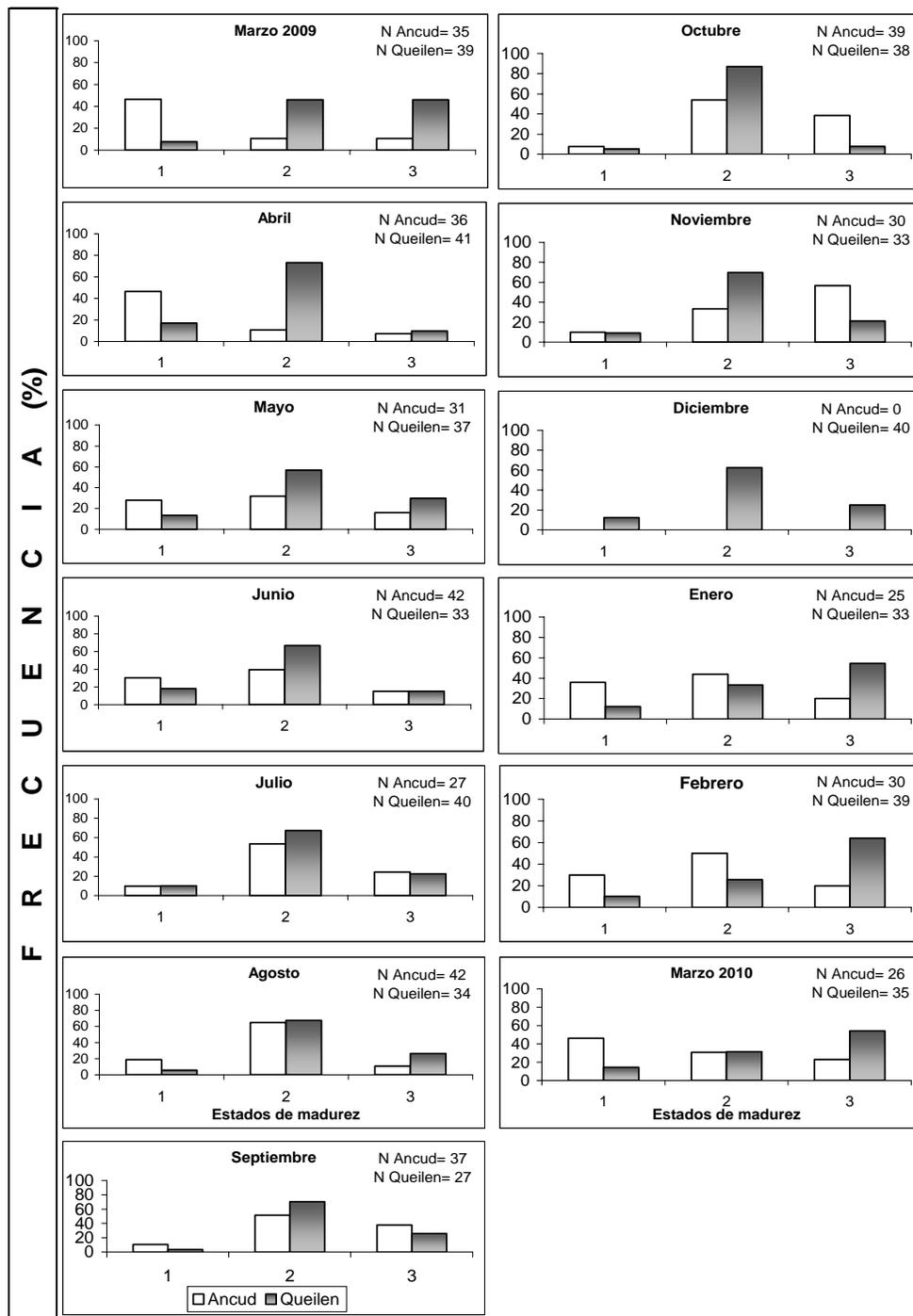


Figura 69. Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicas aparente (EMMa) de machos de *E. megalocyathus* registrados en cada sector de muestreo. 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro.

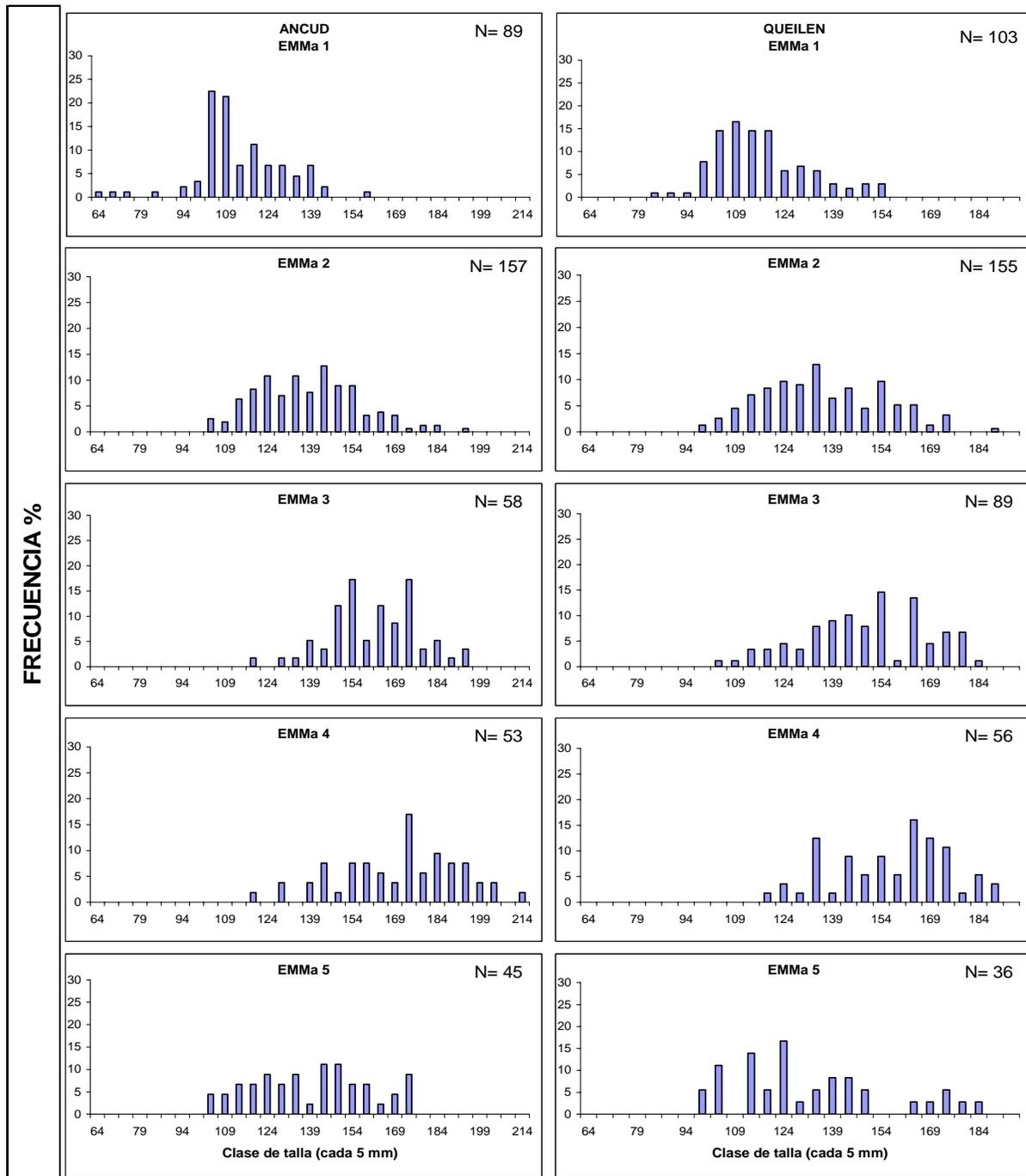


Figura 70. Estructuras de tallas de hembras establecidas por estados macroscópicos de madurez aparente (EMMa) para cada uno de las zonas de muestreo. EMMa: 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro; 4) Madurez máxima; 5) Desovado.

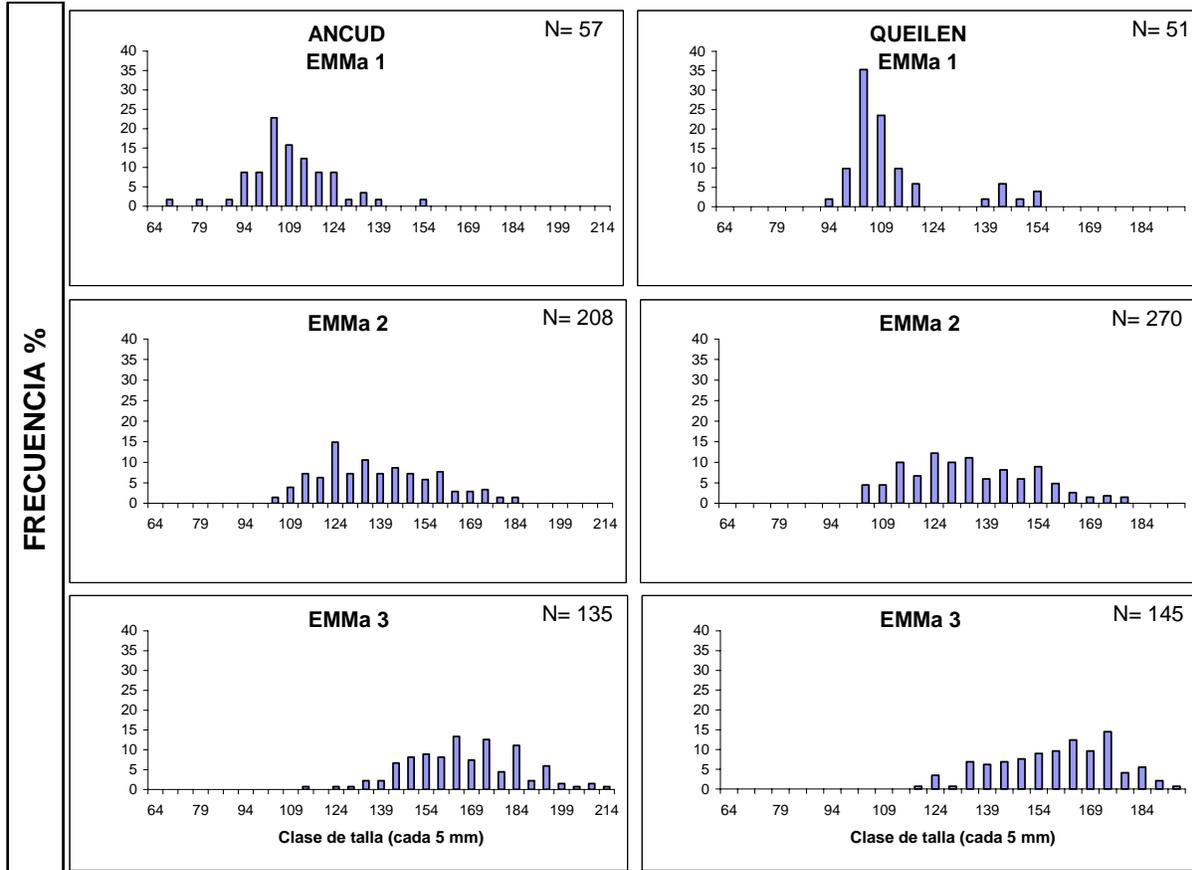


Figura 71. Estructuras de tallas de machos establecidas por estados macroscópicos de madurez aparente (EMMa) para cada uno de las zonas de muestreo. EMMa: 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro.

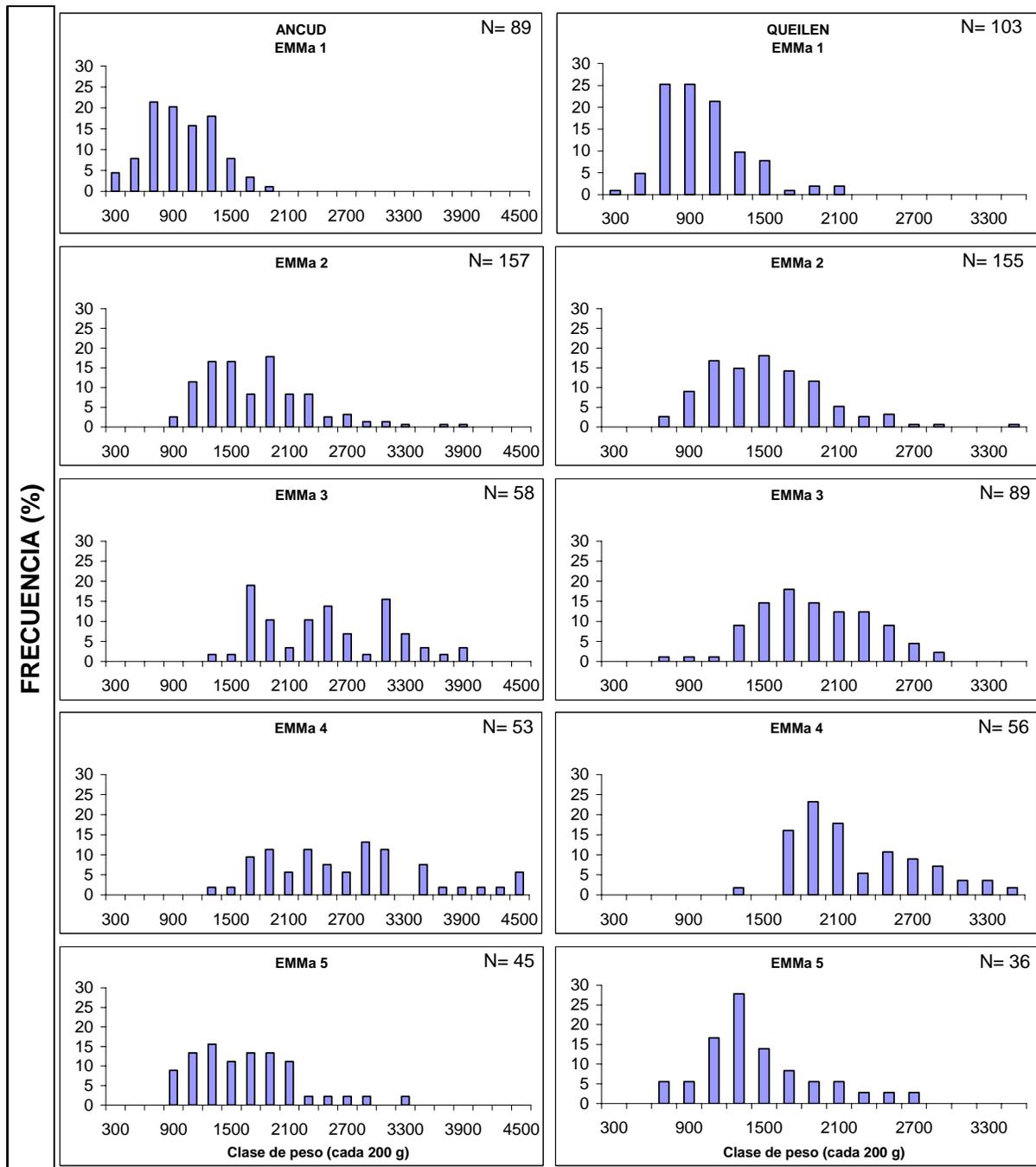


Figura 72. Estructuras de pesos de hembras establecidas por estados macroscópicos de madurez aparente (EMMa) para cada uno de las zonas de muestreo. EMMa: 1) Inmaduro; 2) En maduración; 3) Maduro; 4) Madurez máxima; 5) Desovado.

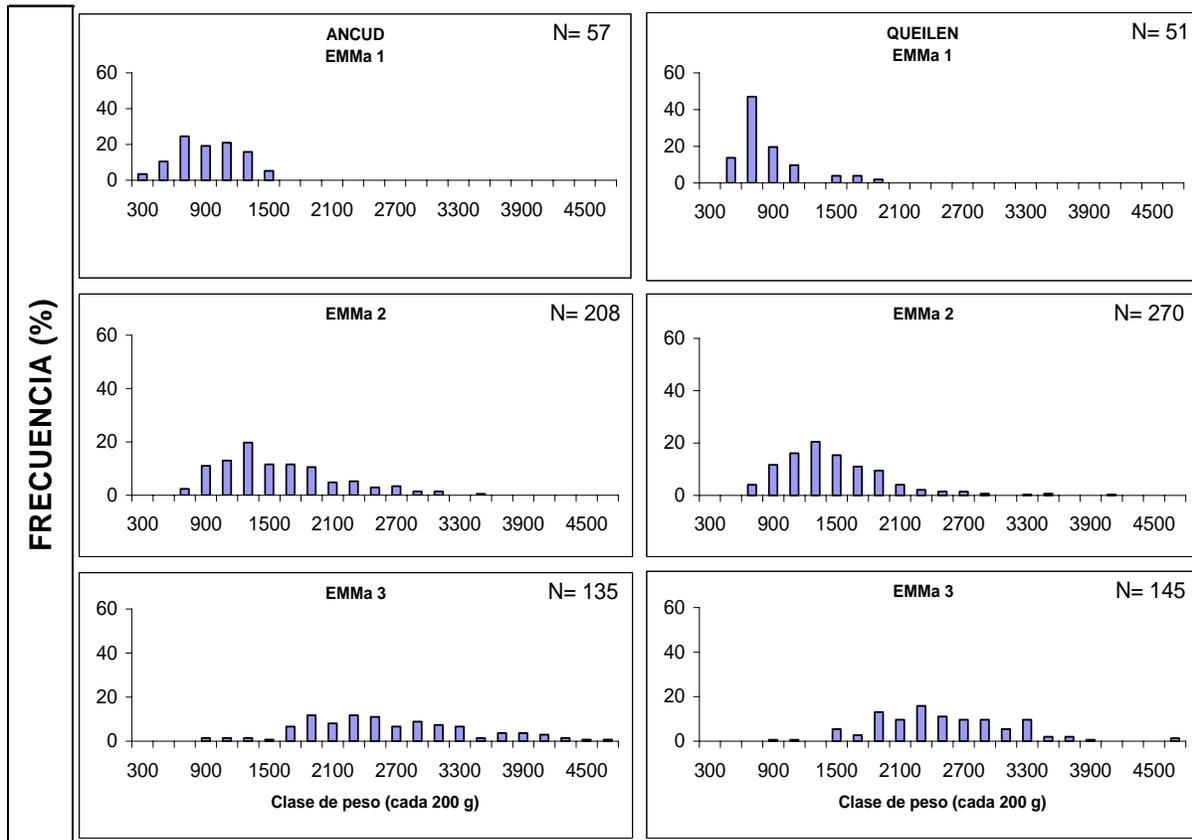


Figura 73. Estructuras de pesos de machos establecidas por estados macrosc3picos de madurez aparente (EMMa) para cada uno de las zonas de muestreo. EMMa: 1) Inmaduro; 2) En maduraci3n; 3) Maduro.

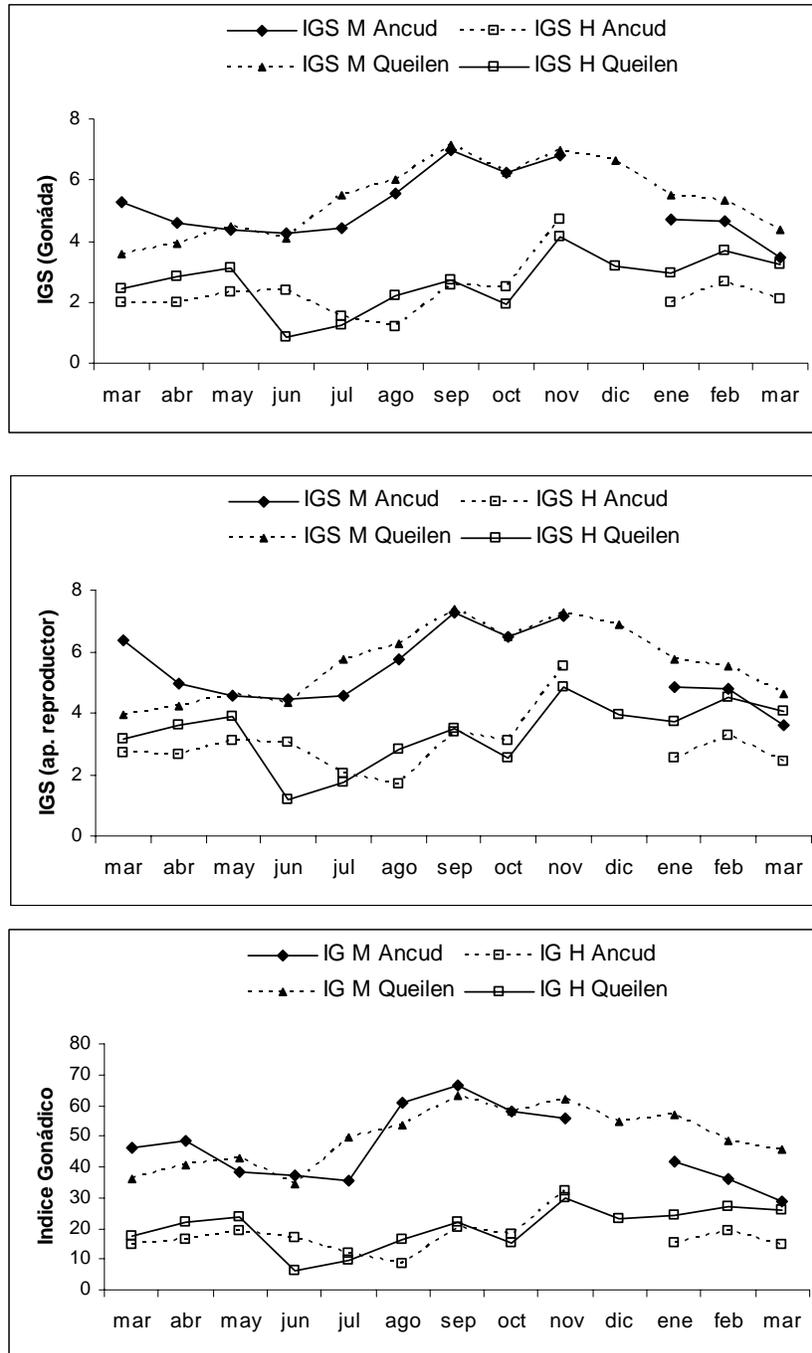


Figura 74. Evoluci3n mensual del Índice Gonadosomático (IGS gon) de *E. megalocyathus* utilizando el peso de la g3nada (superior) y del aparato reproductor (centro); y del Índice Gonádico (IG). Ancud y Queilén. Marzo 2009 – Marzo 2010.

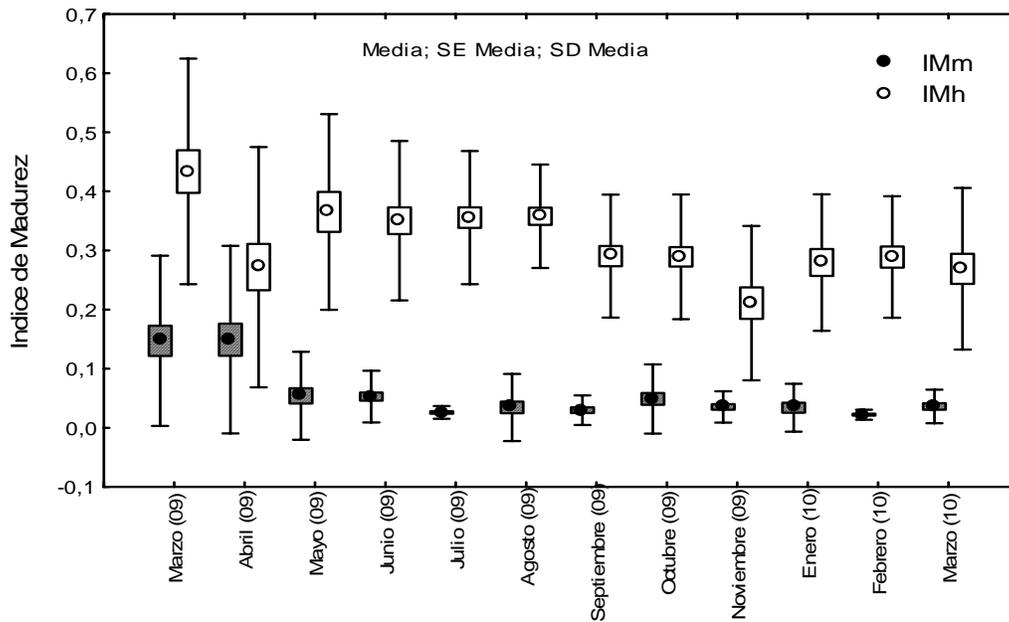


Figura 75. Evoluci3n mensual del 3ndice de Madurez (IM) medio para machos y hembras de la localidad de Ancud. Marzo 2009 – Marzo 2010.

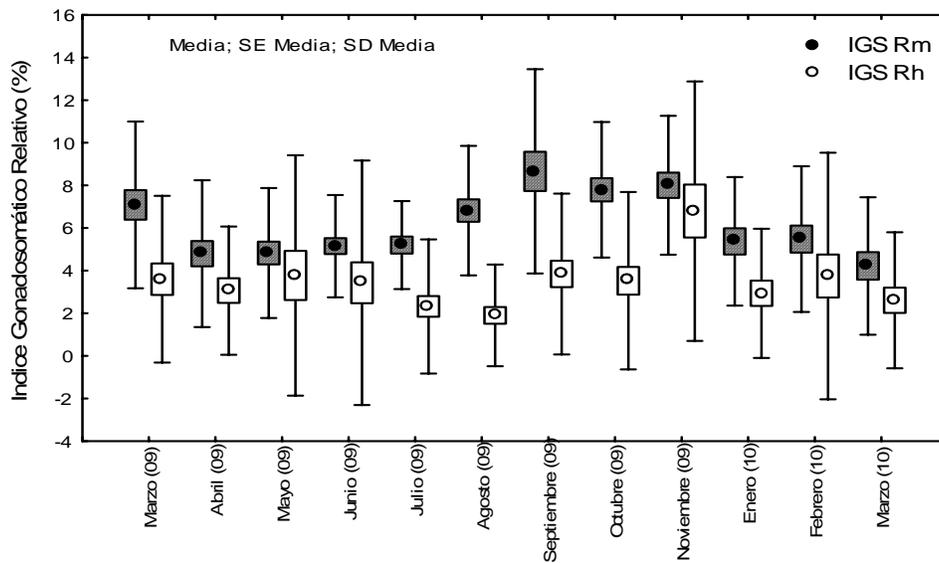


Figura 76. Evoluci3n mensual del 3ndice Gonadosom3tico Relativo (IGSR) medio para machos y hembras de la localidad de Ancud. A3o 2009.

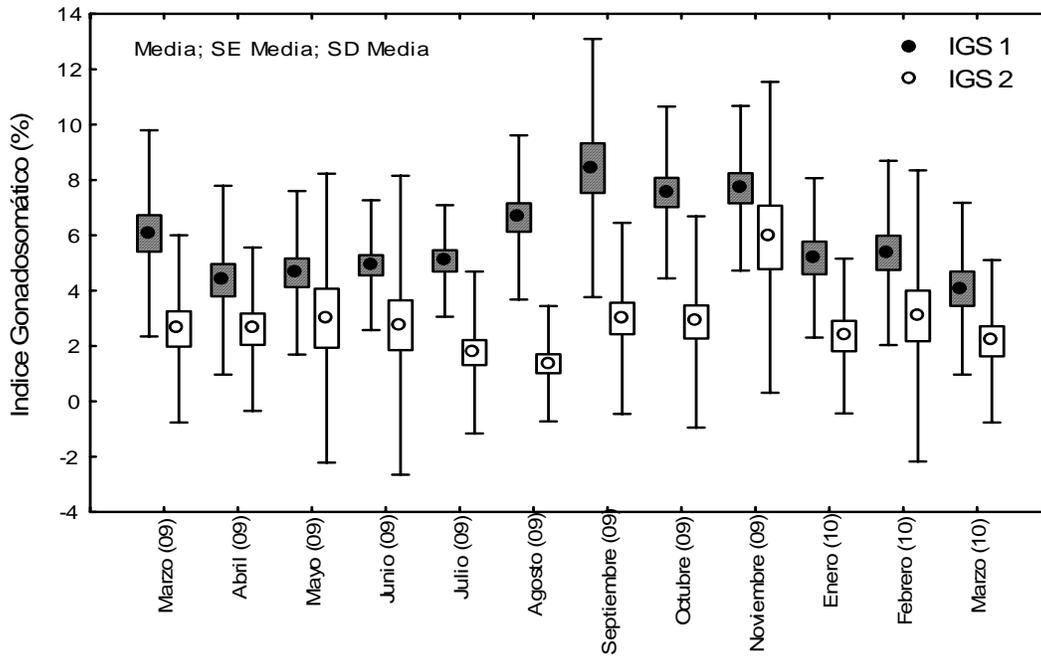


Figura 77. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) medio para machos y hembras de la localidad de Ancud. Año 2009.

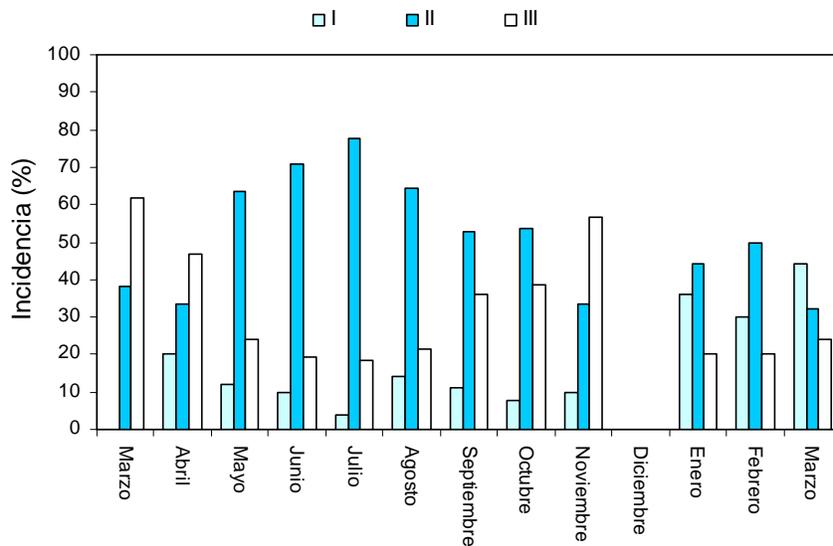


Figura 78. Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópicos en machos de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En maduración; III: Maduro).

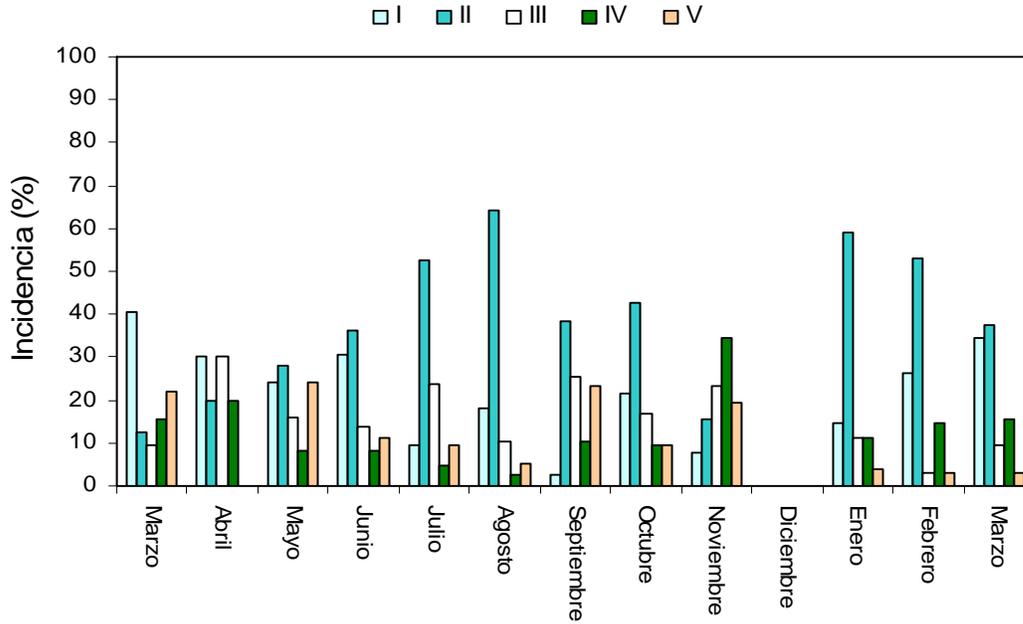


Figura 79. Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópicas en hembras de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En maduración; III: Maduro; IV: Madurez máxima; V: Desovada).

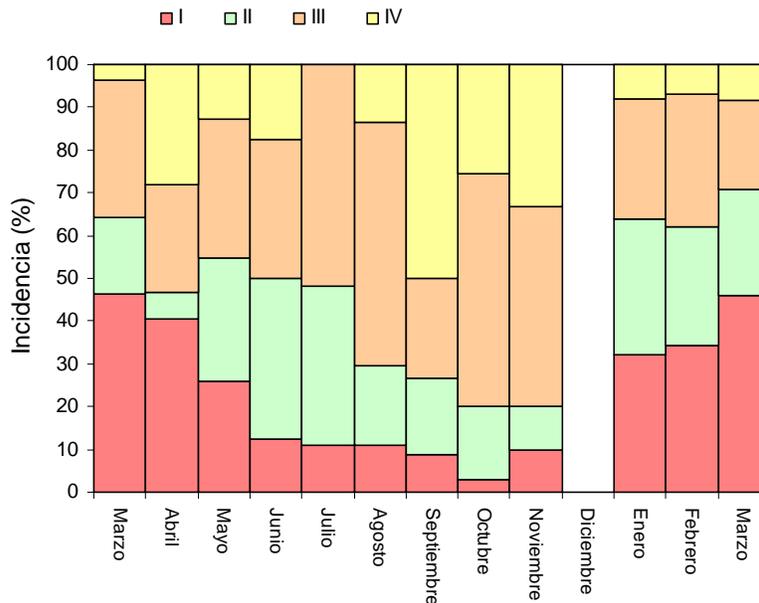


Figura 80. Frecuencia mensual de estadios de madurez en machos de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: Maduración temprana; III: Madurez avanzada; IV: Regresión).

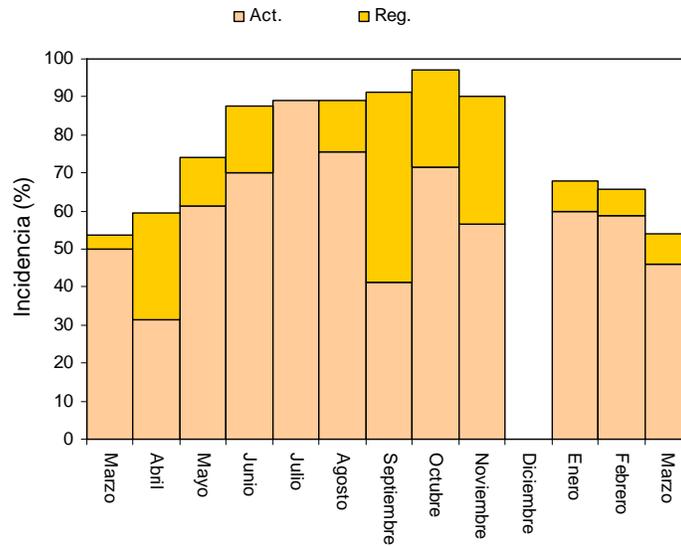


Figura 81. Frecuencia mensual de machos con actividad de maduración gonadal (Act.) y en regresión (Reg.), de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (Act: EMS II + III; Reg.: EMS IV).

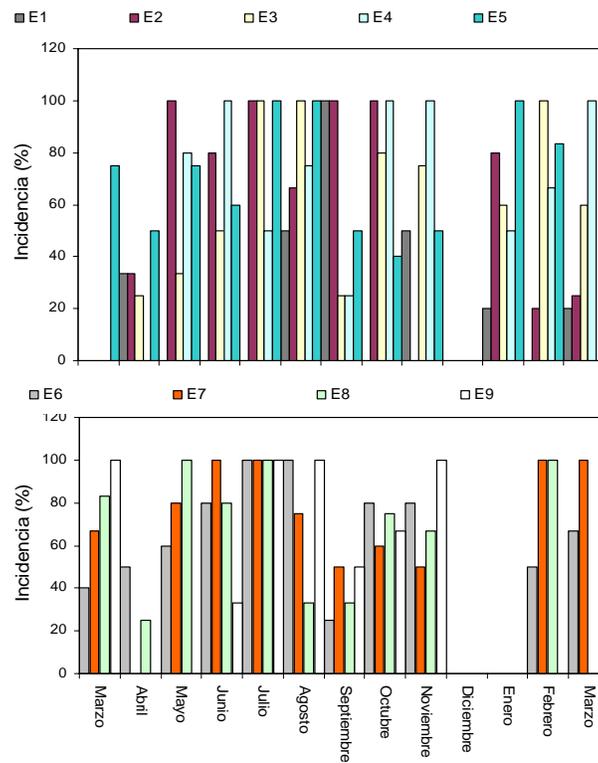


Figura 82. Frecuencia mensual de machos con actividad de maduración gonadal por estratos de la LDM, de la localidad de Ancud, años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).

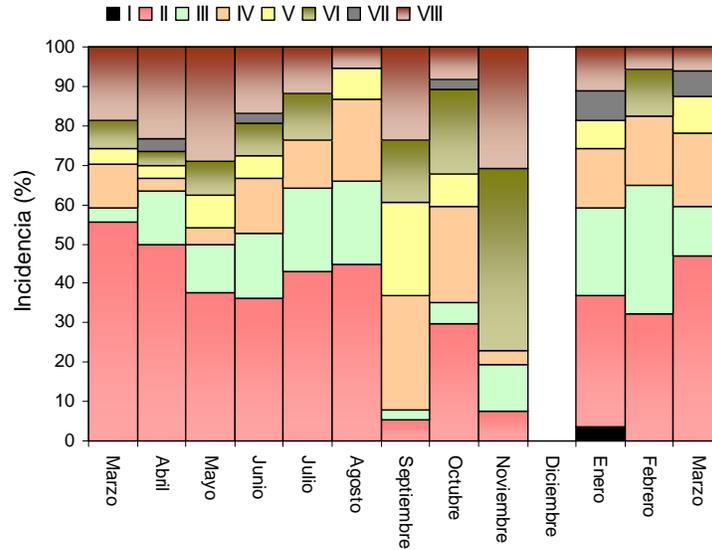


Figura 83. Frecuencia mensual de estadios de madurez sexual en hembras de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En desarrollo; III: Vitelogénesis inicial; IV: Vitelínico; V: Vitelado tardío; VI: Preovulación; VII: Ovulación; VIII: Postdesove-Regresión).

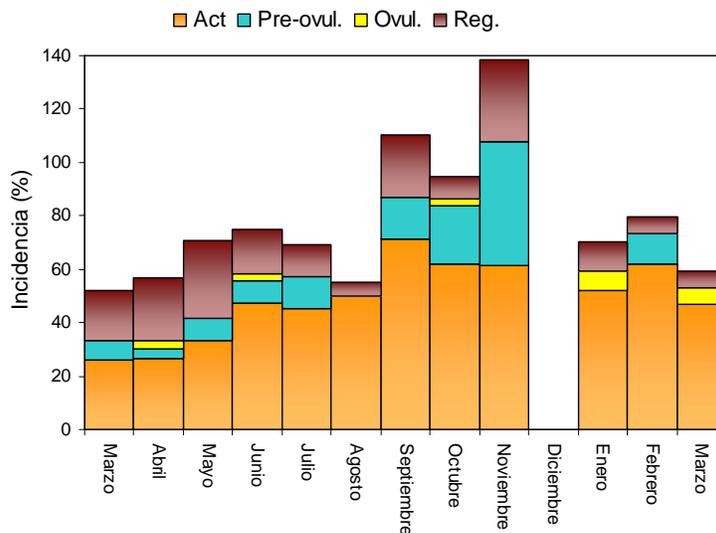


Figura 84. Frecuencia mensual de hembras con actividad de maduraci3n gonadal (Act.), en preovulaci3n, en ovulaci3n y en regresi3n, proveniente de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (Act: EMS II a VII; pre-ovulaci3n: EMS VI; ovulaci3n: EMS VII; Reg.: EMS VIII).

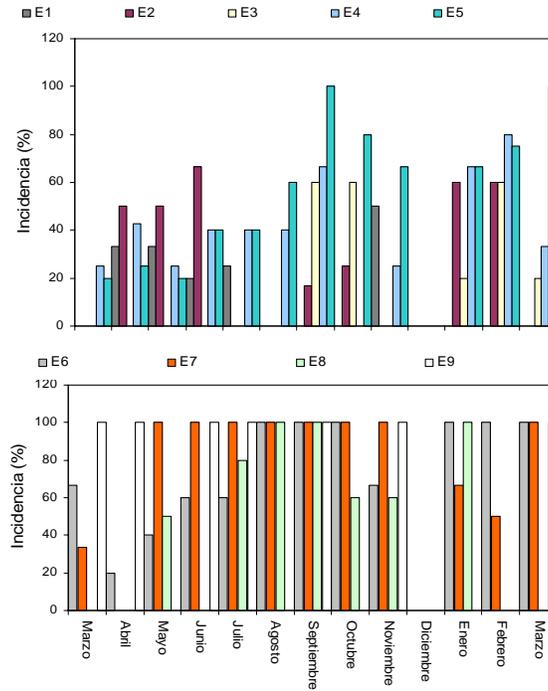


Figura 85. Frecuencia mensual de hembras con actividad de maduraci3n gonadal por estratos de la LDM, de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).

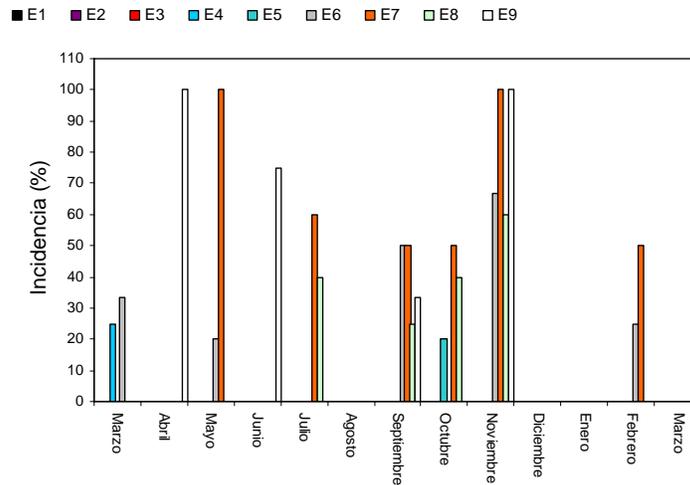


Figura 86. Frecuencia mensual de hembras en preovulaci3n por estratos de la LDM, de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).

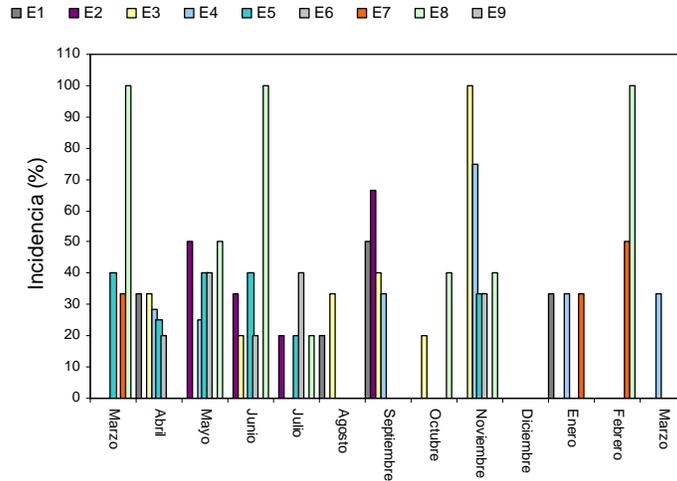


Figura 87. Frecuencia mensual de hembras en regresi3n por estratos de la LDM, de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).

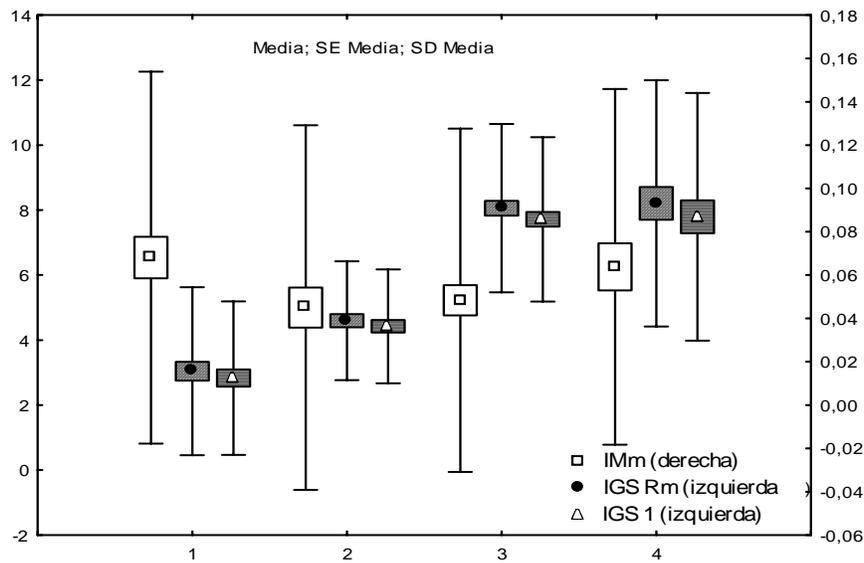


Figura 88. Comportamiento de indicadores macrosc3picos en relaci3n a la condici3n de madurez en machos de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (IM: Índice de Madurez; IGSR: Índice Gonadosomático Relativo; IGS: Índice Gonadosomático).

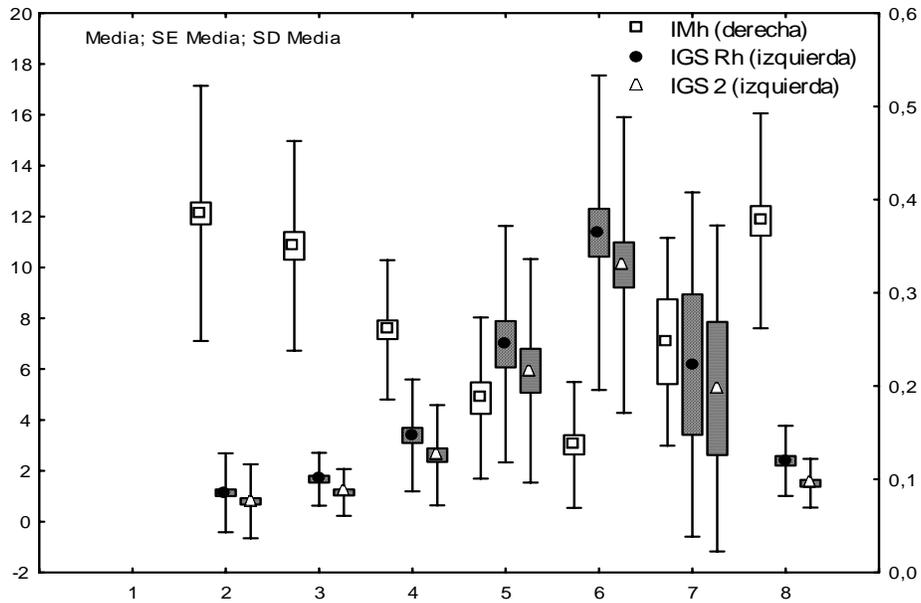


Figura 89. Comportamiento de indicadores macrosc3picos en relaci3n a la condici3n de madurez en las hembras de la localidad de Ancud. Años 2009-2010 (IM: Índice de Madurez; IGS: Índice Gonadosomático; IGSR: Índice Gonadosomático Relativo).

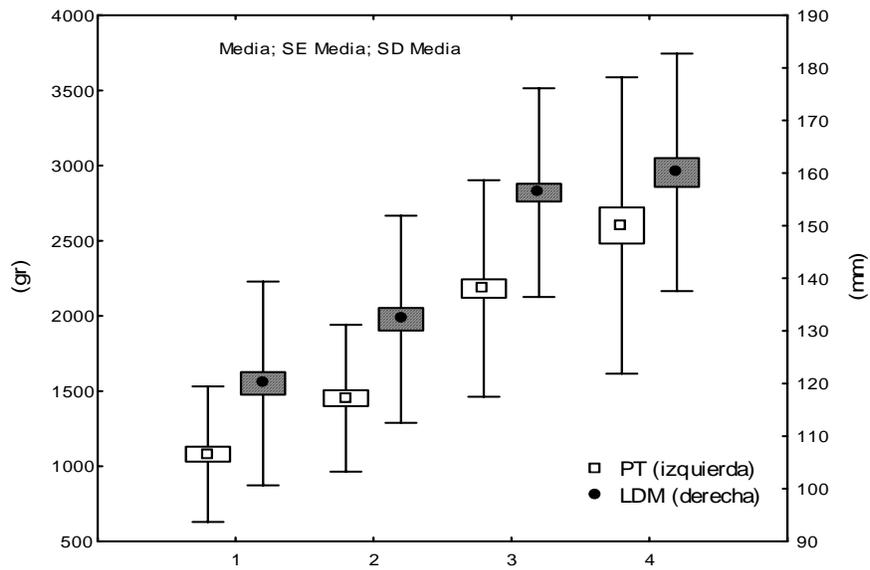


Figura 90. Relaci3n de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez testicular en ejemplares de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.

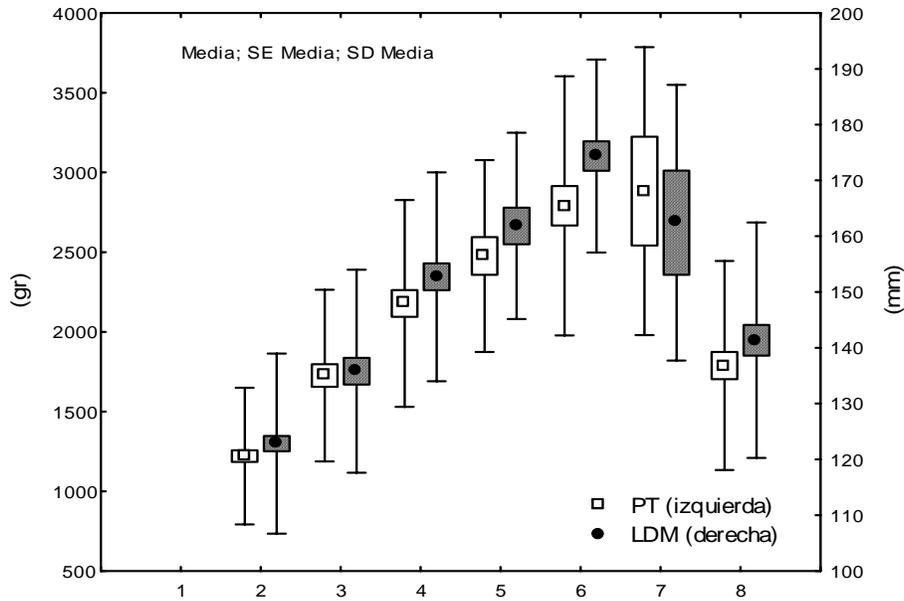


Figura 91. Relaci3n de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez ov3rica en ejemplares de la localidad de Ancud. Años 2009-2010.

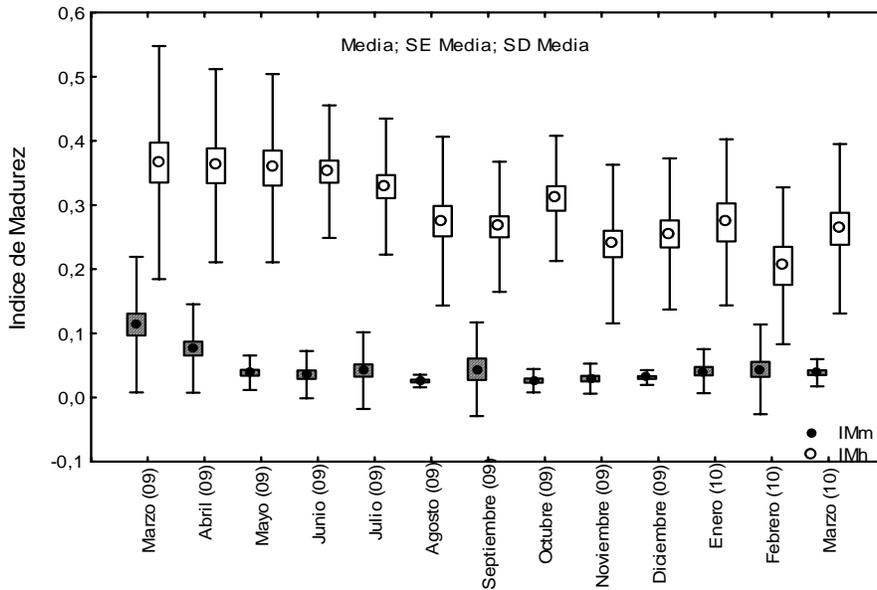


Figura 92. Evoluci3n mensual del Índice de Madurez (IM) medio para machos y hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010.

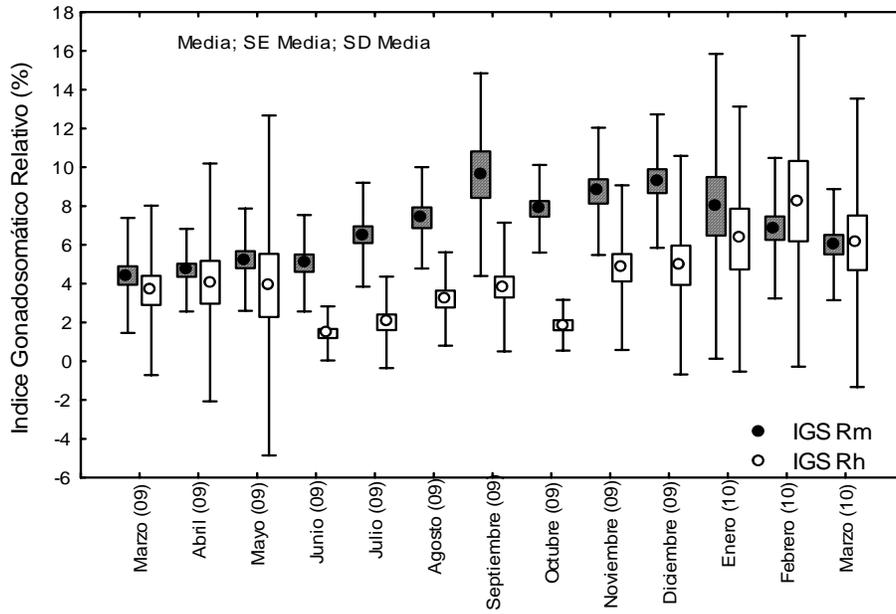


Figura 93. Evoluci3n mensual del 3ndice Gonadosom3tico Relativo (IGSR) medio para machos y hembras de la localidad de Queil3n. A3os 2009-2010.

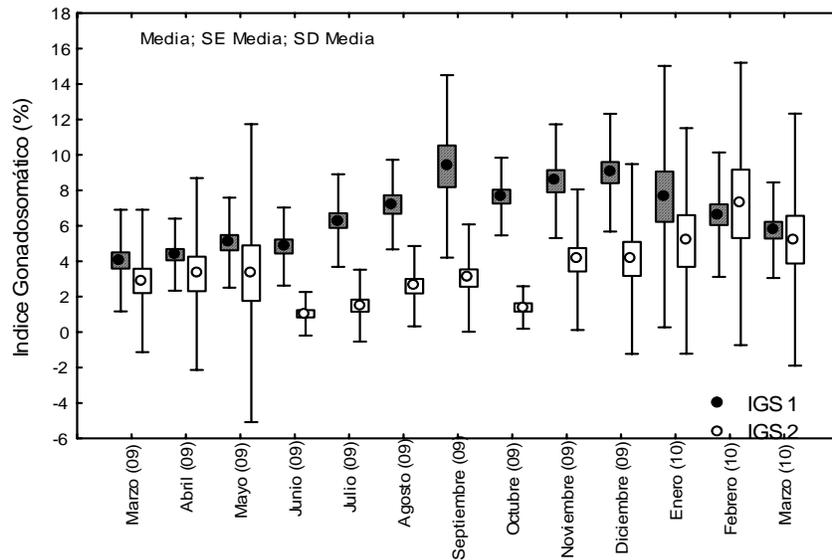


Figura 94. Evoluci3n mensual del 3ndice Gonadosom3tico (IGS) medio para machos y hembras de la localidad de Queil3n. A3os 2009-2010.

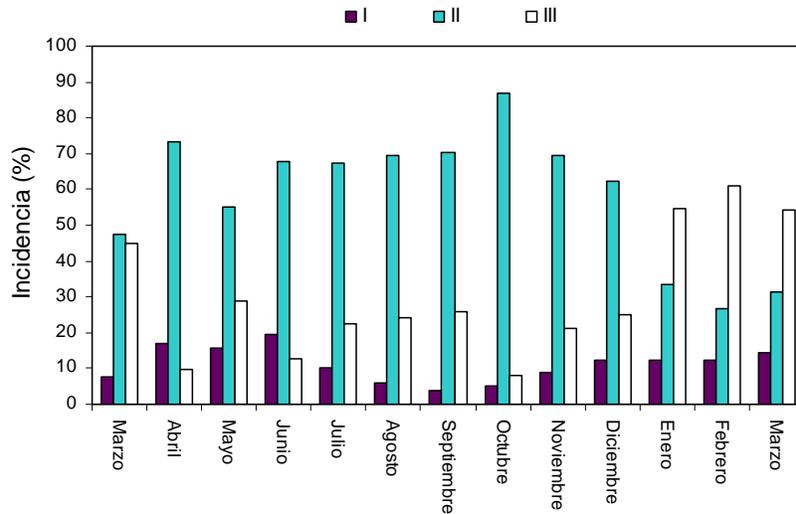


Figura 95. Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópica en machos de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En maduración; III: Maduro).

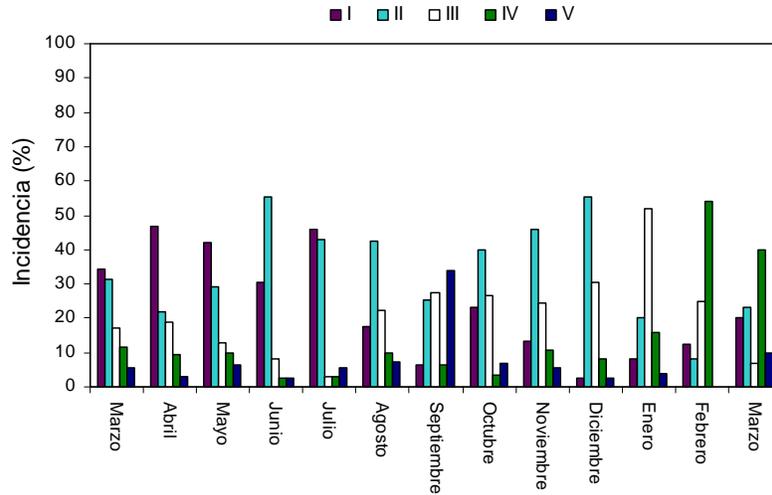


Figura 96. Frecuencia mensual de estadios de madurez macroscópica en hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En maduración; III: Maduro; IV: Madurez máxima; V: Desovada).

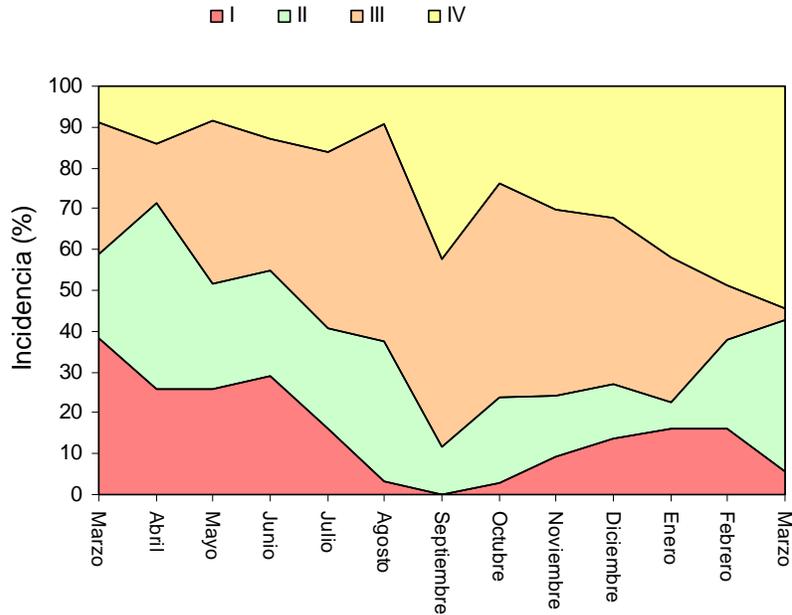


Figura 97. Frecuencia mensual de estadios de madurez sexual en machos de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: Maduraci3n temprana; III: Madurez avanzada; IV: Regresi3n).

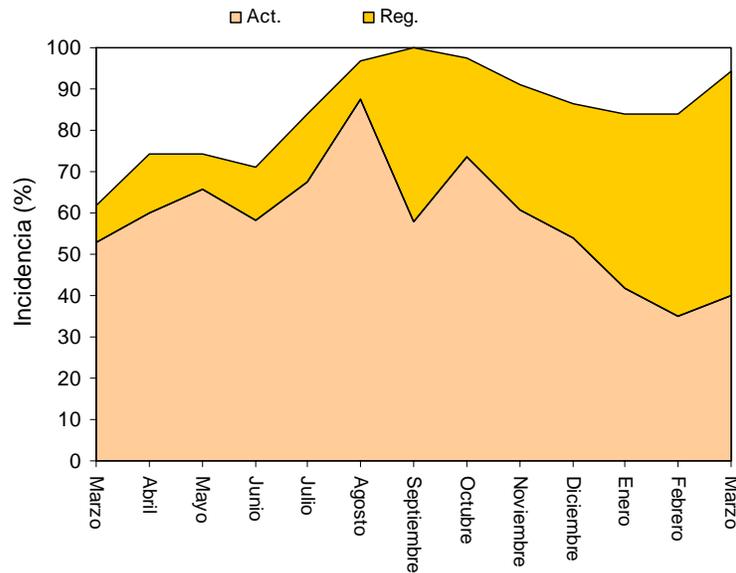


Figura 98. Frecuencia mensual de machos con actividad de maduraci3n gonadal (Act.) y en la condici3n de regresi3n (Reg.), proveniente de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010 (Act: EMS II + III; Reg.: EMS IV).

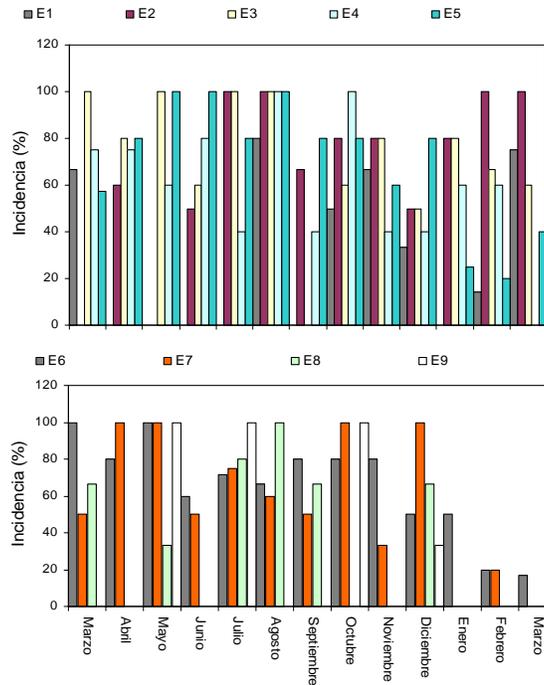


Figura 99. Frecuencia mensual de machos con actividad de maduración gonadal por estratos de la LDM, de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).

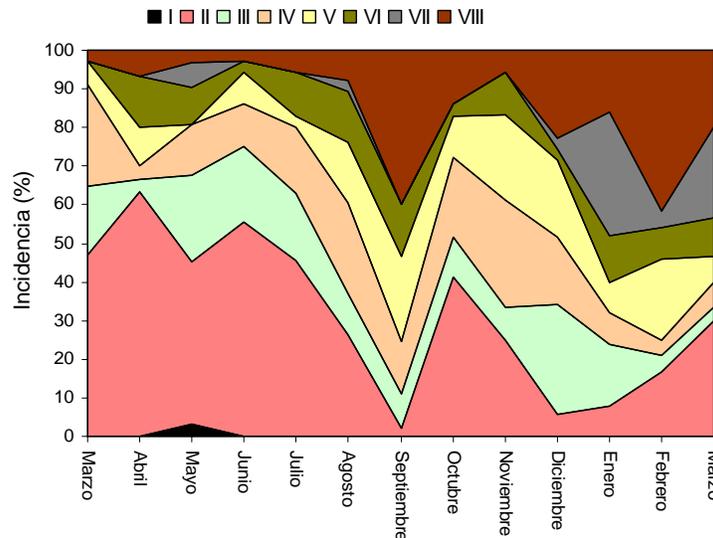


Figura 100. Frecuencia mensual de estadios de madurez sexual en hembras de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (I: Inmaduro; II: En desarrollo; III: Vitelogénesis inicial; IV: Vitelínico; V: Vitelado tardío; VI: Preovulación; VII: Ovulación; VIII: Postdesove-Regresión).

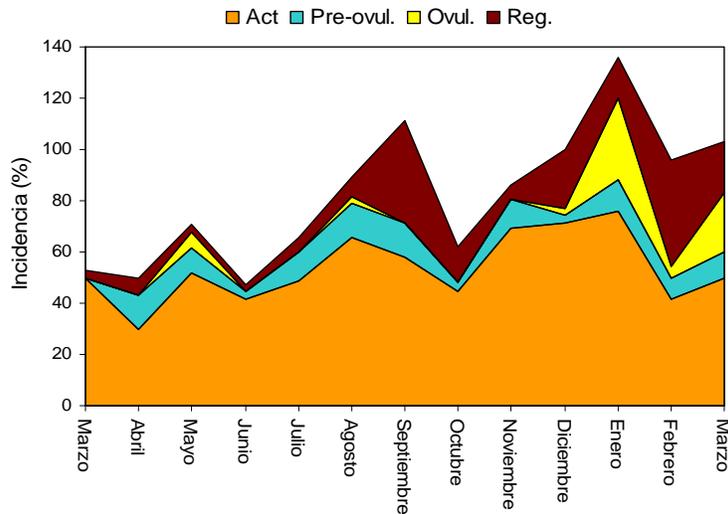


Figura 101. Frecuencia mensual de hembras con actividad de maduraci3n gonadal (Act.), en preovulaci3n, en ovulaci3n y en regresi3n, proveniente de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010 (Act: EMS II a VII; pre-ovulaci3n: EMS VI; ovulaci3n: EMS VII; Reg.: EMS VIII).

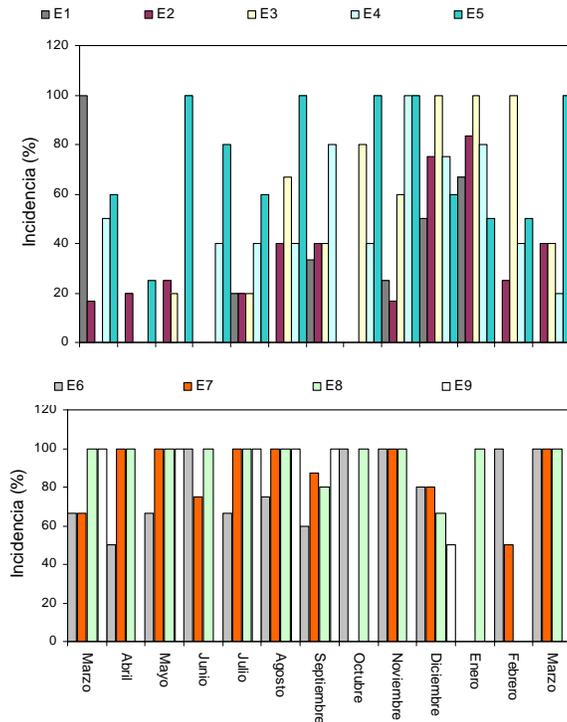


Figura 102. Frecuencia mensual de hembras con actividad de maduraci3n gonadal por estratos de la LDM, de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).

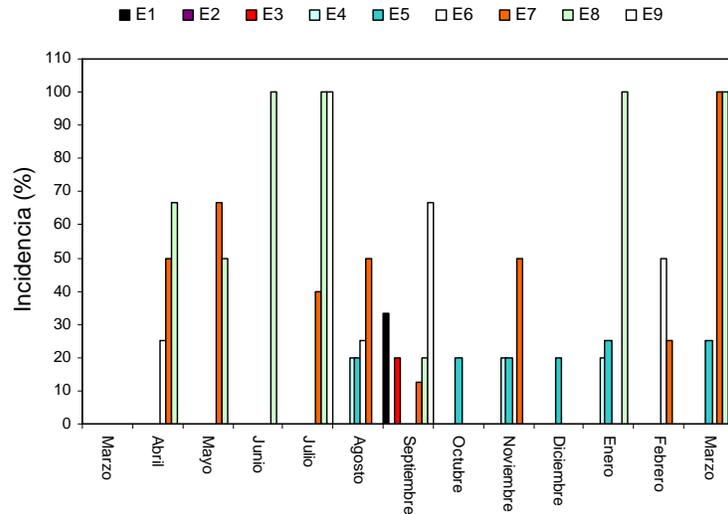


Figura 103. Frecuencia mensual de hembras en preovulación por estratos de la LDM, de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).

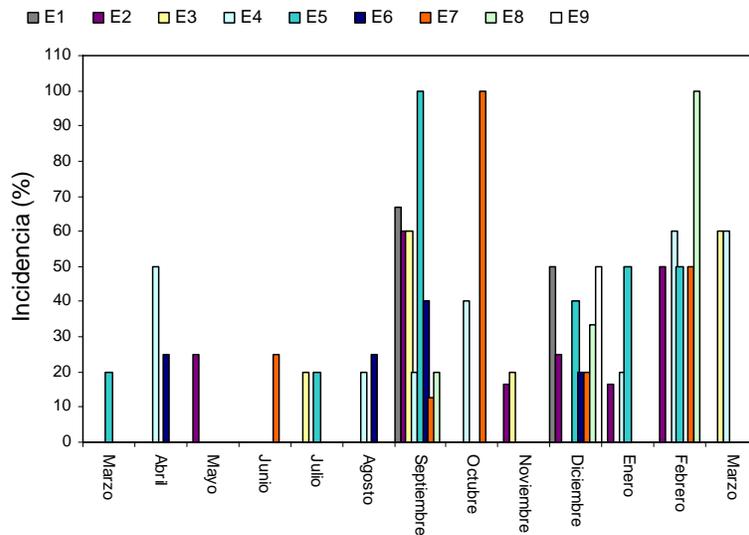


Figura 104. Frecuencia mensual de hembras en regresión por estratos de la LDM, de la localidad de Queilén. Años 2009-2010 (E1: 100,0-109,9; E2: 110,0-119,9; E3: 120,0-129,9; E4: 130,0-139,9; E5: 140,0-149,9; E6: 150,0-159,9; E7: 160,0-169,9; E8: 170,0-179,9; E9: 180,0-189,9).

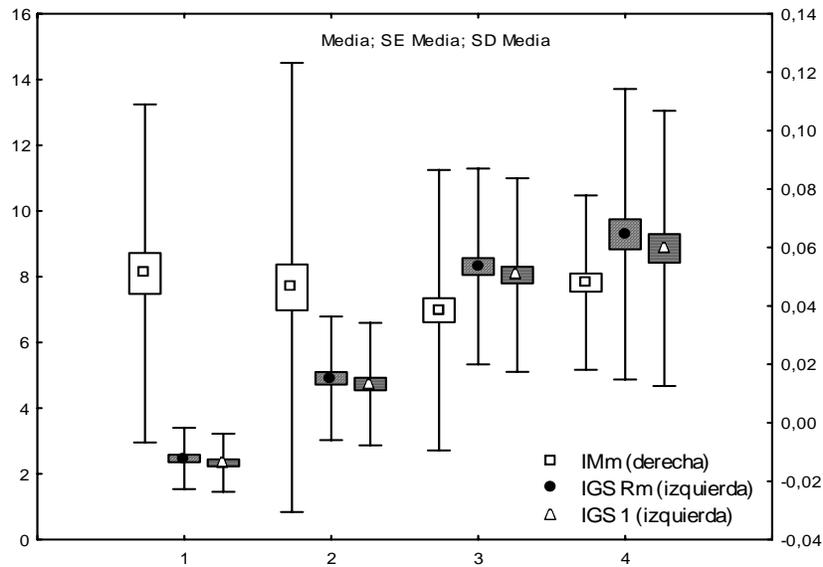


Figura 105. Comportamiento de indicadores macrosc3picos en relaci3n a la condici3n de madurez en machos de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010 (IM: Índice de Madurez; IGSR: Índice Gonadosomático Relativo; IGS: Índice Gonadosomático).

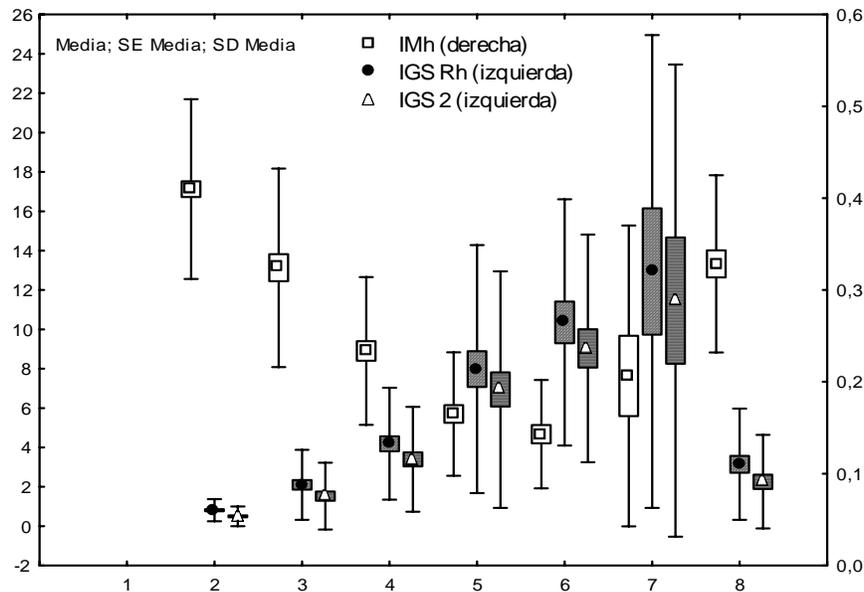


Figura 106. Comportamiento de indicadores macrosc3picos en relaci3n a la condici3n de madurez en las hembras de la localidad de Queil3n. Años 2009-2010 (IM: Índice de Madurez; IGSR: Índice Gonadosomático Relativo; IGS: Índice Gonadosomático).

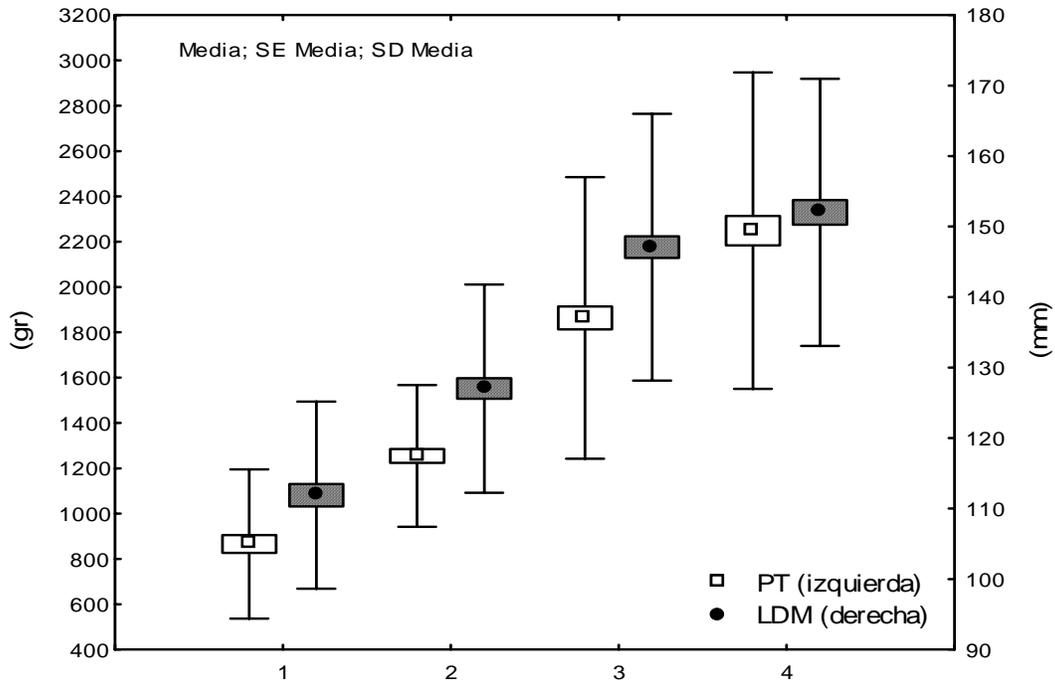


Figura 107. Relaci3n de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez testicular en ejemplares de la localidad de Queil3n.

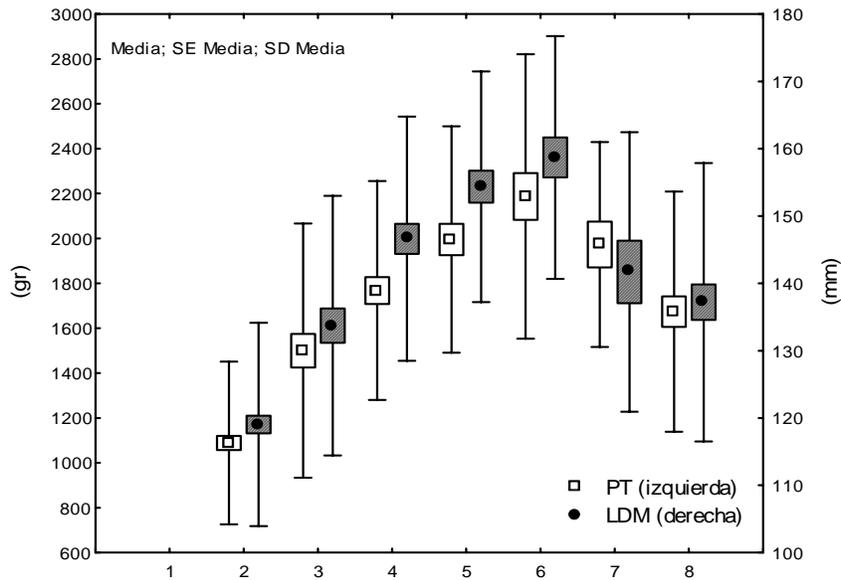


Figura 108. Relaci3n de la longitud dorsal del manto (LDM) y el peso total (PT) por fase de madurez ov3rica en ejemplares de la localidad de Queil3n.

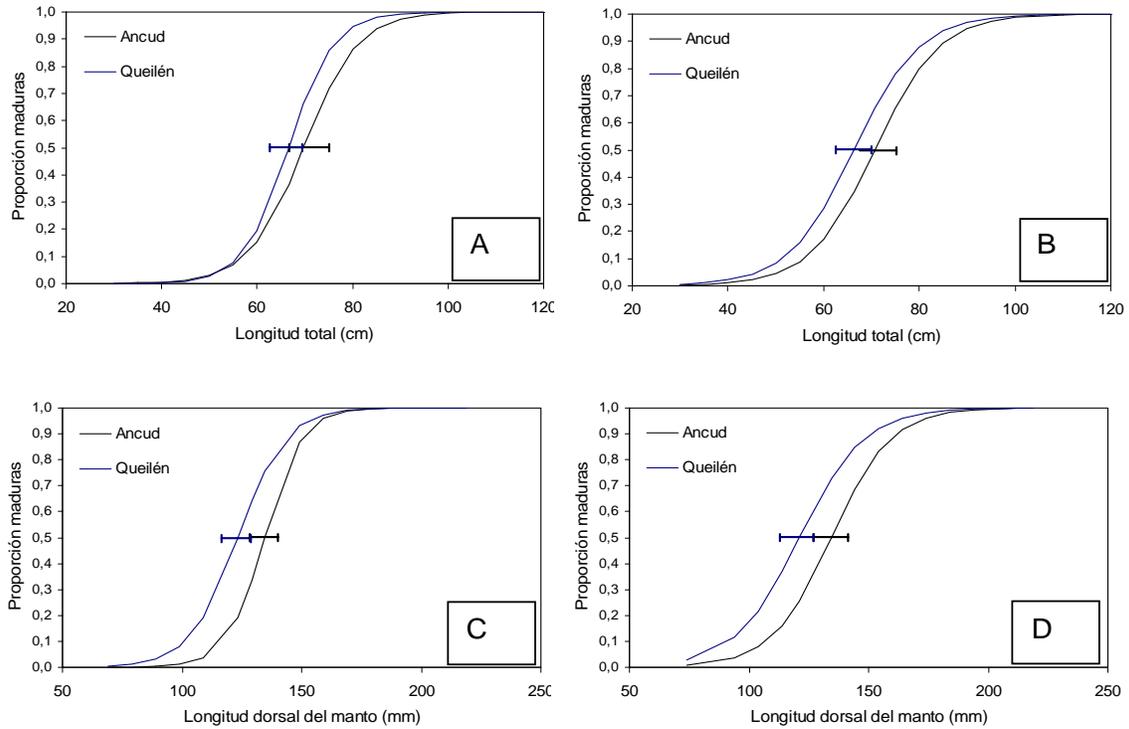


Figura 109. Ajuste de la madurez sexual e intervalos de confianza para machos y hembras. A y C: machos; B y D: hembras.

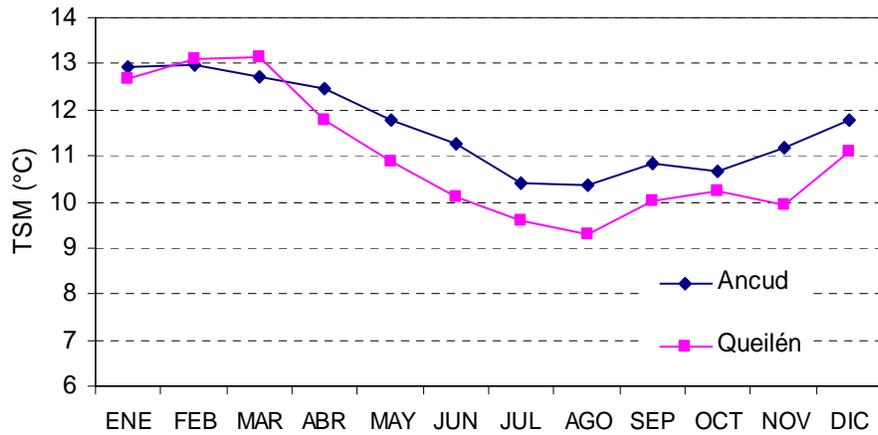


Figura 110. Variabilidad mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) promedio para las localidades de Ancud y Queilén.

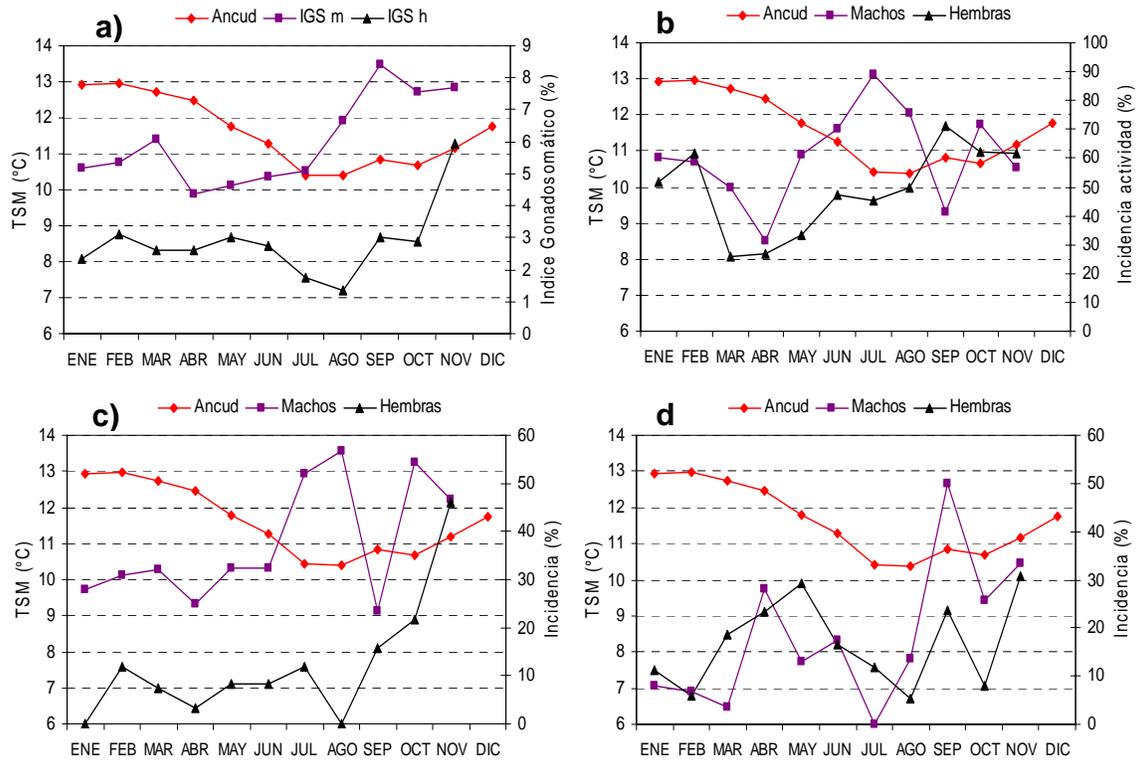


Figura 111. Relaci3n entre la TSM y la estacionalidad reproductiva de ejemplares de pulpo de la localidad de Ancud (a): distribuci3n del IGS; b): incidencia actividad gonadal; c): machos maduros y hembras en preovulaci3n; d): machos en regresi3n y hembras reci3n ovuladas).

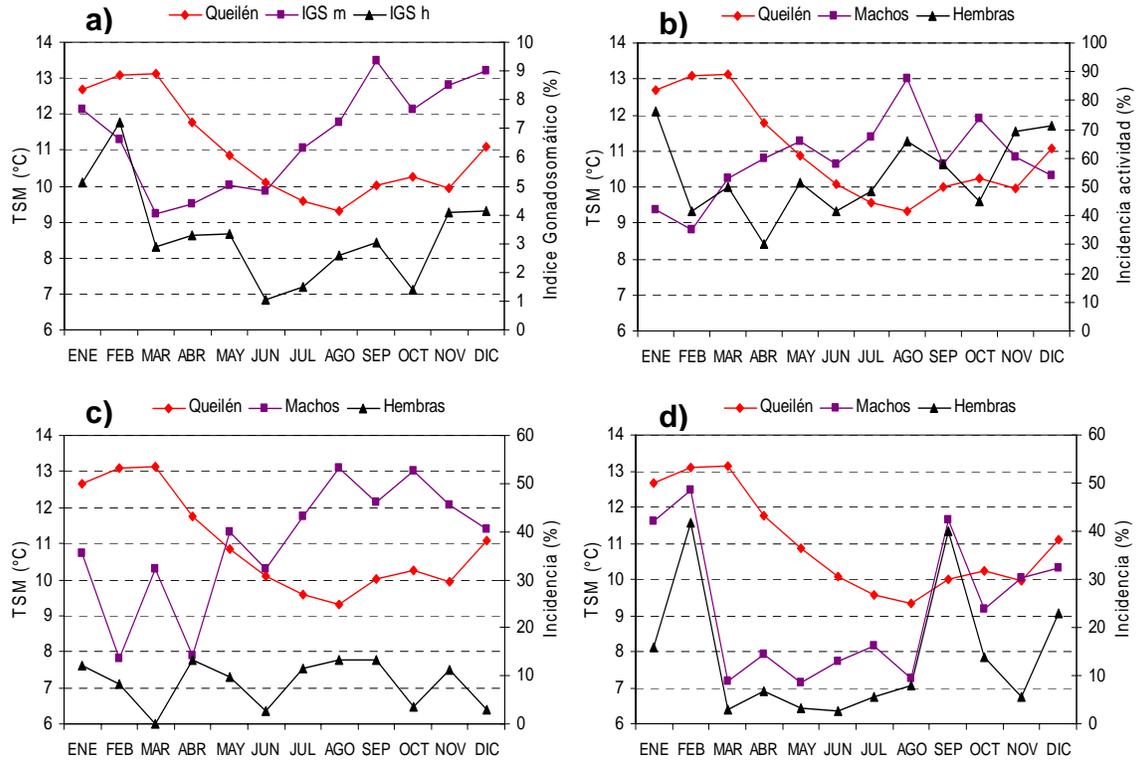


Figura 112. Relaci3n entre la TSM y la estacionalidad reproductiva de ejemplares de pulpo de la localidad de Queilén (a): distribuci3n del IGS; b): incidencia actividad gonadal; c): machos maduros y hembras en preovulaci3n; d): machos en regresi3n y hembras reci3n ovuladas).

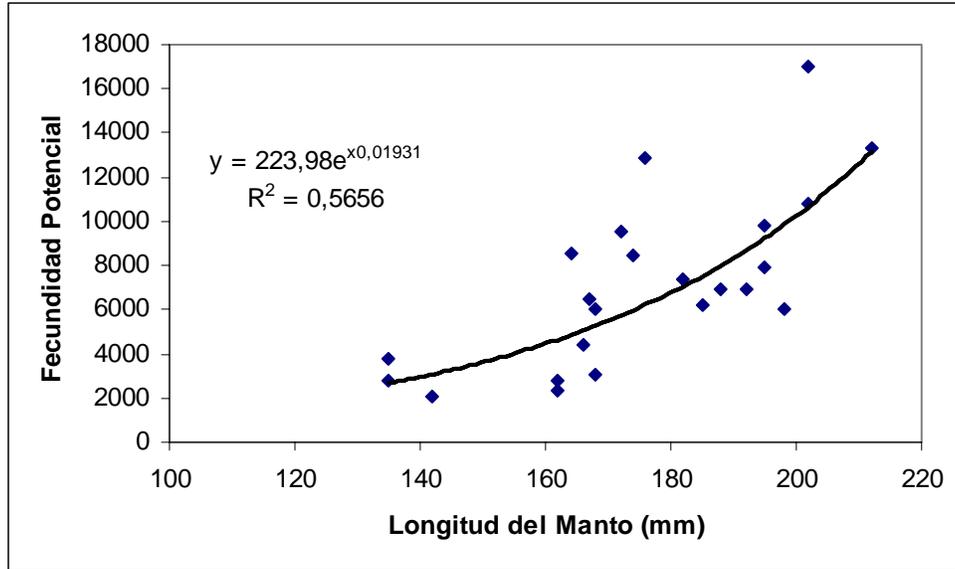


Figura 113. Fecundidad potencial para *E. megalocyathus* utilizando un ajuste exponencial para la variable de Longitud del Manto.

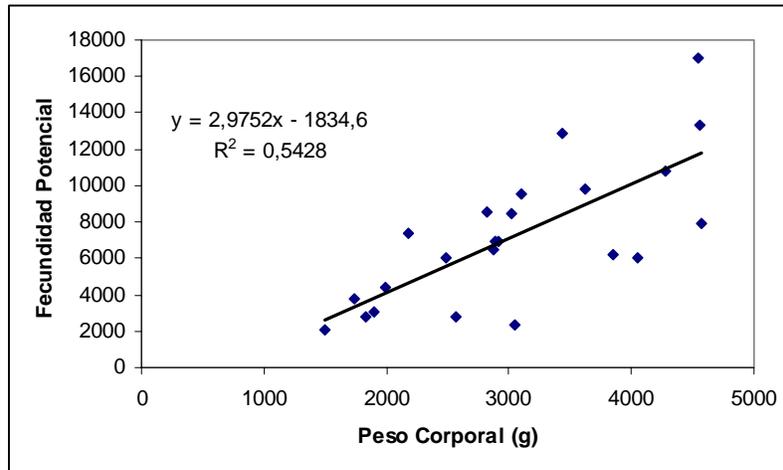


Figura 114. Fecundidad potencial para *E. megalocyathus* utilizando un ajuste lineal para la variable Peso Corporal.



Figura 115. Gl3ndula oviductal de hembra de *E. megalocyathus*, se destaca la presencia de un grupo de ovocitos maduros y pedunculados (Fotografía Margarita Gonz3lez).

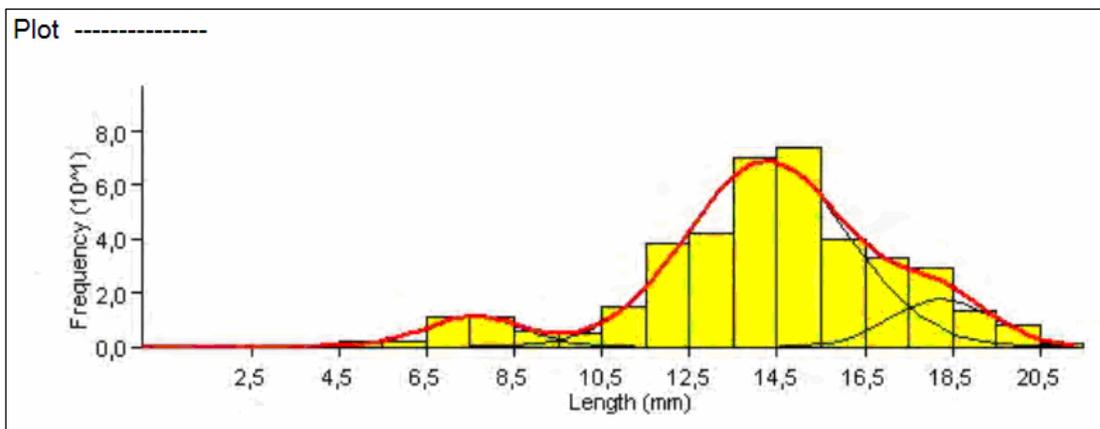


Figura 116. Distribuci3n de la longitud del ovocito para hembras en estado macrosc3pico IV para *E. megalocyathus*. Se destaca la característica unimodal de los datos.

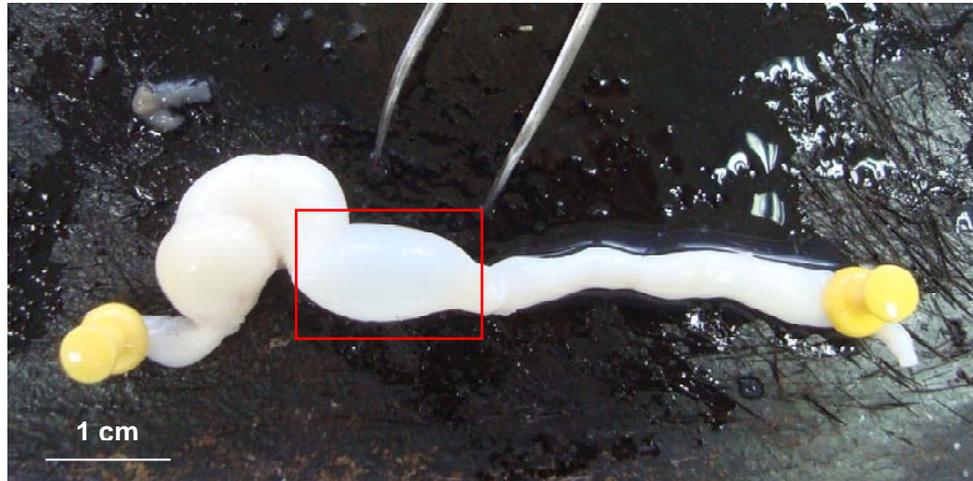


Figura 117. Oviducto y gl3ndula oviductal, se detalla el conducto distal con ensanchamiento (recuadro rojo); b. Corte transversal de la gl3ndula oviductal y longitudinal del oviducto distal. Se detalla el conducto distal con ensanchamiento y el espermat3foro en su interior (figura roja). (Fotograf3a Margarita Gonz3lez).

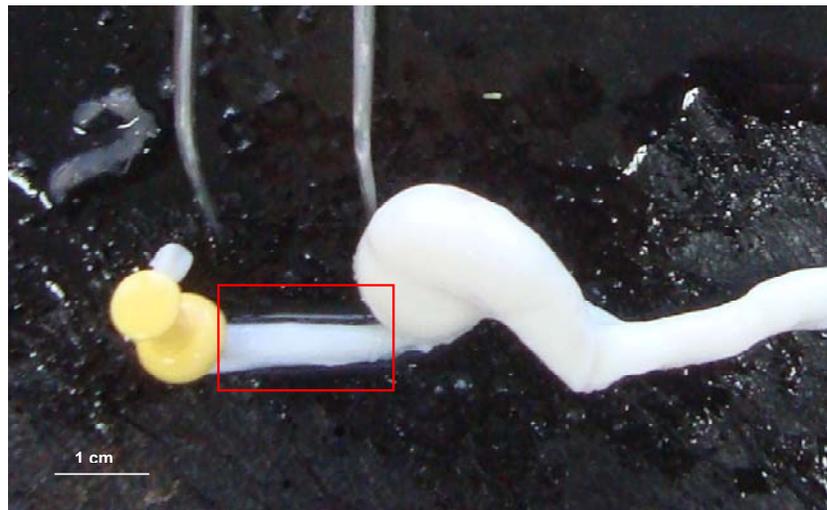


Figura 118. Oviducto y gl3ndula oviductal, se detalla el conducto proximal sin ensanchamiento (recuadro rojo). (Fotograf3a Margarita Gonz3lez).

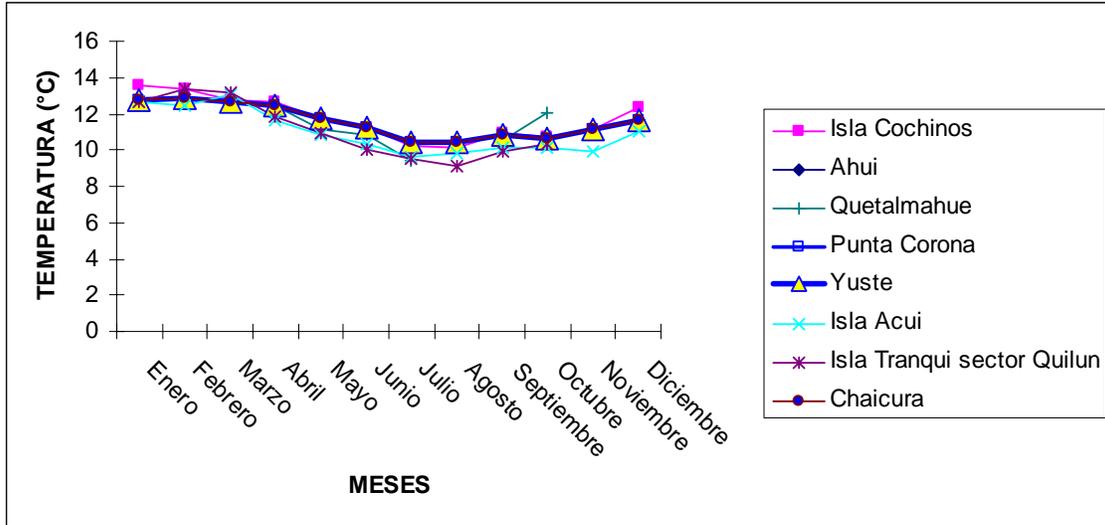


Figura 119a. Distribución de temperatura superficial del mar mensual promedio (día) durante el 2009 en torno a la Isla de Chiloé, obtenidas del sensor MODIS-Aqua procesada por ICESS de la Universidad de California-Santa Bárbara.

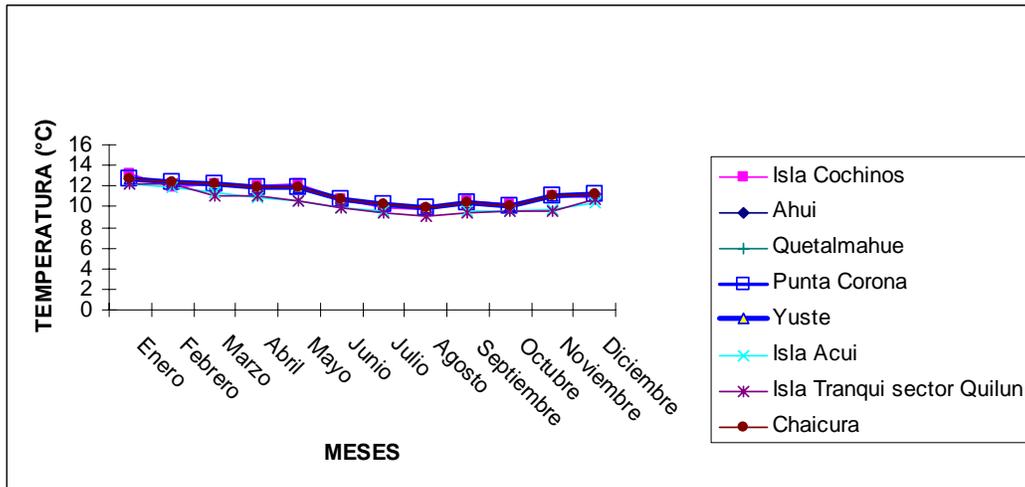


Figura 119b. Distribución de temperatura superficial del mar mensual promedio (noche) durante el 2009 en torno a la Isla de Chiloé, obtenidas del sensor MODIS-Aqua procesada por ICESS de la Universidad de California-Santa Bárbara.

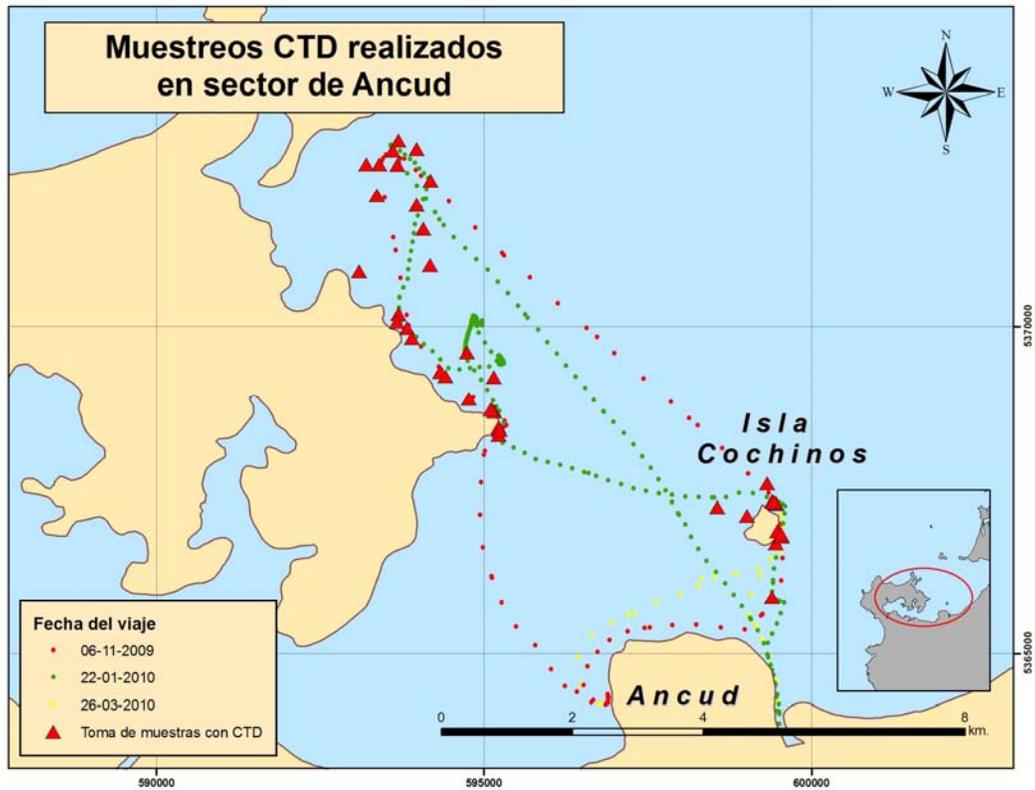


Figura 120. Distribuci3n geogr3fica de las estaciones de CTD-O realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Ancud en la isla de Chiloé, X Regi3n.

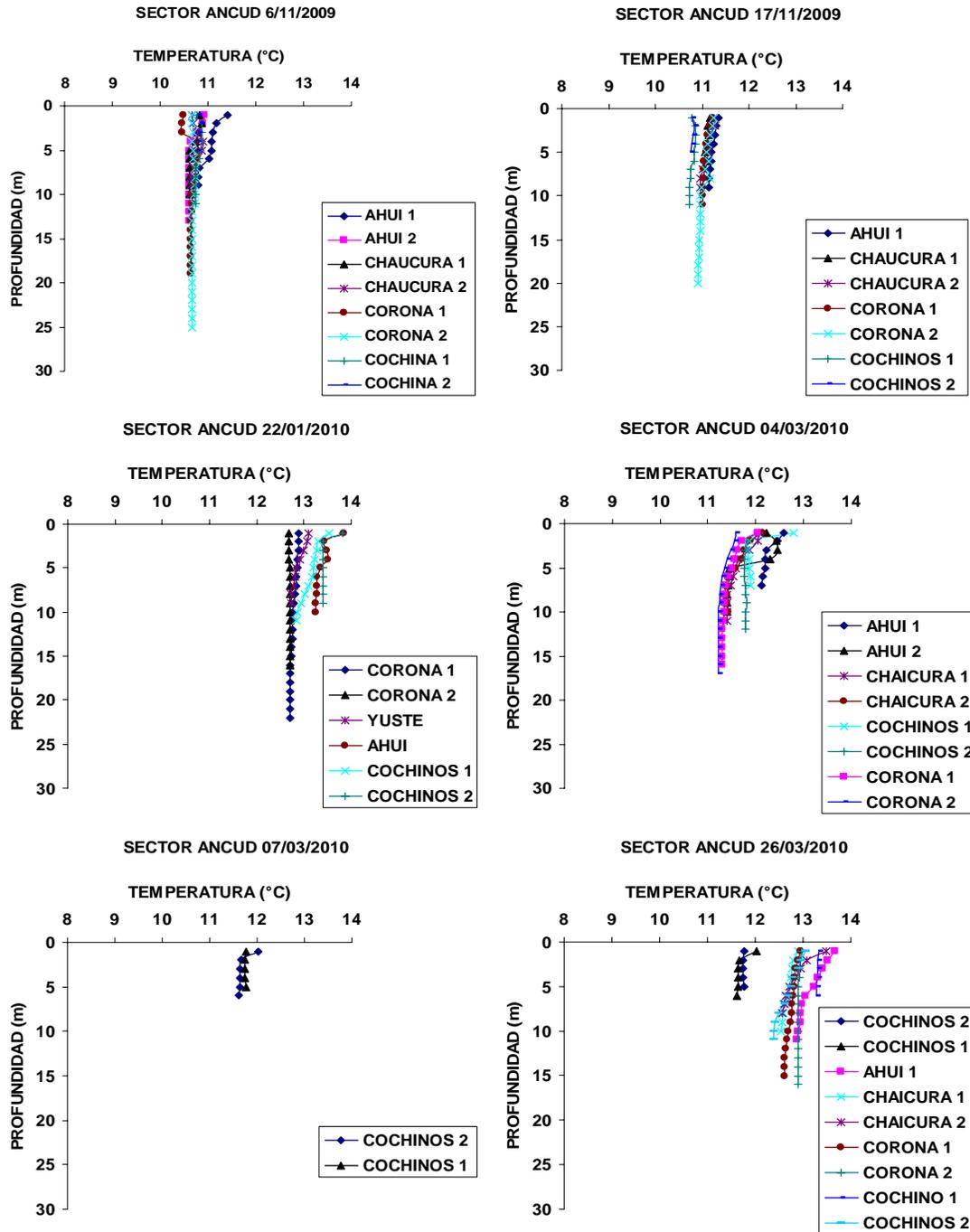


Figura 121. Distribución vertical de temperatura de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Ancud en la isla de Chiloé, X Región.

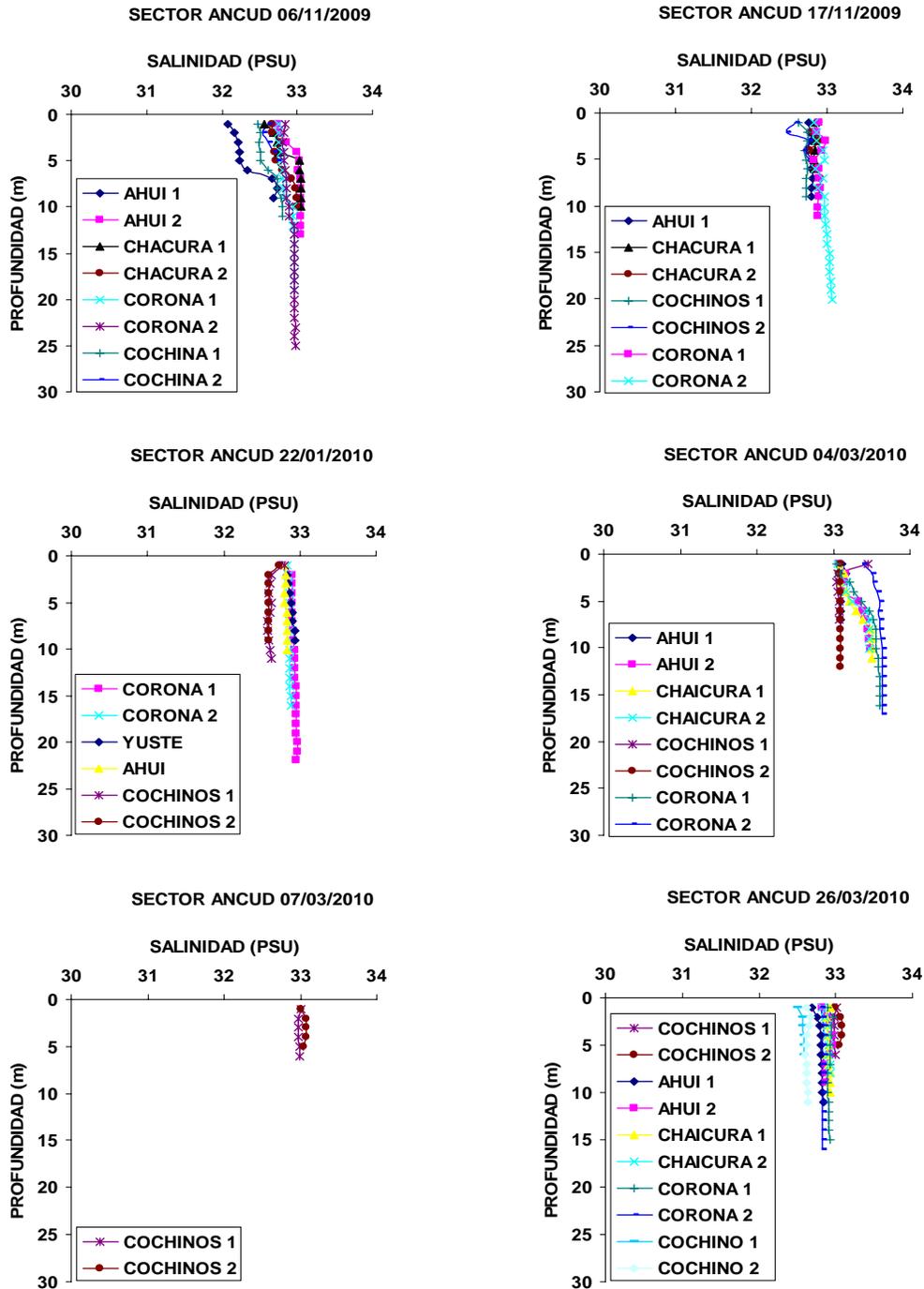


Figura 122. Distribución vertical de salinidad de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Ancud en la isla de Chiloé X, Región.

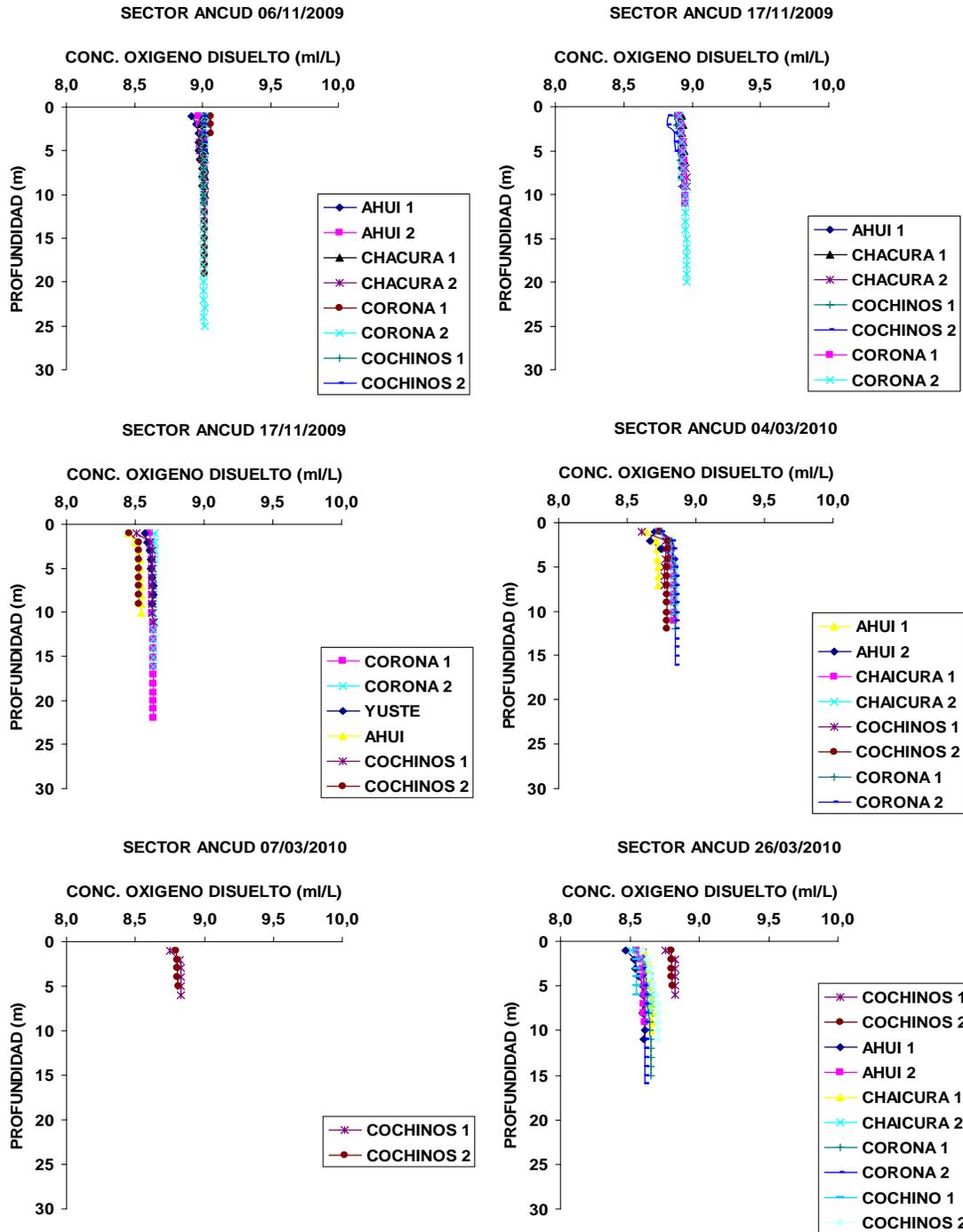


Figura 123. Distribuci3n vertical de concentraci3n de ox3geno disuelto de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Ancud en la isla de Chiloé, X Regi3n.

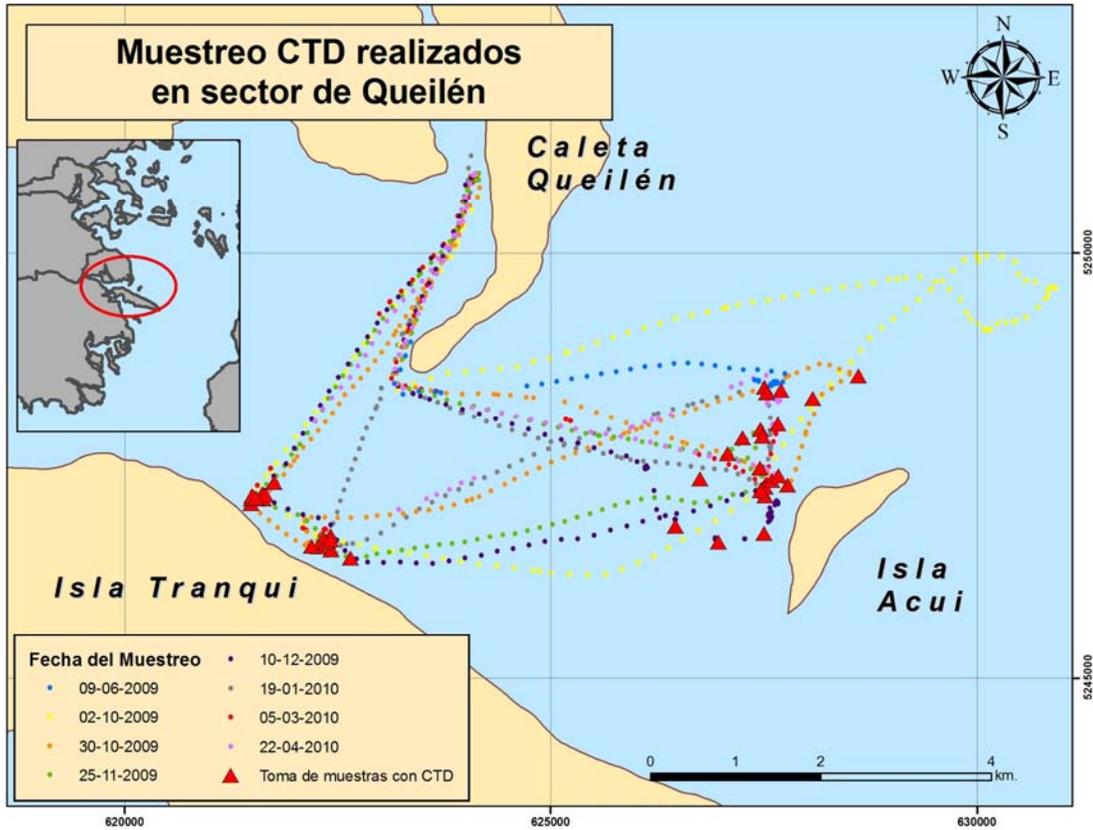


Figura 124. Distribuci3n geogr3fica de las estaciones de CTD-O realizadas entre el 9 de Junio del 2009 y el 22 de abril del 2010 frente a la costa de Queil3n en la isla de Chilo3 X Regi3n.

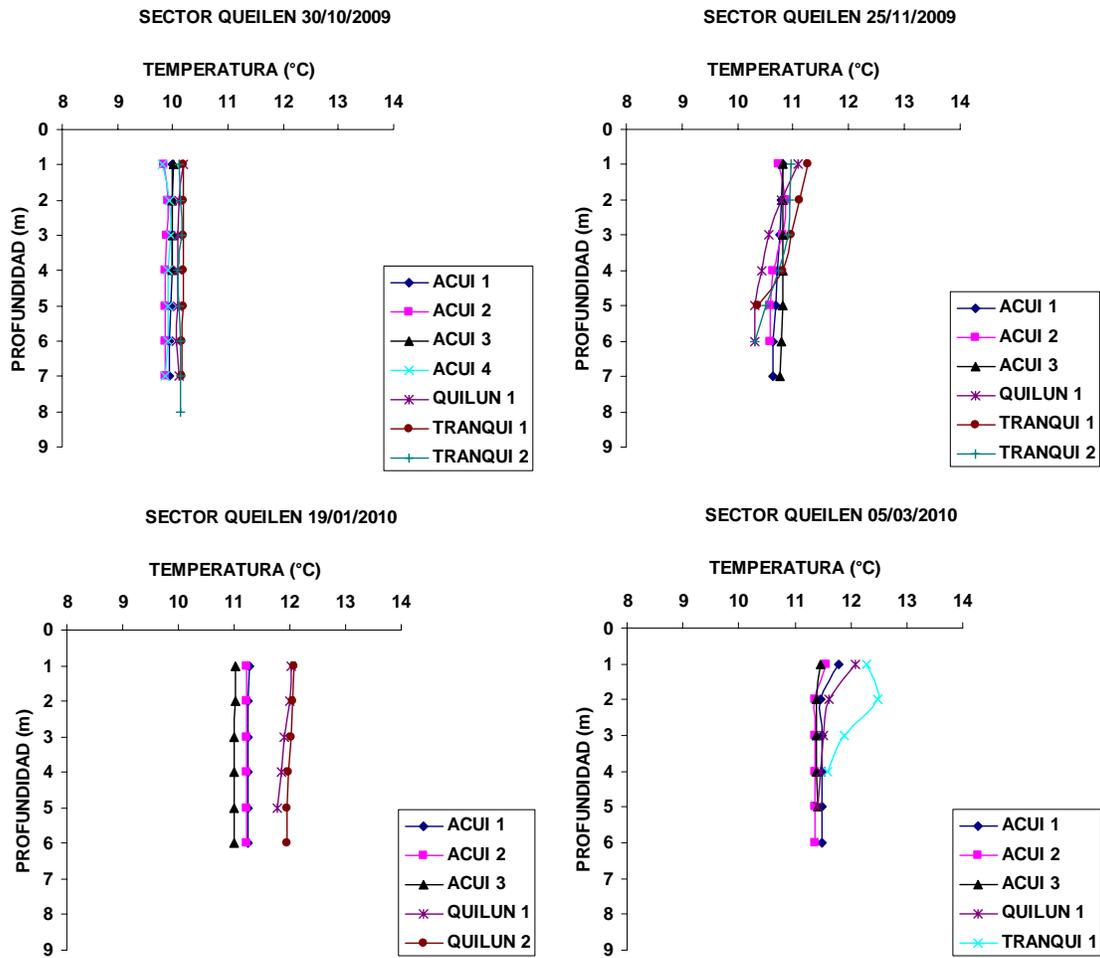


Figura 125. Distribución vertical de temperatura de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 30 de Octubre del 2009 y el 5 de marzo del 2010 frente a la costa de Queilén en la isla de Chiloé X Región.

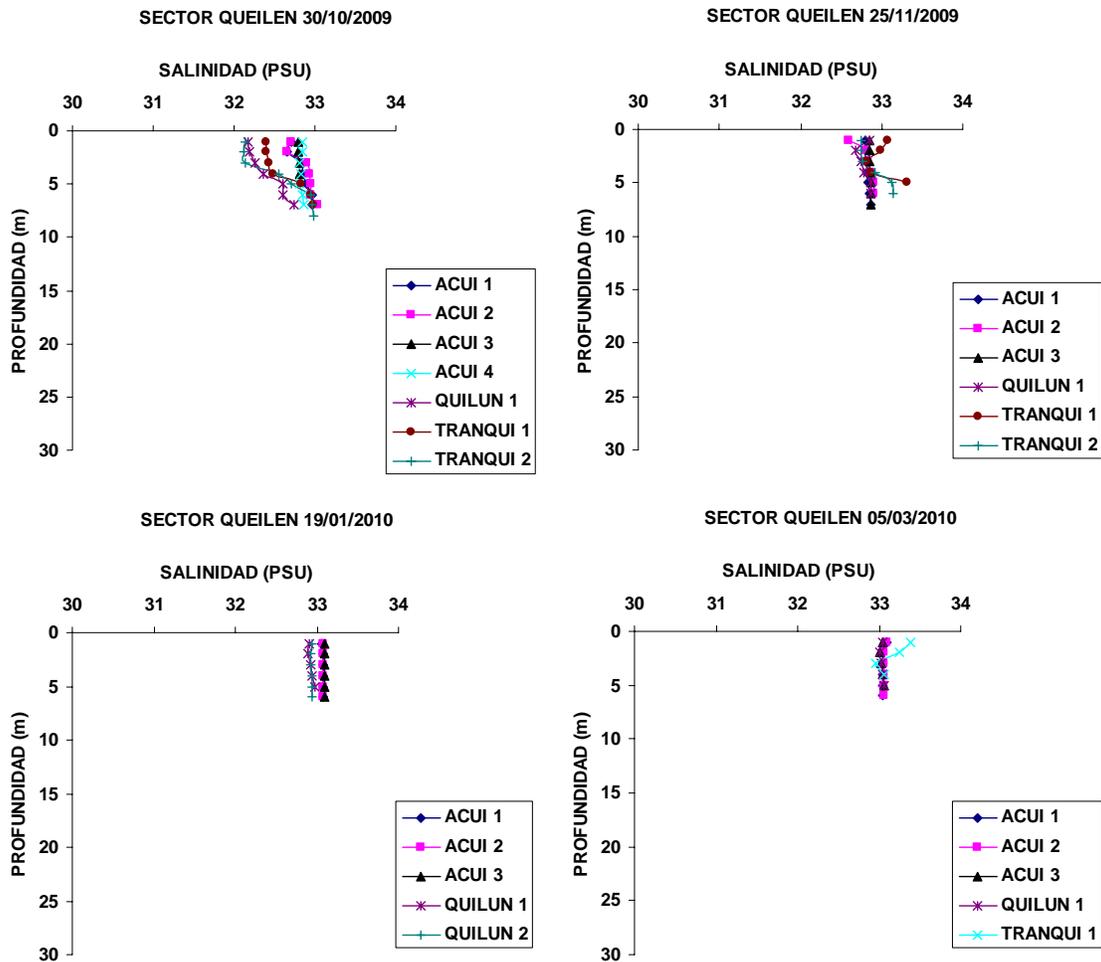


Figura 126. Distribución vertical de salinidad de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Queilén en la isla de Chiloé, X Región.

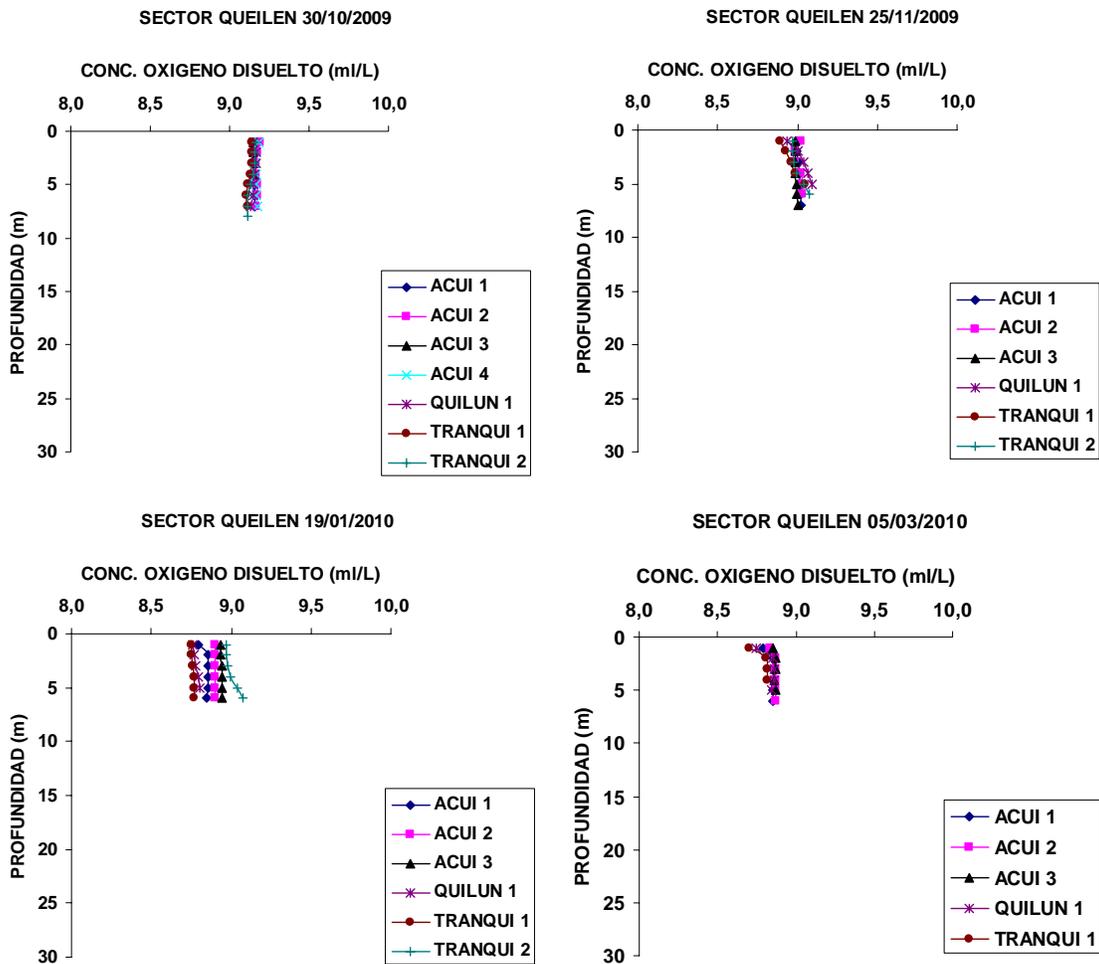


Figura 127. Distribuci3n vertical de concentraci3n de oxigeno disuelto de las mediciones de CTD-O modelo seabird 19plus, realizadas entre el 6 de Noviembre del 2009 y el 26 de marzo del 2010 frente a la costa de Queilén en la isla de Chiloé, X Regi3n.

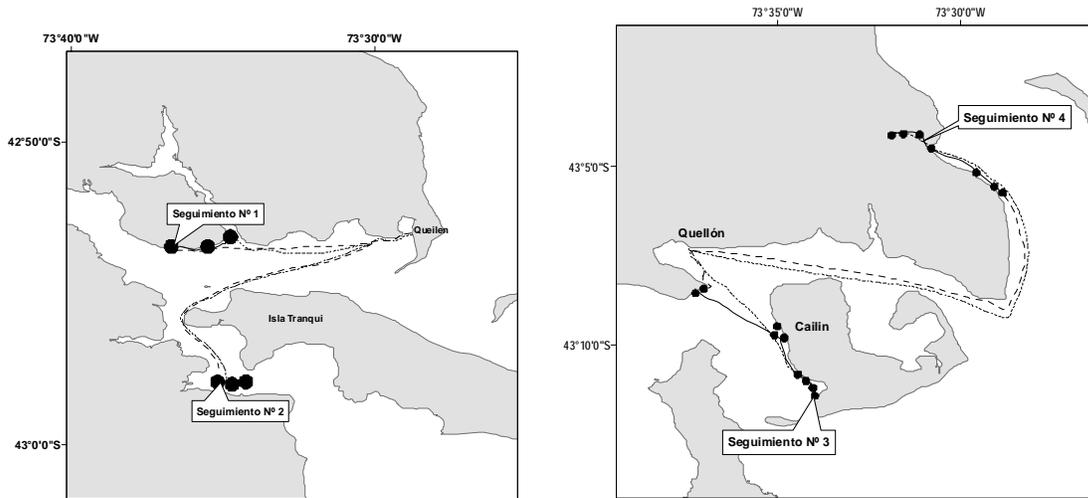


Figura 128. Trayectoria de viajes monitoreados (monitoreo *in situ*) realizados en la estaci3n de invierno de 2009: Izquierda Zonas aleda3as a Queil3n 2 viajes; Derecha Zonas aleda3as a Queil3n, 2 viajes

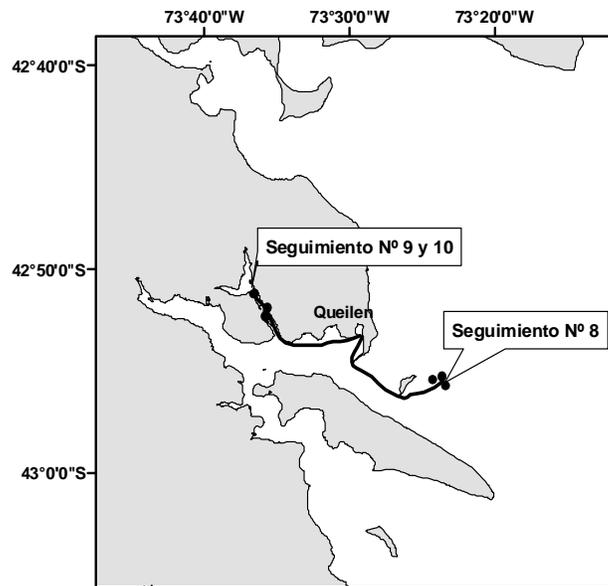


Figura 129. Trayectoria de viajes monitoreados (monitoreo *in situ*), realizados en la estaci3n de primavera del 2009: Zonas aleda3as a Queil3n 3 viajes;

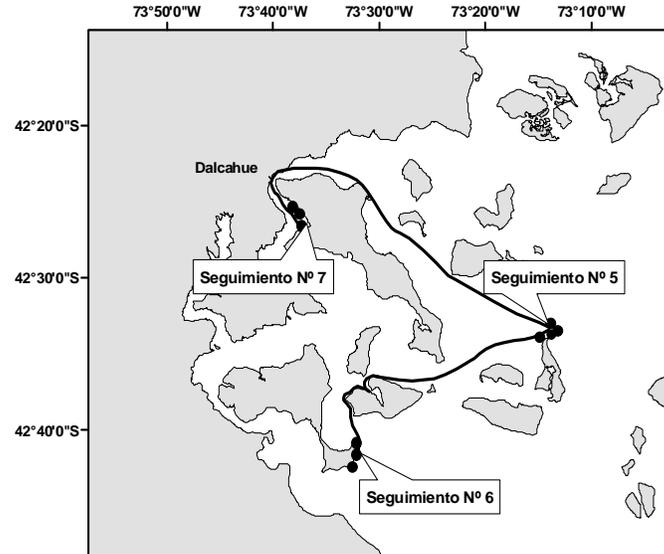


Figura 130. Trayectoria de viajes monitoreados (monitoreo *in situ*), realizados en la estación de primavera del 2009. Zonas aledañas a Dalcahue, 3 viajes.

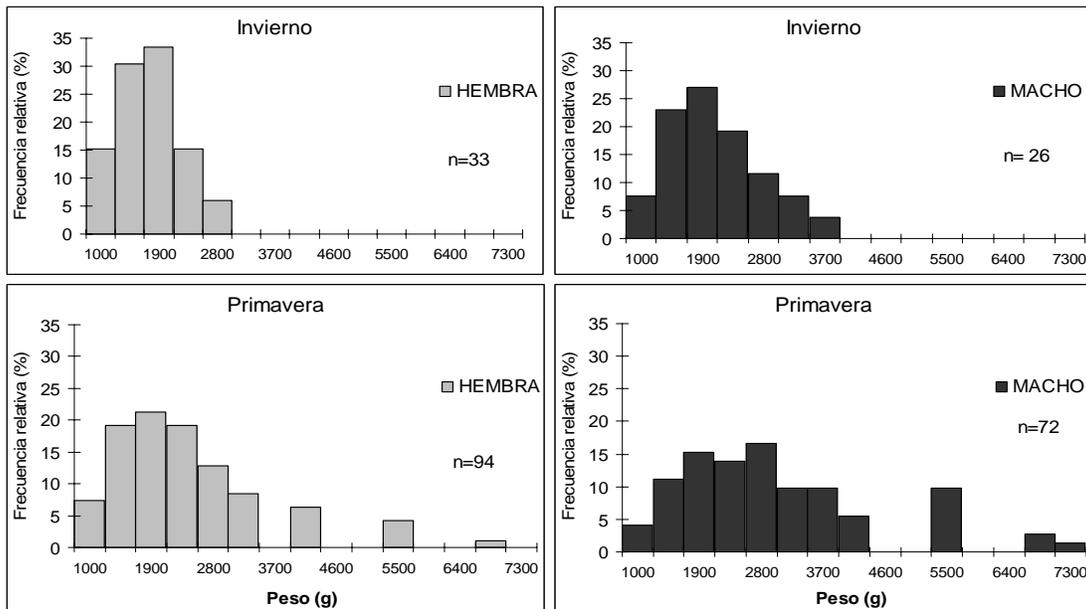


Figura 131. Composición en peso, por sexo, de las capturas extraídas con gancho y muestreadas desde 10 viajes, (4 realizados en la estación de invierno y 6 en la estación de primavera), durante el 2009.

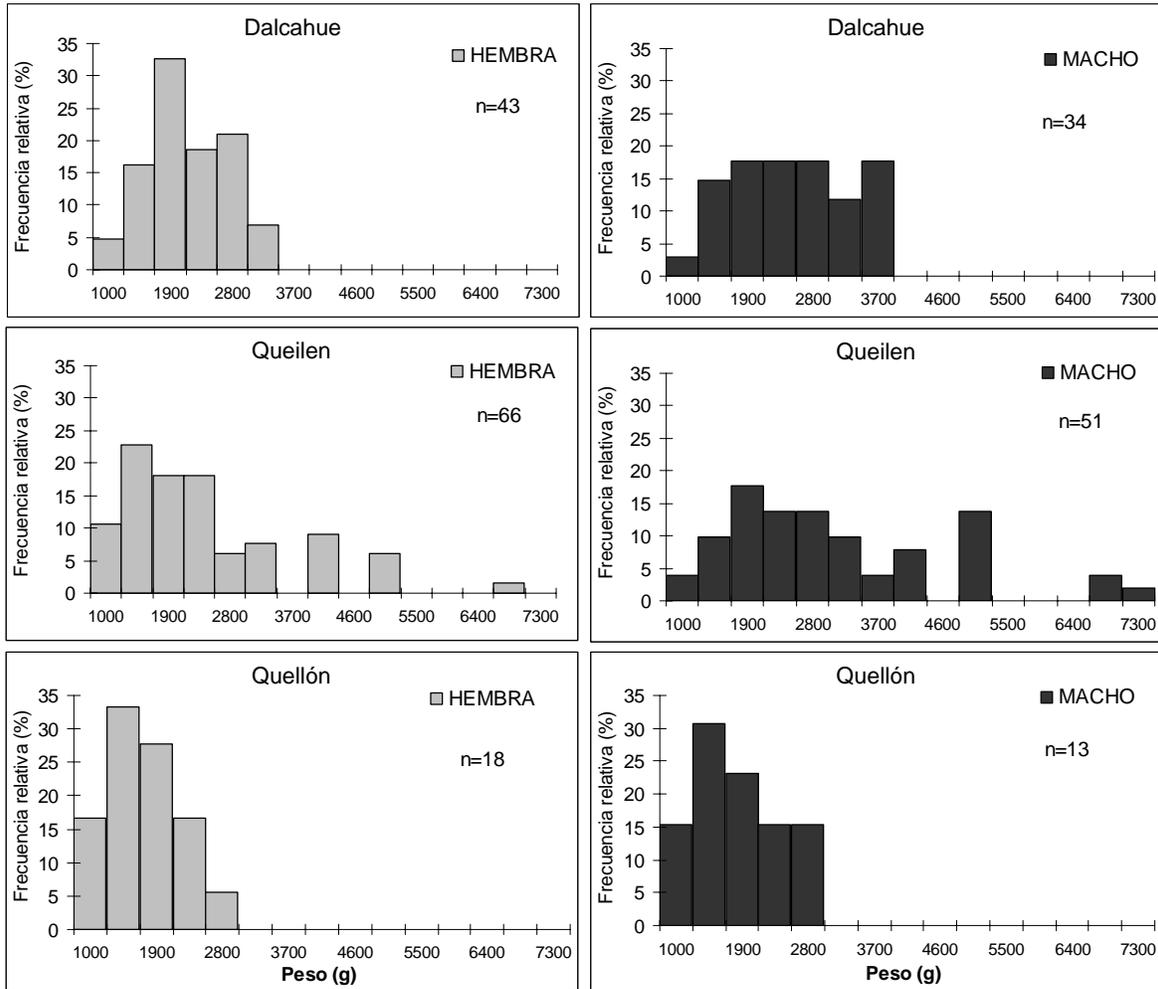


Figura 132. Composici3n en peso por sexo, y puerto, de las capturas extraídas con gancho y muestreadas desde 10 viajes, (3 realizados en zonas aledañas a Dalcahue, 5 en zonas aledañas a Queil3n y 2 asociados a Quell3n), durante el 2009.

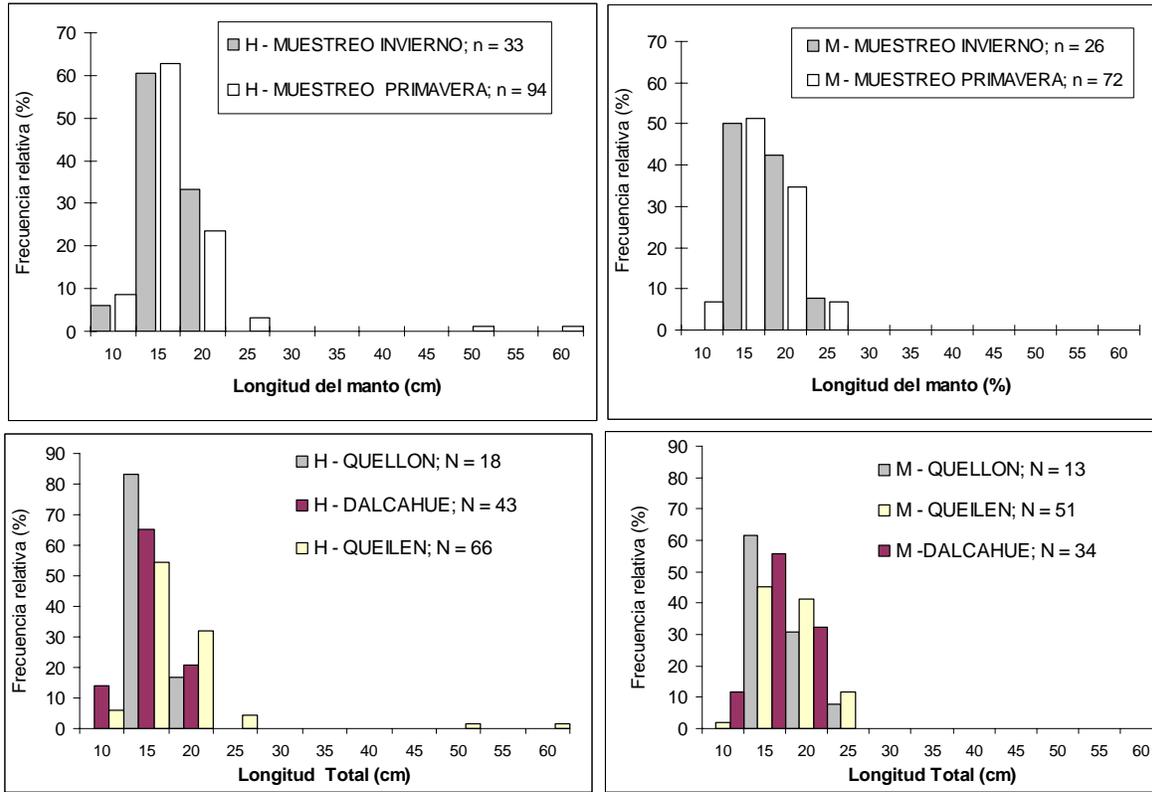


Figura 133. Composici3n de talla (LDM) de una muestra de capturas realizadas con buceo, por sexo: Superior por estaci3n del a1o; Inferior asociada a centro de desembarque. A1o 2009.

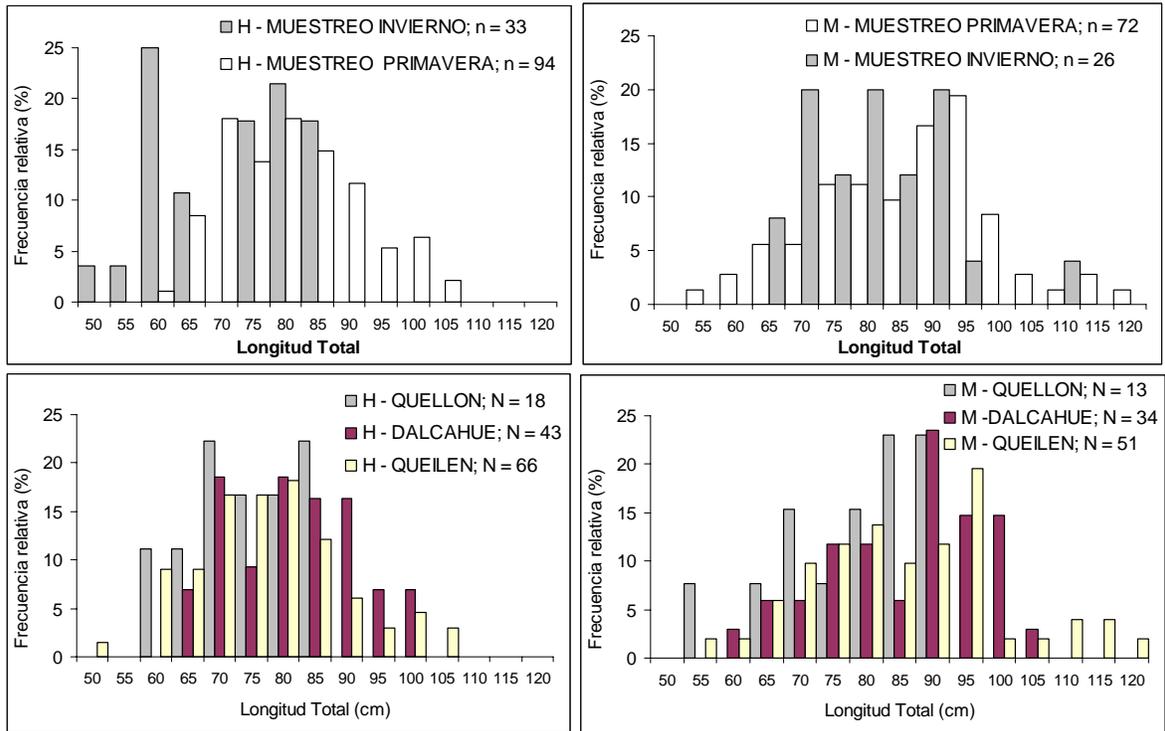


Figura 134. Composición de talla (LT) de una muestra de capturas realizadas con buceo, por sexo: Superior por estación del año; Inferior asociada a centro de desembarque. Año 2009.

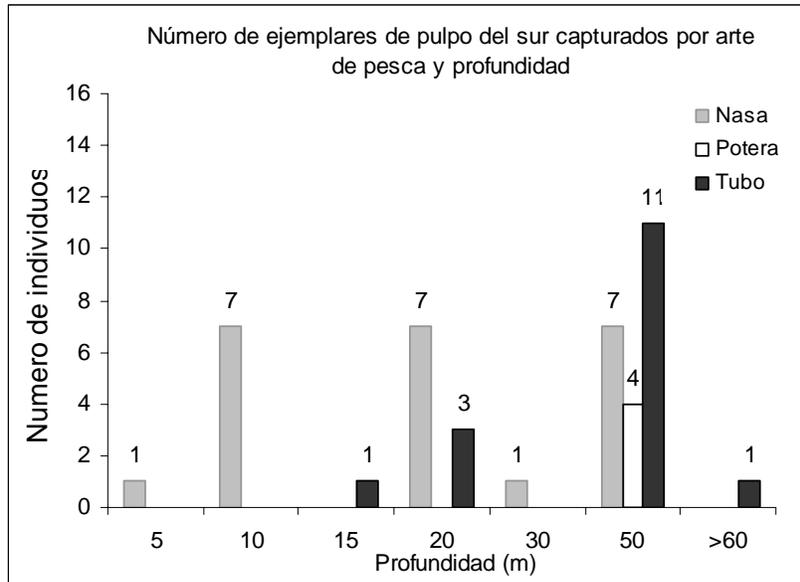


Figura 135. Número de ejemplares de pulpo del sur capturados con artes estáticos y empleo de carnada (n = 43).

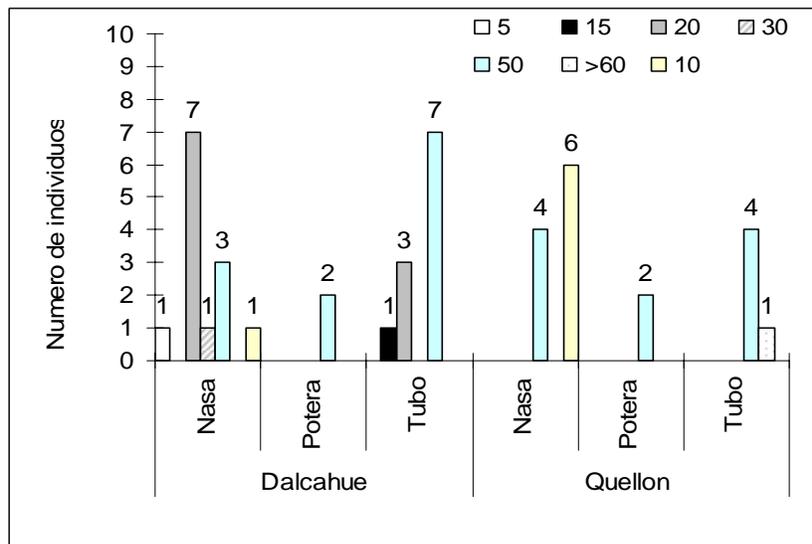


Figura 136. Número de ejemplares de pulpo del sur capturados por zona, arte de pesca y estrato de profundidad, con carnada (n=43).

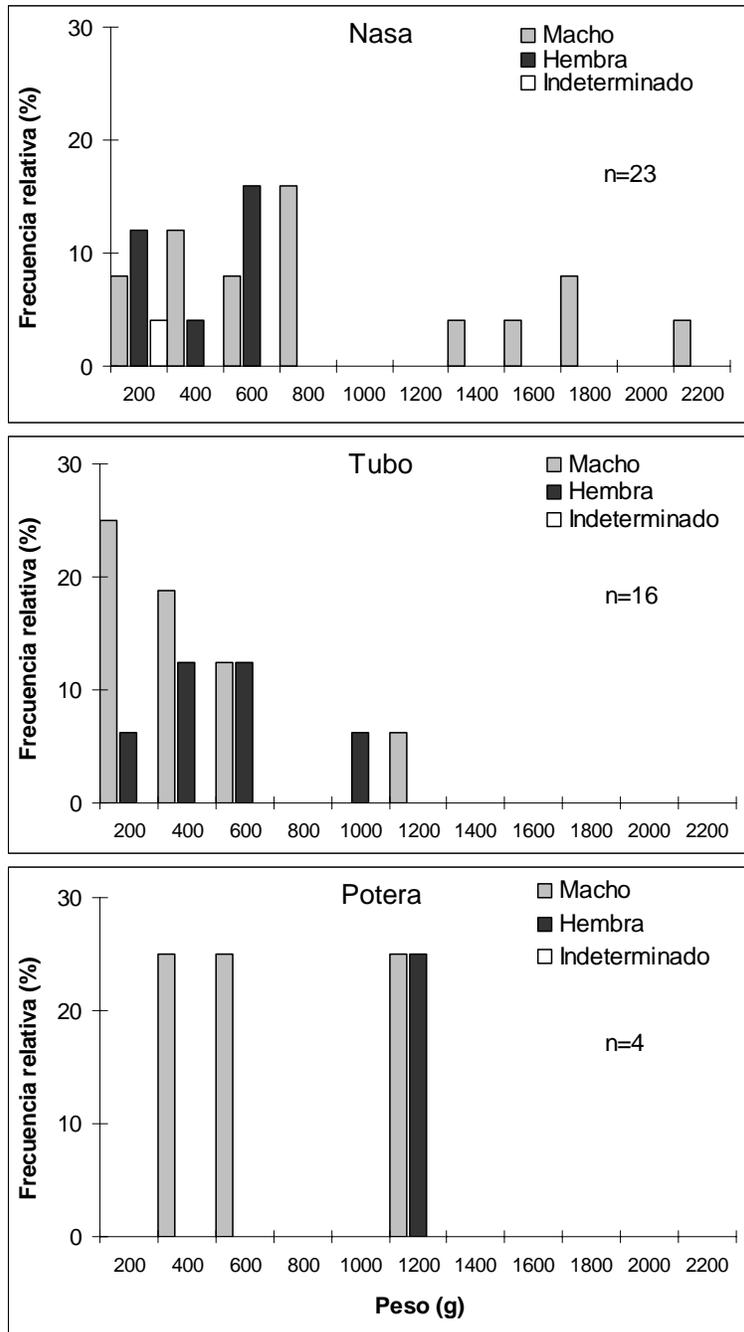


Figura 137. Composici3n de la captura en peso (g) y sexo, de ejemplares de pulpo del sur capturados con carnada por los diferentes tipos de artes estáticas.

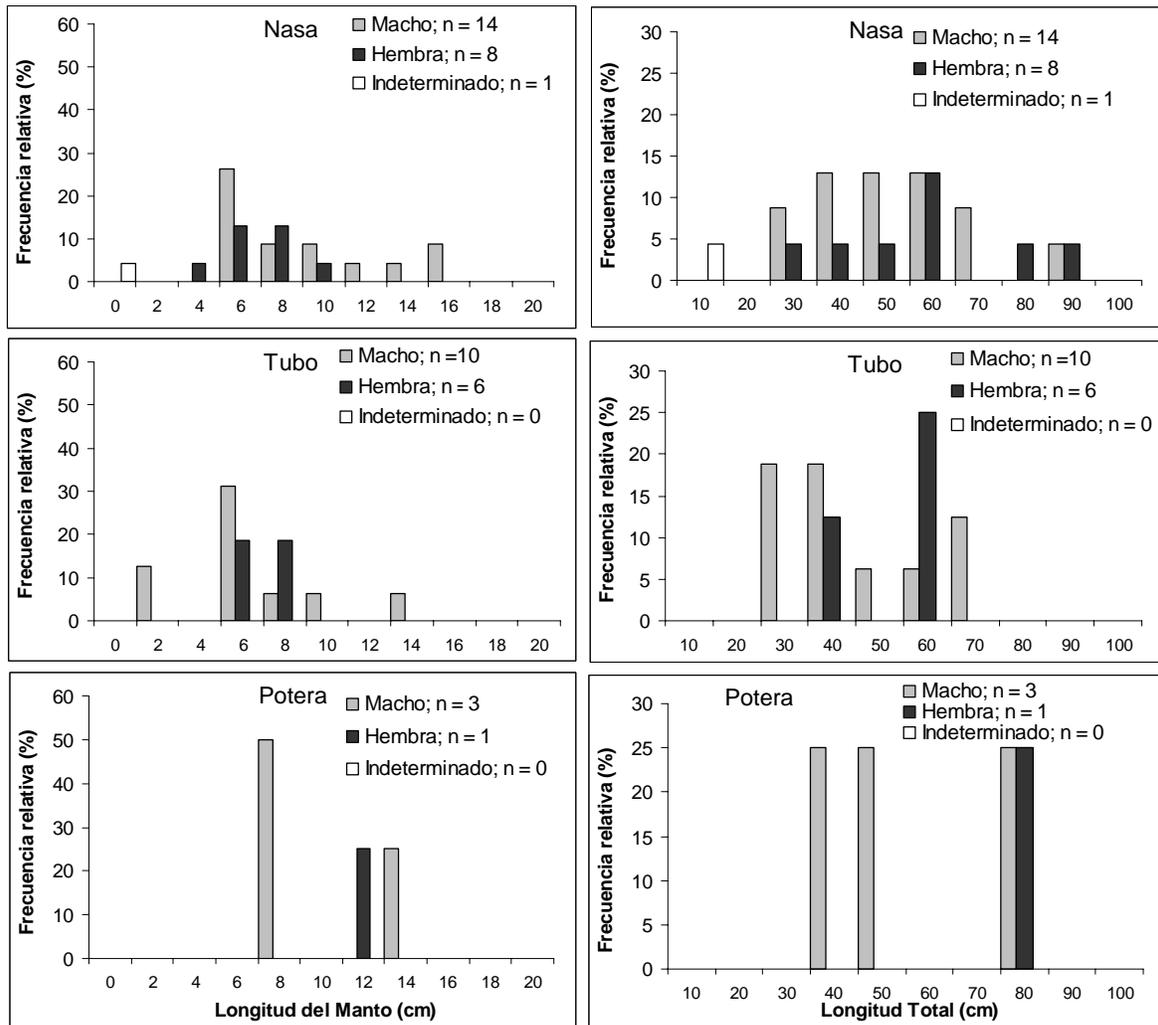


Figura 138. Composición de la talla de la captura (LDM y LT) de ejemplares de pulpo del sur por sexo, capturados con los diferentes tipos de artes estáticas.

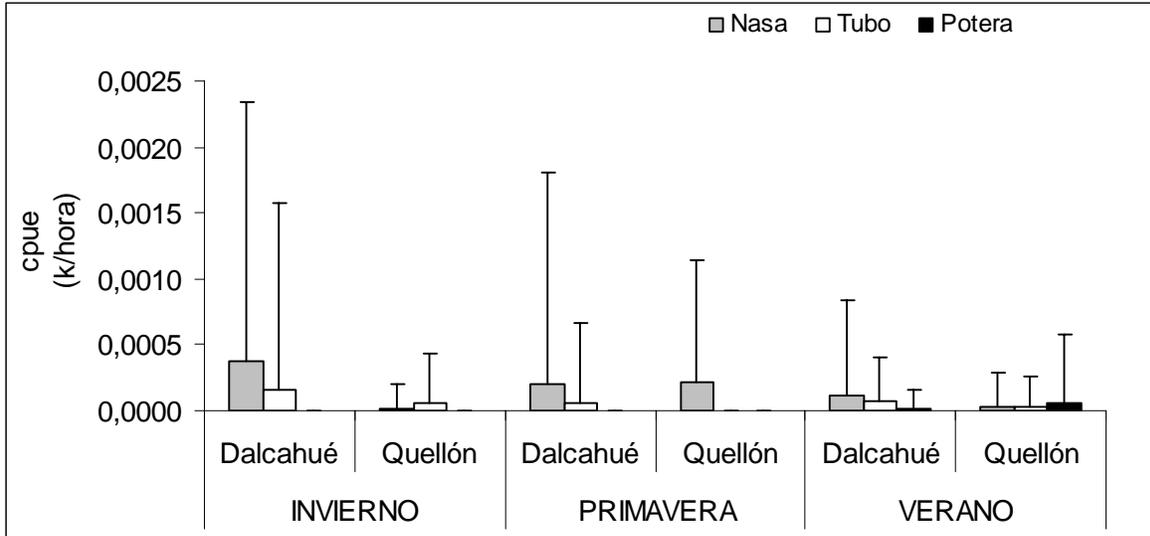


Figura 139. Cpué entre las diferentes artes de pesca (nasa, tubo y potera) y en las estaciones del año muestreadas (invierno, primavera, verano).

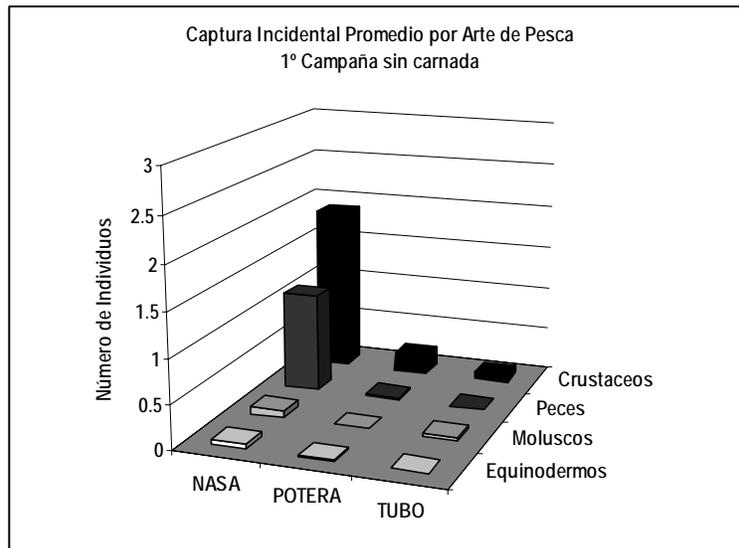


Figura 140. Captura incidental promedio por grupo taxonómico y por arte de pesca, durante la temporada de invierno de 2009, sin carnada.

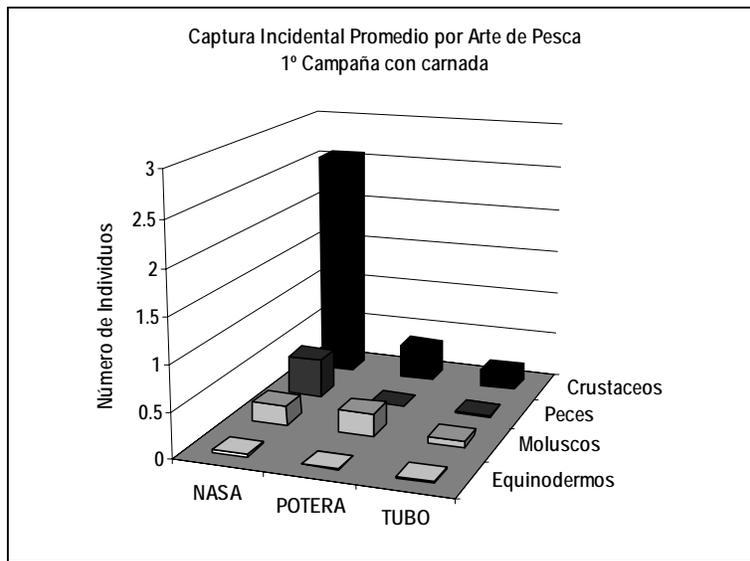


Figura 141. Captura Incidental promedio por grupo taxon3mico y por arte de pesca, durante la temporada de invierno de 2009, con carnada.

# A N E X O S

---



# A N E X O 1

---

**Experimentos previos para la validación de  
microincrementos en *E. megalocyathus***

---





## ANEXO 1

---

### Experimentos previos para la validación de microincrementos en *Enteroctopus megalocyathus*.

Con el objetivo de identificar un método de marcaje eficiente, que junto con inducir una marca visible, permitiera la supervivencia de los animales hasta finalizar los experimentos de validación propuestos, se efectuaron experimentos previos para la inducción de marcas en las estructuras de interés, mandíbulas (MAN), estiletos (EST) y cristalinos (CRIST) de *E. megalocyathus*, usando estrés salino y oxitetraciclina, cuya metodología y resultados se exponen en el siguiente anexo.

#### 1. Metodología

##### a) Colecta de animales

Entre los meses de abril y julio del 2009, ejemplares de *E. megalocyathus* fueron capturados mediante buceo sin gancho y trampas tipo refugio en la localidad de Hueihue, Chiloé (41°53' S, 73°30'W), siendo trasladados en un estanque de 500 L con agua de mar y aporte de oxígeno, a un hatchery en convenio con la Universidad Arturo Prat, ubicado en el sector de Astilleros, Parga, X Región. Al momento del ingreso los animales fueron pesados, sexados y revisados externamente para evitar el ingreso de animales enfermos a la instalación. Se utilizó un total de 48 animales para diversos experimentos detallados en la **tabla 1**.

**Tabla 1.**

Detalle de experimentos realizados y sus objetivos.

<b>Experimento</b>	<b>Meses de ejecuci3n</b>	<b>Nº de ejemplares utilizados</b>	<b>Objetivo</b>
Estr3s salino	abril - mayo	15	Identificaci3n de un estr3s fuerte, sin provocar mortalidad o secuelas severas.
Tolerancia de tetraciclina	mayo	3	Determinaci3n del efecto de tetraciclina con dosis utilizada normalmente en ovinos y bovinos
Primer experimento de marcaje con oxitetraciclina y estr3s salino	mayo - junio	15	Identificaci3n del tratamiento mas efectivo para el marcaje y lectura de microincrementos en las mand3bulas, estiletes y cristalinos de <i>E. megalocyathus</i> .
Segundo experimento de marcaje con oxitetraciclina y estr3s salino	julio-agosto	15	Identificaci3n del tratamiento mas efectivo para el marcaje y lectura de microincrementos en las mand3bulas, estiletes y cristalinos de <i>E. megalocyathus</i> .

**b) Aclimataci3n al cautiverio**

Los animales fueron aclimatados a las condiciones de cautiverio durante 10 d3as, manteni3ndolos individualmente en estanques de 50 litros con tapa, equipados con un refugio de PVC. Los estanques se alimentaron con aireaci3n individualmente y con agua de mar proveniente de un estanque acumulador de 5.000 L, cuyo recambio fue de 70% del agua cada 24 horas. El flujo de agua en los estanques de 50 L fue ascendente y 3sta recirculaba permanentemente entre 3stos y el acumulador con ayuda de una bomba sumergible marca ESPA de 1,5 HP.



Los animales fueron alimentados desde el primer d3a con una dieta mixta alternada consistente en: **d3a 1** cangrejo vivo (*Cancer spp*), **d3a 2** sin/alimentaci3n y **d3a 3**: pejerrey sin v3sceras (*Odontesthes regia*) (**Fig.1**).



**Figura 1.** Alimentaci3n, con dieta mixta, a los individuos experimentales; a) jaiba (*Cancer spp.*) y b) Pejerrey entero eviscerado (*Odontesthes regia*).

### c) Mantenci3n de los animales

Diariamente el alimento no consumido fue retirado de los estanques siendo estos aseados, removiendo con una escobilla las paredes y fondo, retirando los sedimentos y restos s3lidos mediante aspiraci3n suave. El alimento se proporcion3 siempre alrededor de las 18 horas del d3a y en una proporci3n equivalente al 20% del peso inicial del animal en experimentaci3n (*ad limitum*).

Los par3metros f3sicos de temperatura, salinidad y ox3geno disuelto fueron controlados y registrados dos veces al d3a (a las 9:00 y a las 18:00 hrs) con un multipar3metro YSI modelo 60 -10 FT.).



## d) Experimentación

### i) Experimento de tolerancia al estrés salino

El experimento consistió en evaluar el comportamiento y supervivencia de 15 animales sometidos a una disminución de la salinidad desde 32 hasta distintos rangos de salinidad (5 rangos), usando para cada rango tres animales seleccionados al azar (réplicas). Los 5 rangos fueron: **7,9 -7; 6,4 - 6; 5,4 -5; 4,4 - 4** y **3,3 -3**. Aunque se desconocía el límite de salinidad para la letalidad de los animales (salinidad crítica), antecedentes del equipo de trabajo indicaban que debería encontrarse cercana a 5.

Para el experimento, se utilizó un acuario de vidrio de 33 litros de capacidad máxima, la salinidad y la temperatura fueron medidas usando un multiparámetro YSI modelo 60 -10 FT. El experimento se inició con un volumen de 12 litros en el acuario y con una salinidad de 31,9. Cada 3 minutos se agregó 2 litros de agua dulce de la llave, bajando de esta forma la salinidad hasta llegar a los 5 rangos deseados.

Se registró, el comportamiento de cada uno de los ejemplares de *E. megalocyathus*, sometidos a los distintos rangos de salinidad y se evaluó la supervivencia a las 24, 48 y 72 horas posteriores al experimento. Se decidió someter a los animales a este tipo de estrés, considerando que se maneja sólo una variable (salinidad) y que en el caso de que resultara útil como marcador de las estructuras duras, sería relativamente sencillo de implementar en el hatchery.

El peso promedio inicial de los animales **(15)** fue de  $276.8 \pm 80$  g;  $304.8 \pm 105$  g para los machos y  $243,1 \pm 51$  g para las hembras.



## ii) Experimentos de marcaje usando estrés salino y oxitetraciclina

El experimento anterior permitió definir un límite de salinidad para someter a estrés a los animales. En relación a la oxitetraciclina se contempló una asesoría veterinaria para identificar concentraciones y formas de aplicación del compuesto (composición 200 mg/ml de oxitetraciclina + excipientes). Se sugirió fue efectuar una prueba preliminar, usando la dosis recomendada por el fabricante para animales bovinos y ovinos de 1 ml/10 Kg. de peso. Lo cual se efectuó durante el mes de mayo, en tres ejemplares de *E. megalocyathus* entre 500-1000 g, provenientes del sector de Hueihue; estos fueron aclimatados durante 10 días, siendo mantenidos individualmente a temperatura ambiente, en el mismo sistema y con el mismo régimen y forma de alimentación descritos en el punto b y c.

Pasados los 10 días de aclimatación se procedió a inyectar, con una jeringa estéril de 1 ml, a los tres ejemplares con oxitetraciclina de uso veterinario con la dosis recomendada (20 mg/kg de pulpo). La inyección se aplicó en la base de uno de los brazos de los animales, los que posteriormente fueron devueltos a sus estanques revisándolos diariamente.

### • Primer experimento con tratamientos de oxitetraciclina y estrés salino

Los resultados obtenidos con los experimentos anteriores, permitieron diseñar un nuevo experimento, para esta vez usar estrés salino y nuevas formas de aplicación y dosificación de la oxitetraciclina (**Tabla 2**).

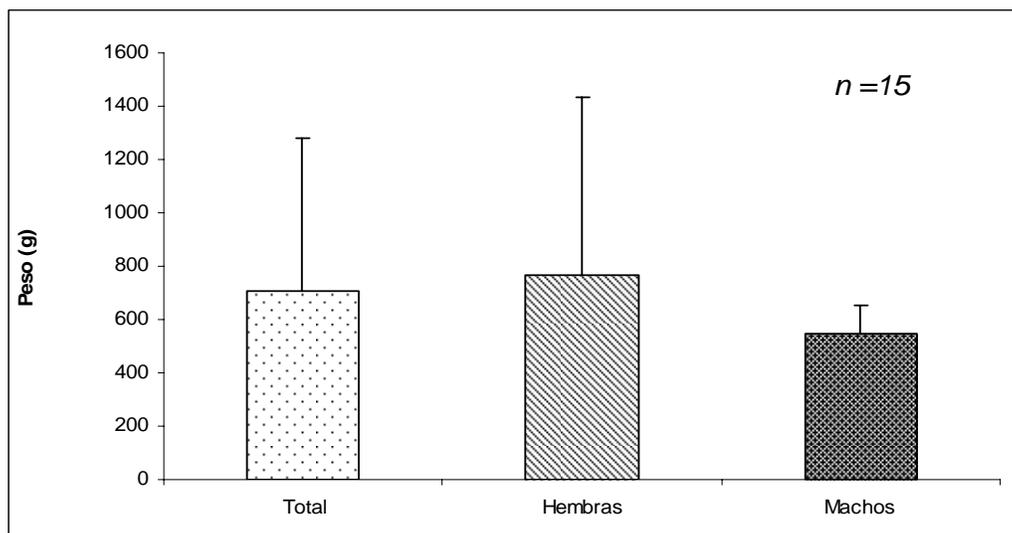
Un primer experimento se desarrolló durante el período mayo-junio. Al momento del ingreso los animales fueron pesados y sexados. El peso promedio inicial para el total de los animales en experimentación (15) fue de  $700 \pm 576$  g;  $546 \pm 110$ g, para los machos y  $765 \pm 668$  g para las hembras (**Fig. 2**).



**Tabla 2.**

Descripci3n de los tratamientos, dosis y formas de aplicaci3n de cada tratamiento para experimentos con estr3s salino y oxitetraciclina (primer y segundo experimento)

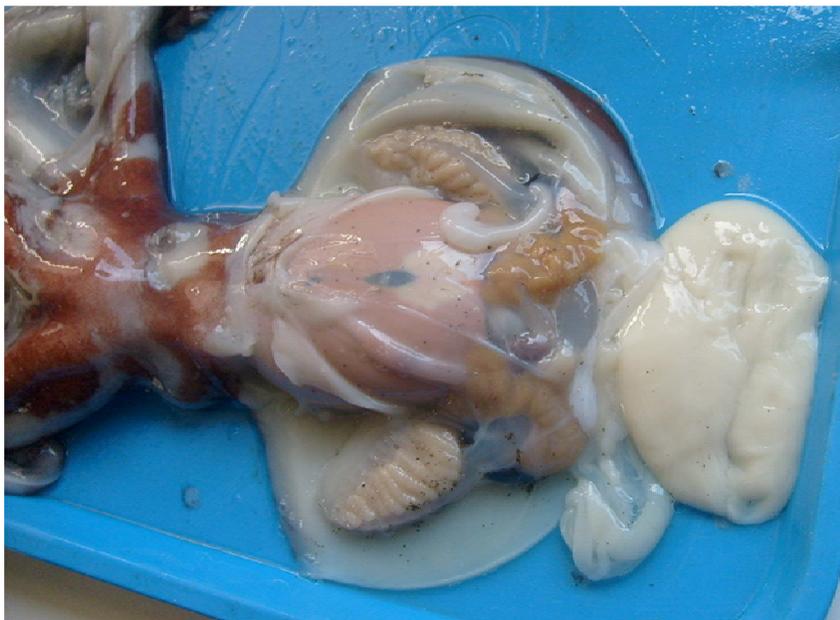
Tratamiento	Nº de ejemplares por tratamiento	Dosis	Aplicaci3n
<b>Inyecci3n oxitetraciclina diluida</b>	3	2 mg/ Kg pulpo	Se aplic3 por medio de un jeringa de 1 ml, en la base de uno de sus brazos
<b>Impregnaci3n de oxitetraciclina</b>	3	0,2 ml de tetraciclina sin diluci3n	Fue aplicada en contacto directo con la piel. En el 3pice del manto, por medio de un algod3n.
<b>Baño de oxitetraciclina</b>	3	0,1 mg /Kg pulpo	Los pulpos fueron sumergidos en esta soluci3n, estando en contacto directo con la piel y con su aparato respiratorio
<b>Estr3s salino</b>	3	Disminuci3n de salinidad cada 3 minutos hasta llegar a 7 ppm, en 45 minutos	Se aplic3 siguiendo la metodolog3a descrita en experimento de estr3s salino
<b>Control</b>	3	Sin tratamiento	-



**Figura 2.** Peso promedio total y por sexo, de ejemplares de *E. megalocyathus* utilizados en el primer experimento con tratamientos de oxitetraciclina y estr3s salino.



Los animales fueron aclimatados durante el mismo periodo de tiempo (10 d3as), y mantenidos con el mismo r3gimen de alimentaci3n y condiciones mencionadas en los experimentos anteriores. El experimento tuvo una duraci3n de 15 d3as y se aplicaron todos los tratamientos descritos en la **tabla 2** el d3a 1. Los individuos fueron seleccionados al azar para cada uno de los cuatro tratamientos y el control. El d3a 15, todos los individuos experimentales fueron anestesiados, bajando gradualmente la temperatura del agua, y se procedi3 a extirpar por medio de equipo de disecci3n las estructuras de inter3s (**Fig. 3**).



**Figura 3.** Extracci3n de estiletes, ojos y mand3bulas, mediante disecci3n.

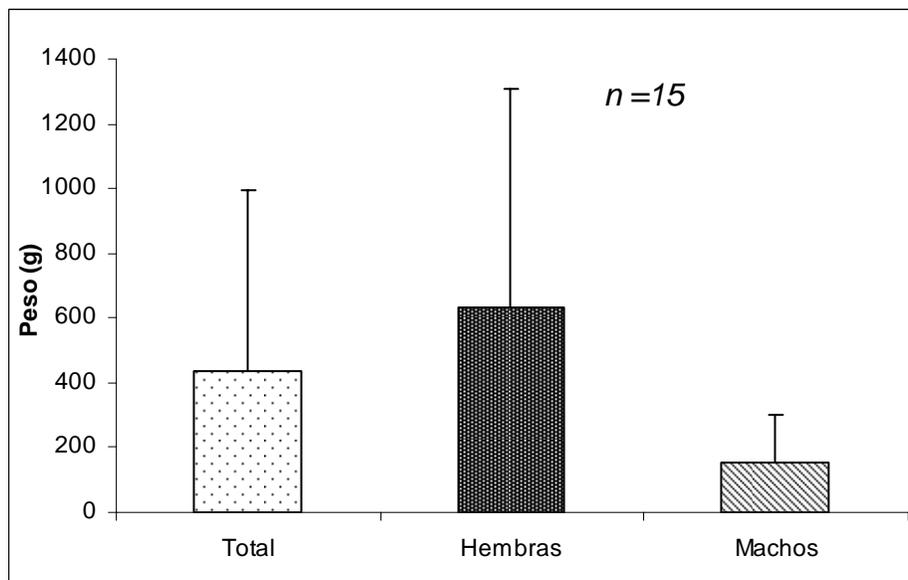
Estas fueron depositadas en frascos rotulados (individuo y tratamiento), fijados en alcohol al 70 % y enviados al laboratorio de edad y crecimiento de la Universidad Arturo Prat, en Iquique; mientras que los cristalinos fueron procesados de la misma forma y enviados al Instituto de Ciencia y Tecnolog3a de la Universidad Arturo Prat en Puerto Montt, para su posterior an3lisis.



- **Segundo experimento con tratamientos de oxitetraciclina y estr3s salino**

El experimento tuvo una duraci3n de 18 d3as, efectu3ndose durante los meses de julio y agosto y esta vez consisti3 en dos marcajes: un marcaje el d3a 1 y uno el d3a 13, aplicando todos los tratamientos descritos en la **tabla 2** y simulando el experimento de validaci3n que se habr3a de hacer una vez obtenidos los resultados de la inducci3n de la marca en las estructuras. La colecta, aclimataci3n y mantenci3n de los animales se efectu3 siguiendo los protocolos ya descritos.

Al momento del ingreso los animales fueron pesados y sexados. El peso promedio para el total de los animales de este experimento (**15**) fue de  $434 \pm 559$ ;  $154 \pm 678$ , para los machos y  $679 \pm 678$  para las hembras (**Fig. 4**).



**Figura 4.** Peso promedio total y por sexo, de ejemplares de *E. megalocyathus* utilizados en el segundo experimento con tratamientos de oxitetraciclina y estr3s salino.



Para el tratamiento de inyección de oxitetraciclina se utilizó los individuos más grandes para facilitar la administración de la inyección; mientras que para los otros tratamientos la selección fue al azar. Se contó con tres réplicas por cada tratamiento (3 ejemplares por tratamiento) y tres réplicas para el control (3 ejemplares) (**Tabla 2**).

El día 18, todos los individuos experimentales fueron anestesiados bajando gradualmente la temperatura del agua, procediendo luego a extirpar (mientras el animal aún seguía con vida), por medio de equipo de disección las mandíbulas, cristalinos y estiletes.

Las mandíbulas y los estiletes fueron depositados en frascos, rotulados con el número de individuo y tratamiento, fueron fijados en alcohol al 70 % y enviados al laboratorio de edad y crecimiento de la Universidad Arturo Prat, en Iquique; mientras que los cristalinos fueron procesados de la misma forma y enviados al Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad Arturo Prat en Puerto Montt, para su posterior análisis.

## **2. Resultados**

### **a) Experimento de tolerancia al estrés salino**

#### **Comportamiento**

El 100% de los individuos se mantuvo activo y respirando normalmente hasta los doce minutos después de iniciado el experimento (20,9 – 19,0 de salinidad). En el rango inmediatamente inferior se observó dificultades para respirar lo que se agudiza cuando los animales son sometidos al rango de salinidad 13,9 - 13,0 donde aparentemente dejan de respirar. Posteriormente, vuelven a respirar con mucha dificultad y en el intervalo de salinidad 7,9- 7,0 después de 45 minutos de



una baja continu3a de salinidad, los animales presentan movimientos involuntarios o contracciones, particularmente de los brazos.

Durante esta experiencia se identificaron dos comportamientos, bastante llamativos:  
1. Una fuerte y repentina contracci3n del manto, al parecer asociada a la dificultad

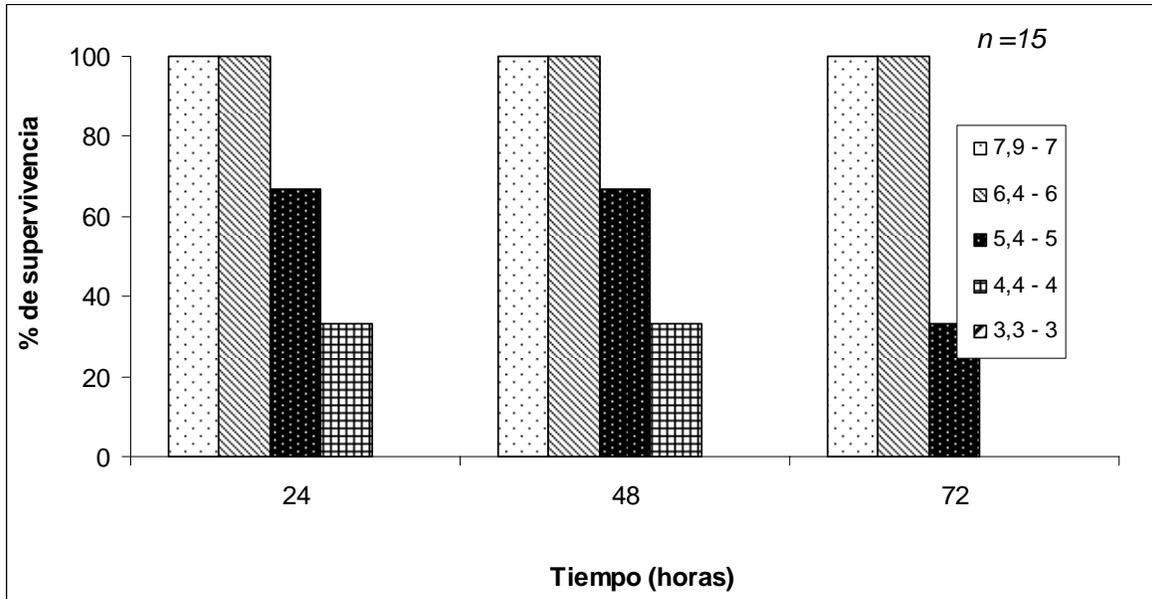
para respirar (que se denomin3 "estornudo") y 2. Alzamiento de todos los brazos del pulpo, como una especie de "flor" con las ventosas hacia arriba, mientras los extremos de todos los brazos se mueven en c3rculos (lo que se denomin3 "carrusel") (**Fig. 5**).



**Figura 5.** Comportamiento identificado como "carrusel", en el experimento de estr3s salino.

### **Supervivencia**

La supervivencia fue del 100% a las 24, 48 y 72 horas para los animales sometidos a los rangos de salinidad 7,9 -7,0 y 6,4- 6,0 (**Fig. 6**). Los animales sometidos a este 3ltimo rango, presentaron lesiones en las ventosas perdiendo 3stas su adherencia por 24 horas, pasado ese tiempo se recuperaron totalmente (**Tabla 3**). En los dos rangos de salinidad siguientes (5,4- 5,0 y 4,4- 4,0), la mortalidad fue en aumento a medida que aument3 el tiempo, no sobreviviendo ning3n ejemplar del rango 4,4 - 4,0 a las 72 horas de concluido el experimento La mortalidad fue del 100% a las 24 horas para los animales sometidos al rango de salinidad 3,4 -3,0. (**Tabla 3**).



**Figura 6.** Supervivencia de ejemplares de *E. megalocyathus* a distintos rangos de salinidad, en experimento de estr3s salino.

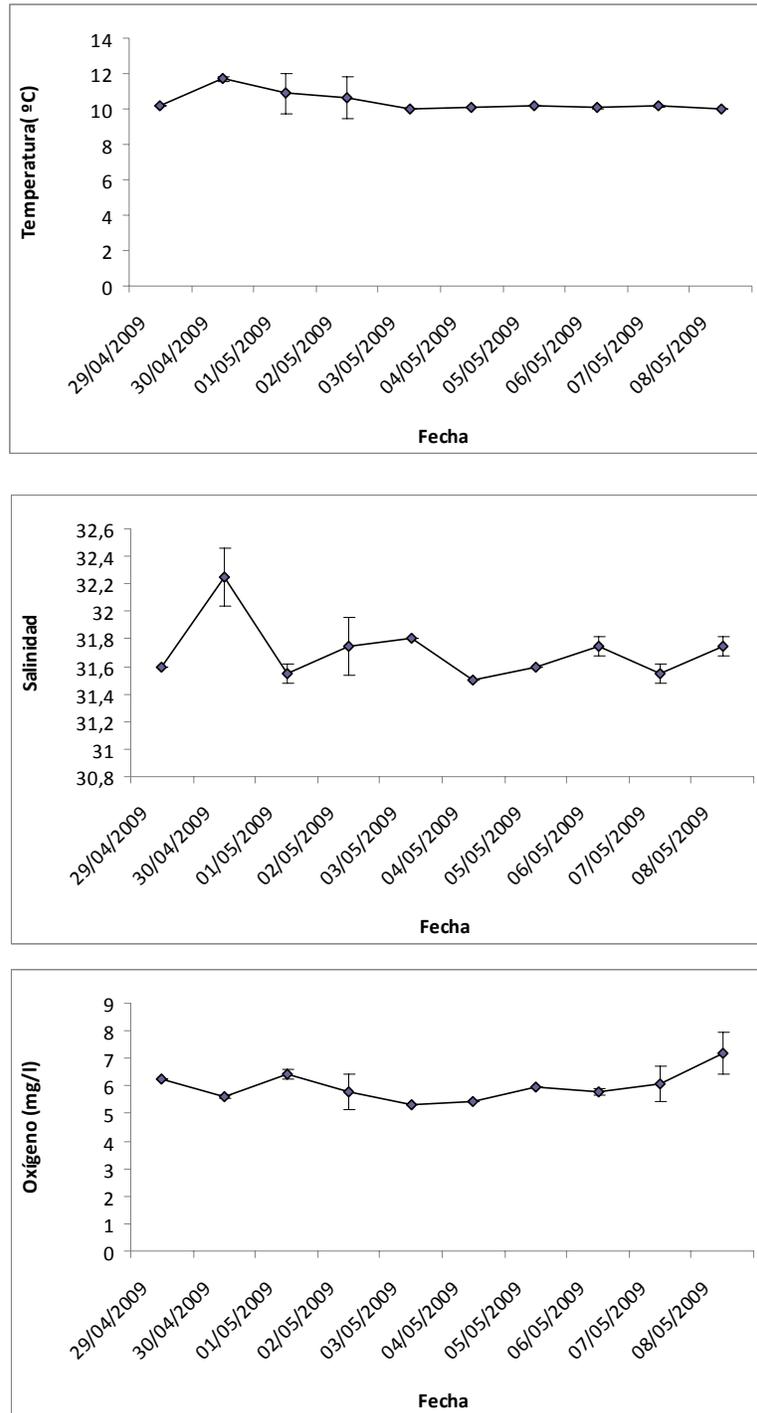


**Tabla 3.**

Observaciones en experimento de estr3s salino, despu3s de 24 horas.

Rango de salinidad (psu)	Peso (g)	Sexo	Supervivencia	Observaci3n
7,9-7	338	Macho	Vivo	
	264	Macho	Vivo	
	288	Hembra	Vivo	
6,4-6	266	Hembra	Vivo	Sin lesiones aparentes en las ventosas pero no se adhiere. Pasadas 48 horas recuperaci3n completa
	204	Macho	Vivo	No presenta lesiones considerables en las ventosas pero no se adhiere. Pasadas 48 horas recuperaci3n completa
	231	Macho	Vivo	No presenta lesiones considerables en las ventosas pero no se adhiere. Pasadas 48 horas recuperaci3n completa
5,4-5	161	Hembra	Muerto	Muere despues de 24 horas
	295	Macho	Vivo	Ventosas atrofiadas, las cercanas a la boca practicamente ausentes.
	296	Hembra	Muerto	Muere despues de 72 horas
4,4-4	289	Hembra	Muerto	Muere despues de 24 horas
	237	Hembra	Muerto	Despues de 72 horas muere, gran da1o en las ventosas
	268	Hembra	Muerto	Muere despues de 24 horas
3,3-3	215	Hembra	Muerto	Muere despues de 24 horas
	168	Hembra	Muerto	Muere despues de 24 horas
	497	Macho	Muerto	Muere despues de 24 horas

La temperatura durante la aclimataci3n y mantenci3n se mantuvo en promedio a  $10,3 \pm 47$  °C, la salinidad a  $3,71 \pm 0,08$  y el oxigeno disuelto entre  $5.98 \pm 0.31$  mg/litro (**Fig.7**).



**Figura 7.** Temperatura, oxígeno y salinidad, registrada en la aclimataci3n de ejemplares de *E. megalocyathus* para el experimento de estr3s salino.



## b) Experimentos de marcaje usando estrés salino y oxitetraciclina

### - Inyección concentrada de oxitetraciclina

Los tres individuos inyectados con dosis de oxitetraciclina recomendadas para bovinos y ovinos, evidenciaron intolerancia a esta concentración ya que inmediatamente después de aplicada en uno de los brazos, se genera su encapsulación y se observa una protuberancia de color amarillo. Pasadas 24 horas, dos de los individuos experimentales perdieron el brazo inyectado, mientras que al tercero se le inmovilizó (**Fig.8**). Pasadas 48 horas, dos animales murieron, la mortalidad fue del 100% después de 72 horas.



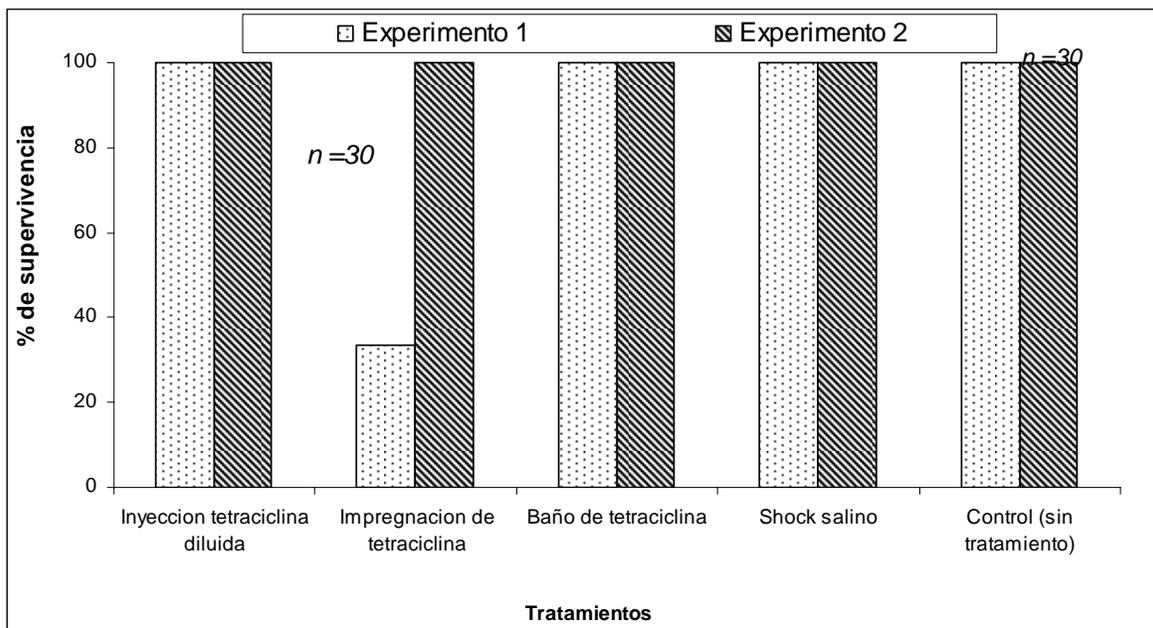
**Figura 8.** Ejemplar de *E. megalocyathus* con la mayor parte del brazo dañado, a causa de la inyección de oxitetraciclina a una dosis de 20 mg/Kg (similar a la usada para animales ovinos y bovinos).



### - Primer experimento de marcaje con oxitetraciclina y estr3s salino

Exceptuando el tratamiento con impregnaci3n de oxitetraciclina, donde los animales inmediatamente presentaron irritaci3n y cambio de color en el lugar de aplicaci3n, las dosis y otras formas de aplicaci3n de la oxitetraciclina no produjeron mortalidad ni tampoco lesiones visibles a simple vista en los animales.

La supervivencia de los individuos experimentales fue de un 80%. El 20% de mortalidad se registr3 en el tratamiento de impregnaci3n con oxitetraciclina (**Fig. 9**).



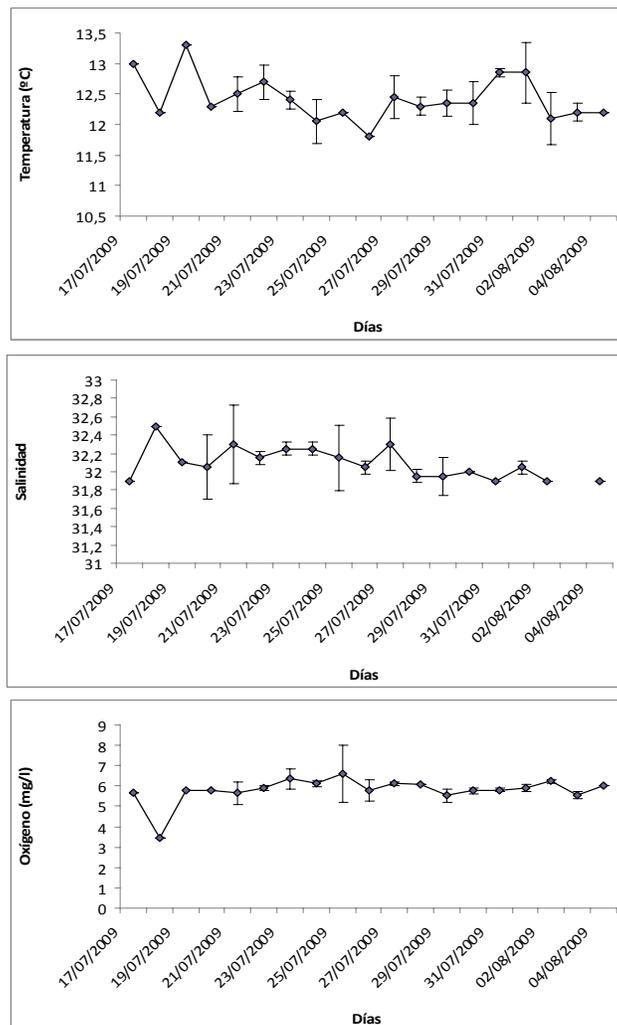
**Figura 9.** Supervivencia de ejemplares de *E. megalocyathus* durante el primer y segundo experimento, para cada tratamiento.

En relaci3n a la evidencia f3sica del marcaje, las MAN mostraron una marca visible, especialmente con estr3s salino.



### - Segundo experimento de marcaje con oxitetraciclina y estr3s salino

Los par3metros f3sicos se mantuvieron en rangos normales para la 3poca del a3o, con temperatura de  $12,4 \pm 0,41$  °C, salinidad de  $32 \pm 0,27$ ; el ox3geno disuelto fue  $5.85 \pm 0.56$  mg/litro (**Fig. 10**).



**Figura 10.** Temperatura, ox3geno y salinidad, registrada en la aclimataci3n de ejemplares de *E. megalocyathus* para el segundo experimento con tratamientos de oxitetraciclina y estr3s salino.



No se identificó anormalidad en el consumo de alimento, los animales consumieron aproximadamente entre el 30 al 50% de la cantidad suministrada.

El 100% de los animales sobrevivió al experimento. Al igual que en experimento anterior, aquellos ejemplares cuyo tratamiento fue la impregnación con oxitetraciclina, inmediatamente presentaron irritación y cambio de color en el lugar de aplicación, pero al transcurrir los días fue desapareciendo no constituyendo un factor de mortalidad ni de lesión permanente (**Fig.10**)

Las marcas fueron evidentes en las MAN, especialmente con estrés salino, no así en los estiletes. En relación a los cristalinos, sólo fue analizado un ejemplar con el tratamiento del baño de oxitetraciclina que generó una coloración uniforme en toda la estructura; debido a ello se definió utilizar el estrés salino como forma de marcaje para el experimento de validación propiamente tal.

### **3. Conclusiones y discusión**

La captura viva, traslado y mantención de los animales no constituyó una limitante para efectuar los experimentos; el 100% de los animales sobrevivió al periodo de aclimatación post captura y la mortalidad registrada sólo pudo ser atribuida al estrés extremo de los experimentos, los animales usados como controles sobrevivieron durante la experimentación.

Se determinó que ejemplares de *E. megalocyathus* sometidos a un estrés salino, pueden recuperarse de lesiones y sobrevivir a un límite de salinidad de 6, más abajo del cual se registra mortalidad pasadas las 24 horas. La salinidad utilizada posteriormente para el marcaje sería un descenso gradual desde 32 hasta 7,9 – 7,0 en 45 minutos ya que hasta ese rango los animales se recuperaron completamente a las 24 horas.



Sobre el uso de oxitetraciclina, la dosis recomendada para animales bovinos y ovinos, aplicada en forma inyectable, fue letal para los animales. Mientras que el producto diluido a concentraciones entre 0,1 mg/ml y 2 mg/ml aplicado como baños o inyección respectivamente, no generó mortalidad ni reacciones adversas en los ejemplares. La impregnación del compuesto no diluido, en una zona del manto, durante el primer experimento, generó una mortalidad del 66,6 % de los animales, mientras que en el segundo se produjeron reacciones adversas en el mismo instante de la aplicación (cambio de color irritación de la zona impregnada). El uso de antibiótico en instalaciones de hatchery y en animales que están siendo sometidos a cultivo, aunque se efectúe para pruebas puntuales, debe ser tomado con precaución.

El estrés salino, aplicado individualmente, requirió de mayor tiempo de experimentación, que la aplicación de los marcajes con oxitetraciclina pero puede considerarse inocuo para el ambiente. De los tratamientos utilizados, el estrés salino fue el más eficiente para el marcaje, particularmente en las mandíbulas.

Araya *et al.* 1999, para validar la formación de microincrementos en *O. mimus*, utilizan la inanición y el no recambio de agua a los estanques por un período de 7 días, alterando con ello una serie de variables fisiológicas y físicas; no obstante determinan que la formación de los microincrementos es de naturaleza diaria. Con el uso de estrés salino, se altera y controla una sola variable física, lo cual constituye una ventaja para su aplicación.

### Referencia bibliográfica

**Araya, M., J. Peñailillo, M. Medina y P. Pizarro. 1999.** Estudio de edad y crecimiento del recurso pulpo (*Octopus mimus*) en la I y II Regiones. Informe Final. Proyecto FIP 97-28. 45 pp + Anexos.

## A N E X O 2

---

**Bibliografía existente relativa al  
recurso pulpo *E. megalocyathus***

---





## ANEXO 2

### BIBLIOGRAFÍA EXISTENTE RELATIVA AL RECURSO PULPO *E. megalocyathus*

---

1. Aedo, G., S. Gacitúa & Ciro Oyarzún. 2001. Talla de primera madurez sexual del pulpo *Enteroctopus megalocyathus* en el sur de Chile. IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Isla San Andrés, Colombia. Resumen Ampliado. 5 pp. En: [www.alicmar.org](http://www.alicmar.org)
2. Almonacid, E., L. Guzman, M. Nilo, S. Cornejo y F. Rocha, 2001. Investigación áreas susceptibles de explotación del pulpo, XII Región. IFOP-FNDR. Informe Final. 45 pp. + tablas, figuras y fotografías.
3. Alonso, M., E. Crespo, S. Pedraza, N. Garcia and M. Coscarella. 2000. Food habits of the South American sea lion, *Otaria flavescens*, off Patagonia, Argentina. Fishery Bulletin Vol. 98 (2): 250-263.
4. Alonso, M., E. Crespo, N. García, S. Pedraza, P. Mariotti, B. Berón Vera and N. Mora. 2001. Food habits of *Dipturus chilensis* (Pisces: Rajidae) off Patagonia, Argentina. ICES Journal of Marine Science, 2001. Volume 58 (1): 288-297
5. Alonso M., E. Crespo, N. García, S. Pedraza, P. Mariotti & N. Mora. 2002. Fishery and ontogenetic driven changes in the diet of the spiny dogfish *Squalus acanthias*, in Patagonian waters, Argentina. Environmental Biology of Fishes 63: 193–202.
6. Arkhipkin, A. Brickle, V. Laptikhovsky, L. Butcher, E. Jones, M. Potter and D. Poulding. 2001. Variation in the diet of the red cod with size and season around the Falkland Islands (south-west Atlantic). Journal of the Marine Biological Association of the UK 81: 1035-1040
7. Reyes A., N. Barahona, A. Carmona, C. Rojas, E. Arias, V. Pezo, V. Ascencio y E. Lozada. 1995. Informe Final. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Bentónicas, III, IV y X Región. 1995. IFOP. 96 pp + Anexos



8. Barahona N., V. Pezo, A. Mu3oz y H. Miranda. 1997. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas. 1996. Subsecretaría de Pesca – IFOP. 95 pp + Anexos
9. Barahona N., A. Mu3oz, V. Pezo, C. Vicencio y A. Olgúin. 1998. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas. 1997. Subsecretaría de Pesca – IFOP. Tomo I a IV + Anexos
10. Barahona N., C. Vicencio, V. Pezo, A. Mu3oz y A. Olgúin. 1999. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas. 1998. Subsecretaría de Pesca – IFOP. Tomo I a IV + Anexos
11. Barahona N., C. Vicencio V. Pezo, A. Olgúin, M. I. Ortego. 2000. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas. 1999. Subsecretaría de Pesca – IFOP. Tomo I a + Anexos
12. Barahona N., A. Olgúin, C. Vicencio, V. Pezo, M. I. Ortego. 2001. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas. 2000. Subsecretaría de Pesca – IFOP. Tomo I a IV + Anexos
13. Barahona N., A. Olgúin, C. Vicencio, V. Pezo, M. Nilo, E. Palta, M. I. Ortego, H. Miranda y V. Catasti. 2002. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas. 2001. Subsecretaría de Pesca – IFOP. Tomo I a IV + Anexos
14. Barahona N., A. Olgúin, C. Vicencio, V. Pezo, Z. Young, M. Nilo, E. Palta, M. I. Ortego, H. Miranda, P. Galvez, C. Romero y C. Toledo. 2003. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas. 2002. Subsecretaría de Pesca – IFOP. 138 pp + Anexos.



15. Barahona N., C. Vicencio, A. Olguín, Z. Young, J. C. Saavedra, M. I. Ortego y C. Toledo, 2004. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas 2003. Subsecretaria de Pesca-IFOP. 116 pp + Anexos.
16. Barahona N., A. Olguín, C. Vicencio, V. Pezo, Z. Young, Patricio Galvez, Marcelo Nilo y E. Palta, 2005. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Fase II. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas 2004. Subsecretaria de Pesca-IFOP. 145 pp + Anexos.
17. Barahona N., A. Olguín, C. Vicencio, V. Pezo y L. Ariz. 2006. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas 2005. Subsecretaria de Pesca-IFOP. 133 pp + Anexos.
18. Barahona N., C. Vicencio, A. Olguín y V. Pezo. 2007. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas 2006. Subsecretaria de Pesca-IFOP. 140 pp + Anexos.
19. Barahona N., C. Vicencio, A. Olguín y V. Pezo. 2008. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas 2007. Subsecretaria de Pesca-IFOP. 130 pp + Anexos.
20. Barahona N., C. Vicencio, A. Olguín y V. Pezo. 2009. Programa de Seguimiento del Estado de Situaci3n de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigaci3n Situaci3n Pesquerías Bent3nicas 2008. Subsecretaria de Pesca-IFOP. 148 pp + Anexos.
21. Barrientos, C., M. Gonz3lez y C. A. Moreno. 2006. Geographical differences in the feeding patterns of red rockfish along South American coasts. Fishery Bulletin Oct: 10-31.



22. Bisby, F.A., M.A. Ruggiero, K.L. Wilson, M. Cachuela-Palacio, S.W. Kimani, Y.R. Roskov, A. Soulier-Perkins and J. van Hertum. 2005. Species 2000 and ITIS Catalogue of Life: 2005 Annual Checklist. CD-ROM; Species 2000: Reading, U.K.
23. Chavez, L & M. L. González. 2010. Estimación de materia orgánica en crustáceos decápodos para la alimentación de pulpo de cultivo. En: [www.aqua.cl](http://www.aqua.cl)
24. Chong, J., N. Cortes, R. Galleguillos y C. Oyarzún, 2001. Estudio biológico pesquero del recurso Pulpo en la X y XI Regiones. Proyecto FIP 99-20. Informe Final. 207 pp.
25. Chong, J., M. Pardo y M. Araya. 2003. Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento en el pulpo austral *Enteroctopus megalocyathus* de la Isla de Chiloé, Chile. X Congreso Latinoamericano en Ciencias del Mar (COLACMAR) Septiembre 2003, San José, Costa Rica. Libro de Resúmenes p. 324.
26. Clausen, A., A. Arkhipkin, V. Laptikhovsky and N. Huin. 2005. What is out there: diversity in feeding of gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) around the Falkland (Southwest Atlantic). *Polar Biology* Vol. 28 (9): 653-662
27. Farias, A., I. Uriarte, J. Hernandez, S. Pino, C. Pascual, C. Caamal, P. Domíngues y C. Rosas. 2009. How size relates to oxygen consumption, ammonia excretion, and ingestion rates in cold (*Enteroctopus megalocyathus*) and tropical (*Octopus maya*) octopus species. *Rev. Marine Biology* . Vol. 156, no. 8, pp. 1547-1558.
28. Gacitúa, B. y C. Oyarzún. 2001. Análisis multivariado de la morfometría de *Enteroctopus megalocyathus*. IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Isla San Andrés, Colombia. Resumen Ampliado. 5 pp. En: [www.alicmar.org/congresos/documentos/noveno](http://www.alicmar.org/congresos/documentos/noveno).
29. Garri, R and M. Ré. 2002. Morphology of the digestive apparatus of *Enteroctopus megalocyathus* and *Loligo sanpaulensis* (Mollusca, Cephalopoda). *Iheringia, Serie Zoologia*. V (2): 81-91.
30. Hudelot, C. 2000. La systématique des Octobranchia (Mollusca; Cephalopoda):- une approche moléculaire. *Museum National d'Histoire Naturelle*, Paris (France). Vol. 2, 434 pp.



31. Ibáñez, C., N. Cortés y J. Chong, 2001. Aspectos trofodinámicos del pulpo *Enteroctopus megalocyathus* en el Pacífico Suroriental. XXI Congreso Ciencias del Mar. Libro resúmenes: 50
32. Ibáñez, C., C. Pardo-Gandarillas & M. George-Nascimento. 2005. Uso del microhábitat por el protozoo parásito *Aggregata patagonica* Sardella, Ré & Timi, 2000 (Apicomplexa: Aggregatidae) en su hospedador definitivo, el pulpo *Enteroctopus megalocyathus* (Gould, 1852) (Cephalopoda: Octopodidae) en el sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 78: 441-450
33. Ibáñez, C. and J. Chong. 2008. Feeding ecology of *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda: Octopodidae) in southern Chile. Journal of the Marine Biological Association of the UK (2008), 88:793-798. En: [www.journals.cambridge.org](http://www.journals.cambridge.org)
34. Laptikhovsky, V., A. Arkhipkin and A. Henderson. 2001. Feeding habits and dietary overlap in spiny dogfish *Squalus acanthias* (Squalidae) and narrowmouth catshark *Schroederichthys bivius* (Scyliorhinidae). Journal of the Marine Biological Association of the UK 81: 1015-1018.
35. Márquez, F., Ré, M. y N. Ortiz. 2006. Evaluación de la conchilla vestigial de *Enteroctopus megalocyathus* como herramienta para la determinación de edad. II Reunión Binacional de Ecología. Libro de Resúmenes.
36. Márquez, F. & M. E. Ré. 2009. Morphological and chemical description of the stylets of *Enteroctopus megalocyathus* (Mollusca: Cephalopoda). Molluscan Research. Vol.29 p.27-32.
37. Martín, G. 1996. La pesca artesanal en las costas de Patagonia: "Hacia una visión global". Informe Técnico N°7. Fundación Patagonia Natural. 12 pp.
38. Olgún A. y G. Jerez. 2003. Chile. Especies Bentónicas de importancia comercial. Instituto de Fomento Pesquero. 32 pp.
39. Olgún, A. 2007. Pesquería de Pulpo del Sur *Enteroctopus megalocyathus*. Informe Técnico. 26 pp. +Tablas, Figuras y Anexos.
40. Osorio, C., R. Peña, L. Ramajo y N. Garcelon. 2006. Malacofauna bentónica de los canales oceánicos del sur de Chile (43° - 45° S). Ciencia y Tecnología Marina 29 (1): 103-114.



41. Ortiz, N. 2005. El modo de vida y la morfologí3 de las paralarvas del pulpo colorado patag3nico, *Enteroctopus megalocyathus*. Libro Resumen XXV Congreso de Ciencias del Mar XI y Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Viña del mar, Chile.
42. Ortiz, N., M. Ré and F. Marquez. 2006. First Description of Eggs, Hatchlings and Hatchling Behaviour of *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda: Octopodidae). *Journal of Plankton Research*. Vol. 28 (10): 881-890.
43. Ortiz N. 2009. Biología poblacional del pulpo colorado *Enteroctopus megalocyathus* en la costa patag3nica norte y central y sus implicancias en el manejo pesquero. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
44. Ortiz, N. y M. E. Ré. 2008. Biología reproductiva del pulpo colorado, *Enteroctopus megalocyathus*, en la costa patag3nica atlántica (42,2°-45°S) y su vinculaci3n con en el manejo pesquero. Libro Resumen VII Congreso Latinoamericano de Malacología. Valdivia, Chile.
45. Ortiz, N., M. E. Ré, G. Trobbiani y N. Glembocki. 2007. Ecología reproductiva del pulpo colorado, en el golfo San José. Lugar. Libro Resumen III Reuni3n Binacional de Ecología. La Serena, Chile.
46. Ortiz, N., M.E. Ré, G. Glembocki y C. Rosas. 2006. Aspectos reproductivos del pulpo colorado, *Enteroctopus megalocyathus*, en el golfo Nuevo, Argentina. Libro Resumen VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar. Puerto Madryn, Republica Argentina.
47. Ortiz, N. and M. Ré. 2006. First report of pseudohermaphroditism in cephalopods. *Journal of Molluscan Studies*, 72 (3): 321-323
48. Ortiz, N., M. Ré y F. Márquez. 2005. Primera descripci3n de puestas del "pulpo colorado" (*Enteroctopus megalocyathus*) en la costa patag3nica. Libro Resumen XXV Congreso de Ciencias del Mar XI y Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Viña del mar, Chile.
49. Pérez, M., D. López, K. Aguila and M. Gonzalez. 2006. Feeding and growth in captivity of the octopus *Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1852. *Aquaculture Research*. Vol. 37 (6): 550-555.



50. Ré, M. E. y N. Ortiz. 2009. Pesquerías de Cefalópodos. Atlas de Sensibilidad Ambiental del Mar y de la Costa. 1-17. Argentina.
51. Ré, M. E., N. Ortiz, F. Márquez, L. Kuba. 2007. Estructura poblacional del pulpo colorado en dos áreas costeras patagónicas. Libro de Resumen III Reunión Binacional de Ecología. Sociedad de Ecología de Chile y Asociación Argentina de Ecología. La Serena, Chile.
52. Ré M.E., Kuba L., Márquez F., Hermosilla C. 2006. Dieta del pulpo colorado (*Enteroctopus megalocyathus*) en la costa patagónica argentina. VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Puerto Madryn, Argentina, Resúmenes, pp. 306.
53. Ré, M.E. 1998a. Pulpos octopódidos (Cephalopoda, Octopodidae). En: Boschi, E.E.; Ed. "Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos". Serie: El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros; 2. 69-98. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata. Argentina.
54. Ré, M.E. 1998b. Pesquerías de pulpos. En: Boschi, E.E.; Ed. "Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos". Serie: El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros; 2. 99-104. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata. Argentina.
55. Ré M.E. 1997. Pesquerías costeras norpatagónicas: artes alternativas y optimización. Pulpos. Informe Técnico No. 7 del LAPEMAR-CENPAT (Laboratorio de Peces y Mariscos de Interés Comercial, Centro Nacional Patagónico), 35 pp.
56. Ré M.E. 1984. Maduración sexual en *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda, Octopoda). Contribuciones del Centro Nacional Patagónico, 93: 1-34.
57. Ré M. E. y R. Taylor. 1981. La pesca de pulpos en Argentina. Artes de captura utilizadas y estadísticas pesqueras hasta 1978. Contribuciones del Centro Nacional Patagónico, 52: 1-21.
58. Ré M.E. 1980. Estudio taxonómico de *Enteroctopus megalocyathus* (Gould) (Cephalopoda, Octopoda) con notas sobre su biología y pesca. Contribuciones del Centro Nacional Patagónico, 53: 1-34.



59. Rocha, F. y M. Vega. 2003. Overview of cephalopod fisheries in Chilean waters. Fisheries Research (Amsterdam). Vol. 60 (1): 151-159.
60. Rosas, C., Cuzon, G., Pascual, C., Gaxiola, G., Chay, D., L3pez, N., Maldonado, T., and Domingues P. 2006. Energy balance of *Octopus maya* fed crab and artificial diet. Marine Biology Vol. 152 (2): 371-381.
61. Sardella, N., M. E. R3 y J. Timi. 2000. Two new *Aggregata* species (Apicomplexa: Aggregatidae) infecting *Octopus tehuelchus* and *Enteroctopus megalocyathus* (Mollusca: Octopodidae) in Patagonia, Argentina. Journal of Parasitology. Vol. 86 (5): 1107-1113.
62. Schiavini, A., P. Yorio y P. Gandini. 2005. Los ping3inos de las costas argentinas: estado poblacional y conservaci3n. Revista Hornero (B. Aires). Vol.20 (1): 5-23.
63. Schiavini, A. y A. Rey. 2004. Long days, long trips: foraging ecology of female rockhopper penguins *Eudyptes chrysocome chrysocome* at Tierra del Fuego. Marine Ecology Progress Series, 275:251-262.
64. Schiavini, A., R. Goodall A. Lescauwae and M. Alonso. 1996. Food habits of the Peale's dolphin, *Lagenorhynchus australis*; Review and new information. Forty-Seventh Report of the International Whaling Commission Annual Report. International Whaling Commission [Annu. Rep. Int. Whaling Comm.]. Vol. 47: 827-834.
65. Toll, R. 1991. The supraspecific classification of the Octopodinae (Cephalopoda: Octopoda): A review. Bulletin of Marine Science. Vol. 49 (1-2): 668. 1991.
66. Vega, M., F. Rocha y C. Osorio. 2000. Variaciones espaciales y temporales de paralarvas de cefal3podos en el Canal Moraleda (43° S.) Sur de Chile. Ciencia y Tecnolog3a Mar. 23: 69-82.
67. Vinuesa, H. y M. Varisco. 2007. Trophic ecology of the lobster krill *Munida gregaria* in San Jorge Gulf, Argentina. Invest. Mar., Valpara3so, 35(2): 25-34.
68. Villanueva R. & M. Norman. 2008. Biology of the planktonic stages of benthic octopuses. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 46: 105-202.



## SITIOS EN INTERNET RELACIONADOS

---

1. [www.catalogueoflife.org](http://www.catalogueoflife.org)
2. [www.sealifebase.org](http://www.sealifebase.org)
3. [www.portal.ubio.org](http://www.portal.ubio.org)
4. [www.itis.gov](http://www.itis.gov)
5. [www.data.gbif.org](http://www.data.gbif.org)
6. [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)
7. [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)
8. [www.biodiversitylibrary.org](http://www.biodiversitylibrary.org)
9. [www.antiz.redmon.org](http://www.antiz.redmon.org) Sitio web del Smithsonian Nacional Museum of Natural history
10. [www.frebase.com](http://www.frebase.com)
11. [www.ecoworld.com](http://www.ecoworld.com)
12. [www.conicet.org.ar](http://www.conicet.org.ar)
13. [www.graficanimada.cl](http://www.graficanimada.cl) Sistema Nacional de Informaci3n sobre Biodiversidad
14. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) Sitio que indica cefal3podos amenazados a nivel mundial
15. [www.cephbase.utmb.edu](http://www.cephbase.utmb.edu)



## A N E X O 3

---

**Evaluación de variables temporales,  
espaciales y físicas en la dinámica  
reproductiva de pulpo rojo**

---





## ANEXO 3

---

### **Evaluación de variables temporales, espaciales y físicas en la dinámica reproductiva de pulpo rojo.**

Eduardo Díaz - Juan Carlos Saavedra – Zaida Young<sup>1</sup>

#### ***Introducción***

En este análisis se buscó evaluar la relación entre las condiciones oceanográficas y el proceso reproductivo del pulpo, mediante un modelo que incorporó ambos tipos de información. De los datos oceanográficos disponible, si bien se tienen datos de salinidad, oxígeno y temperatura, sólo esta última variable cubre todo el período de análisis en las zonas de estudio, por lo tanto en el modelamiento la variable oceanográfica que se consideró corresponde a la temperatura superficial del mar.

#### ***Metodología***

##### *Datos*

Los datos disponibles para el análisis corresponden a la condición reproductiva del pulpo rojo para el período marzo de 2009 a marzo de 2010 en dos zonas de la X Región, Ancud y Queilén, y la temperatura superficial del mar proveniente de satélite para dicho período y zonas.

La base de datos contiene un conjunto de variables que son potencialmente importantes en la explicación de la variabilidad de la condición reproductiva del pulpo. De estas variables, y con el propósito de tener una matriz de datos con un adecuado balance para ser usada en el modelamiento, finalmente se seleccionaron el mes y la zona que fueron tratados como factores, cuyos niveles se indican en la Tabla 1, y la temperatura que fue considerada como una covariable.

---

<sup>1</sup> Autores por orden alfabético



**Tabla 1.**

Factores considerados en el análisis de la condición reproductiva del pulpo

Factor	Niveles
Período (categoría meses)	mar-abr.09, may-jun.09, jul-ago.09, sep-oct.09, nov-dic.09, ene-mar.10
Zona	Ancud, Queilén

### *Modelamiento del IGS*

Para evaluar los factores que inciden en la condición reproductiva del pulpo, se aplicó un modelo lineal a los datos de IGS de las hembras, previa transformación mediante la función logaritmo para normalizar su distribución. Inicialmente se identificó un modelo que incorpora los efectos principales más interacciones de primer orden.

$$\log(\text{IGS}_{izj}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Temperatura}_i + \beta_z \text{Zona}_{iz} + \beta_j \text{Periodo}_{ij} + \text{interacciones} + \varepsilon_{izj} ,$$

donde  $\text{IGS}_{izj}$  es el índice gonádico del individuo  $i$ , en la zona  $z$  y período  $j$ . El parámetro  $\beta_0$  es el logaritmo del IGS para la celda de referencia resultante de aplicar una parametrización de esquina.

Para seleccionar el modelo final se empleó un procedimiento por pasos hacia delante, a partir de un modelo con intercepto. Se utilizó el criterio de Akaike AIC (Venables, W. & Ripley, B. 1997) y el ANOVA para identificar las covariantes más relevantes en el análisis.

Todos los procesos y figuras fueron realizados en el software R (*R Development Core Team*, 2009) con la ayuda del paquete R-Commander (*John Fox*, 2009).



## Resultados

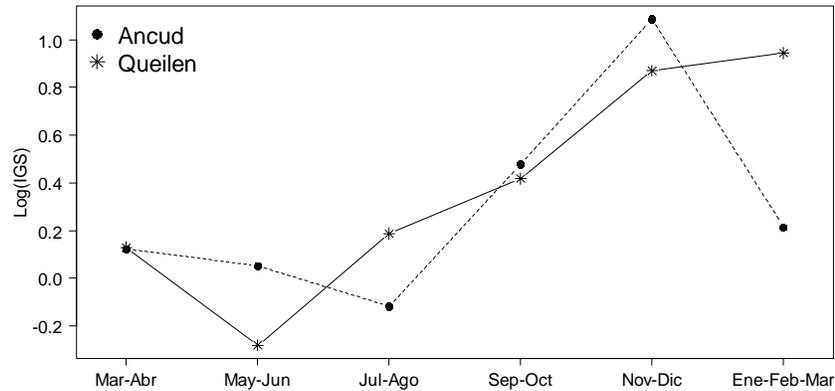
El análisis de devianza del modelo indicó que los índices de IGS varían significativamente con algunos de los factores seleccionados, que se refleja en estadísticos F significativos al comparar el modelo con predictores respecto del modelo nulo ( $p < 0.00$ ), siendo el Período el factor con mayor poder explicativo; de igual manera la interacción de primer orden Período:Zona es la segunda más importante en la reducción de la devianza, incluso mayor que el factor principal Zona. La Temperatura y la Zona no aparecen como significativas dada su baja contribución relativa a la reducción de la devianza del modelo (Tabla 1). Un análisis de devianza ajustado secuencialmente hacia adelante para seleccionar el mejor modelo ratificó los resultados anteriores.

**Tabla 1.**

Análisis de devianza para el modelo lineal generalizado ajustado al IGS del pulpo rojo en la zona de Ancud y Queilen, para el periodo marzo 2009 a marzo de 2010.

	% Explicado	SS	Df	F	Pr(>F)
Temperatura	0,4 %	0,48	1	0,3372	0,5616
Periodo	72,6 %	78,29	5	10,9694	< 0,01
Zona	2,7 %	2,96	1	2,0726	0,1504
Período:Zona	24,2 %	26,16	5	3,6649	< 0,01
Residuales		1107,66	776		
R <sup>2</sup>	9,4 %				

La interacción Período:Zona indicó variaciones importantes de la tendencia del IGS en el período analizado entre zonas (Fig. 1); en efecto, mientras el IGS en la zona de Ancud aumentó en el bimestre jul-ago respecto del período que lo antecede, en la zona de Queilén se registró una disminución, de la misma forma en el período ene-mar de 2010 el índice se reduce en Ancud y aumenta en Queilén.



**Fig. 1.** Índice medio del logaritmo del IGS para ambas zonas en el periodo de estudio.

Esta situación dificulta la interpretación del índice global de IGS basado en el factor Período para el modelo de efectos principales, por tal razón se optó por hacer un ajuste del IGS separadamente para cada zona.

En la Tabla 2 y 3 se entregan los resultados del análisis para Ancud y Queilén, respectivamente, se aprecia que el IGS varía significativamente con el período del año en ambas zonas. La temperatura, por su parte no aparece como un efecto principal para el IGS en ambas zonas, no obstante en la zona de Queilén la interacción con el período se encuentra en torno a la significancia (Tabla 3).

**Tabla 2.**

Análisis de devianza para el modelo lineal generalizado ajustado al IGS del pulpo rojo en la zona de Ancud, para el periodo marzo 2009 a marzo de 2010.

	% Explicado	SS	Df	F	Pr(>F)
Temperatura	0,1 %	0,05	1	0,0363	0,8489
Período	89,1 %	34,25	5	4,6585	< 0,01
Período:Temp	10,7 %	4,12	5	0,5609	0,7300
Residuales		554,37	377		
R <sup>2</sup>		6,5 %			



**Tabla 3.**

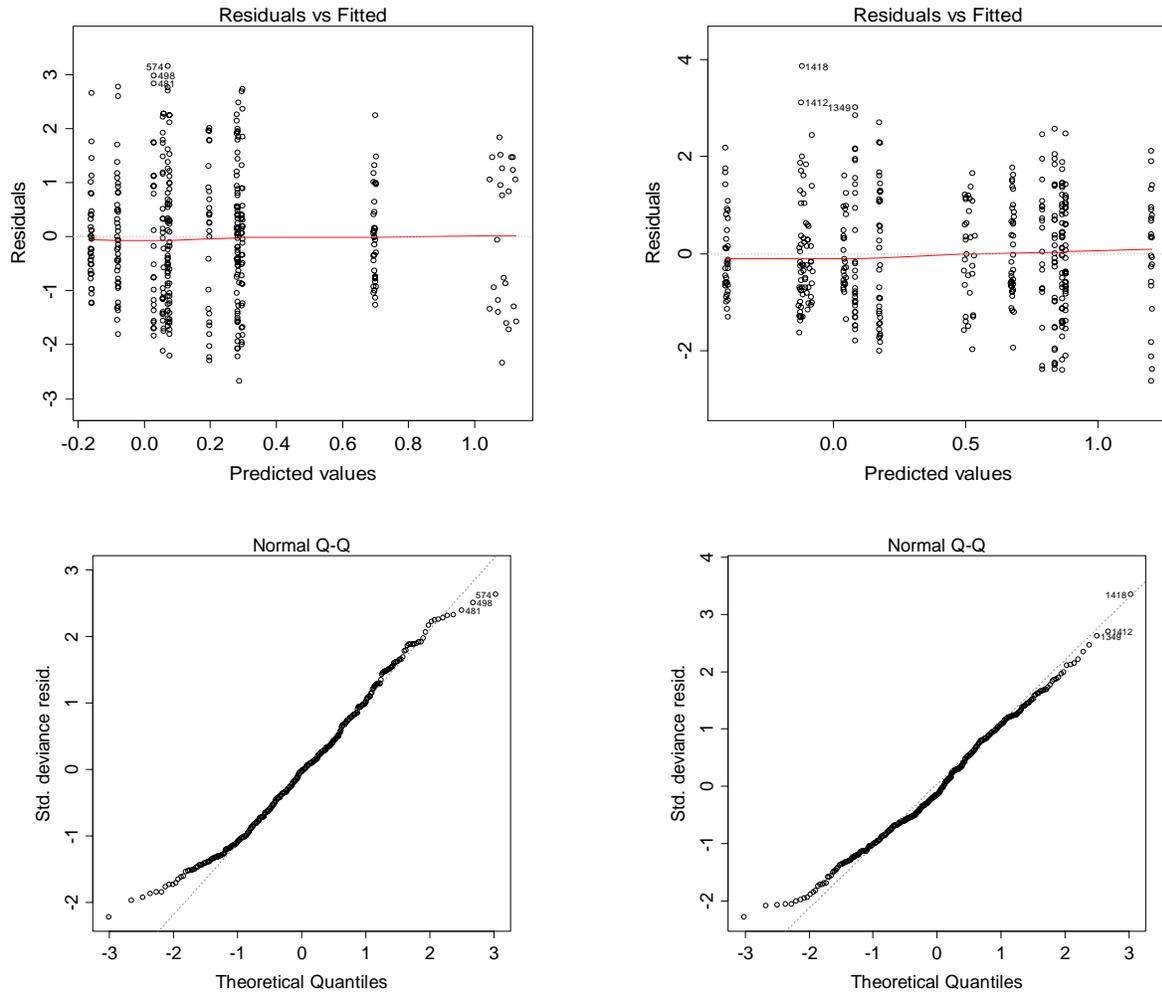
Análisis de devianza para el modelo lineal generalizado ajustado al IGS del pulpo rojo en la zona de Queilén, para el período marzo 2009 a marzo de 2010.

	% Explicado	SS	Df	F	Pr(>F)
Temperatura	0,6 %	0,46	1	0,3356	0,5627
Período	81,5 %	68,06	5	9,8872	< 0,01
Período:Temp	17,9 %	14,98	5	2,177	0,0560
Residuales		534,15	388		
R <sup>2</sup>		14,4 %			

El modelo incluyendo el período y la temperatura explica una fracción pequeña de la variabilidad del IGS en cada zona, correspondiendo a un  $r^2$  cercano al 7% en Ancud y a 15 % en Queilén. De este grado de explicación, el período representa el mayor porcentaje con valores superiores al 80 % para ambos ajustes.

La observación de las gráficas residuales para cada ajuste separado por zona, no muestra fuertes desviaciones respecto de los supuestos asumidos (normalidad y homocedasticidad) e indican que la mayoría de las observaciones son consistentes con la distribución normal (Fig. 2).

En la Figura 3 se presentan los índices de IGS para el período de estudio ajustado para cada zona. Los índices, como se señaló anteriormente, presentan un patrón temporal distinto entre zonas, lo que sugiere un proceso reproductivo diferencial entre ellas. Si bien, en ambas áreas las hembras alcanzaron el mayor desarrollo gonadal en el bimestre noviembre-diciembre, en Ancud se produce una notoria caída del índice en verano, mientras que en Queilén, el IGS permaneció alto en un valor promedio en torno al máximo.

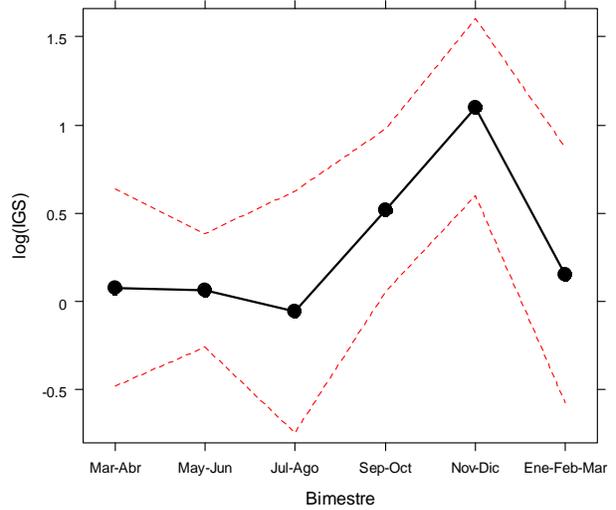
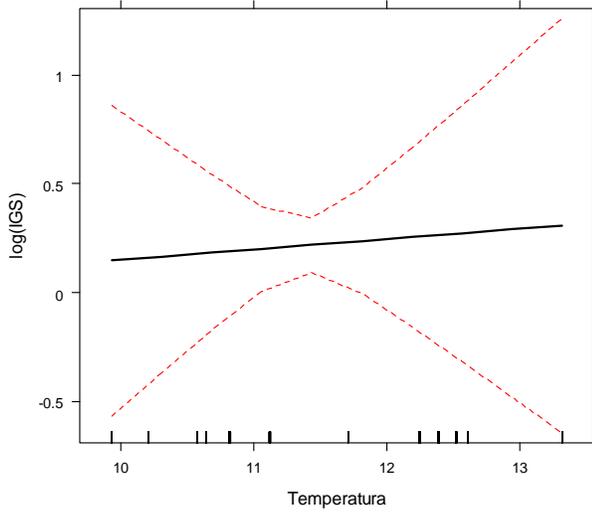


**Fig. 2.** Residuos vs valores ajustados y QQ-plot de normalidad de los residuos para el ajuste de los modelos a los datos IGS de Ancud (panel izquierdo) y Queilén (panel derecho).

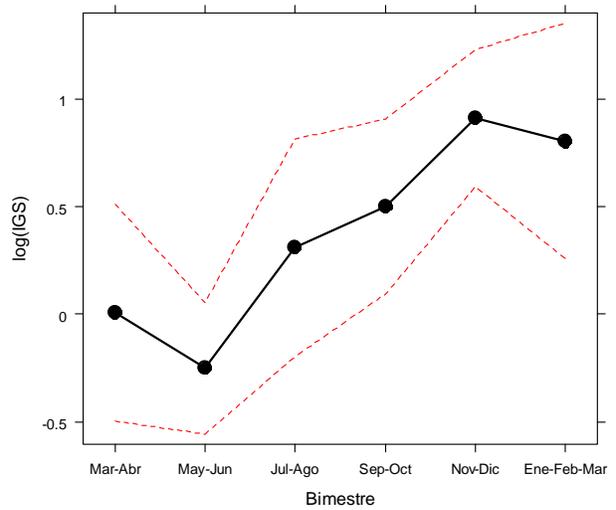
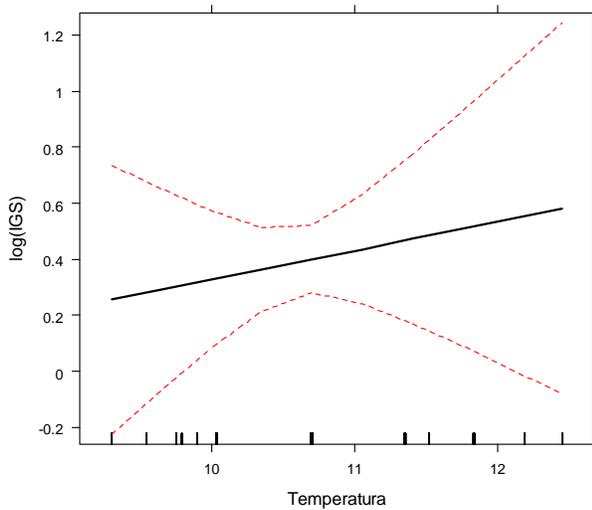
La temperatura por su parte muestra un efecto directamente proporcional con el IGS para ambas zonas, no obstante existe una fuerte incertidumbre en la estimación reflejada por las amplias bandas de confianza (Fig. 3), la cual no permite indicar un efecto importante de la temperatura superficial del mar sobre los cambios en el IGS.



### Ancud



### Queilén



**Fig. 3.** Intervalo de confianza para el efecto medio de la covariable temperatura y el factor periodo sobre el IGS.



Adicionalmente se realizó un análisis para evaluar el efecto temporal, espacial y de la temperatura en el porcentaje de incidencia de hembras con actividad gonadal, considerando en esta categoría los ejemplares que presentaron estados de madurez microscópicos entre 3 y 7. Con este propósito se utilizó un modelo lineal generalizado con distribución binomial y función de enlace logística. Los resultados del ajuste muestran que la proporción de hembras activas sólo presenta cambios significativos asociados al período, siendo no significativas las diferencias entre zonas y temperaturas (Tabla 4). El modelo propuesto, al igual que los anteriores, explica una proporción pequeña de la variación observada en la proporción de hembras activas.

**Tabla 4.**

Análisis de devianza para el modelo lineal generalizado ajustado al porcentaje de incidencia de hembras maduras de pulpo rojo en la zona de Ancud y Queilén, para el período marzo 2009 a marzo de 2010.

	LR Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Temperatura	0,55	1	0,4582
Período	30,19	5	< 0,01
Zona	0,12	1	0,7295
Período:Zona	6,46	5	0,2641

### ***Discusión***

Es importante precisar que el poder explicativo de los modelos empleados para explicar el la variabilidad del IGS fue bajo, situación que es bastante usual de observar en estudios cuando se emplea la información a una escala fina como es a nivel de individuos. También pueden existir otros factores que inciden en el proceso reproductivo y que no fueron incorporados en el modelo, lo que debería explorarse en trabajos posteriores.



El IGS muestra un patrón que confirma un proceso más prolongado del desarrollo gonadal de las hembras en Queilén respecto a la Zona de Ancud. También queda en evidencia, según los resultados del ajuste, que el IGS no presenta asociaciones directas o lineales con la temperatura, esto puede ser explicado por la alta variabilidad del índice, puesto que se observan valores altos y bajos de IGS indistintamente a temperaturas altas y bajas. No obstante y dado que el IGS sigue un patrón temporal, con un mínimo en el período invernal y un máximo en el periodo estival, patrón que también se observó en las temperaturas, puede inferirse que este índice reproductivo en promedio también se ve influenciado por esta variable física.

### ***Referencias bibliográficas***

Venables, W. & Ripley, B. 1997. Modern Applied Statistics with S-Plus, 2nd ed., Springer-Verlag. 548 p.

R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

John Fox, with contributions from Liviu Andronic, Michael Ash, Theophilus Boye, Stefano Calza, Andy Chang, Philippe Grosjean, Richard Heiberger, G. Jay Kerns, Renaud Lancelot, Matthieu Lesnoff, Uwe Ligges, Samir Messad, Martin Maechler, Robert Muenchen, Duncan Murdoch, Erich Neuwirth, Dan Putler, Brian Ripley, Miroslav Ristic and and Peter Wolf. (2009). Rcmdr: R Commander. R package version 1.5-4. <http://CRAN.R-project.org/package=Rcmdr>



## A N E X O 4

---

**Taller de difusión de resultados**

---



## PROGRAMA TALLER



Resultados finales del proyecto FIP N° 2008- 40:  
**“Caracterización biológico pesquera de las actividades extractivas del recurso pulpo en la X Región”**  
IFOP – UNAP.

Fecha: Martes, 25 de mayo 2010  
Hotel Diego de Almagro- Avenida Ejército 516 - Puerto Montt, X Región

- 
- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 09:15 horas             | <b>Bienvenida a los asistentes.</b><br>Sra. Nancy Barahona T. – Sra. Sonia Medrano  |
| 09:30 horas             | <b>Exposición: “Presentación Proyecto”</b><br>Expositor: Sra. Nancy Barahona.   |
| 09:50 horas             | <b>Exposición: “Antecedentes del recurso”</b><br>Expositor: Sra. Sonia Medrano  |
| <i>10:15 horas Café</i> |   |
| 10:30 horas             | <b>Exposición: “Aspectos reproductivos”</b><br>Expositor: Sra. Margarita González   |
| 10:50 horas             | <b>Exposición: “Edad, crecimiento y experiencias de validación”</b><br>Expositor: Sr. Miguel Araya - Sr. Ramiro Contreras |
| 11:15 horas             | <b>Exposición: “Evaluación de artes de pesca empleados para la captura de pulpos”</b><br>Expositor: Sr. Jorge Henríquez   |
| 11:45 horas             | <b>Exposición: “Análisis de la pesquería”</b><br>Expositor: Sra. Nancy Barahona   |
| 12:15 horas             | <b>Cierre. Discusión y Análisis</b>   |
-





**Juan Mauricio Braun Alegria**  
Jefe División Investigación Recursos Acuáticos  
IFOP

Saluda atentamente a :

*Eduardo Leniz*

*y tiene el agrado de invitarle al Taller "Resultados Finales del Proyecto: Caracterización biológico pesquera de las actividades extractivas del recurso pulpo en la X Región" FIP 2008-40.*

*Este evento se realizará el día martes 25 de mayo de 2010, entre las 09:15 hrs. y 12:15hrs., en el Hotel Diego de Almagro, ubicado en Avenida Ejército N°516, Puerto Montt.*

*Valparaíso, mayo de 2010*

S.R.C: 32-2151402, e-mail: [ximena.puentes@ifop.cl](mailto:ximena.puentes@ifop.cl)





REUNIONES  
 ANUNCIOS  
 REUNIONES

Asistencia Tallen Resultados  
 FIP 2008-10

	Nombre	Institución	Firma
1	ALDO COQUEBANO T.	MUNICIPAL ANCOA	
2	Alfredo Cuevas P.	CEPSA Ltda	
3	CLAUDIA PUEBIA ACE	UNAP	
4	Yara Valencia C.	FOND. CHINO	
5	Alexsai Casimiro		
6	Margarita Pérez	ULA	
7	PATRICIA DIAZ G.	UACH	
8	Viviana Pery E	IFOP	
9	Yago P. Díaz H	IFOP, P. Norte	
10	Pedro Zametti	SUBPESCA	
11	José Fernández C.	A.G. PES. AGR. X <sup>a</sup> Región (Albaico)	
12	Alberto Dillaquin Mercado	Do. Pesq. Interam. de Q.	
13	Josabetha Subiela	IFOP. Ancoas	
14	Elise Pacheco	UNAP	
15	María Lucía González	Universidad de los Lagos	
16	Miguel Araya	UNAP	
17	Sedric Godoy	UNAP	
18	Morgante González	IFOP	



## A N E X O 5

---

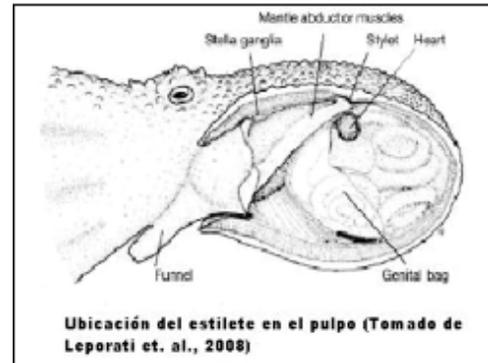
**Material de difusión del proyecto FIP N° 2008-40:**

- **Fotos y filmaciones (CD)**
  - **Documental “A la caza del pulpo” (DVD)**
-





**Artes est3ticos**



**Estiletes pulpo del sur**



**Herramienta captura pulpo**



**Muestreo reproductivo**



**Preparaci3n muestras**



**Uso de ctd**



# A N E X O 6

---

**Personal participante  
proyecto FIP N° 2008-40**

---



**PERSONAL PARTICIPANTE PROYECTO FIP N° 2008-40**

“Caracterización biológico pesquera de las actividades extractivas del recurso pulpo en la X Región”

**▪ INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

<b>Nombre</b>	<b>Actividad realizada</b>
Nancy Barahona	Jefe de Proyecto, coordinación general. Análisis de la pesquería – Propuesta plan de administración. Registro material fotográfico. Elaboración informes.
Andres Olguín	Capacitación aspectos reproductivos. Recopilación bibliográfica. Análisis de datos macroscópicos con estudios macroscópicos. Elaboración material audio visual.
Eduardo Diaz	Análisis placas histológicas. Análisis estudios macroscópicos y microscópicos. Estimación tallas y pesos de primera madurez sexual. Elaboración Informes
Margarita González	Preparación y procesamiento placas histológicas. Estudios de fecundidad. Análisis espermátóforos y glándulas oviductales. Elaboración Informes.
Dagoberto Subiabre	Muestreos biológicos. Registro de datos biométricos, extracción de gónadas, cristalinos, mandíbulas y estiletes. Registro de track embarcaciones con data logger. Coordinación salidas CTD. Registro material fotográfico y fílmico.
Vivian Pezo	Coordinación actividades terreno asociadas a la actividad de la flota y muestreos. Coordinación con plantas de proceso. Supervisión muestreadores.
Viviana Hernández	Asistente laboratorio Ancud. Extracción de gónadas, cristalinos, mandíbulas y estiletes.
Alexander Valdenegro	Análisis datos temperatura, salinidad y oxígeno
Cecilia Curna	Digitación datos actividad extractiva.
Patricio Merino	Registros fílmicos
Alvaro Aguilera	Procesamiento datos asociados a la georeferenciación.
Claudio Vicencio	Procesamiento datos actividad extractiva. Manejo bases de datos.
Georgius Kalergis	Muestreador Ancud
Rene Vega	Muestreador La Vega
Valeria Guichacoy	Muestreador Dalcahue
Alejandro Navarrete	Muestreador Quellón
René Gallardo	Muestreador Calbuco
Custodio Serón	Muestreador Carelmapu



▪ **UNIVERSIDAD ARTURO PRAT**

<b>Nombre</b>	<b>Actividad realizada</b>
Sonia Medrano	Jefe de Proyecto UNAP, coordinaci3n general. Elaboraci3n de Informes.
Erick Baqueiro	Desarrollo de t3cnicas para la lectura de microincrementos en cristalinos. Procesamiento de informaci3n y elaboraci3n informe.
Jadhriel Godoy	Diseño e implementaci3n de artes de pesca est3ticas, colaboraci3n en la evaluaci3n de artes est3ticas, separaci3n, registro y envío de material biol3gico (muestreros biol3gicos). Elaboraci3n de Informes
Ramiro Contreras	Desarrollo de experimentos de prevalidaci3n y de validaci3n de crecimiento en estructuras duras (mandíbulas, estiletes y cristalinos). Elaboraci3n informes
Miguel Araya	Desarrollo de t3cnica para la lectura de microincrementos en estiletes, montaje y lecturas de MAN y EST. Estimaciones de mortalidad natural. Elaboraci3n Informes
Jessica Peñailillo	Apoyo en desarrollo de t3cnica para la lectura de microincrementos en estiletes, montaje y lecturas de MAN Y EST.
Lorna Pineda Claudia Ortiz Abelardo Olivares Javiera Rebolledo Camila Leiva	Estudiantes en pr3ctica, apoyo en procesamiento de Mandíbulas y estiletes en el laboratorio de edad UNAP- Iquique.
Manira Matamala	Coordinaci3n de evaluaci3n de artes est3ticas y muestreros <i>in situ</i> . Elaboraci3n informe
Jorge Henríquez	Encargado de terreno evaluaci3n de artes est3ticas y muestreros <i>in situ</i> . Procesamiento de informaci3n, elaboraci3n informe.
Victoria Almanza	Procesamiento de informaci3n y elaboraci3n informe evaluaci3n artes est3ticas y muestreros <i>in situ</i> . Diseño y aplicaci3n de entrevista a pescadores
Bernardo Bello	Manejo de base de datos hist3rica IFOP y aplicaci3n de modelos de crecimiento en base a estructuras de tallas. Elaboraci3n de Informes.
Patricio Velásquez	Captura de animales vivos en la zona de Hueihue para experimentos de prevalidaci3n y validaci3n
Jans Paillagual	Apoyo operativo en muestreros <i>in situ</i> y evaluaci3n de artes est3ticas. Fabricaci3n de artes est3ticas (nasas, tubos). Manejo de animales en cautiverio. Experimento de validaci3n
Sergio Díaz	Apoyo operativo en muestreros <i>in situ</i> y evaluaci3n de artes est3ticas.
Pedro Muñoz	Apoyo operativo en muestreros <i>in situ</i> y evaluaci3n de artes est3ticas. Fabricaci3n de artes est3ticas (nasas, tubos).
Oscar Soto	Apoyo operativo en muestreros <i>in situ</i> y evaluaci3n de artes est3ticas
Javier Asencio	Apoyo operativo en experimentos de prevalidaci3n de crecimiento en estructuras duras (mandíbulas, estiletes y cristalinos).



▪ **UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

Patricio Díaz	Registro datos CTD.
Carlos Molinet	Registros fílmicos con Rov y cámaras submarinas
Manuel Díaz	Manejo de equipos para registros fílmicos

▪ **PESCADORES ARTESANALES PARTICIPANTES**

Fernando Almonacid Muñoz	Carlos Ulloa
Milton Enrique Álvarez Pérez	Manuel Ruiz
Walter Coli Mañao	Alex Barría
José Hernán Díaz Pérez.	Cristián Villegas
José Luis Navarro Torres	Erasmó Hueicha
Juan Orlando Saldivia Antiman	Heriberto Soto
Víctor Villarroel Mena	José Pilorio
Luis Alvarado Chiguay	Bernardo Cárdenas
Julio Barría Muñoz	Ariel Cumicheo
Claudio Pinto	Luis Millán
Wladimir Millán	



Personal participante (hh) en proyectos FIP 2008- 40																							
ITEM	PERSONAL PARTICIPANTE																						
	NB	AO	VP	AA	DS	CV	MG	ED	AV	AP	CC	VH	SM	MM	EB	JH	BB	VA	JG	RC	MA	P. Lab	OP
<b>Actividades de Coordinaci3n</b>																							
Coordinaci3n con el equipo t3cnico	60	30	30										96	12	24	40	6	4	24	24	40		
Reuniones de coordinaci3n IFOP - UNAP	60	60	30										60						30		8		
Presentaci3n solicitud pesca de investigaci3n	8																						
Taller de coordinaci3n IFOP- UNAP - FIP y Subpesca	24	16																					
<b>Objetivo especifco N°1</b>																							
Contrataci3n y capacitaci3n del personal t3cnico y de muestreo	1	8	9		9		9					9											
Compra de materiales de muestreo y ropa de trabajo	24	2																					
Recopilaci3n de informaci3n bibliogr3fica	45	45																					
Supervisi3n y visita a centros de desembarques					100																		
Recopilaci3n de informaci3n actividad extractiva										5000													
Codificaci3n, digitaci3n, validaci3n y correcci3n de informaci3n			65			90					540												
Georeferenciaci3n de los caladeros				9	30																		
<b>Objetivo especifco N° 2</b>																							
Recopilaci3n muestras para crecimiento, reproducci3n y fecundidad					351																		
Procesamiento de muestras para estudio de crecimiento					1170						1170											4320	480
Capacitaci3n equipo de terreno		36	9		36																		
Contrataci3n de embarcaci3n para ejecuci3n de actividades de terreno			18																				
Determinaci3n de par3metros de crecimiento de pulpo del sur																	80						20
Determinaci3n de Mortalidad natural.																	13						
Determinaci3n edad por micro incrementos																					32		820
Experimentos de validaci3n de microincrementos													70						40	160			346
Experimentos de validaci3n de crecimiento en cristalino															320				10	40			
<b>Objetivo especifco N° 3</b>																							
Procesamiento de muestras estudio de reproducci3n y fecundidad					134		360																
Determinaci3n estado de madurez sexual macrosc3pico					100																		
Determinaci3n estado de madurez sexual microsc3pico												70											
Estimaci3n talla primera madurez sexual												20											
Determinaci3n 3poca de desove y porcentaje de ind desovantes												20											
Identificar periodo con hembras con espermatoforos en sus oviductos								40															
Identificar periodo en que hembras alcanzan el mayor desarrollo gonadal												8											
An3lisis de 3ndices gonadales y estadios macrosc3picos de madurez												70											
Estimaci3n de fecundidad							40																
Monitoreo de temperatura					144																		
An3lisis variables temperatura, oxigeno y salinidad										32												16	
Capacitaci3n en t3cnicas histol3gicas		45																					
<b>Objetivo especifco N° 4</b>																							
Seleccionar el 3rea de estudio																	20						
Construcci3n de los artes de pesca																	10			90			420
Evaluaci3n de los artes de pesca															64		312		60	40			1032
<b>Objetivo especifco N° 5</b>																							
Talleres de trabajo IFOP - UNAP (2)	72	48	18		18		18	45				9	32		8	32	16		16	32	32		
Taller de difusi3n de resultados (1)	36	36	9		9		18	18					16						16		16		
An3lisis de resultados en sus distintas componentes	50	25	45				45	45					45		24	45	45	40	12	40	45		120
<b>Informes</b>																							
Informe de Avance 1	90	45	45	18				117					3	40	25	40	24	4		40	10		10
Pre Informe Final	180	45	45	18				90					40	24	40	40	40	32	24	40	40		40
Informe Final																							
<b>Horas Hombres Totales</b>	<b>650</b>	<b>441</b>	<b>323</b>	<b>45</b>	<b>2101</b>	<b>90</b>	<b>530</b>	<b>503</b>	<b>32</b>	<b>5000</b>	<b>540</b>	<b>1188</b>	<b>362</b>	<b>140</b>	<b>485</b>	<b>539</b>	<b>224</b>	<b>140</b>	<b>318</b>	<b>376</b>	<b>503</b>	<b>4320</b>	<b>3288</b>



### **Definición de siglas**

#### **Personal IFOP**

NB Nancy Barahona Toledo  
AO Andres Olguin Ibacache  
VP Vivian Pezo Erices  
AA Alvaro Aguilera  
DS Dagoberto Subiabre  
CV Claudio Vicencio Estay  
MG Margarita González  
ED Eduardo Diaz  
CC Cecilia Curna

#### **AP Asistente Pesqueras**

GK Georgius Kalergis  
RV Rene Vega  
VG Valeria Guichacoy  
AN Alejandro Navarrete  
RG René Gallardo  
CS Custodio Serón

#### **Personal UNAP**

SM Sonia Medrano  
MM Manira Matamala  
EB Erick Baqueiro  
JH Jorge Henríquez  
BB Bernardo Bello  
VA Victoria Almarza  
JG Jadhriel Godoy  
MA Miguel Araya  
RC Ramiro Contreras  
JP Jessica Peñailillo

#### **P Lab Personal Laboratorio**

LP Lorna Pineda  
CO Claudia Ortiz  
AO Abelardo Olivares  
JR Javiera Rebolledo  
CL Camila Leiva

#### **OP Operarios UNAP**

PM Pedro Muñoz  
JP Jans Paillahual  
JA Javier Asencio  
PV Patricio Velázquez  
SD Sergio Díaz  
OS Oscar Soto



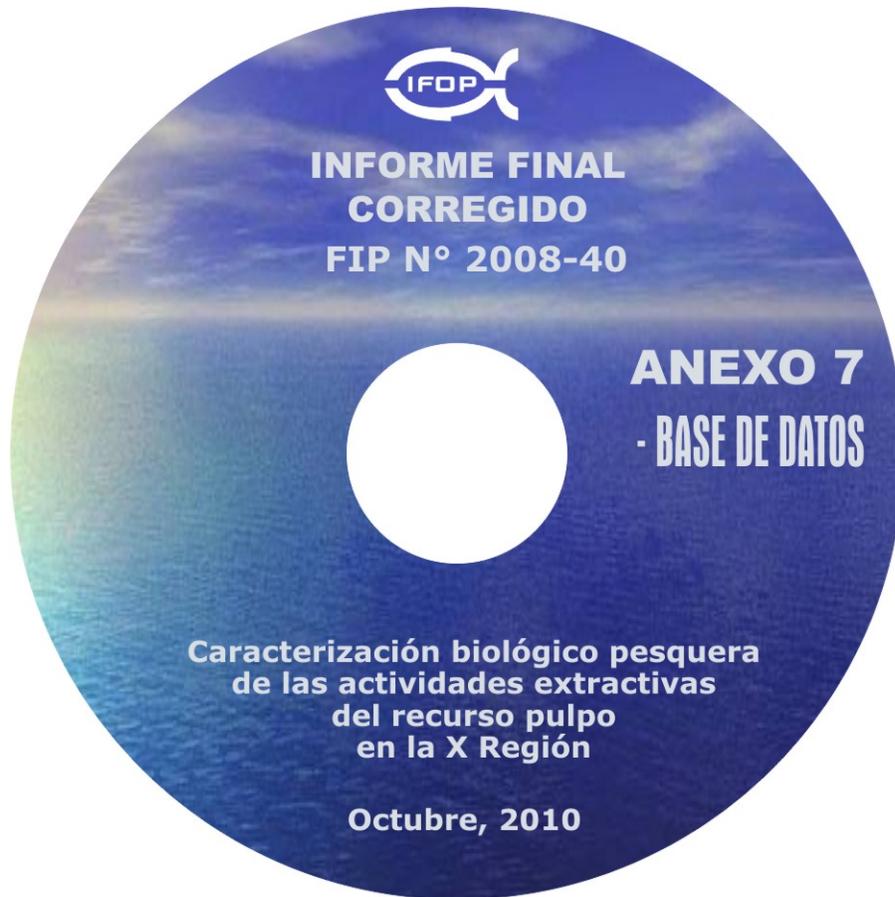
# A N E X O 7

---

**Base de datos  
proyecto FIP N° 2008-40**

---









---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
Sección Ediciones y Producción  
Blanco 839, Fono 56-32-2151500  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)