



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

**INFORMES TECNICOS F I P**

FIP - IT / 99 - 20

INFORME : ESTUDIO BIOLOGICO PESQUERO DEL  
FINAL RECURSO PULPO EN LA X Y XI REGIONES

UNIDAD : UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA  
EJECUTORA CONCEPCION



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION**

**INFORME FINAL CORREGIDO**

**PROYECTO FIP N° 99-20**

**“ESTUDIO BIOLÓGICO PESQUERO DEL RECURSO**

**PULPO EN LA X Y XI REGIONES”**

**- JULIO DEL 2001 -**

**REQUIRENTE**

**CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA (CIP)**

**CONSULTOR**

**UNIVERSIDAD CATOLICA SSMA. CONCEPCION**

**- JULIO DEL 2001 -**

**JEFE DE PROYECTO**

**JAVIER CHONG LAY-SON**

**AUTORES**

**JAVIER CHONG L-S  
NELSON CORTES M.  
RICARDO GALLEGUILLOS G.  
CIRO OYARZUN G.**

**CONSULTOR**

**MIGUEL ARAYA C.**

**COLABORADORES**

**CRISTIAN IBÁÑEZ, MARIA PARDO  
LILIAN TRONCOSO, DANIEL GÓMEZ  
SANTIAGO GACITUA, GUSTAVO AEDO, OSCAR HENRIQUEZ**

**- JULIO DEL 2001 -**

## RESUMEN EJECUTIVO

En el transcurso de los doce meses de desarrollo del proyecto se efectuaron muestreos mensuales en los puertos de Ancud, Quellón y Melinka, correspondiente a muestras biológicas, muestreos de desembarques y registro de embarcaciones dedicadas a las capturas de pulpo, de acuerdo a lo establecido en las Bases Técnicas del proyecto.

Las embarcaciones que operan sobre el pulpo son de tipo artesanal categorizadas como botes (hasta 9,5 m de eslora) y faluchos (entre 9,5 y 12 m). En la localidad de Ancud donde se produce el mayor desembarque regional de pulpo, el 90 % de la embarcaciones que operan sobre el recurso pulpo corresponden a botes y sólo el 10 % a faluchos. Mientras que en Quellón el 55 % corresponde a bote y un 45 % a faluchos. Las embarcaciones están construidas de madera, principalmente manío, con el 39,13 % entre los años 1987-1991, un 21,73 % construidas entre 1992 y 1995, el 39,13 % entre 1996 y 2000 y sólo tres botes con fecha de construcción antes a 1990.

Durante el año 2000, la extracción de pulpo se mantuvo durante todo el año sólo en Ancud, no sucedió lo mismo en Quellón y Melinka, donde comercialmente se capturó en forma ocasional sólo en Quellón, debido fundamentalmente a la ausencia del recurso.

La descripción morfológica de los ejemplares de pulpo capturados en Ancud, Quellón y Melinka corresponden a la especie *Enteroctopus megalocyathus*, concordando con la identificación efectuada por el Dr. Haimovici (*com. pers.*) y por M. Ré para la costa Argentina (*Ré, com. pers.*). Además, se caracterizó mediante análisis morfométrico y genético la especie, lo que permite claramente diferenciarla de *O. mimus*, presente en el litoral de norte de Chile.

El examen gonádico mediante análisis macroscópico, índice gonádico y observaciones microscópicas permitieron establecer una escala de madurez sexual para la especie y sobre dicha base determinar el ciclo reproductivo de *E. megalocyathus*, el cual se

caracteriza por un periodo de madurez máxima en primavera que se prolonga durante el verano, seguido de actividad mínima o reposo en otoño e inicio de un nuevo periodo de maduración en invierno.

La talla de primera madurez determinada mediante la función logística para la longitud total ( $LT_{50\%}$ ) entregó una talla de 71,7 cm para hembras y de 69,9 cm para los machos. Mientras que considerando la longitud dorsal del manto ( $LM_{50\%}$ ) ésta fue de 14,9 cm para ambos sexos.

La metodología desarrollada para el recuento de microincrementos en las mandíbulas de pulpo ha entregado buenos resultados en *E. megalocyathus*, lo que ha permitido su discriminación y conteo a lo largo del eje longitudinal de los cortes de las mandíbulas haciendo más expedita su manejo y recuento al posibilitar su observación en forma directa al microscopio con luz transmitida, sin recurrir al “efecto espejo” señalado por otros autores.

El número de incrementos determinados en las mandíbulas muestra una alta correlación con el eje longitudinal y en menor grado con el largo de la capucha. Además, la longitud del ala presenta una alta correlación con la longitud de la cresta indicando un crecimiento isométrico entre ambas estructuras de la mandíbula, lo cual no sucede con la longitud de la capucha.

En relación con el crecimiento se ajustaron siete modelos a la información de peso total y longitud total con el número de incrementos, en donde cuatro son los modelos propuestos por Schnute (1981), siendo los restantes el potencial, el exponencial y el de von Bertalanffy. Los resultados muestran la gran variabilidad que presenta el peso total y la longitud total para un mismo número de incrementos, hecho que ya ha sido documentado para *O. vulgaris* y para *O. mimus*, cuyos autores indican que los individuos pertenecientes a una misma cohorte pueden presentar una variabilidad considerable de tamaño al finalizar el primer año de vida. Por lo cual, dichos autores, señalan que lo que realmente mejor explicaría el crecimiento de los octópodos, a lo largo de su historia de vida, serían los modelos del tipo exponencial, en una primera etapa y luego el modelo logarítmico o el potencial.

El experimento para la validación de microincrementos realizado en acuarios bajo circuito cerrado de agua, logró en sólo un ejemplar constatar la formación diaria de dichos incrementos. Sin embargo, como se ha señalado para *O. vulgaris* y para *O. mimus*, estos incrementos también serían de naturaleza diaria en *E. megalocyathus*, lo que correspondería corroborar con un mayor número de réplicas en futuros trabajos.

Se hicieron estimaciones de mortalidad natural en *E. megalocyathus* mediante métodos bioanalógicos. Los mejores ajustes fueron obtenidos mediante los métodos de Taylor y de Alverson & Cartney, sobre la base del modelo de crecimiento en peso de von Bertalanffy, tanto anual (MIX) como mediante los incrementos diarios. Los resultados de mortalidad entregaron valores entre 1,9 y 2,5 años<sup>-1</sup>, lo cual podría ser debido a la alta tasa del crecimiento y su corta vida denotada por el valor de  $T_{max}$  (aproximadamente 2 años).

Se efectuaron las estimaciones para la relación entre la longitud total y el peso total, para cada localidad, para la totalidad y por sexo, mediante una función potencial y ajuste no lineal. Los valores de coeficiente  $b$  fluctuaron entre 1,39 y 2,12 siendo siempre superior en las hembras.

Los desembarques de pulpo en la X y XI regiones (Ancud, Quellón y Melinka) se caracterizaron de acuerdo a la estructura de tallas y pesos por localidad y mes, con excepción de los periodos sin desembarques y de veda, establecida entre el 15 de diciembre de 1999 y 15 de abril de 2000, donde no hubo desembarques.

El examen del contenido gástrico de 314 ejemplares de *E. megalocyathus* en un rango de talla entre 39 y 130 cm LT, correspondiente a Ancud, Quellón y Melinka mostró una amplia variedad de presas (20) representadas principalmente por crustaceos y cápsulas de pulpo.

La dieta de los pulpos en la localidad de Ancud muestra una variación durante su ontogenia, con una conducta caníbal en los ejemplares chicos, los medianos predando principalmente sobre cápsulas de pulpo, mientras los grandes se alimentan de crustáceos. En cambio, para la localidad de Quellón los tres grupos de tallas presentan una alimentación similar, lo que no sucede en Melinka donde el grupo de pulpos chicos presentan una dieta basada en crustáceos, diferente al grupo de medianos que lo hace sobre cápsulas de pulpo al igual que en Ancud.

El 28 de abril del 2000 se realizó en el Campus San Andrés de la Universidad católica de la Santísima Concepción el Taller programado, donde se entregaron los avances alcanzados en el proyecto. Se contó con la asistencia y participación de representantes del Fondo de Investigación Pesquera, Instituto de Fomento Pesquero, especialistas y autoridades regionales.

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

- Tabla 1.- Fechas de muestreos y número de ejemplares de pulpo examinados, en la X y XI Regiones (H: hembra; M: macho; I: indeterminado).
- Tabla 1.1.- Estadística descriptiva de las variables físicas de las embarcaciones dedicadas a la extracción del pulpo en la localidad de Ancud.
- Tabla 1.2.- Estadística descriptiva de las variables físicas de las embarcaciones dedicadas a la extracción del pulpo en la localidad de Quellón.
- Tabla 1.3.- Características físicas-operacionales promedio para las embarcaciones que extraen pulpo en las localidades de Ancud y Quellón
- Tabla 1.4.- Número de embarcaciones inscritas en el registro de embarcaciones artesanal por caleta y de acuerdo al largo de la eslora
- Tabla 1.5.- Principales relaciones entre variables físicas de embarcaciones artesanales que capturas pulpo en la localidad de Ancud. Nomenclatura: CB = Capacidad de Bodega, E = Eslora, M = Manga, P = Puntal, CUNO = Número Cúbico
- Tabla 1.6.- Principales relaciones entre variables físicas de embarcaciones artesanales que capturas pulpo en la localidad de Quellón. Nomenclatura: CB = Capacidad de Bodega, E = Eslora, M = Manga, P = Puntal, CUNO = Número Cúbico.
- Tabla 1.7.- Capturas, CPUE y días efectivos de pesca reportados para la localidad de Ancud.
- Tabla 1.8.- Georeferenciación de las principales áreas de extracción del recurso pulpo en la localidad de Ancud.
- Tabla 1.9.- Número de ejemplares por sexo y localidad utilizados en los cálculos de la relación longitud-peso.
- Tabla 1.10.- Desembarque en kilogramos por localidad y mes, y numero de individuos desembarcados que fueron muestreados por mes, localidad y sexo.
- Tabla 2.1.- Variables, acrónimos, promedio, máximo, mínimo y coeficientes de variación (c.v.) de las variables morfométricas medidas para el total de individuos de *E. megalocyathus*, (n = 248).

- Tabla 2.2.-Variables, acrónimos, promedio, máximo, mínimo y coeficientes de variación (c.v.) de los índices morfométricos calculados para el total de individuos de *E. megalocyathus*, (n = 248). (Descripción de los acrónimos en el texto).
- Tabla 2.3.-Componentes de carga de las 4 primeras Componentes Principales (CP1-4) para cada una de las variables morfométricas utilizadas en los análisis multivariados. Considerando el total de individuos (Iquique, Ancud, Quellón y Melinka).
- Tabla 2.4.-Componentes de carga de las 4 primeras Componentes Principales (CP1-4) para cada una de las variables morfométricas utilizadas en los análisis multivariados. Considerando sólo los individuos provenientes de la Zona Sur (Ancud, Quellón y Melinka).
- Tabla 2.5.-Sistemas enzimáticos, tampón de corrida y número de loci obtenidos.
- Tabla 2.6.-Frecuencias alélicas obtenidas para los diferentes loci analizados de *O. mimus* y *E. megalocyathus*
- Tabla 3.1.-Escala macroscópica de madurez sexual para hembras de *E. megalocyathus* (modificada a partir de Cortez *et al.*, 1995; Rocha, 1975).
- Tabla 3.2.- Escala macroscópica de madurez sexual para machos de *E. megalocyathus* (modificada de Cortez *et al.*, 1995).
- Tabla 3.3.-Escala de madurez microscópica para hembras de *E. megalocyathus*.
- Tabla 3.4a.-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Ancud.
- Tabla 3.4b.-Frecuencia porcentual de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Ancud.
- Tabla 3.5a.-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Quellón.
- Tabla 3.5b.-Frecuencia porcentual de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Quellón.
- Tabla 3.6a.-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Melinka.
- Tabla 3.6b.-Frecuencia porcentual de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Melinka.

Tabla 3.7a.-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para todas las muestras agrupadas.

Tabla 3.7b.-Frecuencia de individuos hembras (en %) de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para todas las muestras agrupadas.

Tabla 3.8.-Parámetros estimados de la función logística de madurez sexual ajustada a la distribución de frecuencia relativa para las longitudes *LT* y *LDM* en hembras y machos de pulpo.

Tabla 3.9.-Talla de primera madurez sexual,  $I_{50\%}$ , estimada para las longitudes *LT* y *LDM* en hembras y machos de pulpo. Los límites inferior y superior corresponden a los intervalos de confianza del 95% obtenidos mediante el método Bootstrap percentil.

Tabla 4.1.-Parámetros obtenidos para la fecundidad potencial (a) y relativa (b) utilizando en ambos casos la longitud total y peso total.

Tabla 5.1.-Número de mandíbulas preparadas, total leídas, leídas completas, extrapoladas y desechadas por localidad y mes.

Tabla 5.2.-Estadísticos del análisis de regresión obtenidos para la comparación del número de incrementos entre la mandíbula inferior y superior del pulpo de la X y XI Regiones.

Tabla 5.3.-Parámetros de las relaciones morfométricas establecidas entre variables de la mandíbula y variables corporales del pulpo de la X y XI Regiones.

Tabla 5.4.-Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y el peso total de los pulpos provenientes de la localidad de Ancud. Modelo 1 y 2 corresponden a los propuestos por Schnute (1981).

Tabla 5.5.-Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y la longitud total de los pulpos provenientes de la localidad de Ancud. Modelo 1 y 2 corresponden a los propuestos por Schnute (1981).

Tabla 5.6.-Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y el peso total de los pulpos provenientes de la localidad de Melinka y Quellón.

Tabla 5.7.-Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y la longitud total de los pulpos provenientes de la localidad de Melinka y Quellón. Modelo 2 corresponde al propuesto por Schnute (1981).

Tabla 5.8.-Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y el peso total de los pulpos provenientes de todas las localidades. Modelo 1 y 2 corresponden a los propuestos por Schnute (1981).

Tabla 5.9.-Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y la longitud total de los pulpos provenientes de todas las localidades. Modelo 1 y 2 corresponden a los propuestos por Schnute (1981).

Tabla 6.1.-Parámetros estadísticos para la relación entre la longitud total y peso total para machos y hembras y ambos sexos, determinadas para las localidades de estudio.

Tabla 7.1.-Valores de longitudes medias (mm), desviación estandar, suma de cuadrados residuales, número de especímenes y rango de longitud para pulpos de la localidad de Ancud entre 1997-2000, mediante el programa MIX de Macdonald y Pitcher (1979).

Tabla 7.2.-Parámetros y estadísticos de la relación longitud manto-peso total de pulpo ajustado por el método no lineal (S-plus 4.0).

Tabla 7.3.- Parámetros de crecimiento en longitud y peso de pulpo estimados sobre la base del ajuste de Gauss-Newton.

Tabla 7.4.- Estimados de Mortalidad natural para pulpo de la X y XI regiones mediante los Métodos Bioanalógicos.

Tabla 7.5.- Estimación de Mortalidad promedio y varianza resultantes del remuestreo.

Tabla 8.1.-Desembarque en kilogramos por localidad y mes, y numero de individuos desembarcados que fueron muestreados por mes, localidad y sexo

Tabla 9.1.-Indice de Importancia Relativa Porcentual (IIR %) para las tres localidades estudiadas.

Tabla 9.2.-Indice de Importancia Relativa Porcentual (IIR %) para sexos y localidades.

Tabla 9.3.-Indice de Importancia Relativa Porcentual (IIR %) para las tallas y localidades.

## FIGURAS

- Figura 1.1.- Desembarque total (kg) registrado en las tres localidades en estudio durante el período de octubre de 1999 a septiembre del 2000.
- Figura 1.2.- Desembarque mensual por área de pesca en localidad de Ancud
- Figura 1.3.-Principales localidades de la pesquería del pulpo registradas durante el período de estudio en el puerto de desembarque de Ancud.
- Figura 1.4.-Variación supramensuales de las capturas de pulpo y las CPUE para la localidad de Ancud.
- Figura 1.5.- Fotografía submarina donde se muestra a un buzo mariscador en faena de extracción del pulpo utilizando un gancho para su captura.
- Figura 2.1.-*Enteroctopus megalocyathus*. Vista ventral de un ejemplar macho proveniente de Ancud.
- Figura 2.2.-Distribución geográfica de *Enteroctopus megalocyathus*.
- Figura 2.3.-Vista de un ejemplar de *Octopus mimus* y de sus principales características anatómicas (extraído de Guerra *et al.*, 1999).
- Figura 2.4.-Distribución de *Octopus mimus*. (extraído de Guerra *et al.*,1999)
- Figura 2.5.-Esquema de las principales medidas y estructuras consideradas en el presente estudio (extraído de Guerra 1992)
- Figura 2.6.-Variables morfométricas medidas para *E. megalocyathus*. a) vista dorsal, b) vista ventral.
- Figura 2.7.-Descripción de las medidas morfométricas tomadas sobre un ejemplar de *E. megalocyathus* en vista oral.
- Figura 2.8. Histogramas de frecuencias para los distintos índices morfométricos utilizados en la descripción de la morfología de *E. megalocyathus*
- Figura 2.9.-Dendrograma construido sobre una matriz de correlación (1- Pearson) para las distintas variables utilizadas en el análisis morfométrico.

- Figura 2.10.-Gráfica del Análisis de Componentes principales, sobre una matriz de varianza-covarianza de variables morfológicas para ejemplares de a) *E. megalocyathus* y *O. mimus* provenientes de Chiloé y de Iquique, respectivamente, y b) sólo los ejemplares de Chiloé (los círculos indican la ubicación del centroide con 99% de confianza).
- Figura 3.1.- Aparato reproductor de *E. megalocyathus* (macho).
- Figura 3.2.- Aparato reproductor de *E. megalocyathus* (hembra).
- Figura 3.3.- Postura de cápsulas de *E. megalocyathus*.
- Figura 3.4.- Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos de *E. megalocyathus* para machos en las tres localidades de estudio.
- Figura 3.5.-Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos de *E. megalocyathus* para hembras en las tres localidades de estudio.
- Figura 3.6.-Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicos aparentes (EMMa) para hembras en las tres localidades de estudio.
- Figura 3.7.-Evolución mensual del Índice Gonadosomático utilizando el peso del aparato reproductor de *E. megalocyathus* para a) total, b) machos por localidad y c) hembras por localidad.
- Figura 3.8.-Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) de *E. megalocyathus* utilizando el peso de la gónada para a) total, b) machos por localidad y c) hembras por localidad.
- Figura 3.9.-Evolución mensual del Índice de la glándula digestiva (IGAS) de *E. megalocyathus* para a) total, b) machos por localidad y c) hembras por localidad.
- Figura 3.10.-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica. a) Ancud, b)Quellón
- Figura 3.11.-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica. a) Melinka, b) Muestras agrupadas.
- Figura 3.12.-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para muestras agrupadas. Se ha sumado los estados III y IV.
- Figura 3.13.-Histogramas de frecuencias (a-f) para las distintas preguntas en la encuesta realizadas a los pescadores de Ancud. Ver texto y Anexo 1, para explicación.

- Figura 3. 14a.-Fotografías submarinas del tipo de fondo (a y b) para la caracterización del tipo de hábitat utilizado por las hembras durante el período de anidamiento.
- Figura 3. 14b.-Fotografías submarinas del tipo de fondo (c y d) para la caracterización del tipo de hábitat utilizado por las hembras durante el período de anidamiento.
- Figura 3. 14c.-Fotografías submarinas del tipo de fondo (e y f) para la caracterización del tipo de hábitat utilizado por las hembras durante el período de anidamiento.
- Figura 3.15.-Ojiva de madurez estimada para la longitud total de machos en pulpo. Círculos abiertos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado; Cuadrados cerrados: límites del 95% de confianza para  $l_{50\%}$  estimado mediante el método Bootstrap percentil.
- Figura 3.16.-Ojiva de madurez estimada para la longitud dorsal del manto de machos en pulpo. Círculos abiertos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado; Cuadrados cerrados: límites del 95% de confianza para  $l_{50\%}$  estimada mediante el método Bootstrap percentil.
- Figura 3.17.-Ojiva de madurez estimada para la longitud total de hembras en pulpo. Círculos abiertos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado; Cuadrados cerrados: límites del 95% de confianza para  $l_{50\%}$  estimada mediante el método Bootstrap percentil.
- Figura 3.18.-Ojiva de madurez estimada para la longitud dorsal del manto de hembras en pulpo. Círculos abiertos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado; Cuadrados cerrados: límites del 95% de confianza para  $l_{50\%}$ .
- Figura 4.1.-Fecundidad potencial (observada y esperada) para *E. megalocyathus* utilizando a) longitud total y b) peso total.
- Figura 4.2.-Fecundidad relativa (observada y esperada) para *E. megalocyathus* utilizando a) longitud total y b) peso total.
- Figura 5.1.-Esquema de las mandíbulas superior e inferior de pulpo indicando las distintas partes y las medidas registradas. (LCR: longitud cresta; LCA: longitud capucha; LA: longitud ala; DAM: diámetro abertura mandíbula).
- Figura 5.2.-Esquema general de las mandíbulas de pulpo indicando el eje longitudinal donde se observan los incrementos (extraído de Raya & Hernández, 1998).
- Figura 5.3.-Relación entre el número de incrementos y el peso total (a) y el número de incrementos con la longitud total (b), por sexo para el pulpo proveniente de Ancud.

- Figura 5.4.-Relación entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b), por sexo para el pulpo proveniente de Melinka y Quellón.
- Figura 5.5.-Relación entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b), por sexo para el total de pulpos provenientes todas las localidades.
- Figura 5.6.-Foto del laboratorio donde se muestran los acuarios instalados para la experiencia de validación de incrementos en pulpo de la X Región.
- Figura 5.7.-Corte general de mandíbula señalando la naturaleza y visualización de incrementos de crecimiento en mandíbula de pulpo.
- Figura 5.8.-Vista acercada de un corte de mandíbula señalando la alternancia de bandas claras y oscuras que constituyen un incremento en mandíbula de pulpo.
- Figura 5.9.-Análisis de regresión entre el número de incrementos de la mandíbula superior e inferior de ejemplares de pulpo de la X y XI Regiones.
- Figura 5.10.-Relación entre la longitud de la capucha (LCA) y el peso total (PT) en machos (a) y hembras (b) de pulpo.
- Figura 5.11.-Relación entre la longitud de la cresta (LCR) y la longitud total (LT) en machos (a) y hembras (b) de pulpo.
- Figura 5.12.-Relación entre la longitud de la cresta (LCR) y el peso total (PT) en machos (a) y hembras (b) de pulpo.
- Figura 5.13.-Relación entre la longitud del eje longitudinal (LE) y el número de incrementos (NI) en la mandíbula de machos (a) y hembras (b) de pulpo.
- Figura 5.14.-Relación entre la longitud capucha y el número de incrementos (NI) en la mandíbula de machos (a) y hembras (b) de pulpo.
- Figura 5.15.-Relación entre la longitud de la cresta (LCR) y longitud ala (LA) en machos (a) y hembras (b) de pulpo.
- Figura 5.16.-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y el peso total para ambos sexos de pulpos provenientes de Ancud. (a) Modelo 1; (b) Modelo 2; (c) Potencial (d) Exponencial.
- Figura 5.17.-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y la longitud total para ambos sexos de pulpos provenientes de Ancud. (a) Potencial; (b) Exponencial.

- Figura 5.18.-Ajuste por regresión local (Loess) entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b) para ambos sexos de pulpos provenientes de Ancud.
- Figura 5.19.-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y el peso total para ambos sexos de pulpos provenientes de Melinka y Quellón. (a) potencial; (b) Exponencial.
- Figura 5.20.-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y la longitud total para ambos sexos de pulpos provenientes de Melinka y Quellón. (a) Modelo 2; (b) Potencial; (c) Exponencial.
- Figura 5.21.-Ajuste por regresión local (Loess) entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b) para ambos sexos de pulpos provenientes de Melinka y Quellón.
- Figura 5.22.-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y el peso total para ambos sexos de pulpos provenientes de todas las localidades. (a) Modelo 1; (b) Modelo 2; (c) Exponencial; (d) von Bertalanffy en peso.
- Figura 5.23.-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y la longitud total para ambos sexos de pulpos provenientes de todas las localidades. (a) Modelo 2; (b) Potencial; (c) Exponencial.
- Figura 5.24.-Ajuste por regresión local (Loess) entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b) para ambos sexos de pulpos provenientes de todas las localidades.
- Figura 5.25.-Corte sagital de mandíbula de ejemplar sometido a experimentación, indicando (flechas) la marca producida por el estrés.
- Figura 6.1.-Relación longitud-peso para ejemplares de ambos sexos de pulpos proveniente de la localidad de Ancud.
- Figura 6.2.-Relación longitud-peso para ejemplares de ambos sexos de pulpos proveniente de la localidad de Quellón.
- Figura 6.3.-Relación longitud-peso para ejemplares de ambos sexos de pulpos proveniente de la localidad de Melinka .
- Figura 6.4.- Relación longitud-peso para ejemplares machos de pulpos proveniente de la localidad de Ancud.
- Figura 6.5.-Relación longitud-peso para ejemplares hembras de pulpos proveniente de la localidad de Ancud.

- Figura 6.6.- Relación longitud-peso para ejemplares machos de pulpos proveniente de la localidad de Quellón.
- Figura 6.7.- Relación longitud-peso para ejemplares hembras de pulpos proveniente de la localidad de Quellón.
- Figura 6.8.- Relación longitud-peso para ejemplares machos de pulpos proveniente de la localidad de Melinka.
- Figura 6.9.- Relación longitud-peso para ejemplares hembras de pulpos proveniente de la localidad de Melinka.
- Figura 7.1.-Componentes modales (MIX) en la frecuencia de longitud del manto en pulpo de la localidad de Ancud en 1997.
- Figura 7.2.-Componentes modales (MIX) en la frecuencia de longitud del manto en pulpo de la localidad de Ancud en 1998.
- Figura 7.3.-Componentes modales (MIX) en la frecuencia de longitud del manto en pulpo de la localidad de Ancud en 1999.
- Figura 7.4.-Componentes modales (MIX) en la frecuencia de longitud del manto en pulpo de la localidad de Ancud en el periodo octubre-1999 y septiembre-2000.
- Figura 7.5.-Relación longitud manto-peso total de pulpo en la localidad de Ancud en 1997.
- Figura 7.6.-Relación longitud manto-peso total de pulpo en la localidad de Ancud en 1998.
- Figura 7.7.-Relación longitud manto-peso total de pulpo en la localidad de Ancud en 1998-1999.
- Figura 8.1.- Estructura de tallas de pulpos durante el período octubre de 1999 y septiembre del 2000, para la localidad de Ancud.
- Figura 8.2.- Estructura de pesos de pulpos durante el período octubre de 1999 y septiembre del 2000, para la localidad de Ancud.
- Figura 9.1.-Dendrograma del Índice de Similitud Porcentual entre las localidades. Ancud (n = 74); Quellón (n = 37) y Melinka (n = 62).
- Figura 9.2.-Dendrograma del ISP entre sexos y localidades. Machos-Ancud (n = 28); Hembras-Ancud (n = 42); Machos-Quellón (n = 19); Hembras-Quellón (n = 16); Machos-Melinka (n = 24); Hembras-Melinka (n = 38).

Figura 9.3.-Dendrograma Unidades Ontogenéticas Tróficas entre tallas y localidades.  
Chicos-Ancud (n = 22); Medianos-Ancud (n = 32); Grandes-Ancud (n = 9);  
Chicos-Quellón (n = 4); Medianos-Quellón (n = 29); Grandes-Quellón (n = 3);  
Chicos-Melinka (n = 34); Medianos-Melinka (n = 22).

Figura 9.4.-Dendrograma de las Unidades Ontogenéticas Tróficas entre tallas para Ancud.

Figura 9.5.-Dendrograma de las Unidades Ontogenéticas Tróficas entre tallas para Quellón.

Figura 9.6.-Dendrograma de las Unidades Ontogenéticas Tróficas entre tallas para Melinka.

Figura 9.7.-Análisis de Componentes Principales para los sexos y localidades.

Figura 9.8.-Análisis de Componentes Principales para las Unidades Ontogenéticas Tróficas  
entre tallas y localidades.

## INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	iv-vii
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	viii-xix
1.-INTRODUCCION .....	2
2.1-OBJETIVO GENERAL .....	4
2.2.-OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	4
3.-DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS.....	5
3.1.-Objetivo específico 2.2.1. ....	5
3.2.-Objetivo específico 2.2.2. ....	17
3.3.-Objetivo específico 2.2.3. ....	26
3.4.- Objetivo específico 2.2.4 .....	40
3.5.-Objetivo específico 2.2.5. ....	43
3.6.-Objetivo específico 2.2.6. ....	63
3.7.-Objetivo específico 2.2.7. ....	64
3.8.-Objetivo específico 2.2.8. ....	72
3.9.- Alimentación de <i>E. megalocyathus</i> en la X y XI Regiones .....	73
3.10.- Taller .....	80
4.- CONCLUSIONES GENERALES .....	82
5.-BIBLIOGRAFIA .....	87
6.-TABLAS .....	92
7.-FIGURAS .....	125
8.-ANEXOS .....	197

## 1. INTRODUCCION

Históricamente, las pesquerías bentónicas en nuestro país han estado sustentadas principalmente por recursos tales como erizos, locos, mitílidos y otras especies de bivalvos. Uno de los últimos recursos que se agregó corresponde a cefalópodos llamados vulgarmente pulpos que en la zona norte corresponde al género *Octopus*.

Las estadísticas oficiales muestran que la gran proporción de las capturas bentónicas proviene principalmente de las tres primeras regiones del país, más específicamente de las regiones I y II. Las capturas de las demás regiones se ubican por debajo, en un orden de magnitud al menos.

A continuación de las regiones del norte de Chile, por debajo de las 400 toneladas se ubican las regiones del centro del país con capturas muy esporádicas. Finalmente, la Décima Región también comienza a presentar desembarques apreciables en los últimos 5 años. En los años 1995 y 1996, se produjo un incremento de casi 6 veces, al pasar de menos de 50 toneladas anuales a cerca de 300 toneladas.

En cuanto a la distribución de los desembarques en la Décima Región, es muy heterogénea, concentrándose en los puertos de Ancud y Quellón. Lo anterior significa que en las áreas cercanas a aquellos puertos es donde probablemente se desarrollen la mayoría de las capturas. En el caso particular de Quellón, tradicionalmente se ha dado que muchos recursos que son capturados en el área de Melinka, terminan desembarcándose en dicho puerto; es muy posible que con el recurso pulpo se pudiera estar produciendo algo semejante.

Con la finalidad de proteger el recurso pulpo, se han implementado una serie de medidas como ser una veda reproductiva, entre el 15 de noviembre de cada año y el 15 de marzo del año siguiente, para la zona sur. Complementa a lo anterior el establecimiento de un peso mínimo de extracción (un kilo) y una suspensión del registro de pescadores artesanales que operen sobre el recurso en las tres primeras regiones del país.

El conocimiento que actualmente se tiene sobre el pulpo, está referido principalmente a aquello que se captura en las tres regiones del norte del país, en donde ha quedado establecido que la especie en cuestión corresponde a *Octopus mimus*, manteniéndose la interrogante en torno a la correcta identificación de lo que se captura en el litoral sur. A ese desconocimiento básico se agrega algo semejante en cuanto a los parámetros biológicos básicos en las regiones X, XI y XII, que se han incorporado más recientemente con desembarques de pulpos.

Por lo anterior, los Términos Básicos de Referencia del Proyecto FIP 99-20 indican que "Considerando la importancia que reviste el recurso pulpo en el contexto de las pesquerías bentónicas nacionales, el alto número de potenciales extractores en las Regiones X y XI se hace evidente que es necesario la ejecución de estas investigaciones que permitan diseñar estrategias de explotación con el fin de dar sustentabilidad a esta pesquería en el tiempo.

El presente Informe Final incluye todas las actividades y resultados obtenidos durante los doce meses del desarrollo del proyecto FIP 99-20, cuyo grado de compromiso se encuentra establecido en la Propuesta Técnica.

## **2.-OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar la actividad pesquera y determinar los principales aspectos biológicos, individuales y poblacionales del recurso pulpo en las Regiones X y XI.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

2.2.1- Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del recurso pulpo en la X y XI Regiones.

2.2.2.- Identificar la o las especies de pulpo objeto de pesquería en las Regiones X y XI.

2.2.3.- Determinar y caracterizar el ciclo reproductivo, talla y peso de primera madurez sexual del pulpo en las Regiones X y XI.

2.2.4.- Determinar la fecundidad del pulpo en las regiones X y XI.

2.2.5.- Determinar edad y crecimiento por sexo y sexos combinados del pulpo en las regiones X y XI.

2.2.6.- Determinar la relación longitud-peso por sexo y sexos combinados.

2.2.7.- Estimar la mortalidad natural por sexo y sexos combinados.

2.2.8.- Determinar la distribución de pesos y proporción sexual de los ejemplares de pulpo desembarcados por la flota artesanal.

### 3.-DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

#### 3.1- Objetivo específico 2.2.1.: Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del recurso pulpo en la X y XI regiones.

##### 3.1.1.- *Materiales y métodos*

Para el cumplimiento de este objetivo se registró las características geométricas, funcionales y operacionales de las embarcaciones, con el fin de caracterizar la flota y determinar las principales relaciones entre tales características de los botes, faluchos o lanchas que participaron en las actividades extractivas del pulpo como especie objetivo o como fauna acompañante de otras especies objetivos. El registro y la información de las embarcaciones fueron obtenidas mediante encuestas realizadas directamente en terreno con los tripulantes y buzos mariscadores en los puertos de desembarque considerados en el estudio.

La caracterización de la flota se concentró en las localidades de Ancud y Quellón, las cuales han reportado en los años anteriores volúmenes significativos en el desembarque de pulpo en el ámbito regional.

La flota pesquera que orientó su esfuerzo a la pesquería del pulpo fue caracterizada sobre la base relaciones funcionales bivariadas entre las principales características físicas de las unidades de pesca. Al respecto, es importante señalar que de acuerdo a lo señalado en la propuesta técnica se realizaría una relación multivariada de las características físicas de las embarcaciones, no obstante y dado que el arte de pesca en la extracción del pulpo es el buceo semiautónomo realizado por buzos mariscadores, no es apropiada la caracterización multivariada por cuanto este tipo de aproximación es necesaria para el cálculo de los puntajes de ordenación que permiten determinar la embarcación patrón sobre la base de las características físicas de las embarcaciones. Luego, y sobre la base de lo expuesto en este caso no corresponde una caracterización de este tipo dado que el rendimiento y el poder de pesca del pulpo no esta determinado por las características de

las embarcaciones (e.g. de sus propiedades físicas) sino que directamente de la operabilidad y el esfuerzo llevado a cabo por el buzo.

El análisis de la información correspondiente a las características físicamente cuantificables de las embarcaciones se realizó en forma independiente entre las variables geométricas, funcionales y operacionales entre sí. Las variables consideradas por embarcación son:

- A.- *Características generales*: identificación, año de construcción, astillero, otro.
- B.- *Características geométricas*: eslora máxima (m), manga (m) puntal (m), CUNO (producto entre las tres variables anteriores)
- C.- *Características funcionales*: potencia del motor (HP), capacidad de bodega (m<sup>3</sup>), número de tripulantes, equipamiento electrónico, otros.
- D.- *Características operacionales*: artes de pesca (dimensiones materiales) viajes totales y con pesca, otros.

#### 3.1.1.1.- *Encuestas a la flota artesanal dedicada a al extracción del recurso pulpo.*

La información fue obtenida basándose en encuestas especialmente diseñadas para este objetivo, las cuales consideraron gran parte de los antecedentes de las embarcaciones. Estas encuestas fueron aplicadas por parte del personal especialmente contratado para estos efectos y con parte del equipo profesional del proyecto. Como alternativa se recurrió a las oficinas regionales del Servicio Nacional de Pesca y capitánías de puerto locales.

#### 3.1.1.2.- *Análisis de las características físicas entre sí.*

Las características físicas de las embarcaciones fueron analizadas mediante regresiones entre pares de variables, en la búsqueda de los mejores ajustes, considerando relaciones entre pares de variables geométricas entre sí, operacionales entre sí y geométricas entre sí. Se retendrá aquellas con mayor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) o

con la menor suma de cuadrados residuales, en este último caso cuando los ajustes no sean del mismo tipo. Los resultados son presentados a la forma de tablas, entregándose los valores de las constantes de regresión y los respectivos valores de ajuste

### 3.1.1.3.- Régimen operacional y estacionalidad de las capturas

El régimen operacional fue descrito a partir de la información recopilada en terreno y oficinas locales de SERNAPESCA, en cuanto al desembarque (capturas) y al esfuerzo llevado a cabo en cada faena de extracción. Se utilizó el índice de captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE). Los análisis fueron efectuados sobre una base de tiempo mensual, para la localidad de Ancud, por cuanto durante el período de ejecución del proyecto, fue la única localidad que registró una actividad permanente en la extracción de este recurso.

Luego y considerando que el principal arte de pesca utilizado en la captura de pulpo es el buceo, se estandarizó una medida del esfuerzo invertido en dicha operación basado en el tiempo efectivo de buceo (poder de pesca) que permite tener estimaciones más precisas sobre el rendimiento de pesca para el recurso.

#### *Esfuerzo de pesca y rendimiento (CPUE):*

Se reconoce que existen muchos problemas asociados al empleo de los datos de esfuerzo y captura para tener estimaciones de rendimiento o abundancia relativa de los recursos bentónicos. En el caso particular de la pesquería del pulpo, el índice de captura por unidad de esfuerzo presenta complicaciones adicionales que dicen relación con la multiespecificidad del recurso extraído y el tiempo real empleado para extraer la captura, el cual puede ser un dato no muy preciso entregado por el buzo, situación por lo cual es que generalmente se utiliza el tiempo efectivo de buceo para describir el esfuerzo, el cual queda definido por la siguiente expresión:

$$f_{ij} = \rho_{ij} * t_{ij}$$

donde  $\rho_{ij}$  es el poder de pesca del buzo  $i$  durante el período de tiempo  $j$ , y  $t_i$  es la medida nominal del esfuerzo (variable operacional), que da cuenta del tiempo de operación del buzo durante el período de tiempo.

En la práctica, y dado que no es posible determinar el poder de pesca absoluto de una unidad de pesca (buzo), se utiliza el concepto de poder de pesca relativa, definido como:

$$PPR_i = \frac{R_i}{R_p}$$

donde:  $PPR_i$  es el poder de pesca relativo del buzo  $i$ ;  $R_i$  es el rendimiento (cpue) del buzo  $i$  y  $R_p$  es el rendimiento del buzo estándar o patrón, definido como el buzo "promedio" que opera sobre el recurso. Dado que el esfuerzo (horas de buceo) es variable entre cada buzo y durante cada viaje de pesca la elección del buzo patrón (promedio) corresponde empíricamente a un buzo cuyo esfuerzo correspondió al tiempo promedio (minutos) efectuado en cada faena de extracción del pulpo. Al respecto se descarta el tiempo total de buceo por cada viaje cuando la pesca no fue exclusiva del recurso pulpo.

Finalmente, se desprende que el esfuerzo estándar se define por:

$$f_{ij} = \left( \frac{R_{ij}}{R_p} \right) * t_{ij}$$

Lo que finalmente se utiliza para obtener el estimado de la Captura por Unidad de Esfuerzo estándar (CPUE) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$CPUE = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{\sum_{j=1}^n f_{ij}} = R_i$$

Estimador de la varianza de la captura por unidad de esfuerzo:

$$V(CPUE) = \frac{1}{n_i} \left( 1 - \frac{1}{N_i} \right) \frac{1}{f_i^2} * \frac{\sum C_{ij}^2 - 2R_i \sum C_{ii} + R_i^2 \sum f_{ij}^2}{n_i - 1}$$

donde:

- $n_i$ : número de días de buceo  
 $C_{ij}$ : Capturas  
 $N_i$ : número total de días de buceo

#### 3.1.1.4.- Descripción de los artes y técnicas de pesca.

A partir de la información recopilada en las actividades de terreno, las cuales fueron previamente señaladas además de fotografías submarinas especialmente tomadas para describir la operación de extracción, el arte de pesca fue descrito en términos operacionales, dado que se trata exclusivamente de buceo.

#### 3.1.1.5.- Canales de distribución y comercialización del recurso pulpo.

La información recopilada a través de las encuestas aplicadas en terreno permitió tener un registro claro del destino del recurso desde el momento del desembarque, identificando y caracterizando cada uno de los canales de distribución hasta su destino final que es el procesamiento y el mercado. Además, se consideró un estudio de rentabilidad basado en los valores netos recibidos por cada una de las partes.

Para este objetivo se entrevistó con una encuesta especialmente diseñada para este efecto, tanto a buzos mariscadores como a los compradores y comerciantes, con el propósito de identificar el destino de la producción, el número de intermediarios y las plantas de proceso hacia donde se comercializan los pulpos desembarcados en cada punto de muestreo.

### 3.1.2. - Resultados

#### 3.1.2.1. - Caracterización de la actividad pesquera del recurso pulpo.

La caracterización de la actividad extractiva del recurso pulpo en las regiones indicadas, reportó en términos generales, y según se indicó en los distintos informes mensuales, que se trata de una actividad pesquera desarrollada exclusivamente por la flota pesquera artesanal integrada por embarcaciones menores. Al respecto, es importante señalar que de acuerdo a lo que se establece en la ley de Pesca son consideradas embarcaciones artesanales todas aquellas con menos de 18 metros de eslora y menos de 50 TRG. No obstante en términos operacionales existen "subcategorías" dentro de la clasificación de artesanales de acuerdo a la eslora, dentro de los cuales se encuentran los botes (hasta los 9,5 m), los faluchos (entre los 9,5 y 12 m) y finalmente las lanchas (mayores a los 12 m). El resumen de las características físicas de las embarcaciones para las localidades de Ancud y Quellón se entregan en las Tablas 1.1 y 1.2, respectivamente.

Al respecto en la localidad de Ancud, que es donde se produce el mayor desembarque regional de pulpo, el 90% de las embarcaciones que participan en la extracción caen dentro de la categoría de botes, es decir, con una eslora que no supera los 9,5 metros y el 10% restante corresponde a la categoría de faluchos. Luego en la localidad de Quellón la situación es un tanto distinto por cuanto el 55% corresponde a bote y el 45% restante a la categoría de falucho. En ambas localidades la autonomía de navegación en general no supera las 3-4 horas desde los Puertos de zarpe debido a las limitaciones en la velocidad, capacidad de agua dulce, capacidad de combustible y potencia del motor (Tabla 1.3).

En relación con la fuente de información y al número de embarcaciones encuestadas, es importante señalar que de acuerdo a lo que se estipuló en la propuesta técnica, la información se obtendría directamente en terreno a cargo de un muestreador (encuestador) que trabajaría directamente con los pescadores artesanales, luego se propuso la consulta a las oficinas regionales y locales del Servio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) y Capitanías de Puerto locales. Al respecto se señala que luego de consultas formales a cada una de estas instituciones se verificó que no se cuenta con

información detallada al respecto, por cuanto en las oficinas de SERNAPESCA a la fecha sólo se cuenta con el total de embarcaciones inscritas para el recurso pulpo con fecha de ingreso de diciembre de 1998, entregada por el departamento de Sistemas de informaciones y estadísticas pesqueras (Tabla 1.4). Luego de acuerdo a conversaciones con personal encargado se hace notar que esta información es poco clara por cuanto la sola inscripción de la embarcación en los registros artesanales la faculta para ser considerada en la extracción del recurso así como de todos aquellos recursos bentónicos de libre acceso, lo cual genera una sobreestimación del potencial pesquero que se dedica a la extracción del pulpo. Respecto a las actividades extractivas y comercialización del recurso pulpo durante el año de ejecución del proyecto, es importante hacer notar que a diferencia de años anteriores las capturas se vieron reducidas a niveles mínimos o a lo menos a niveles muy inferiores respecto a la información histórica de los últimos años, en especial en la localidad de Quellón, cuyos motivos se analizarán en el numeral de "Régimen operacional y estacionalidad de las capturas". Por lo anterior y dado la escasa actividad reportada es que tanto en la localidad de Ancud como de Quellón fue posible registrar gran parte de las embarcaciones que participaron en la extracción cuyo número supera el 20% propuesto inicialmente en la oferta técnica.

Respecto a la construcción de las embarcaciones se constató que la totalidad de los botes que operan sobre el pulpo están construidas de madera (principalmente de mañío) y la data de construcción de la mayoría de las naves es relativamente reciente, por cuanto el 39.13% de las embarcaciones fueron construidas entre el año 1987-91 con sólo tres botes menores al año 90; el 21.73% de las naves fueron construidas entre los años 1992-95 y el 39.13% (9 botes) entre los años 1996-2000.

### 3.1.2.2. - *Análisis de las características físicas entre sí.*

El análisis de las características físicas utilizó como variables la Eslora (E), Manga (M), Puntal (P) Capacidad de Bodega y CUNO, no pudiendo obtener características funcionales importantes en este tipo de estudio como son el TRG y TRN, por

tratarse de embarcaciones de menor calado. No obstante se hicieron las regresiones entre los pares de variables cuyos resultados se entregan en las Tablas 1.5 y 1.6 para las localidades de Ancud y Quellón, respectivamente.

En los resultados se observa que en la localidad de Ancud (Tabla 1.5) la variable que presentó mayor correlación con el resto de las variables fue el CUNO lo cual es esperable si se considera que el CUNO es el producto de la eslora la manga y el puntal. No obstante una de las más altas correlaciones ( $R^2=0.524$ ) se obtuvo entre la capacidad de bodega (CB) y la eslora (E). Por otro lado en la localidad de Quellón (Tabla 1.6), se da exactamente la misma situación que en Ancud con respecto a la correlación entre el CUNO y las demás variables, sin embargo la correlación más alta registrada ( $R^2=0.63$ ) correspondió a las variables Capacidad de bodega (CB) y Puntal (P).

### 3.1.2.3. - Régimen operacional y estacionalidad de las capturas.

Del trabajo en terreno y de las reiteradas conversaciones mantenidas con los tripulantes y los buzos mariscadores se desprende que estos últimos dos años (que coincide con el período de ejecución del proyecto) han sido excepcionalmente malo en lo que se refiere a la pesquería del pulpo las razones que entregan los propios pescadores y los compradores obedecen a los siguiente motivos:

- a) Tanto para las localidades de Ancud como para Quellón, en los años 1999-2000 se observó una disminución considerable en la demanda del mercado internacional (particularmente el mercado español) el cual era el principal destino de las exportaciones del producto congelado. En el caso particular de Quellón incluso en el último tiempo (a partir del levantamiento de la veda del pulpo) la única persona que compraba este recurso dejó de hacerlo por falta de mercado por la baja rentabilidad que le significaba la comercialización del producto.
- b) Para la localidad de Quellón los pescadores informaron que el pulpo prácticamente desapareció de las áreas en las que habitualmente se extraía el recurso, desplazándose

éste a profundidades mayores de las capacidades de los buzos, siendo incluso difícil conseguir los muestreos mensuales en dicha localidad.

- c) La apertura de la extracción del recurso loco para una pesca de investigación por un período de 15 días lo cual atrajo la atención de los pescadores por un lapso aproximado a 1 mes de operación.
- d) Finalmente en la localidad de Ancud, que fue donde se registró el mayor desembarque, las empresas cuyas plantas compraban el producto a partir de agosto comenzaron a exigir a los compradores facturas por cada lancha o bote que les entregaba pulpo lo cual sumado a lo bajos precios que pagaban (\$500-600 pesos el kilo) terminó por desestimar la compra de este producto.

Respecto a la estacionalidad de la captura y desembarque de pulpo los días efectivos que hubo extracción durante el período y los respectivos volúmenes desembarcados se entregan en la Tabla 1.7, donde sólo se muestra los resultados obtenidos en la localidad de Ancud, que fue donde se mantuvo una explotación durante el año. Por otro lado la Fig. 1.1 muestra el desembarque total por localidad y meses del año.

Luego dentro de la localidad de Ancud se hizo un análisis de participación de las principales áreas de extracción del recurso para lo cual se entrega el volumen desembarcado proveniente de dichas localidades (Fig. 1.2). La disposición espacial de las áreas de pesca del pulpo en la localidad de Ancud se muestra en la Fig. 1.3 cuya referenciación se entrega en la Tabla 1.8 (para lo cual se utilizó un posicionador satelital GPS GARMIN modelo 12XL, cabe destacar que respecto al total de localidades que reportaron pesca se omitieron en la figura 1.3 las localidades de la Horca y Molo, la primera por contar la georeferenciación precisa y el Molo porque corresponde a la localidad de Ancud.

Cabe señalar que fue imposible determinar o conseguir la información respecto a los viajes con pesca (vcp o VCP) dado que en cada salida de pesca las embarcaciones que no lograban encontrar el recurso, destinaban su esfuerzo a otros recursos presentes en el área tales como: piure, jaibas, erizos, culenge, almejas, huepo, etc.,

por lo cual en la práctica todas las salidas le significaron viajes con pesca para los pescadores, pese a que no llegaron con pulpos al puerto. Por lado es importante señalar, que de acuerdo a los motivos antes señalados, la pesquería del pulpo en las condiciones que se dieron durante el año más bien obedeció a una pesquería incidental donde el pulpo era capturado como fauna acompañante o simplemente se capturaba si se encontraba "al paso".

Respecto a las estimaciones de la Captura por Unidad de Esfuerzo, la Fig. 1.4 entrega los resultados del comportamiento supramensual de este índice en relación con las capturas obtenidas para cada mes, utilizando como medida de esfuerzo el tiempo efectivo que significó la extracción de pulpo en cada salida de pesca.

#### 3.1.2.4. - Descripción de los artes de pesca

El único arte de pesca utilizado en la extracción del pulpo en la X y XI regiones corresponde al buceo semiautónomo llevado a cabo por buzos mariscadores que en número no superan los 2 ó 3 por embarcación, el cual durante la faena de extracción van acompañados de 1 o 2 tripulantes encargados de las operaciones a bordo (controlador del compresor de aire y control de la embarcación). Luego en la captura de los pulpo, por tratarse de especies que viven asociados a sectores rocosos y habitando cuevas, los buzos se ayudan de ganchos para atrapar a los ejemplares, y sólo ocasionalmente los atrapan directamente en forma manual (Fig. 1.5).

#### 3.1.2.5. - Canales de distribución y comercialización del recurso pulpo.

Respecto a este objetivo es importante señalar, que de acuerdo a la información recopilada en terreno, las actividad extractiva del recurso pulpo durante el período de ejecución del proyecto estuvo muy disminuida respecto a años anteriores por cuanto los volúmenes capturados estuvieron muy por debajo de los niveles que se venían dando en los últimos años, produciendo un desinterés en el poder comprador, llegando

incluso a no registrarse desembarques de pulpo en las localidades de Quellón y Melinka, manteniéndose desembarque únicamente en la localidad de Ancud (que según los propios pescadores artesanales, no alcanzan los niveles de extracción de años anteriores), lo cual en los tres últimos meses de ejecución del proyecto (julio-septiembre) se vio seriamente agravado por la condiciones exigidas por la empresa que compran el producto a los compradores de orilla, respecto a la solicitud de facturas por cada bote que entrega pesca.

En la localidad de Ancud desde la fecha de inicio del proyecto a mayo del año 2000, se reportaron sólo dos compradores, los cuales operan o adquieren sus productos directamente en el muelle u orilla de playa, para lo cual la información recopilada se resume en los siguientes puntos:

Comprador 1:

Este comprador actúa de forma independiente (con giro particular) cuya venta es destinada tanto a venta directa y procesamiento: La venta directa la realiza al mercado nacional para consumo en fresco tanto en su propio local comercial de productos frescos del mar, como para ser comercializado como producto fresco en supermercados, principalmente de las ciudades de Pto. Montt, Temuco, Concepción y Santiago. Por otro lado, entrega la compra directamente a empresas pesqueras de la zona, las cuales procesan la mercadería para exportación, las que destacan: Pesquera Ralún de Puerto Montt y Pesquera Andina de Dalcahue. Muy ocasionalmente maquila su mercadería o la revende a otros proveedores de la zona.

La unidad de compra en el muelle es el "kilo" es decir, el peso total de la pesca desembarcada por los pescadores, los cuales entregan su producto en sacos cerrados una vez llegado al muelle. Cabe destacar que desde el momento de la captura hasta la recalada en el muelle, la pesca no recibe ningún tipo de tratamiento de mantención, excepto el hecho de "ensacarlos". Posterior a ello el comprador recibe la pesca para ser transportada en bandejas plásticas hacia el lugar de destino antes señalada, la que utiliza como mecanismo de mantención hielo en escamas el cual es vertido directamente en las bandejas.

Los precios con los cuales transa la mercadería este comprador son:

- Precio venta temporada alta (público): \$1100. el kilo
- Precio venta temporada baja (público): \$800. el kilo
- Precio venta temporada alta (pesquera): \$900. el kilo
- Precio venta temporada baja (pesquera): \$600. el kilo

Finalmente, y aunque el comprador no entrega la información, éste paga por el kilo de pulpo entre \$400 y \$900, dependiendo de la oferta y la temporada.

Comprador 2:

Al igual que el primer comprador, realiza su actividad directamente en la playa o muelle, destinando la venta de este producto a la reventa de proveedores de productos del mar o entrega directa a empresas ubicadas en la ciudad de Puerto Montt que no quiso precisar.

En la localidad de Quellón desde la fecha de inicio del proyecto a la fecha, se ha reportado un único comprador, el cual opera directamente en el muelle u orilla de playa, para la cual la información recopilada se resume en los siguientes puntos:

- Destino de la venta: Directo a empresa (No precisa el nombre de la pesquera)
- Valores de venta a empresa: \$700 el kilo (temporada alta y baja)
- Unidad de venta: peso (kilogramo).

### 3.2.- Objetivo Específico 2.2.2: Identificar la o las especies de pulpo objeto de pesquería en las Regiones X y XI.

Para el cumplimiento de este objetivo, se analizaron ejemplares provenientes de las localidades de Ancud, Quellón y Melinka desde octubre de 1999 hasta el mes de marzo de 2000.

De acuerdo a los objetivos del presente proyecto se procedió a la identificación de la especie correspondiente a las muestras recolectadas y que sustenta la pesquería de pulpo en la zona de la X y XI Región, la cual corresponde al siguiente status taxonómico:

Clase: CEPHALOPODA Schneider, 1784

Subclase: COLEOIDEA Bather 1888

Orden: OCTOPODA Leach, 1818

Suborden: INCIRRATA Grimpe, 1916

Familia: OCTOPODIDAE d'Orbigny, 1840

SUBFAMILIA: OCTOPODINAE GRIMPE, 1921

Especie: *Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1852

*Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1846 (Fig. 2.1) sería la misma especie que se extrae en el sur de Argentina y que en los registros pesqueros describen como *Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1852 (Re, 1998). De acuerdo a la literatura existiría una sinonimia entre esta especie y *O. megalocyathus* Gould, 1846, y con *Octopus patagonicus* Lönnberg, 1907. Si bien en el segundo Informe de Avance se propuso tentativamente la denominación *Octopus megalocyathus* creemos que corresponde en realidad a *Enteroctopus megalocyathus* Gould, 1846. Por otro lado, aun no está claro cual descripción es la correcta ya que según Guerra (com. pers.) "El género *Octopus* se está revisando actualmente y seguramente será dividido en varios géneros, siendo uno de ellos el género *Enteroctopus* que abarcaría especies con un gran hectocotilo y espermatóforos de

gran longitud, por lo que no es incorrecto clasificar a *megalocyathus* como *Enteroctopus* y no como *Octopus*, como se hará probablemente con *Octopus dofleini* y *Octopus magnificus*".

De acuerdo a lo anterior, el pulpo (objeto del presente proyecto) extraído en el sur de Chile y Argentina correspondería a la misma especie *E. megalocyathus* Gould, 1852, teniendo un rango de distribución geográfica que abarcaría desde el Golfo de San Matías hasta el Estrecho de Magallanes y Canal Beagle, incluyendo las Islas Malvinas por el lado Argentino, y desde el Estrecho de Magallanes subiría hasta Puerto Montt (Décima Región, ver Fig. 2.2). Es el conocimiento que se tiene hasta el momento, pero en la costa de Chile, dicho limite podría extenderse más hacia al norte considerando que las condiciones oceanográficas son semejantes al menos hasta la zona de Corral.

La presente identificación concuerda con la realizada por el Dr. Manuel Haimovici a partir de material obtenido durante una prospección de recursos bentónicos realizada en la misma área de estudio del presente proyecto (Haimovici *com. pers.*), y con la realizada por María Edith Ré para el lado argentino (Ré, *com. pers.*).

Por otro lado, Guerra *et al.* (1999) en la redescrición que realizan de *Octopus mimus* (Fig. 2.3) dentro de su discusión establecen textualmente "*Octopus mimus* se diferencia de *Octopus megalocyathus* Gould, 1846, un pulpo grande que habita el sur de Chile y Tierra del Fuego (Fig. 2.4), en los siguientes caracteres (Nesis, 1987; datos no publicados): 1) Lígula menor (ILL: 1.4-1.5 *versus* 4.5-9); 2) Menor número de laminillas branquiales por hemibranchia (7-8 *versus* 10-11); 3) Presencia de ventosas agrandadas sólo en los brazos laterales *versus* en todos los brazos; 4) Ventosas agrandadas de menor tamaño (IDV: 16, 5 en machos y 13, 6 en hembras *versus* 16-20); 5) Umbrela moderadamente profunda (IPU:14-25) *versus* umbrela que se extiende a lo largo de la cara ventral de los brazos; 6) Piel rugosa *versus* piel lisa; 7) Presencia de papilas transitorias supraoculares (2-3) *versus* sin papilas transitorias supraoculares". Sin embargo, a pesar de utilizar el nombre de *Octopus megalocyathus* al compararlo con *O. mimus*, según el mismo Guerra (*com.*

pers.) sería más adecuado referirse a este pulpo como *Enteroctopus megalocyathus* como se explica anteriormente.

Las diferencias expuestas, concuerdan exactamente con aquellas encontradas para las muestras analizadas en el presente proyecto y comparadas con aquellas de *O. mimus* provenientes de la zona norte del país. Además, los autores asocian *E. megalocyathus* con la zona sur de Chile y Tierra del Fuego lo que está muy de acuerdo con los resultados del presente proyecto.

### *Descripción Morfológica*

Externamente los individuos de *E. megalocyathus* son de color pardo rojizo a gris, el manto es oval a redondeado de textura lisa; la cabeza más angosta que el manto; la abertura de la cavidad del manto es amplia, el sifón es tubular con aproximadamente un tercio de su longitud libre. Los brazos son moderadamente largos, presentando los machos el tercer brazo derecho hectocotilizado y de menor longitud que los otros. El surco del hectocotilo es bien notorio, cubierto por un repliegue desde la membrana interbraquial hasta el nacimiento del cálamus. Internamente, presentan bolsa de la tinta unida a la glándula digestiva, "pene" con divertículo bastante largo y espermatóforos bien diferenciados. Las genitales masculina y femenina constan de los componentes típicos de los octópodos. La fertilización es interna, produciéndose al nivel de las glándulas oviductales.

### *Análisis Multivariado de la morfología.*

Las medidas morfométricas que habitualmente se realizan en cefalópodos se pueden ver en las Figs. 2.5 a 2.7, siendo la más importante la Longitud Dorsal del Manto (LDM) que se emplea como una medida de tamaño. A partir de las distintas medidas que se obtienen se calculan varios índices morfométricos que se expresan como porcentaje o fracción de la LDM, para obtener una idea de las proporciones del cuerpo, de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$\text{Indice (fracción)} = \left( \frac{\text{Longitud del caracter}}{\text{LDM}} \right) \quad (1)$$

$$\text{Indice (porcentaje)} = \left( \frac{\text{Longitud del caracter}}{\text{LDM}} \right) \times 100 \quad (2)$$

La forma más usada es la ecuación (2). La expresión (1) ha sido utilizada principalmente en análisis estadísticos complejos como por ejemplo, el análisis discriminante.

En la descripción de la morfología se emplearon las siguientes medidas e índices:

- **TL** (*Longitud Total*): Desde el fin del brazo más largo hasta el término posterior del manto.
- **ML ó LDM** (*Longitud dorsal del manto*): Longitud medida desde un punto medio de los ojos hasta el término posterior del manto.
- **MAI** (*Indice del manto en función del brazo más largo*): Longitud del manto expresado como porcentaje de la longitud del brazo más largo.
- **MWI** (*Indice del ancho del manto*): Mayor anchura dorsal del manto como porcentaje de la LDM.
- **PAI** (*Indice de la cavidad paleal*): Longitud existente entre los dos puntos de unión del manto a la cabeza, a lo largo del margen ventral del manto, expresado como porcentaje de la LDM.
- **HLI** (*Indice de la longitud de la cabeza*): Longitud dorsal de la cabeza desde el punto de fusión de los brazos dorsales hasta el extremo anterior del cartílago nucal, o hasta algún punto definible si el cartílago nucal no existe.
- **HWI** (*Indice del ancho de la cabeza*): Mayor ancho de la cabeza al nivel de los ojos como porcentaje de la LDM, sin considerar la distancia interocular.
- **AF** (*Formula de los brazos*): largo comparativo de los brazos expresado en orden decreciente, expresado como porcentaje de la LDM.

- **ALI** (*Indice de la longitud del brazo*): Longitud de los brazos medida desde la boca al extremo del brazos, expresado como porcentaje de la LDM.
- **FFuI** (*Indice de la porción libre del sifón*): Longitud del sifón desde su apertura anterior al punto donde se une a la cabeza, expresado como porcentaje de la LDM.
- **HcLI (ILL)** (*Indice de la longitud del hectocotilo*): Longitud del hectocotilo como porcentaje de la LDM.
- **WDI (IPU)** (*Indice de la profundidad de la umbrella*): Medido desde la boca hasta un sector medio de la umbrella entre los brazos y expresado como porcentaje de la LDM.
- **WF** (*Fórmula de la umbrella*): Profundidad comparada de cada sector de la umbrella, medida desde la boca a un punto medio del sector entre los brazos.
- Presencia y disposición de ventosas en los brazos.
- **ASC** (*Recuento de las ventosas del brazo*): Número de ventosas en la mitad basal del brazo más largo.
- **EOI** (*Indice del orificio del ojo*): Diámetro de la apertura del ojo como porcentaje de la LDM.
- **CLSI (IDV)** (*Indice de la ventosa de la masa tentacular*): Diámetro de la mayor ventosa de la masa tentacular derecha, como porcentaje de la LDM.
- **HIOI** (*Indice del ancho de la cabeza*): Mayor ancho de la cabeza (cartílago cefálico) al nivel de los ojos como porcentaje de la LDM, sin considerar los ojos.
- **BOI** (*Indice del orificio del bucal*): Diámetro de la apertura bucal como porcentaje de la LDM.
- Otras relaciones que puedan hacerse entre las distintas longitudes consideradas.

A cada una de las variables consideradas se le estimó su nivel de variabilidad mediante el Coeficiente de Variación (CV). Posteriormente en un primer análisis exploratorio, se aplicó un Análisis de Conglomerado sobre una matriz de correlación para identificar aquellas variables que pudieran estar más asociadas. Finalmente, y luego de transformar los datos a  $\log_{10}(x)$  se efectuó un Análisis de

Componentes Principales (ACP) sobre una matriz de varianza-covarianza. Los datos de coeficiente de variación de las distintas mediciones utilizadas en los análisis posteriores se muestran para el total de los individuos en la Tabla 2.1 y fluctúan entre el 15,9 y 31,3% para cada variable.

De las 25 variables medidas para cada ejemplar sólo 17 variables fueron utilizadas en los análisis posteriores, quedando excluidas: la longitud del manto al sifón, longitud del hectocotilo, longitud de la umbrela E y las longitudes de los brazos, debido a que estas medidas en algunos individuos no era posible realizarlas por el deterioro de los mismos.

### *INDICES MORFOMETRICOS*

En el caso de los índices calculados (Tabla 2.2), se puede observar que los coeficientes de variación para los índices calculados con respecto a la LDM (para el total de los individuos) fluctúan entre 9,9 y 25,65%, siendo el más variable el índice FfuI, para cada índice se han realizado histogramas de frecuencias que son entregados en la Figura 2.8.

### *ANALISIS MULTIVARIADO*

#### *Correlación y Análisis de Conglomerado*

En la Fig. 2.9 se presenta el resultado del análisis de conglomerado (la medida de distancia es 1-Pearson), en donde se puede ver que están fuertemente correlacionadas las variables Ancho del Manto con la Longitud del Manto, la Longitud del sifón y longitud de la Cavidad Paleal. Asociado al grupo anterior, aparecen con un grado de correlación importante la longitud de las umbrelas A, B, C y D. Las restantes medidas se asocian con grados de correlación menores (y por lo tanto con distancias mayores)

### *Análisis de Componentes Principales (ACP)*

Del Análisis de Componentes Principales (ACP) realizado para el total de los individuos ( $n = 248$ ) sobre las 17 variables morfométricas transformadas al logaritmo ( $\log_{10}X$ ), se observa que existe una separación clara entre los pulpos provenientes de las tres localidades del sur de Chile y los pulpos capturados en Iquique (Fig. 2.10a), explicando las dos primeras componentes alrededor del 69% de la varianza total (primera componente 59,95% y la segunda 9,33%, ver Tabla 2.3). Por otro lado, al analizar las muestras del sur solamente, se ve una completa sobreposición en el despliegue de las marcas (score) de los tres lugares de muestreo (Fig. 2.10b), explicando las dos primeras componentes alrededor del 68% de la varianza total (primera componente 60,02% y la segunda 7,8%, ver Tabla 2.4). Por lo que los pulpos provenientes de las localidades de Ancud, Quellón y Melinka desde el punto de vista de la morfometría no son significativamente diferentes, lo que está corroborado por los análisis electroforéticos realizados.

En consecuencia, como resumen de la aproximación morfológica es importante destacar se ha clarificado completamente que la especie en explotación en las Regiones X y XI, no corresponde a *Octopus mimus*, implicando que todo el conocimiento acumulado que se tenía sobre esa especie no es atribuible a las poblaciones que se explotan al sur de Puerto Montt ya que son especies distintas. En forma complementaria, del análisis morfométrico se puede concluir que los individuos de las tres localidades analizadas, corresponden todos a un solo patrón morfológico, que corresponde a *E. megalocyathus*.

#### *3.2.2.- Descripción genética*

Diferenciar mediante métodos genéticos aloenzimáticos, la especie común de pulpo del norte con la especie objetivo *E. megalocyathus*.

##### *3.2.2.1.- Materiales y Métodos*

Mediante electroforesis de proteínas se analizaron 12 ejemplares de Pulpo del norte y 109 del sur de Chile, *Octopus mimus* y *E. megalocyathus*, respectivamente. Para

esta última especie se analizaron ejemplares provenientes de Ancud, Quellón y Melinka. En el análisis genético se incorporó, además, información para una especie no identificada obtenida en la VIII región. Para la estandarización de los sistemas enzimáticos se utilizaron tejidos de la branquia, glándula salival posterior, hepatopáncrea y músculo.

Las movilidades electroforéticas de cada uno de los loci enzimáticos analizados fue comparada entre las tres especies. Para la designación de los alelos se tomó como referencia la movilidad obtenida para la especie *O. mimus* (alelo 100). En aquellos loci donde se observó variabilidad o polimorfismo, se estimaron las frecuencias alélicas. Para la estimación de la similitud genética entre las especies se utilizó el índice de identidad y distancia genética.

#### 3.2.2.2.-Resultados

De la estandarización de los sistemas enzimáticos en los diferentes tejidos utilizados, la mejor resolución fue obtenida para el músculo, de esta forma todo el análisis genético se basó en la información obtenida en este tejido.

En la Tabla 2.5, se muestran los sistemas enzimáticos estandarizados, el número de loci que presenta cada uno, y el tampón en que se obtuvo la mejor resolución.

Se analizó un total de 17 sistemas enzimáticos con 22 loci y además se incorporaron 3 loci de proteínas totales. Se realizó un análisis comparativo de las movilidades electroforéticas en 23 de los 25 loci estandarizados. De esto se desprende que las tres especies de pulpo, sólo comparten un locus *PT-1* (Proteínas totales-1).

La especie del sur *E. megalocyathus* y la especie de la VIII región comparten 5 loci; *EST-1*, *EST-2*, *PGM-1*, *PGM-2* y *PT-1*. Lo que indicaría una relación más cercana entre estas dos especies que con respecto a la especie del norte *O. mimus*.

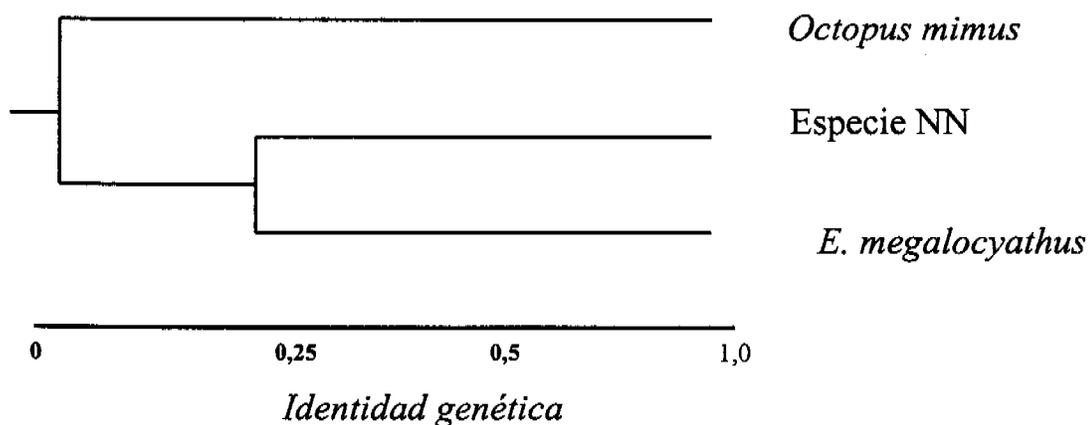
Se obtuvo 1 locus polimórfico (Fosfogluconato deshidrogenasa, *PGD*) para la especie *E. megalocyathus* y uno para *O. mimus* (Glucosa 6 fosfato deshidrogenasa, *G6PDH*).

El análisis de frecuencias génicas del locus *PGD* para 109 ejemplares de *E. megalocyathus* arrojó valores de 0,833 para el alelo 100 y 0,167 para el alelo 90 (Tabla 2.6).

Para la especie del sur se analizaron muestras provenientes de Ancud, Quellón y Melinka, el análisis comparativo de los sistemas enzimáticos, indicaría que los ejemplares muestreados corresponderían a una misma especie, *E. megalocyathus*.

Para la diferenciación de las especies se utilizó el algoritmo de identidad y distancia genética de Nei (1972), estableciéndose los siguientes valores:

<i>Octopus mimus</i> vs <i>E. megalocyathus</i>	I= 0,04	D= 3,13
<i>Octopus mimus</i> vs pulpo de Lenga	I= 0,04	D= 3,13
<i>E. megalocyathus</i> vs pulpo de Lenga	I= 0,21	D= 1,53



### 3.3.- Objetivo Específico 2.2.3.-Determinar y caracterizar el ciclo reproductivo, talla y peso de primera madurez sexual del pulpo en las Regiones X y XI.

#### 3.3.1.- Ciclo reproductivo

##### 3.3.1.1.- *Materiales y métodos*

En el presente estudio se contempla la aplicación de tres metodologías, el reconocimiento de estados de madurez de forma macroscópica, el cálculo y estimación de un índice reproductivo gonadal, y el uso de histológicas.

#### *Caracterización el ciclo reproductivo a través de los estados macroscópicos de madurez.*

Se procedió a disecar cada ejemplar de pulpo extrayendo la gónada (Fig. 3.1, 3.2 y 3.3) para su observación, caracterizándola macroscópicamente de acuerdo a los estados de madurez que fueron previamente estandarizados por Guerra (1975), quién establece una escala de madurez sexual para hembras de sólo tres estados de acuerdo a su peso, tamaño, textura y color. Sin embargo, dicha escala fue hecha utilizando *Octopus vulgaris*, por lo que no es completamente aplicable en la especie del presente estudio. De acuerdo a lo anterior, se consultaron también las escalas propuestas por Cortez *et al.*(1995a) y la utilizada por Araya (*com pers.*), para *Octopus mimus* en el norte de Chile. A partir de las cuales se construyó una nueva escala macroscópica de madurez sexual para *E. megalocyathus* que se presenta a continuación (Tabla 3.1) y que recoge para el caso de las hembras parte de las tres escalas antes mencionadas. Aun cuando toda la propuesta técnica esté construida sobre el conocimiento que se tenía de la biología de *O. mimus*, se tomó la decisión de adecuar la escala, luego de verificar que los ejemplares procedentes de la pesquería de las Regiones X y XI claramente no correspondían a *O. mimus*. Además, desde las primeras etapas del proyecto se pudo verificar que la descripción morfológica de las estructuras reproductivas no correspondían completamente a la especie supuesta.

Para el caso de los machos, se consideró la escala propuesta por Cortez *et al.* (1995), debido a que fueron los estados más distinguibles dentro las muestras obtenidas y es la que más se adecua a las muestras de *E. megalocyathus* analizadas (Tabla 3.2).

Las citadas escalas son macroscópicas y, se han corroborado con los cortes histológicos de las gónadas de hembras, procurando representar todos los posibles estados de madurez revelados por la observación macroscópica, para someter a prueba la presente escala y la existente en la literatura para *O. mimus* (Olivares *et al.*, 1994; Cortez *et al.*, 1995), y ha servido como la escala definitiva para el pulpo del sur (*E. megalocyathus*).

### Resultados

En la Fig 3.4 y 3.5, se pueden observar las frecuencias en porcentaje de los distintos estados de madurez macroscópica mensual (ver escalas de madurez macroscópica) para los ejemplares de pulpo provenientes de cada localidad (Ancud, Quellón y Melinka), tanto para machos como hembras por separado. Para los machos (Fig. 3.4.), se observa que en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1999 casi el 100% de los ejemplares en las tres localidades se encuentran en el estado 3 (maduro), y sólo en noviembre algunos individuos de Melinka se presentan en el estado 1 y 2. En el mes de enero, se observa que los individuos de Ancud se encuentran repartidos en los estados 1 a 4 al igual que para Quellón, pero para este último casi un 60% se encuentra en estado 3 (Fig. 3.4d). En el caso del mes de febrero (Fig. 3.4e) en la localidad de Ancud el 50% de los individuos se encuentra en estado 4 con un 35% en el estado 1 y sólo un 7% en estado 2 y 3; para Quellón los pulpos se concentran sólo en los estados 3 (34%) y 4 (66%), en el caso de Melinka el 75% de los individuos se encuentran entre los estados 1-3, existiendo también un 25% de individuos indeterminados. En el mes de marzo (Fig. 3.4f) para Ancud el 60% de los individuos se encuentran en el estado 3, con un 20% en los estados 1 y 2, respectivamente; en Melinka el 80% se reparte en los estados 1 (45%) y 3 (35%) y sólo un 20% de los ejemplares está en los estados 2 (10%) y 4 (10%). El mes de abril (Fig. 3.4g) la localidad de Ancud presenta individuos sólo en los estados 1 a 3, principalmente en el tercer estado (46%), para Quellón la situación es distinta ya que casi el 80% de los machos se encuentran en el estado 3 o maduro, y sólo unos pocos en los otros estados, para Melinka

la situación es similar a Ancud pero el estado más importante es el 2 o madurando (48%). El mes de mayo (Fig. 3.4h) los machos para las localidades de Ancud y Melinka se concentran en los estados 1 a 3, principalmente en los 1 y 2, en cambio para Quellón, si bien hay ejemplares en todos los estados, la mayoría se encuentra en el estado 3 o maduro (70%). Durante el mes de junio (Fig. 3.4h) la distribución de los distintos estados de madurez se concentro en el 3 (maduro) para Ancud (50%) y principalmente para Quellón (70%), en el caso de Melinka los estados 1, 2 y 3 (25% cada uno) son los más frecuentes.

Para los meses de julio a septiembre del 2000 (Fig. 3.4j-l), lamentablemente no fue posible contar con muestras de Melinka, por lo que no se puede saber en que condición reproductiva se encontraban los individuos de esa localidad para esos meses, contando sólo con las otras dos localidades. En el caso del mes de julio, para Ancud sólo hay machos en los estados 3 y 4 pero el 70 % de ellos presentaban gónadas en estado 3 o maduro, para Melinka (Fig. 3.4j) se observa que más del 50% de los machos está en estado 3, con aproximadamente un 10% de los individuos indeterminados para cada localidad. Situación similar se observa para los meses de agosto (Fig.3.4k) y septiembre (Fig.3.4l), donde la gran mayoría de los ejemplares muestreados se encontraban maduros (estado 3), siendo para Ancud más del 90% en ambos meses y sobre 60% para Melinka durante los mismos meses.

En el caso de las hembras (Fig 3.5), en el mes de octubre se puede observar la presencia de individuos en los estados de madurez sexual 2 a 5 y sólo un ejemplar de Melinka en el estado 1, con predominancia de aquellos en estados 3 y 5, que son los estados maduro y desovado. Se observa que los ejemplares provenientes de la localidad de Quellón se encuentran representados principalmente en el estado 3 con más de un 70%, un 20% en estado 4 y sólo un 3% en estado 2, para Ancud casi el total de pulpos se observan en el estado de madurez 3 (39%)y 5 (55%) con sólo unos pocos individuos en el estado 2 y 4; por otro lado, en aquellas hembras provenientes de Melinka se observa una mayor proporción en estado 2 (32%) y 5 (50%) con también unos pocos ejemplares en los estados 3 y 4 e indeterminados (Fig. 3.3a). En el mes de noviembre, para las hembras (Fig. 3.5b) se observa una situación similar al mes de octubre con individuos en todos los estados de madurez macroscópica para las tres localidades. Los porcentajes para los estados 3, 4 y 5 de madurez son alrededor de cerca del 40 %, no habiendo hembras de Quellón ni Melinka

desovadas (estado 5). En el caso de Melinka hay algunos individuos en los estados 1 (10%) pero la gran mayoría se encuentra en los estados 2 (35%) y 3 (45%). En Quellón, todos los ejemplares se concentran en los estados 3 (38%) y 4 (50%) con algunos individuos indeterminados (13%); en el caso de Ancud los individuos se encontraban principalmente en el estado 4 (37%) y 5 (40%), respectivamente, excepto algunas hembras en el estado 1, 3 e indeterminados (Fig. 3.5b).

En los meses de diciembre y enero (Fig. 3.5 c y d) en general se observan individuos presentes en todos los estados de madurez, pero la moda es distinta para cada mes, en el caso de diciembre la mayoría de las hembras de las tres localidades se encuentran en el estado 4 (cerca del 50%), con alrededor del 30% en el estado 3 para Quellón y Melinka. En el caso de enero (Fig. 3.5d), en la distribución para los distintos estados de actividad reproductiva se observa que en Ancud los individuos se distribuyen en proporciones similares (26%) en los estados 1, 3, 4 y 5 sin pulpos en estado 2, en Quellón en cambio no se presentan individuos en estado 1 y 5 y sólo en los estados 2 (29%), 3 (43%) y 4 (29%). En el mes de febrero (Fig. 3.5e) se observa para Quellón y Ancud individuos en todos los estados de madurez macroscópica, con máximos en los estados 2 (40%) y 3 (40%), respectivamente, y una proporción (20%) en el estado 5 (desovado), en Melinka hay pulpos en todos los estados con un mayor número en el estado 2 (30%). Para el mes de marzo (Fig. 3.5f), en Ancud los pulpos se distribuyen en proporciones decrecientes desde los estados 1 a 4, con cerca del 65% de las hembras en los estados 1 y 2 (inmaduros) y el 35% restante se reparte entre los estados 3 y 4 (maduros). Durante el mes de abril (Fig. 3.5g) se observaron hembras en todos los estados de madurez, siendo los estados 1, 2 y 3 los más importantes para Ancud y 1 (30%) y 4 (50%) para Quellón, en el caso de Melinka los estados más importantes fueron el 2 y 3. Para el mes de mayo (Fig. 3.5h) la mayor proporción de hembras se presenta en estado 1 ó inmaduro para las tres localidades (aprox. 50% de cada una), el resto de los ejemplares se reparten entre los estados 3 y 5, pero con un 30% de hembras de Melinka indeterminadas. En el mes de junio el 30% las hembras de las tres localidades también se presentan inmaduros, repartándose el resto para Ancud mayormente entre los estados 4 y 5 (aprox. 20% cada uno), para Quellón el 70% restante se encuentra en estado 3 (35%) y 4 (35%) y para Melinka entre los estados 2 (20%), 4 (10%) y 5 (23%).

Para los meses de julio a septiembre del 2000 (Fig. 3.5 j-l), como se explicó anteriormente no se cuenta con muestras de la localidad de Melinka. En el caso de julio (Fig. 3.5j) para Ancud el estado 4 (30%) fue levemente más frecuente que los otros (1-3), encontrándose sólo 1 hembra desovada (estado 5). Para Quellón en cambio, el estado más frecuente fue el 1 ó inmaduro (48%) siendo los otros estados menos frecuentes y no encontrando hembras desovadas. Durante agosto (Fig. 3.5k) se obtuvieron hembras en todos los estados de madurez no sobrepasando ninguno el 30% en las tres localidades. Finalmente, en septiembre para Ancud ocurre algo similar al mes anterior siendo el estado 4 el más frecuente (34%), en el caso de Quellón sólo se presentaron ejemplares en los estados maduros 3 (55%) y 4 (11%) y desovado 5 (33%).

La información anterior se resume en la Fig. 3.6 a) y b), donde se presenta la frecuencia en porcentaje de los distintos estados de madurez macroscópica por localidad, tanto para machos como para hembras. En ambas figuras se observa que el estado 3 para machos y el 3 y 4 para hembras es el más importante y que corresponde a aquellos individuos sexualmente maduros.

### *Indice Gonadosomático*

#### *Materiales y Métodos*

Otro aspecto importante de considerar en el ciclo reproductivo de especies que son recursos para la pesquería, es el estudio de las escalas de madurez basadas en el estado gravimétrico de la gónada en relación con el peso corporal del individuo que es analizado a través del índice gonadosomático. Esta medición señala la tendencia del grado de madurez que experimente la gónada en su ciclo reproductivo a escala poblacional por mes. Las expresiones siguientes fueron utilizadas en los cálculos de IGS:

$$IGS = \frac{\text{Peso gónada}}{\text{Peso pulpo} - \text{Peso gónada}} * 100$$

En una primera etapa el IGS fue calculado utilizando el peso del aparato reproductor completo (IGS ap. reproductor) y el peso de la gónada en si (testículo u ovario) (IGS gónada), debido a que se espera establecer cuál de las medidas de peso describe mejor el proceso de madurez reproductiva.

Además, se calculó un índice utilizando el peso del hígado o glándula digestiva (IGAS), mediante la siguiente expresión:

$$IGAS = \frac{\text{Peso hígado}}{\text{Peso pulpo} - \text{Peso hígado}} * 100$$

Esto se debe a que la glándula digestiva (hígado) por su tamaño es un indicador del estado de condición de los individuos, pudiéndose obtener una idea bastante aproximada del estado de madurez macroscópica que tendrían aquellos individuos que durante el proceso de extracción en el mar o de muestreo han perdido las genitalias, y por ende, una estimación aproximada del IGS a partir de estos datos (IGAS).

### *Resultados*

En el caso del IGS calculado con el peso del aparato reproductor (Fig. 3.7), para el total de los individuos en cada mes (Fig. 3.7a) se observa que tanto para machos como para hembras el índice tuvo una tendencia ascendente desde octubre hasta el mes de diciembre. Desde el mes de enero del 2000, en el caso de las hembras se produce un descenso del IGS hasta el mes de mayo repuntando en junio pero descendiendo de nuevo en julio, principalmente debido a la falta de muestras de la localidad de Melinka, volviendo a repuntar en agosto. En el caso de los machos, el descenso es sólo hasta el mes de marzo repuntando desde abril en adelante llegando al máximo en agosto-septiembre.

Al observar los datos separados por localidad, en el caso de los machos (Fig. 3.7b) para Ancud el IGS aumenta de noviembre a diciembre de 1999, manteniéndose

estable hasta el mes de mayo comenzando a aumentar en junio hasta un máximo en el mes de agosto, en Quellón se observa un aumento desde octubre a noviembre continuando con una tendencia levemente descendente hasta el mes de junio del 2000 para luego repuntar hasta un máximo en el mes de septiembre, en el caso de Melinka también se observa una tendencia ascendente desde octubre a diciembre para luego disminuir en febrero y aumentando desde abril hasta julio, pero como lamentablemente no se contó con muestras de Melinka en los meses de enero, julio, agosto y septiembre sólo se puede especular lo que ocurrió durante esos meses, pero al parecer el IGS sigue una tendencia similar a las otras dos localidades. En el caso de las hembras (Fig. 3.7c) también se observa una tendencia similar a los machos, aumentando desde octubre a un máximo anual en diciembre de 1999 para luego disminuir hasta mayo para Ancud y Melinka y hasta junio para Quellón, pero no repuntado tan marcadamente en los últimos meses del muestreo (agosto-septiembre 2000), excepto para Quellón donde si se observa un aumento desde julio.

Para el índice calculado con el peso de la gónada (Fig. 3.8), en el caso del total de los individuos por mes (Fig. 3.8a), se observa para machos un descenso desde octubre para llegar a un mínimo en febrero repuntando en marzo y manteniéndose estable hasta el mes de julio subiendo levemente en agosto-septiembre. Para las hembras la tendencia es similar al índice calculado con peso total del aparato, aumentando desde octubre a un máximo en diciembre del 1999, para luego disminuir hasta el mes de mayo del 2000 no observándose un repunte como en el índice anterior (Fig. 3.7a) pero subiendo en agosto-septiembre.

En el caso de machos por localidad (Fig. 3.8b), para Ancud el índice de la gónada aumenta de noviembre a diciembre de 1999 en las tres localidades, para luego disminuir hasta el mes de marzo sin observarse una tendencia clara en los meses posteriores, pero se observa un repunte desde Abril para Ancud y desde julio para Quellón. Para las hembras (Fig. 3.8c) se observa una tendencia distinta al caso anterior pero similar para las tres localidades, ya que disminuye desde octubre de 1999 hasta un valor mínimo en febrero del 2000 para luego comenzar a repuntar desde marzo hasta septiembre.

Finalmente, en el caso del índice calculado con la glándula digestiva (IGAS) no es posible establecer una tendencia tan marcada como para los casos anteriores.

Al analizar los datos totales (Fig. 3.9a) para machos es casi estable durante todo el período de muestreo bajando levemente en febrero y aumentando también levemente en julio. Para las hembras la situación es similar pero se ven dos pick leves en los meses de diciembre de 1999 y julio del 2000. Al analizar para machos y hembras separados por localidad (Fig. 3.9 b y c) la tendencia es relativamente similar a la observada para el total (Fig. 3.9a) con valores muy estables durante todo el período de muestreo, sólo para las hembras en Quellón se observa un máximo en noviembre de 1999 disminuyendo hasta febrero y luego aumentado a un valor relativamente estable en los meses posteriores (Fig. 3.9c).

### *Análisis microscópicos*

#### *Técnicas histológicas.*

#### *Materiales y métodos*

Luego de extraídos, los ovarios fueron preservados en una solución neutralizada de formalina al 10% (en agua de mar) y envueltas en gasa con su rótulo correspondiente. Después de un tiempo de mantenidas en la solución preservante, se les extrae un trozo de su parte central para ser sometido posteriormente a la técnica histológica de inclusión en parafina sólida para su posterior corte con micrótopo. Descartando aquellos ovarios que venían destruidos, se procesaron las gónadas de un total de 619 hembras.

Posteriormente se realizaron cortes para obtener secciones de 10  $\mu\text{m}$  que fueron teñidas con Hematoxilina seguida de una contratinción con Eosina (la clásica combinación H-E). Cada ovario así tratado fué clasificado histológicamente de acuerdo a la escala propuesta en la Tabla 3.3. En cada ovario se identifica la presencia o ausencia de las siguientes estructuras: ovocitos que no han comenzado la vitelogénesis; ovocitos que se encuentren en los primeros estados de la vitelogénesis; ovocitos en vitelogénesis avanzada; ovocitos maduros (vitelogénesis completa). Esas estructuras permitieron establecer la escala de 4 estados ya indicada.

La Tabla 3.3 presenta una escala microscópica con modificaciones que se han ido incorporando luego de estudiar las preparaciones histológicas de *E. megalocyathus*, especialmente en los estado más avanzados (I y IV).

### Resultados

En la Tablas 3.4 a 3.7 se presenta la frecuencia en número y porcentual, de los distintos estados de madurez microscópica para hembras de *E. megalocyathus* durante todo el período de muestreos, individualmente para cada localidad y para todas las muestras agrupadas. La misma información se presenta en forma gráfica en las Figs. 3.10 a 3.12.

En términos de regularidad para obtener muestras, Ancud fue la mejor localidad para dicho fin. La Fig. 3.10a muestra que al comenzar el estudio en octubre de 1999, el período de desove se encontraba en uno de los puntos de máxima intensidad, con predominio marcado de los estados III y IV. Lo que resultó sorprendente fue lo prolongado de la actividad de desove, ya que al disminuir la intensidad a fines durante la estación de otoño y alcanzar su expresión mínima en junio, incluso allí se presentó un pequeño porcentaje de hembras desovadas. Lo anterior está demostrando que aunque los antecedentes previos indicaban a agosto-septiembre como el momento de máxima actividad reproductiva, en el mes siguiente, aun es posible encontrar una proporción importante de hembras recién desovadas, y no sólo eso sino que se prolongó gran parte del verano disminuyendo en intensidad. Reafirma lo anterior la abundante presencia de hembras en estado 3, es decir de hembras en avanzado estado de madurez con lo que debiera ser una próxima postura. Información complementaria lo representa el cambio en abundancia del estado II, que va desde una expresión mínima en los meses de verano, hasta hacerse máximo en los meses de otoño, para volver a caer en agosto y septiembre.

La localidad de Quellón (Fig. 3.10b) presentó en lo fundamental el mismo patrón descrito en el párrafo anterior, sólo que el predominio del estado III predominó. Las coincidencias importantes: actividad mínima en otoño y máximas en primavera y verano.

Tal como se temía, obtener muestras desde Melinka (Fig. 3.11a) resultó muy dificultoso, por lo que varios meses carecen de representación, aun así, aquellos meses con muestras calzan con los patrones antes descritos.

El patrón general para toda el área se puede ver claramente en la Fig. 3.11b y especialmente en la Fig. 3.12. Se destaca allí una temporada de postura más prolongada de lo esperado, comenzando fuertemente desde fines de invierno (agosto-septiembre), manteniéndose durante toda la primavera y verano para decaer a fines de la temporada estival, haciéndose mínima en los meses de otoño e inicios del invierno.

En resumen, las tres aproximaciones metodológicas son coincidentes, ya sea la utilización de las escalas macroscópicas como estimaciones numéricas de la masa gonadal y la obtención de mayor precisión con la herramienta de la histología. La otra información importante que surge del análisis, es que no se produciría necesariamente la muerte de las hembras después del primer desove en la temporada. Difícilmente una población semépara podría sostener un desove prolongado. Consultados los pescadores que operan sobre el recurso, reconocen que en ciertos períodos se encuentran ejemplares muertos pero nunca en forma masiva.

#### 3.3.1.2.- *Caracterización del tipo de hábitat.*

##### *Materiales y métodos*

Para la caracterización del tipo de hábitat utilizado por las hembras durante el período de anidamiento se realizaron encuestas a los pescadores, la que se entrega en el Anexo 1. Dicha encuesta fue realizada en la localidad de Ancud durante el mes de septiembre del 2000 a 30 pescadores que se dedican a la extracción de pulpo en las áreas de pesca de Corona, Chauman, Quenchi, La Horca, Mutrico, etc. Además, se contrato un buzo con el cual se realizaron una serie de fotografías submarinas en la localidad de Ancud, para caracterizar gráficamente el tipo de hábitat de las hembras de *E. megalocyathus* durante el período de anidamiento.

##### *Resultados*

El resultado de las encuestas se resume en la Figura 3.13., donde se puede observar en algunos casos como para el tipo de fondo donde se encuentran las hembras (pregunta 1) y para el número de hembras por cueva o grieta (pregunta 9) un 100% de

coincidencia entre los encuestados (Fig. 3.13. a y h). En el caso de la profundidad a la cual se encontraban las hembras durante el período de anidamiento (pregunta 3) sobre el 50% de los encuestados dijo que estaban entre 15 y 30 metros, y un 30% dice que se ubicarían en aguas más someras (Fig. 3.13. b), y con menos de un 10% para todas las profundidades. Para el caso del sustrato o lugar elegido para el anidamiento (pregunta 4) casi el 70% concordó en que se realizaba en cuevas, un 6% dijo que era en grietas y un 26% dijo que era en cuevas y/o grietas (Fig. 3.13.c). También, se les preguntó sobre la ubicación de los machos durante el anidamiento y el 50% dijo que se ubicaban cerca de las hembras, un 26% aseguró que se encontraban a mayor profundidad y sólo un 13% que era a una profundidad menor.

Al preguntarles por la forma de la puesta (pregunta 6) más del 80% se inclinó por la alternativa de un sólo racimo, pero un 16% dijo que eran varios racimos (Fig. 3.13. e), lo que podría ser producto de que algunas hembras son capturadas mientras realizan el cuidado de los huevos y la guarida puede ser utilizada por otra hembra, pudiendo aparecer más de una puesta. Con respecto a la ubicación de la puesta dentro de la guarida (pregunta 7) más del 60% los pescadores coincidió en que ésta se encontraba en el piso de la misma y un 26% se inclinó por que era en el piso y/o las paredes de la guarida (Fig. 3.13. f). La ubicación de la hembra durante el anidamiento fue otra pregunta (8) en la cual los encuestados si bien optaron por todas las alternativas la mayoría se inclinó por que las hembras se encontraban cubriendo los huevos lo que concuerda con el cuidado parental que estos organismos realizan de su descendencia (Fig. 3.13. g). Por otro lado, las preguntas sobre si la hembra se alimenta mientras esta anidando (pregunta 11) y si después de la puesta ( nacimiento de las crías) ésta muere (pregunta 13), las respuestas fueron poco claras ya que en ambos casos aproximadamente la mitad dijo que si con respecto al alimento y la posterior muerte y el resto se repartió entre que no ocurría o que no sabía (Fig. 3.13.i-j).

Finalmente, para las preguntas sobre el período del año en que las hembras de *E. megalocyathus* se encuentran anidando (pregunta 1) y del tipo de alimento que consumían (pregunta 10) las respuestas fueron más amplias por lo que no se agruparon como frecuencias. Pero en el caso del período del año donde se produce el anidamiento

hubo una tendencia en las respuestas que permiten establecer un período de anidamiento que se extendería aproximadamente entre diciembre y febrero del año siguiente, lo que concuerda con las escalas macroscópicas como con estimaciones numéricas de la masa gonadal y la obtención de mayor precisión con la herramienta de la histología que establecen estos meses como los de mayor actividad reproductiva. En cuanto al alimento se observó que según los pescadores las presas sobre las cuales se alimentarían las hembras mientras se encuentran anidando serían cangrejos, caracoles y en menor grado peces (por esqueletos observados).

Por otro lado, en las fotografías se puede observar un fondo rocoso de tipo sedimentario (Fig. 3.14. a y b). Además, en las figuras 3.14.c) a f) se observan el tipo de cuevas o grietas formadas en el fondo rocoso que sirven de guarida para los ejemplares de pulpo. Lo que concuerda con los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a los pescadores.

### 3.3.1.3.- *Determinar talla y peso de primera madurez sexual.*

#### *Materiales y métodos*

La determinación de la talla de primera madurez sexual se realizó a partir de un total de 1162 ejemplares de pulpo colectados entre Octubre de 1999 y Septiembre de 2000 en las localidades de Ancud, Quellón y Melinka.

Tanto a hembras como a machos se les agrupó dentro de dos categorías de madurez: inmaduro o maduro. Para hembras se consideró como inmaduras los estados macroscópicos I y II, y maduras los estados macroscópicos III, IV y V, mientras que en machos se consideró inmaduros los estados I y II, y maduros los estados III y IV (macroscópicos). En ambos sexos la longitud total (*LT*) fue agrupada en intervalos de clase de 5 cm, y la longitud dorsal del manto (*LDM*) en intervalos de clase de 1 cm. Luego, para cada intervalo se calculó la proporción de individuos maduros.

La distribución de frecuencia relativa para las clases de longitud de individuos maduros, para machos y hembras, fue ajustada a una función logística cuya expresión es:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{(\beta_1 + \beta_2 * L)}}$$

donde:

$P_i$  = proporción de individuos maduros a la longitud "i".

$\beta_1$  y  $\beta_2$  = coeficientes de posición de la función logística.

La talla de primera madurez sexual fue determinada mediante la expresión:

$$l_{p\%} = \frac{1}{\beta_2} \ln\left(\frac{1}{P}\right) - \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

donde los parámetros  $\beta_1$  y  $\beta_2$  fueron definidos previamente,  $P$  corresponde a la proporción de madurez y  $l_{p\%}$  representa la longitud a una proporción de madurez dada.

Utilizando el criterio del 50% para la estimación de la talla de primera madurez, se tiene que al reemplazar  $P=0,5$  en la expresión anterior, esta queda reducida a:

$$l_{50\%} = -\frac{\beta_1}{\beta_2}$$

### Resultados

El rango de talla de los individuos analizados varió entre 15,0-130,0 y 28,0-127,0 cm de longitud total en hembras y machos, respectivamente. Por otro lado, en cuanto al peso total este varió entre 8-5537 y 39-5477 g para hembras y machos, respectivamente.

La Tabla 3.8 resume el ajuste de la función logística a la distribución de frecuencia relativa para las longitudes *LT* y *LDM* para ambos sexos. En todos los casos la variación de los datos explicada por el modelo fue cercana al 100%, lo que implica que tanto la asignación del estado de madurez macroscópico como de la condición inmaduro o maduro fueron adecuados para la especie en estudio.

La longitud total del 50% de madurez sexual ( $LT_{50\%}$ ) es de 71,7 y 69,9 cm. para hembras y machos, respectivamente (Tabla 3.9). En cuanto a la longitud dorsal del manto del 50% de madurez sexual no se observó diferencias entre sexos, alcanzando un valor de 14,9 cm. Además, de la Tabla 3.9 se desprende que los intervalos de confianza de las tallas de primera madurez sexual son más amplios en hembras comparados con los obtenidos en machos, lo que implica que en estos últimos los  $l_{50\%}$  estimados fueron más precisos.

Las funciones de madurez ajustadas a las medidas *LT* y *LDM*, en hembras y machos, mostraron un sólo modelo de madurez (Fig. 3.15. a 3.18.), lo que sugiere que para ambos sexos existiría un sólo proceso de maduración durante los doce meses de estudio para todas las localidades.

En *Enteroctopus megalocyathus* de la X y XI Regiones, al igual que en el pulpo capturado en las tres regiones del norte del país, identificado como *Octopus mimus*, los machos maduraron a tamaños inferiores que las hembras, lo que está en concordancia con los antecedentes reportados en la literatura (Hanlon, 1983; Hartwick, 1983; Mangold, 1987).

La talla de primera madurez de hembras expresada en función de la longitud total (*LT*), fue menor a la registrada por Cortez *et al.* (1998) para *Octopus mimus* en la zona norte del país, en donde las hembras maduras presentaron un  $l_{50\%}$  igual a 83,0 cm para la I Región, 79,8 cm. para la II Región y 79,5 cm. para la III Región.

Con los datos utilizados en la estimación de la talla de primera madurez de ambos sexos se calculó relaciones longitud-peso gracias a las que se determinó el peso al cual tanto hembras como machos alcanzan la primera madurez sexual ( $P_{50\%}$ ) (Tabla 3.9). Para hembras  $P_{50\%}$  alcanzó valores de 1329 y 1520 g, dependiendo de la longitud relacionada con el peso,  $LDM$  y  $LT$ , respectivamente. En el caso de machos  $P_{50\%}$  alcanzó valores de 1424 y 1502 g, obtenidos a partir de  $LDM$  y  $LT$ , respectivamente.

Durante el periodo de estudio el ejemplar hembra más pequeño que alcanzó la talla de primera madurez sexual se registró en la localidad de Quellón en el mes de agosto de 2000, con una longitud y peso totales de 72,0 cm y 1549 g, presentando un estadio de madurez IV. En el caso de los machos el ejemplar más pequeño que alcanzó esta característica se registró en la localidad de Melinka en el mes de junio de 2000, con una longitud y peso totales de 70,0 cm y 1525 g, presentando un estadio de madurez III.

### 3.4.- Objetivo Específico 2.2.4.-Determinar la fecundidad del pulpo en las Regiones X y XI.

#### 3.4.1.-Materiales y métodos

La metodología a aplicar se basará en el método gravimétrico, consistente en estimar el número de ovocitos hidratados o de la MOMA, presente en tres submuestra extraídas de la parte anterior, media y posterior de la gónada, previo registro de sus pesos (mg), utilizando la expresión propuesta por Oliva *et al.*(1986):

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

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>o</sub> = peso del ovario (g).

n = número de la submuestra.

En los análisis de fecundidad se utilizaron 78 ejemplares de pulpo hembras. Una vez calculada la fecundidad individual se procedió a buscar la relación entre fecundidad y longitud total y entre fecundidad y peso total para obtener la función que entregue el mejor ajuste que exprese el comportamiento de la fecundidad en relación con la talla y peso en el pulpo. Dicho ajuste tanto para la talla como para el peso fue mediante la siguiente expresión:

$$F = j * L^k$$

Donde:

F = Fecundidad potencial.

j y k = parámetros de la función potencial.

L = Longitud total o peso total.

Los parámetros ( $j$  y  $k$ ) fueron estimados mediante mínimos cuadrados utilizando la función solver de EXCEL, tanto para la fecundidad potencial como para la fecundidad relativa.

Por otro lado, también se estableció el grado de relación entre la fecundidad relativa (fecundidad total dividida por el peso del pulpo), mediante la misma metodología anterior.

### 3.4.2.-Resultados

Los resultados para la fecundidad potencial y relativa en función de la longitud total y del peso total son entregados en las Figuras 4.1 y 4.2, respectivamente. Además, los parámetros de las estimaciones son entregados en la Tabla 4.1, tanto para la fecundidad potencial como relativa.

En la Figura 4.1 se observan los ajustes para la fecundidad potencial versus la longitud total (Fig. 4.1 a) y versus el peso total (Fig. 4.1 b). En el primer caso se observa que el ajuste corresponde a una curva de tipo potencial ( $R^2 = 0.53$ ), pero debido a la dispersión de los datos este ajuste no es muy adecuado lo cual se ve reflejado en un  $R^2$  bajo; en el caso del peso total ocurre algo similar pero con un nivel de ajuste menor (sólo un 0.47), lo que indicaría que para la fecundidad potencial el mejor ajuste sería con la longitud total pero teniendo precaución por la gran dispersión de datos.

En el caso de la fecundidad relativa la situación es diferente al de la fecundidad potencial, ya que el ajuste es decreciente tanto para la fecundidad relativa versus la longitud total (Fig. 4.2 a), como para la fecundidad relativa versus el peso total (Fig. 4.2 b) lo que significa que a menor tamaño (o peso) su fecundidad relativa (por gramo de pulpo) será mayor. Los niveles de ajuste ( $R^2$ ) son muy similares en ambos casos ( $R^2=0.47$ ), siendo levemente mejor el ajuste con el peso total (Tabla 4.1).

Lo encontrado en la Fig. 4.2 no resulta del todo inesperado, si se considera la cantidad de energía y nutrientes promedio por cada óvulo que debe producirse, es decir, que no importando el tamaño (o peso) de la hembra, la cantidad de nutrientes y

energía entregada a cada cápsula es aproximadamente la misma, ya que si se encontrara una relación positiva entre la fecundidad relativa (número de huevos/gramo de hembra) y la longitud (por ejemplo), estaría significando que las hembras más grandes estarían produciendo huevos más pequeños (?) lo que no corresponde a lo encontrado.

### **3.5.-Objetivo Específico 2.2.5: Determinar edad y crecimiento por sexo y sexos combinados del pulpo en las regiones X y XI.**

Según lo establecido en la Propuesta Técnica la determinación de edad en el pulpo se efectuó sobre la base del registro de microincrementos de naturaleza diarias presente en las mandíbulas de los ejemplares de esta especie. Con este objetivo las mandíbulas de los ejemplares recolectados durante el muestreo biológico mensual fueron guardadas congeladas o en frascos con alcohol 70°, previamente etiquetadas.

#### *3.5.1.-Materiales y Métodos*

##### *3.5.1.1.-Mediciones*

Previo al procedimiento de montaje en resina, a las mandíbulas inferior y superior se les tomó las medidas que a continuación se indican (Fig. 5.1):

- Longitud del ala (LA)
- Longitud de la cresta (LCR)
- Longitud de la capucha (LCA)
- Distancia abertura mandíbula inferior (DAMi)
- Distancia abertura mandíbula superior (DAMs).

Posterior al segundo mes de muestreo, sólo se continuó el registro de medidas en la mandíbula inferior, luego de constatar que la formación de los incrementos mostraba mayor claridad en ella y estadísticamente no existía diferencia entre ambas mandíbulas.

### 3.5.1.2. Preparación de mandíbulas para la observación de microincrementos.

En la preparación de las mandíbulas y posterior observación de los incrementos la metodología comprometida en la Propuesta Técnica fue modificada, debido a que no se obtuvieron resultados satisfactorios con el llamado efecto espejo (Raya & Hernández, 1998; Araya *et al.*, 1999). Por lo cual, en un comienzo las mandíbulas fueron pulidas por su plano sagital, hasta un grosor (micras) que dejara pasar la luz transmitida del microscopio y permitiera visualizar los microincrementos. De esta manera las mandíbulas se observaron directamente y sin ningún efecto tipo espejo.

Las mandíbulas fueron incluidas en resina poliéster, para lo cual éstas fueron cortadas al nivel de las alas y paredes laterales con el fin de reducir su tamaño y cupieran en moldes cilíndricos de PVC, para luego ser fijadas por la base del ala y pared lateral a un portaobjeto mediante pegamento (loctite).

Las mandíbulas una vez incluidas en tacos de resina, se procedió a pulirla con un esmeril, al que se le fue colocando diferentes lijas al agua de grano: 280, 600, 1500 y 2000. El pulido se realizó en una sección sagital desde la punta rostral a la pared lateral hasta alcanzar el eje rostral interno, el cual se observa con luz reflejada al estereomicroscopio como una fina línea anaranjada. En el pulido final se utilizó un pulidor comercial de metales marca Brazo en forma manual, con el fin de dejar la superficie lisa y brillante. Luego, se invierte la muestra y se procede a repetir los pasos anteriores con el fin de obtener una sección delgada que permita dejar pasar la luz transmitida. Este procedimiento implementado al comienzo del proyecto, por su lentitud fue modificado de tal forma que de las mandíbulas montadas en los tacos de resina se obtuvo un corte sagital de aproximadamente 1-1,2 milímetro de espesor, que dejara en su interior el eje longitudinal interno de la mandíbula, mediante una cortadora ISOMET con hoja diamantada. Esta sección o corte fue montado en un portaobjeto con pegamento y fue sometido a la serie de pulidos descritos previamente, hasta alcanzar el eje longitudinal.

### *3.5.1.3.-Determinación de microincrementos y elección de la mandíbula para determinación de edad en pulpo.*

La muestra preparada fue observada mediante un microscopio con luz transmitida implementado con cámara fotográfica. La observación del eje longitudinal en el plano sagital de la mandíbula, permite visualizar con bastante claridad la presencia de estrías en forma de marcas claras y oscuras correspondientes a la definición de microincrementos entregada por Raya & Hernández (1998) y Araya *et al.*(1999) (Fig. 5.2). Estas preparaciones fueron observadas con un aumento adecuado, para tener una buena discriminación y a la vez efectuar el recuento de microincrementos.

Con la finalidad de determinar en cuál mandíbula, inferior o superior, se observan mejor los incrementos, se realizó un submuestreo de 40 mandíbulas al azar, obtenidas en el primer muestreo, siendo montadas ambas mandíbulas de acuerdo a la metodología descrita. La lectura de las mandíbulas permitió realizar una comparación con seguridad solamente entre 20 pares. Las mandíbulas no consideradas se debió a que no se visualizaron los incrementos o el corte no estaba en el eje (longitudinal) de lectura, lo que no significa que el par fuera inservible. Entre los modelos utilizados para comparar lecturas de incrementos (Campana *et al.*, 1993), ya sea entre lectores, por el mismo lector o entre estructuras, están: a) Análisis de regresión interpretando que la significancia de la pendiente sea igual a 1, y el intercepto igual a cero, b) Test t para las medias de muestras pareadas, c) Test no-paramétricos de rangos y signos de Wilcoxon. En la presente comparación se ha aplicado las pruebas a) y c).

### *3.5.1.4.-Recuento de microincrementos en la mandíbula inferior*

Las muestras analizadas en el presente informe corresponden a todos los muestreos efectuados en la localidades de Ancud y Melinka, a los cuales se les ha sumado en algunos meses las muestras de Quellón cuando en Melinka no fue posible conseguir muestras. En total se preparó 1.024 mandíbulas de las cuales 761 fueron leídas y 263 descartadas por mal montaje y/o preparación. Ancud mostró la obtención de muestras todos los meses, así como la mayor cantidad de ellas, alcanzando a un total de 401 mandíbulas

leídas para ejemplares con LM entre 9 y 28 cm y pesos entre 304 y 5537 g. En Melinka se logró la lectura de 232 mandíbulas en ejemplares con rangos de LM entre 11 y 25 cm y pesos entre 496 y 4.244 g; mientras que en Quellón se analizaron 128 ejemplares con LM entre 9 y 21,5 cm y pesos entre 354 y 2.985 g. En la Tabla 5.1 se entrega el número de mandíbulas analizados por mes y localidad.

El recuento de incrementos se ha efectuado en un microscopio NIKON ORTHOLUX utilizando aumento de 100 X y un ocular con reglilla graduada donde cada división corresponde a 10  $\mu$ m. El número de microincrementos se ha determinado tomando como trazo de referencia la distancia de 500  $\mu$ m. o un trazo menor. En el caso de no poder realizar el recuento en un trazo determinado éste es medido solamente, para posteriormente completar el número de incrementos por interpolación de acuerdo al recuento realizado en las zonas o trazos en buen estado que permiten hacer el recuento de microincrementos.

#### 3.5.1.5.-Relaciones morfométricas

Es importante en todo estudio que implique relacionar una estructura con el crecimiento corporal, el establecer el grado de relación entre el crecimiento de la estructura y otros caracteres, con la finalidad de poder estimar en forma indirecta parámetros de los especímenes a partir de estas estructuras duras. Con este objetivo, se realizó un examen de todas las posibles relaciones entre ellas y sólo se entregan aquellas que presentaron un aceptable grado de significancia ( $p < 0,01$ ) como las relaciones siguientes:

- a) Relación entre longitud capucha (LCA) y peso total (PT).
- b) Relación entre longitud cresta (LCR) y longitud total (LT).
- c) Relación entre longitud cresta (LCR) y peso total (PT).

Por otra parte, para establecer la clase de crecimiento que presentan las diferentes partes de la mandíbula se establecieron las siguientes relaciones:

- a) Relación entre longitud del eje de lectura (LE) y número de incrementos (NI).

- b) Relación entre longitud capucha (LCA) y longitud eje de lectura (LE).
- c) Relación entre longitud cresta (LCR) y longitud ala (LA)
- d) Relación entre longitud ala (LA) y longitud capucha (LCA)
- e) Relación entre longitud capucha (LCA) y longitud cresta (LCR)

El grado de diferencia entre machos y hembras respecto a las relaciones citadas se efectuó mediante la comparación de las pendientes y en caso de existir diferencias significativas se extendió a los interceptos, para lo cual se utilizó el test "t", de acuerdo a Zar (1996):

$$"t" = \frac{b_1 - b_2}{S_{b_1 - b_2}}$$

donde:

$b_1$  y  $b_2$ , son las pendientes

$S_{b_1 - b_2}$ , el error estándar de la diferencia entre coeficientes de regresión.

### 3.5.1.6.-Determinación de edad y crecimiento en el pulpo de la X y XI regiones.

El recuento de los microincrementos obtenidos de las lecturas efectuadas a las mandíbulas de pulpo permitió realizar los siguientes análisis:

- a) Relación entre Número de incrementos y Peso total
- b) Relación entre Número de incrementos y longitud total

El análisis de estas relaciones fueron efectuadas por separados para los individuos provenientes de Ancud y de Melinka-Quellón y luego para el total. No se separaron por sexo debido a que el análisis gráfico (Figs. 5.3, 5.4 y 5.5) por localidad y el total no revela diferencias entre ellos, lo que también es respaldado por el análisis morfométrico realizado entre variables de la mandíbula y variables corporales entre machos y hembras.

Para los efectos de explicar la relación entre el número de incrementos con el peso total y la longitud total, la información fue ajustada al modelo de crecimiento

de Schnute (1981), este autor propone un modelo generalizado, el cual tiene la ventaja de incluir varios modelos tradicionales que se utilizan para explicar el crecimiento.

El modelo de Schnute (1981) no modela la tasa instantánea de cambio, sino que se concentra en el logaritmo de la tasa relativa de cambio ( $Z$ ). Las ecuaciones que lo definen son:

$$Z = \frac{1}{Y} \frac{dY}{dt}$$

lo que equivale a que  $Z$  represente el logaritmo de la tasa de crecimiento

$$Z = \frac{d}{dt} (\log Y)$$

luego, Schnute (1981), se planteó el supuesto que la tasa relativa de cambio de  $Z$  es lineal decreciente

$$\left( \frac{1}{Z} \right) \frac{dZ}{dt} \equiv \frac{d}{dt} \ln Z = -(a + bZ)$$

lo que llega a

$$\frac{dZ}{dt} = -Z(a + bZ)$$

Esta ecuación puede ser resuelta si se dan dos condiciones iniciales, sean  $Y(\tau_1)=y_1$  y  $Y(\tau_2)=y_2$  en los tiempos  $\tau_1$  y  $\tau_2$ . Por lo que el modelo consiste de cuatro parámetros ( $a, b, y_1, y_2$ ), existiendo cuatro soluciones al sistema de ecuaciones diferenciales, siendo estas:

Modelo 1:  $a \neq 0$ ,  $b \neq 0$

$$Y_t = \left[ y_1^b + (y_2^b - y_1^b) \frac{1 - \exp[-a(t - \tau_1)]}{1 - \exp[-a(\tau_2 - \tau_1)]} \right]^b$$

Modelo 2:  $a \neq 0$ ,  $b = 0$

$$Y_t = y_1 * \exp \left[ \ln \left( \frac{y_2}{y_1} \right) \frac{1 - \exp[-a(t - \tau_1)]}{1 - \exp[-a(\tau_2 - \tau_1)]} \right]$$

Modelo 3:  $a = 0$ ,  $b \neq 0$

$$Y_t = \left[ y_1^b + (y_2^b - y_1^b) \frac{t - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1} \right]^b$$

Modelo 4:  $a = 0$ ,  $b = 0$

$$Y_t = y_1 * \exp \left[ \ln \left( \frac{y_2}{y_1} \right) \frac{t - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1} \right]$$

donde:  $Y_t$  es el tamaño o peso promedio del organismo con respecto al número de incrementos  $t$ ,  $y_1$  y  $y_2$  representan los tamaños cuando el número de incrementos es  $\tau_1$  y  $\tau_2$ , estos tiempos corresponden al individuo más pequeño y al más grande en la muestra.

El modelo, según el valor de los parámetros puede tomar distintas formas, siendo las principales:

- $a > 0$ ,  $b > 0$  von Bertalanffy tradicional
- $a > 0$ ,  $b = 0$  Gompertz
- $a > 0$ ,  $b = -1$  Logística
- $a = 0$ ,  $b = 1$  Lineal

$a = 0, b = \frac{1}{2}$  Cuadrática  
 $a = 0, b = 0$  Potencial  
 $a < 0, b = 1$  Exponencial

Por otra parte, y para confirmar los modelos anteriores, también se ajustaron los modelos tradicionales de von Bertalanffy, potencial y exponencial, según las siguientes ecuaciones:

von Bertalanffy en longitud

$$Y_t = Y_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

von Bertalanffy en peso

$$Y_t = Y_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

Potencial

$$Y_t = at^b$$

Exponencial

$$Y_t = ae^{bt}$$

Los parámetros de todos modelos se estimaron mediante mínimos cuadrados no lineales. Dado las características de la información (alta variabilidad) se estimaron también a través de regresión robusta, pero en todos los casos el primer método de ajuste fue el mejor.

Como la información obtenida presenta gran variabilidad y sin un claro patrón, también se realizó un análisis de regresión local ponderada (LOESS)(Neter *et al.*, 1996), éste método es una técnica de suavizamiento no paramétrica, es decir que no es necesario especificar un modelo determinado, y es una generalización a los conocidos análisis de media móvil.

El análisis de regresión local construye una función de suavizamiento  $s(x)$  tomando el punto  $x_0$  y ubica los  $k$  puntos vecinos más cercanos, lo que constituye una vecindad  $N(x_0)$ . El número de puntos vecinos  $k$  se especifica como un porcentaje del número total de puntos, llamado span (en inglés). Luego calcula la diferencia entre, la mayor distancia entre  $x_0$  y otro punto en la vecindad, lo que se define por

$$\Delta(x_0) = \max_{N(x_0)} |x_0 - x_1|$$

y se asigna un peso a cada punto de la vecindad  $N(x_0)$  usando la función ponderadora tri-cubo, la cual tiene la siguiente expresión:

$$u = \frac{|x_0 - x_1|}{\Delta(x_0)}$$

$$w_i = \begin{cases} (1 - u^3)^3 & \text{para } 0 \leq u < 1 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Con esto, se realiza un ajuste por mínimos cuadrados ponderados de la variable dependiente con los puntos de la vecindad  $N(x_0)$ , luego se estima

$$\hat{y} = s(x_0)$$

Repitiendo estos pasos para cada  $x_i$ .

El span que se utilizó en este caso para todos los ajustes fue de 0,6.

### 3.5.1.7.-Experimento de validación de microincrementos.

El experimento para determinar la periodicidad de los microincrementos se inició con la fabricación de acuarios rectangulares de 500 lt de capacidad que fueron montados con agua de mar circulante y burbujeo de aire continuo en una sala del laboratorio costero de Lenga, a la cual no le llegaba el sol en forma directa para evitar el

calentamiento y cambios bruscos de temperatura diaria (Fig. 5.6). En cada acuario se incorporó un grupo de tubos de pvc sobre una base de vidrio en tres estratos a modo de cuevas y se controló la temperatura que fluctuó en forma extrema entre 13 y 17 °C durante un ciclo diario, a través de todo el período que duró el experimento. Lamentablemente, por razones ajenas a la voluntad del equipo de trabajo el experimento de validación se tuvo que implementar en cuatro oportunidades.

#### Primera oportunidad

El día 30 de noviembre se capturó 24 ejemplares de pulpos por parte de dos buzos artesanales de Ancud en la localidad de Sebastiana al noroeste de Ancud. Los especímenes a medida que eran capturados fueron mantenidos en un estanque de pvc de 1.000 l con agua de mar. Luego, en el puerto de Ancud fueron trasladados en canastillos individuales y ubicados en cajas de aislapol de 60 l con agua de mar y con burbujeo de aire comprimido provenientes de botellas de buceo montados en una camioneta para su traslado a Talcahuano. La duración del viaje fue de ca. 11 hr, al término del cual todos los ejemplares llegaron en buen estado y el 01 de diciembre de 1999, fueron trasladados para su aclimatación a los acuarios en el laboratorio de Lenga en Talcahuano.

Los pulpos fueron distribuidos en cuatro acuarios en número de seis ejemplares por acuario, en forma diaria fueron alimentados *ad libitum* y se le realizó limpieza del agua, manteniéndose un flujo de agua y suministro de aire permanente. Lamentablemente, a partir del tercer día de aclimatación algunos ejemplares de pulpo presentaron la piel pelada y erosionada y fueron muriendo en los distintos acuarios lo que al cabo de 10 días resultó en la muerte 14 ejemplares.

Averiguaciones acerca de la causa de muerte fueron que al segundo día de haber llegado los pulpos al laboratorio, se produjo una entrada de agua con fuerte olor a hidrocarburo hacia el área costera del laboratorio donde se encuentra la toma de agua que alimenta la red de agua filtrada que suministra el agua a los acuarios. Posteriormente en el

lapso de los 10 días siguientes murieron 4 ejemplares, por lo cual al cabo del tiempo de aclimatación programado sobrevivieron sólo 6 pulpos.

En la etapa siguiente de marcaje los pulpos fueron pesados y sometidos a estrés por un periodo de 8 días, durante el cual los pulpos no recibieron alimentación y el flujo de agua continuo fue cortado día por medio (24 diciembre-2 de enero).

En la fase siguiente, que se prolongó hasta el 28 de enero 2000, los ejemplares de pulpo fueron alimentados *ad libitum*, se le restableció el flujo continuo de agua y se le efectuó limpieza diaria de los acuarios. El último día fueron sacrificados con excepción de un ejemplar que ese día se encontró en proceso de ovipostura, encontrándose numerosas cápsulas adheridas a las paredes del tubo de pvc. A los pulpos sacrificados se les registró el peso y se les extrajo las mandíbulas para su examen.

#### Segunda oportunidad

El día 25 de agosto del presente año, en viaje en camioneta con destino a Ancud con todos los implementos para transportar ejemplares de pulpo hacia Concepción, se sufrió un accidente carretero que pudo traer trágicas consecuencias para dos investigadores del proyecto.

#### Tercera oportunidad

El viernes 01 de septiembre durante la jornada de todo un día de buceo se logró la captura de 20 ejemplares de pulpo en la localidad de Corona (Ancud), de los cuales alrededor de 15 llegaron en buen estado para su posterior traslado a Concepción. Luego, en el puerto de Ancud fueron trasladados y ubicados en cajas de aislapol de 60 l con agua de mar y con burbujeo de aire comprimido continuo provenientes de botellas de buceo montados en una camioneta para su traslado. La duración del viaje fue de ca. 12 hr, al término del cual todos los ejemplares llegaron en mal estado, la mayoría muertos y el resto moribundos, sólo dos permanecieron tres días en los acuarios antes de su muerte. La causa

con toda seguridad fue que eran especímenes grandes y en su mayor parte hembras en avanzado estado de madurez gonádico.

#### Cuarta oportunidad

El último intento se realizó el viernes 06 de octubre del presente año, día que al final de la jornada se logró sólo la captura de 11 ejemplares de pulpo en la localidad de Corona, lamentablemente una vez más la gran mayoría eran de tamaño grande y hembras. Tomando todas las precauciones se realizó el traslado a Concepción, lugar al que llegaron siete ejemplares vivos, cinco en regular estado los que al cabo de tres días murieron en los acuarios de aclimatación. Los dos restantes una hembra de 3.985 g. y un macho de 2.520 g se mantuvieron en aclimatación con alimentación *ad libitum* consistente en jaibas y bivalvos vivos. El 22 de octubre murió la hembra y el macho el día 27 fue sometido al tratamiento de estrés, mantenido durante seis días sin alimento, sin flujo de agua y flujo de aire sólo en la noche. Terminado este proceso nuevamente se le restituyeron las condiciones iniciales y fue mantenido hasta el 27 de noviembre, día en que fue muerto y extraídas las mandíbulas para su examen.

#### 3.5.2.-Resultados

La mandíbula de los octópodos se compone de una mandíbula superior y una inferior, parecidas a los picos de los loros, siendo su compuesto principal la queratina. En general, las mandíbulas están formadas por cinco partes (Fig. 5.1), pared lateral y ala que forman aproximadamente un ángulo de 90° entre sí. El lado ventral es la capucha levemente curvada y el extremo es la punta rostral, mientras que la cresta es la región que separa las paredes laterales (Raya & Hernández, 1998).

En los cortes de las mandíbulas se pudo observar los incrementos a lo largo del eje longitudinal de ella, eje de crecimiento. Estos incrementos están formados por estrías o bandas, una clara y una oscura formando una unidad, que se caracterizan por ser de igual dimensión o tamaño a lo largo del eje de crecimiento, como ya lo han mencionado Raya & Hernández (1998) y Araya *et al.* (1999), para otras especies de *Octopus*. En las

Fig. 5.7 y Fig. 5.8 se presentan fotografías de los cortes de mandíbulas para mostrar las características de los incrementos.

### 3.5.2.1.- Comparación de incrementos entre mandíbulas en el pulpo de la X y XI regiones.

El análisis de regresión (Tabla 5.2, Fig. 5.9) señala que el intercepto entre ambas variables no es significativo ( $P = 0,144$ ), es decir no se rechaza la hipótesis nula  $\beta_0 = 0$ . La pendiente ( $\beta_1$ ) resulta ser significativa, pero al realizar la prueba, mediante un test "t", para  $H_0: b = 1$ , no es rechazada la hipótesis nula ( $t_{cal} = -1,373$ ;  $t_{0,05(2)18} = 2,101$ ). Por lo que se interpreta que las mandíbulas presentan el mismo número de incrementos.

La estadística de la prueba no paramétrica de Wilcoxon es la suma de los rangos positivos y se denota por  $T_+$ , para una prueba de dos colas, se rechaza  $H_0$  si, ya sea,  $T_+$  o  $T_-$  es menor o igual al valor crítico  $T_{\alpha(2)}$ . El resultado señala que no existen evidencias para rechazar  $H_0$  ( $P = 0,658$ ), vale decir, el número de incrementos en ambas mandíbulas es igual.

### 3.5.2.2.-Relaciones Morfométricas

Las funciones que entregaron un mejor ajuste en forma significativa entre variables de la mandíbula y variables corporales fueron: LCA/PT, LCR /LT y LCR/PT. Las funciones que representan dichas relaciones se presentan en la Tabla 5.3 y Figs. 5.10 a 5.12. Estas señalan que la longitud cresta podría ser utilizada para efectuar buenas estimaciones del peso total y longitud total, y en menor medida la longitud capucha. Además, indican la no existencia de diferencias significativas entre machos y hembras de *E. megalocyathus*.

Por otra parte, el comportamiento del crecimiento de la mandíbula, a través del examen de las variables registradas, muestra una alta correlación significativa entre el número de incrementos con la longitud eje longitudinal y en menor medida con la longitud capucha (Tabla 5.3, Figs. 5.13 y 5.14), lo que señala una aumento proporcional

entre ambas variables. Además, la relación longitud ala / longitud cresta muestra una alta proporcionalidad en el crecimiento de ambas estructuras (Tabla 5.3; Fig. 5.15) indicando un crecimiento isométrico entre ellas; cosa que no sucede con claridad entre la longitud capucha con la longitud ala y la longitud cresta (Tabla 5.3). La comparación de pendientes también entrega la no existencia de diferencias significativas entre los sexos, por lo cual dicha relación puede representarse por una sola curva para la población (Tabla 5.3).

### 3.5.2.3.- *Edad y crecimiento*

De los modelos ajustados a cada conjunto de datos sólo se presentan aquellos en donde los parámetros fueron significativos.

#### a. Localidad de Ancud

##### a.1. Relación número de incrementos / peso total

De los siete modelos ajustados a esta información, sólo cuatro de ellos presentan sus parámetros significativos (Tabla 5.4), las curvas ajustadas se presentan en la Fig. 5.16. El modelo que presenta un mejor coeficiente de determinación es el Modelo 1 de Schnute con 0,349, es decir, el modelo sólo explica un 34,9% de la variación total de los datos. En el modelo 2 el parámetro  $a$  no es significativo.

##### a.2. Relación número de incrementos / longitud total

Los resultados se encuentran en la Tabla 5.5 y Fig. 5.17, en dicha tabla se presentan 4 modelos ajustados, aunque en el Modelo 1 los parámetros  $a$  y  $b$  no son significativos. El coeficiente de determinación en todas las estimaciones es muy bajo. El ajuste de la regresión local (Loess) entre el número de incrementos/peso total (Fig. 5.18a) y número de incrementos/longitud total (Fig. 5.18b), muestran un crecimiento suave, quedando enmascarado el crecimiento que se puede estar produciendo después de los 100 incrementos.

#### b. Localidades de Melinka y Quellón

##### b.1. Relación número de incrementos / peso total

En esta relación los modelos que se ajustaron fueron el potencial y exponencial (Tabla 5.6; Fig. 5.19) con valores del coeficiente de determinación de 14,9% y 16,3%, respectivamente.

#### b.2. Relación número de incrementos / longitud total

En esta relación se presentan tres modelos con coeficientes de determinación entre el 9% y 16,7% (Tabla 5.7) y las curvas ajustadas se observan en la Figura 5.20.

En las Figs. 5.21a y 5.21b se presenta el ajuste de la regresión local, entre número de incrementos y peso total, y número de incrementos con la longitud total, respectivamente. En estas figuras se observa una tendencia casi horizontal con un pequeño aumento después de los 90 incrementos. El que estas curvas se inicien a partir de valores más altos se debe a la poca representación de individuos de peso y talla más pequeños.

#### c. Todas las localidades

##### c.1. Relación número de incrementos / peso total

Se ajustaron 5 modelos a toda la información, entregando el Modelo 1 de Schnute el  $R^2$  más alto con un 39,4% (Tabla 5.8; Fig. 5.22). En el ajuste del modelo de von Bertalanffy en peso el valor del parámetro  $b$  utilizado fue de 2,2247. En la Fig. 5.22 se vuelve a apreciar la gran variabilidad del peso a un mismo número de incrementos.

##### c.2. Relación número de incrementos / longitud total

En la Tabla 5.9, se entregan los parámetros ajustados a la relación entre número de incrementos y la longitud total, en donde el Modelo 2 explica un 27% de la variabilidad. En la Fig. 5.23 se observan las curvas ajustadas, en ella se repite la gran variabilidad de la longitud a un mismo número de incremento.

En la Figs. 5.24a y 5.24b se observa el análisis de la regresión local, en términos generales el crecimiento en peso y longitud va aumentando suavemente hasta los 100

incrementos, para luego producirse un cambio positivo relativamente brusco alrededor de los 100 incrementos. Debido a la ausencia de individuos pequeños, la curva no se origina a partir de valores bajos de peso y longitud.

#### *3.5.2.4.-Experimento de validación de incrementos*

En el primer experimento, en el examen de los cortes de las mandíbulas de los cinco ejemplares que llegaron al final del experimento de validación en cautiverio no se logró identificar marcas causadas por el sometimiento a estrés a los ejemplares de pulpo, incluso sólo fue posible visualizar estrías y marcas en forma tenue y no bien marcadas como para poder efectuar lecturas con cierta seguridad.

En la tercera oportunidad del montaje del experimento, éste no pudo efectuarse por la muerte de todos los ejemplares trasladados desde Ancud al Laboratorio costero de Lenga en Talcahuano.

En la cuarta oportunidad se logró llegar al final del experimento completo sólo con un ejemplar macho que presentó 18 cm LM, 89 cm LT y 2.524 g de PT. El resultado del examen del corte de la mandíbula del ejemplar mostró la presencia de 122 microincrementos previo a la formación de la marca correspondiente al periodo de estrés y a continuación la deposición de incrementos normales (Fig. 5.25). El número de incrementos determinados después de la marca fue de 28, mientras el periodo de estrés sumado al post tratamiento fue de 31 días.

#### *3.5.3.-Discusión*

La metodología desarrollada en la preparación de las mandíbulas para la observación de microincrementos, consistente básicamente en la obtención de una sección sagital de 1 a 1,2 mm de espesor que incluyera el eje longitudinal de lectura permite el ahorro de tiempo y material, con respecto al tratamiento hasta ahora señalado (Raya & Hernández, 1998; Araya *et al.*, 1999), para la observación de incrementos en mandíbulas de octópodos. Además, al final del tratamiento de pulido se logró obtener una lámina casi

transparente (10-20  $\mu$ ) que a la observación bajo luz transmitida del microscopio óptico permitió observar directamente los incrementos, evitando el tener que hacer uso del llamado efecto espejo indicado por los autores citados, facilitando la observación y manejo de la muestra-mandíbula.

La observación de los incrementos en la mandíbula de *E. megalocyathus* corresponde a un patrón similar de formación y tamaño de marcas claras y oscuras, como ha sido informado por Raya & Hernández (1998) para *O. vulgaris* y por Araya *et al.* (1999), para *O. mimus*, únicas especies de octópodos examinados hasta la fecha, lo que podría indicar que con toda seguridad podría ser una característica de este grupo.

Las diferentes relaciones morfométricas analizadas indican una alta correlación significativa para las relaciones entre longitud del eje y número de incrementos y en menor medida para la relación entre longitud capucha y número de incrementos, indicando la primera una alta proporcionalidad entre ambas variables y en el segundo caso una alternativa para estimar en forma aproximada la edad de los especímenes. Otra posibilidad lo entrega la relación entre la longitud cresta y peso total, que posibilitaría estimar el peso aproximado de los ejemplares a través de la mandíbula. Araya *et al.* (1999) también señalan una alta correlación entre la longitud de la capucha y el número de incrementos, pero con un  $R^2$  de menor valor al presente.

En la utilización de los incrementos presentes en alguna estructura dura 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 de formación de los incrementos en cefalópodos, los estudios principalmente se han realizado en el orden Teuthida utilizando los estatolitos, Hurley *et al.* (1985) y Dawe *et al.* (1985) en *Illex illecebrosus*, Lipinski (1986) en *Alloteuthis subulata*, Nakamura y Sakurai (1991) en *Todarodes pacificus*, llegando a la conclusión que se forman diariamente. Sin embargo, en octópodos, no se ha informado de

la existencia de incrementos en los estatolitos (Araya *et al.*, 1999). Boyle (1983; *vide* Jackson, 1989) postula que en octópodos no se depositarían anillos concéntricos. Por otro lado, Clarke (1978) determina que los estatolitos de octópodos tienen rasgos tan diferentes de los teuthoideos y sepioideos que no pueden ser considerados fácilmente como homólogos con ellos.

En el caso de las mandíbulas, Raya & Hernández (1998) identifican líneas de crecimiento en las mandíbulas de *O. vulgaris*, y a pesar que no realizan la validación directa de los incrementos, los autores señalan que a partir de la relación entre el número de incrementos con la talla y el peso permite suponer que los incrementos se depositarían con una periodicidad regular. Por otra parte, Araya *et al.* (1999) validan la formación de incrementos en *O. mimus* del norte de Chile mediante un experimento en cautiverio y de acuerdo a sus resultados indican que la formación de los incrementos es de naturaleza diaria.

En cuanto al momento de formación del primer incremento, se desconoce en que momento forman el primer incremento en la mandíbula, éste se puede 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, es así que 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).

Por otro lado, Guerra (com. pers.) indica que las mandíbulas 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 la que haya vivido. Se puede decir, aproximadamente, que a 20°C lo hacen entre los 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, poco a poco, a medida que se van asentando al fondo, las mandíbulas se van conformando tal y como las conocemos en los juveniles

bentónicos y en los adultos. Por lo que hay que tener presente este punto al momento de utilizar la información, es decir, al número de incrementos posiblemente tenga que añadirsele entre 60 a 90 días para trabajar con edad absoluta, siendo este aspecto un tema de estudio en el futuro.

No obstante, a la carencia de estudios de edad y crecimiento en octópodos utilizando estructuras duras, existen estudios de crecimiento realizados con individuos mantenidos en cautiverio, e.g., Forsythe (1984) con *O. joubini*, Forsythe y Hanlon (1988) con *O. bimaculoides*, Hanlon y Wolterding (1989) en *O. briareus* y Cortez *et al.* (1999) en *O. mimus*, además, de una revisión del crecimiento en longitud y peso de octópodos bentónicos, también mantenidos en cautiverio, realizado por Forsythe y Van Heukelem (1987).

De los estudios anteriores, se desprende que para explicar el 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 y Van Heukelem, 1987). Pero realmente lo que mejor explica el crecimiento de estos individuos a lo largo de su historia de vida son los modelos del tipo exponencial ( $y = ae^{bx}$ ), en una primera etapa y luego el modelo logarítmico ( $y = a + b \ln x$ ) o el potencial ( $y = ax^b$ ). En el presente estudio se ajustaron siete modelos a la información de peso total y longitud total con el número de incrementos, en donde cuatro son los modelos propuestos por Schnute (1981), potencial, exponencial y el de von Bertalanffy tanto en peso como en longitud. Se ajustaron estos modelos debido a la gran variabilidad que presenta el peso total y la longitud total para un mismo número de incrementos, esta variabilidad ya ha sido documentada por Mangold y Boletzky (1973, *vide* 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) indican que en individuos de *O. mimus* de una misma edad pueden existir diferencias de hasta 500 g. Esta gran variabilidad también la encontró Araya *et al.* (1999) en *O. mimus* del norte de Chile, con diferencias de hasta 3000 g en el caso de las hembras y 2000 g en los machos.

Smale y Buchan (1981) a través de experimentos 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, *in press*) 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 para hembras como machos.

Forsythe (1993a) 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, 1983b) 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.

El experimento para la validación de incrementos realizado en tres oportunidades con resultados poco concretos, debido al hecho que se logró en sólo un ejemplar constatar la formación diaria de dichos incrementos. Sin embargo, como lo ha sugerido Raya & Hernández (1998) para *O. vulgaris* y como lo ha demostrado Araya *et al.* (1999) para *O. mimus*, estos incrementos también podrían ser de naturaleza diaria en *E. megalocyathus*, lo que correspondería corroborar con un mayor número de réplicas en futuros trabajos.

Por otra parte, al planificar nuevos experimentos de validación en *E. megalocyathus* y de acuerdo a nuestra experiencia deberían tomarse entre otras las

siguientes recomendaciones: considerar la fase reproductiva en que se encuentran, realización posterior a la época de puesta y cuidado de los huevos, utilizar preferentemente machos, usar ejemplares de talla mediana (700 a 2000 g), duración del traslado corto y por lo tanto, cercanía al lugar de experimentación y lugar de colecta.

### **3.6.- Objetivo Específico 2.2.6.- Determinar la relación longitud-peso por sexo y sexos combinados.**

Las estimaciones de la relación longitud-peso se realizaron, de acuerdo a lo estipulado en la propuesta técnica, por sexos y sexos combinados y adicionalmente se hizo por cada localidad de estudio a fin de poder evaluar el comportamiento de dicha relación en términos de posibles variaciones geográficas y por sexos de los ejemplares. Como se explicara en el primer informe de avance las estimaciones de relación longitud-peso se realizaron considerando para ello la longitud total (LT) de los individuos, dado que los resultados que consideraban esta variable como predictora entregaron mejores ajustes ( $R^2$ ) que al hacerlo con la longitud del manto.

Los resultados de las relaciones longitud-peso considerando machos y hembras juntos para cada una de las localidades (Ancud, Quellón y Melinka) se entregan en la Tabla 6.1 y en las Figs. 6.1; 6.2 y 6.3, respectivamente. Por otro, los resultados de los análisis realizados por sexos separados y localidad se muestran en la Tabla 6.1 y en las Figs. 6.4 a 6.9, entregándose para cada caso, la función ajustada de acuerdo a una estimación no lineal para lo cual se utilizó el algoritmo de Quasi-Newton.

### **3.7.-Objetivo específico 2.2.7.- Estimar la mortalidad natural por sexo y sexos combinados.**

#### *3.7.1 Metodología*

La mortalidad natural  $M$  es uno de los factores más importantes en la disminución del número de individuos de un stock, por todas aquellas causas diferentes a la pesca (predación, inanición, enfermedades, etc.).

En el caso de pulpo se ha considerado aplicar dos fuentes de métodos tradicionales como son: 1) métodos bioanalógicos y 2) métodos de análisis de curvas de captura basándose en composición por edades y longitudes.

El parámetro  $M$  es uno de los más difíciles de estimar ya que generalmente la necesidad de conocer su valor surge cuando ya la pesquería ha comenzado su desarrollo o se encuentra en desarrollo avanzado. En el caso que no haya pesquería o bien ésta es muy incipiente (mortalidad por pesca  $F$  marginal), se puede utilizar el análisis de curvas de captura donde la pendiente del lado decreciente proporciona una estimación de la mortalidad total  $Z$  ( $Z = F + M$ ), la que en ausencia de  $F$  o con un valor marginal de éste corresponde a una estimación de  $M$  ( $\hat{M} = Z$ ).

Cuando no existe información de captura a la edad o a la talla o en el caso de existir mortalidad por pesca sobre un stock es posible recurrir a un grupo de métodos conocidos como bioanalógicos cuyas fórmulas analíticas provienen de relaciones teóricas entre los diferentes parámetros o bien se derivan de regresiones de  $M$  versus uno o más parámetros. Estos modelos tienen como principal ventaja el que requieran una mínima cantidad de datos (Sparre & Venema, 1992).

## 1.- Métodos Bioanalógicos

Este grupo de modelos tiene como supuesto básico la relación entre la mortalidad natural y uno o más parámetros biológicos, ambientales u otros.

### ➤ Método de Taylor (1958)

La expresión propuesta por Taylor para estimar M es la siguiente:

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

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:

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

donde: K es el coeficiente de catabolismo y  $t_0$  es la edad teórica a la cual el pez tiene una longitud cero.

### ➤ Método de Alagaraja (1984)

Este corresponde a una forma particular para expresar el coeficiente instantáneo de mortalidad natural M. Define en principio a la longevidad como la edad en que el 99% de una cohorte habría muerto si hubiera estado expuesta solamente a mortalidad natural, esto es, que  $Z=M$ . De esta forma, M para el 1% de los sobrevivientes es estimada por la expresión:

$$M = \frac{-I_n(0,01)}{T_{max} - T_r}$$

donde:  $T_{max}$  corresponde a la edad máxima o límite que se calculará como  $A_{0,95}$ .

➤ **Método de Alverson y Cartney (1975)**

Este método estima M a partir de la siguiente expresión:

$$M = \frac{bK}{\left[ \exp(K(t_{crit} - t_0)) - 1 \right]}$$

donde:

b es el exponente de la relación longitud - peso y K y  $t_0$  son parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy. Por otra parte, la edad crítica ( $t_{crit}$ ) corresponde a aquella en la que una cohorte alcanzaría su mayor biomasa. Para estimarla usaron un análisis de regresión que ajustaba un modelo para predicciones de  $t_{crit}$  a partir de edad máxima ( $t_{max}$ ):

$$t_{crit} = 0.38t_{max}$$

En la propuesta metodológica original se consideró un procedimiento de Csirke (1980) que implica conocer algún estimado aproximado de M, por lo que se prefirió finalmente seguir la expresión propuesta por los autores del método.

○ **Método de Pauly (1980)**

Este método que se incluye como complementario a la Oferta Técnica inicial, permite obtener un estimado de M sobre la base de estudios comparativos de diferentes especies realizados por distintos autores. Para esto se considera la relación que existe entre este parámetro y los parámetros de crecimiento, en especial, el coeficiente K de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy. Además, considera la temperatura (T) del hábitat de una especie, por el efecto que tiene sobre K y el peso asintótico ( $W_{\infty}$ ). La relación predictiva que este autor derivó, lo hizo basándose en la información de 175 stock de peces.

$$\text{Log}M = -0.2107 - 0.0824\text{Log}W_{00} + 0.6757\text{Log}K + 0.4627\text{Log}T$$

## 2.- Método de la curva de captura linealizada.

Para este tipo de método se tiene el basado en captura composición por edades y en composición de tallas.

### ➤ Curva de captura linealizada basada en composición por edades

Chapman and Robson (1960) y Robson and Chapman (1961) proponen la siguiente ecuación de la captura linealizada con intervalos de tiempo constante, donde la pendiente es Z.

$$l_n(C(t, t - \Delta_t)) = g - Z * t$$

donde:

- $C(t, t + \Delta_t)$  : es la captura entre dos edades de una cohorte.  
 $g$  : intercepto  
 $t$  : edad  
 $Z$  : pendiente de la línea de regresión que en ausencia de mortalidad por pesca equivale a M.

Para aplicar este método, se utilizó información de composición por edades de capturas bajo el supuesto que la estimación de Z para la XI región donde la extracción es muy incipiente, 60 Kg. en 1997 (Anuario Estadístico de SERNAPESCA) el valor de Z constituya una estimación M.

➤ **Curva de captura linealizada basada en composición de tallas.**

En este caso se aplicó la ecuación de Jones & Van Zalinge (1981) cuya formulación es la siguiente:

$$I_n C(L, L_\infty) = a + \frac{Z}{K} * I_n (L_\infty - L)$$

donde:

$C(L, L_\infty)$  representa la captura acumulada de pulpos de talla L y mayores. La pendiente de la línea de regresión es  $Z/K$ , de manera que  $Z = K * \text{pendiente}$ .

Los datos de composición por talla correspondiente a la información de la XI Región donde la pesquería es incipiente y en el caso de la X Región se consiguió información de frecuencias de longitudes del manto de los primeros años de la pesquería.

En general, la información utilizada para la aplicación de los diferentes métodos corresponde por una parte a los parámetros de crecimiento estimados a partir de información de la lectura de microincrementos de las mandíbulas y por otra al análisis de frecuencias de longitudes del manto sobre la base del método de Macdonald y Pitcher (1979) que básicamente descompone una distribución de frecuencias de longitudes en sus componentes normales las que se asumen como clases anuales o cohortes.

### **Variabilidad en los estimados de M**

La variabilidad de los estimados en el caso de los métodos bioanalógicos se analizó mediante técnicas de "Montecarlo", la cual consiste en generar muestras aleatorias desde una distribución de probabilidades conocida. La variabilidad se midió en términos de la desviación estándar del análisis de "Montecarlo". Para asegurar la estabilidad de los estimados se utilizan 1000 muestras.

La desviación estándar ( $de$ ) se estima como:

$$de = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (M_i - \bar{M})^2}{m-1}}$$

donde:  $m$  es el número de muestra (1000), y  $M_i$  es la mortalidad natural de la muestra "i".

$$\bar{M} = \frac{\sum_{i=1}^m M_i}{m}$$

Para la obtención de las muestras aleatorias de  $M$ , se empleó, los errores estándares de los parámetros de las ecuaciones de los diferentes métodos. En el caso que no se disponga de los errores estándares, se asigna un grado de incerteza en forma "ad-hoc", basándose en la información disponible.

Para los métodos de curvas de captura basados en edades y tallas, la variabilidad  $M$  está dada por el error estándar del ajuste de las respectivas regresiones lineales de cada método. Luego de obtener los estimados de  $M$  y sus errores estándares de los diferentes métodos se calcula un valor de  $M$  promedio ponderado por el inverso de la varianza de cada estimación:

$$\hat{M} = \frac{\sum_{J=1}^J W_J M_J}{\sum_{J=1}^J W_J}$$

donde:

$W_J$  es el inverso de la varianza y  $J$  representa los diferentes métodos de estimación empleados.

### 3.7.2.- Resultados

En la estimación de M se utilizó tanto la información de parámetros de crecimiento proveniente de la lectura de microincrementos en las mandíbulas de pulpo como las tallas medias de clase modales presentes en las distribuciones de longitudes del manto, las que se han asimilado a grupos de edad (cohortes). Para este último caso se ha utilizado el método propuesto por Macdonald y Pitcher (1979).

En la aplicación del MIX a información de frecuencias de longitudes del manto se contó con información histórica de los años 1997 a 1999 proporcionada por el Instituto de Fomento Pesquero e información de octubre de 1999 a septiembre del 2000, correspondiente a muestreo *in situ*, la que fue considerada en conjunto.

Para los años 1997 y 1999-2000 sólo fue posible obtener un componente o clase modal y solamente para los años 1998 y 1999 se logró identificar dos componentes. Los resultados se entregan en la Tabla 7.1 y en las Figs. 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4.

El mejor ajuste medido por la suma de los cuadrados de las diferencias entre las frecuencias observadas (767) y predichas, se observa para el año 1999, siendo menor para el periodo 1999-2000 (8198). Finalmente, para el análisis se utilizó la información ajustada para 1998-99.

Las clases modales determinadas para 1998-99 se asimilaron a los grupos de edad 1 y 2, a fin de poder estimar parámetros de crecimiento en longitud y peso mediante la expresión de von Bertalanffy.

Para la estimación del crecimiento en peso fue necesario convertir las longitudes a peso, para lo cual se ajustaron las correspondientes relaciones longitud manto-peso total mediante un procedimiento no lineal para lo cual se utilizó el software estadístico S-plus 4.0.

Los resultados corresponden a los años 1997, 1998 y 1998-99. Estos dos últimos se consideraron en conjunto, ya que la estimación de parámetros de crecimiento se hizo para ambos años que presentaban dos componentes (Tabla 7.2; Figs. 7.5 a 7.7).

Los parámetros de crecimiento correspondiente a la ecuación de von Bertalanffy se ajustaron mediante un procedimiento no lineal basándose en el procedimiento de ajuste de Gauss-Newton, utilizando información correspondiente a los años 1998-99. Los valores estimados para el crecimiento en longitud y peso se entrega en la Tabla 7.3.

#### *Estimaciones de mortalidad natural*

En la estimación de la mortalidad natural (M) sólo ha sido posible aplicar métodos bioanalógicos, es decir, aquellos que utilizan información de los parámetros de crecimiento, debido a que por una parte, la información recopilada para la XI Región (Melinka) donde la pesquería es incipiente, fue exigua a causa de la baja actividad de pesca artesanal sobre este recurso y, por otra, a que tampoco fue posible contar con información de los primeros años de la pesquería de pulpo en la X región, en donde la actividad extractiva es mayor, estando sólo disponible desde 1997. Esto imposibilitó el aplicar los métodos de curvas de captura propuestos, ya que en estas circunstancias cualesquiera estimado de Z tiene implícito un valor de F ( $Z = F + M$ ), de modo que la pendiente de la curva de captura ya no representa un valor de M.

En la Tabla 7.4 se entregan las estimaciones de M correspondientes a los métodos de Taylor (1958), Alagaraja (1984), Alverson y Cartney (1975) e incluyéndose de manera tentativa y referencial el de Pauly (1980), él que si bien básicamente está referido a la estimación de M en peces, también proporcionaría estimados preliminares razonables para cefalópodos, teniendo en cuenta que ambos grupos usualmente comparten el mismo

habitat, recursos y predadores y que por otra parte, no parecen diferir ampliamente en sus parámetros vitales (Pauly, 1985).

En los M estimados mediante métodos bioanalógicos se prefirió utilizar los parámetros de crecimiento en peso total del pulpo, ya que los de crecimiento en longitud del manto se consideraron que no eran representativos del crecimiento total del individuo.

Dado el extraordinario crecimiento del pulpo y su corta vida con un  $t_{max}$  de aproximadamente 2,5 años, lo más probable es que su mortalidad natural se encuentre entre 1,4 y 2,5 valores estimados sobre la base de los ajustes 1 y 2 que se indican en la Tabla 7.4. El valor de Alagaraja para el ajuste 2 entrega un resultado inconsistente.

En general, hay que señalar que la información del ciclo vital de pulpo en Chile prácticamente no existe, de manera que se dificulta de sobremanera las consideraciones hipotéticas de algunos aspectos biológicos como la edad de reclutamiento a la población ( $t_r$ ) que utiliza el método de Taylor y que en este caso se ha considerado cercano a los tres meses cuando alcanzan entre 500 y 600 gramos, lo que observa en los individuos capturados y desembarcados.

En relación con la variabilidad de M, dado que estos métodos son determinísticos no entregan una medida de la variabilidad, de modo que ésta se ha estimado sobre la base de un remuestreo o procedimiento de Montecarlo. Los valores promedios de los parámetros remuestreados se presentan en la Tabla 7.5 y el valor de M ponderado tiene un valor de 1,646.

### **3.8.- Objetivo Específico 2.2.8.- Determinar la distribución de pesos y proporción sexual de los ejemplares de pulpo desembarcados por la flota artesanal.**

La composición específica de las capturas de pulpo en las localidades de estudio, por talla y por peso de los ejemplares se hizo por localidad de muestreo, donde el número de ejemplares desembarcados, rangos de pesos y proporciones se entrega en la

Tabla 8.1 (es importante señalar que el volumen total desembarcado por mes y localidad se entregaron previamente en las figuras correspondientes al objetivo específico 2.2.1).

El detalle de la composición de las capturas por distribución de tallas (LM) durante los dos primeros meses de muestreo se entrega en la Fig. 8.1. Por otro lado, la distribución de pesos de las capturas de las distintas localidades se muestra en la Fig. 8.2, utilizándose rangos de 200 g de peso.

### **3.9.- Alimentación de *E. megalocyathus* en la X y XI Regiones.**

#### *3.9.1.-Materiales y métodos*

Se examinaron los contenidos gástricos de 341 ejemplares de pulpo capturados en las localidades de Ancud, Quellón y Melinka, de los cuales un 48,98 % se encontraban vacíos. El rango de tallas de éstos fluctuó entre 39-130 cm de longitud total y entre 304-5537 g. peso total total. A cada ejemplar se le extrajo el tracto digestivo que fue congelado a  $-15^{\circ}\text{C}$ , para su posterior análisis. Este se realizó sobre la base del contenido gástrico, esencialmente del buche y estómago. Las muestras se analizaron individualmente y todo el contenido gástrico se identificó hasta el nivel taxonómico más específico posible, de acuerdo al grado de digestión de las presas, a través de claves taxonómicas y material de referencia.

El análisis de las distintas presas en los contenidos gástricos, fue realizado mediante los descriptores cuantitativos de Hyslop (1980), a través del método numérico (% N) expresado como el total de presas de cada ítem encontrado en todos los estómagos y buches en forma porcentual, el método gravimétrico (% G) corresponde al total en gramos de cada ítem encontrado, expresado porcentualmente y la frecuencia (% F). También, para conocer las presas más importantes y ocasionales, se consideró el índice de importancia relativa (IIR) que se obtiene de la suma del % N y %G, multiplicado por %F de cada ítem como lo indica la siguiente fórmula:

$$\text{IIR} = (\%N + \%G) \times \%F$$

El cual permitió evaluar cuales son las presas principales del pulpo en cada localidad, para los sexos y espectro de tallas estudiados. El valor de IIR obtenido fue expresado en forma porcentual con respecto a la suma de los valores del IIR de todos los ítems dietarios.

La posible existencia cambios ontogenéticos en la dieta se evaluaron mediante la utilización de Unidades Tróficas Ontogenéticas (UTOs) propuesta por Livingstone (1982), utilizando análisis de Cluster, lo que permite estudiar estas relaciones mediante el uso de medidas de disimilitud. Como medida de distancia se utilizó la distancia euclidiana. Para esto se clasificaron los pulpos en tres categorías arbitrarias, según la longitud total de los ejemplares en chicos (39-69,9 cm), medianos (70-99,9 cm) y grandes (100-130 cm ).

$$d_{mn} = \sum_{k=1}^p (Xmk - Xnk)^2$$

En esta expresión,  $Xmk$  representa el valor de la variable,  $Xk$  para la clase de tamaño  $m$  y  $Xnk$  es el valor de la misma variable para la clase de tamaño  $n$ .

Para evaluar las diferencias entre la dieta de machos y hembras, se analizó el índice de similitud porcentual (ISP) entre sexos y localidades señalado por Wittaker (1952 *fide* Hallacker and Roberts, 1985) cuya fórmula es:

$$\text{ISP} = 100 \times \sum_{i=1}^s \min(a_i, b_i)$$

donde: a y b son en porcentajes el Índice de Importancia Relativa (%IIR), de la i-ésima categoría de presa en la dieta y s es el número total de categorías de presas comunes en la dieta.

Estos valores van desde 0 (no hay presas comunes) y 100 (sobreposición completa). También, se utilizó análisis de Cluster, lo que permite estudiar estas relaciones mediante el uso de medidas de disimilitud. Como medida de distancia se utilizó la distancia euclidiana.

La información obtenida del conjunto de datos de localidades, tallas y sexos fue analizada utilizando un análisis multivariado para detectar variaciones en la dieta de los pulpos, para lo cual se utilizó el Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre una matriz de varianza-covarianza como técnica exploratoria en la detección de grupos discretos dentro de las localidades, utilizándose el software estadístico Statistica 8.0.

### 3.9.2.- Resultados

La dieta de *E. megalocyathus* en la localidad de Ancud está compuesta principalmente por cápsulas de *E. megalocyathus* 61,69% IIR, *Homalaspis plana* 12,53% IIR, jaibas de la familia Cancridae 8,04% IIR, Teleostei 6,10% IIR, *E. megalocyathus* 6,06% IIR y huevos de *Homalaspis plana* 4,96% IIR (Tabla 9.1). Mientras que en Melinka los pulpos se alimentan principalmente de cápsulas de *E. megalocyathus* 63,94% IIR, *M. subrugosa* 27,84% IIR y Cancridae 6,06% IIR (Tabla 9.1). Por otro lado en Quellón *Enteroctopus megalocyathus* depreda principalmente sobre Teleostei 24,00% IIR, cápsulas de *E. megalocyathus* 23,61% IIR, *H. plana* 19,83% IIR y Cancridae 14,17% IIR (Tabla 9.1).

Al analizar la dieta de los pulpos por sexos, se encontró que las hembras en la localidad de Ancud se alimentan principalmente de cápsulas de *E. megalocyathus* 68,12% IIR, *Homalaspis plana* 13,44% IIR, cancridae 7,76% IIR, teleostei 3,71% IIR, huevos de *H. plana* 3,53% IIR y *E. megalocyathus* 3,16% IIR, y para los machos Cancridae

26,21% IIR, teleostei 22,53% IIR, cápsulas de *E. megalocyathus* 19,55% IIR, *E. megalocyathus* 14,33% IIR y *H. plana* 8,80% IIR (Tabla 9.2). Mientras que en Melinka se encontraron las siguientes presas; para las hembras: *Munida subrugosa* 75,48% IIR, *E. megalocyathus* 10,24% IIR, Cancridae 4,34% IIR, Teleostei 4,27% IIR, cápsulas de *E. megalocyathus* 3,73% IIR y *Synalpheus spinifrons* 1,08% IIR. Los machos de Melinka se alimentan principalmente de las siguientes presas: *M. subrugosa* 52,14% IIR, jaibas de la familia Cancridae 25,31% IIR, Cápsulas de *E. megalocyathus* 19,32% IIR, *Homalaspis plana* 1,68% IIR y Teleostei 1,46% IIR (Tabla 9.2). Por otro lado en Quellón se encontró que las hembras se alimentan de *H. plana* 42,80% IIR, Cancridae 31,33% IIR y cápsulas de *E. megalocyathus* 9,73% IIR y los machos consumen principalmente *H. plana* 57,48% IIR, *Brachyura* 11,96% IIR y Teleostei 9,40% IIR (Tabla 9.2).

La dieta analizada por grupo de tallas, para estudiar variaciones ontogenéticas mostró, para la localidad de Ancud que los pulpos chicos consumen principalmente *E. megalocyathus* 38,54% IIR, cápsulas de *E. megalocyathus* 25,98% IIR, Teleostei 22,12% IIR y Cancridae 7,55% IIR. Los pulpos de talla media se alimentan preferentemente de cápsulas de *E. megalocyathus* 54,10% IIR, *H. plana* 22,45% IIR, huevos de *H. plana* 12,59% IIR, Cancridae 7,15% IIR y Teleostei 1,26% IIR. Mientras que los pulpos grandes de Ancud comen principalmente *H. plana* 34,20% IIR, cápsulas de *E. megalocyathus* 26,10% IIR, Cancridae 23,57% IIR y Teleostei 13,90% IIR (Tabla 9.3).

Por otro lado, en Melinka los pulpos chicos se alimentan de *M. subrugosa* 85,79% IIR, Cancridae 4,44% IIR, *E. megalocyathus* 4,30% IIR y *H. plana* 1,26% IIR, mientras que los pulpos medianos lo hacen sobre cápsulas de *E. megalocyathus* 47,07% IIR, *M. subrugosa* 32,96% IIR y Cancridae 12,80% IIR. En los pulpos grandes de esta localidad no se encontró contenido gástrico.

En Quellón, el examen revela que los pulpos chicos consumen principalmente *H. plana* 41,47% IIR, Teleostei 24,60% IIR y *M. subrugosa* 15,59% IIR. Los pulpos medianos se alimentan de *H. plana* 44,54% IIR, Cancridae 20,57% IIR y

cápsulas de *E. megalocyathus* 11,32% IIR. En tanto que los grandes se alimentan de *H. plana* 86,81% IIR y *E. megalocyathus* 13,18% IIR (Tabla 9.3).

El análisis del Índice de Similitud Porcentual entre las localidades muestra una clara diferencia de Quellón, sobre Ancud y Melinka (Fig. 9.1). Mientras que el dendrograma obtenido del Índice de Similitud Porcentual sobre la dieta de ambos sexos en las localidades estudiadas, muestra una separación de los ejemplares de Melinka de los de Quellón y Ancud, que tienen más similitud entre ellos (Fig. 9.2).

Las Unidades Ontogenéticas Tróficas entre las tallas y localidades, muestran una separación clara de los ejemplares chicos de Melinka y Ancud del resto de tallas que presentan una separación más compleja (Fig. 9.3). El mismo análisis, para cada localidad tiene un comportamiento diferente, pero se aprecian disimilitudes claras (Figs. 9.4 y 9.5) excepto en Melinka donde no se obtuvieron datos de la dieta de ejemplares grandes (Fig 9.6).

El análisis multivariado de Componentes Principales (ACP), para estudiar el Índice de Similitud Porcentual entre las localidades y sexos, separa a tres grupos: Melinka por el factor 2 (30,69% varianza explicada), Ancud y Quellón están separados por los factores 1 (41,19% varianza explicada) y 3 (17,05% varianza explicada). Los tres factores sumados explican un 88,93% de la varianza (Fig. 9.7). El mismo análisis para estudiar la separación de grupos por tallas, muestra que Quellón está separado por el factor 2 que explica un 25,14% de la varianza. Ancud y Melinka son separados por el factor 3 que explica un 15,82% de la varianza (Fig. 9.8).

### 3.9.3.-Discusión

La composición dietaria del pulpo *E. megalocyathus* revela un amplio espectro trófico, la cual está compuesta principalmente por organismos bentónicos. Se lograron identificar 10 especies presas en los contenidos gástricos, y otras 11 no pudieron ser identificadas por su alto grado de digestión o por presentarse sólo restos muy complejos

de identificar. En otras especies de pulpos se ha encontrado un espectro trófico más amplio, en los contenidos gástricos de *O. bimaculatus* se encontraron 55 especies de presas durante 4 años de estudio en la Isla Santa Catalina, California (Ambrose, 1984); para *Octopus maorum* (Hutton, 1880) 12 especies en Tasmania (Grubert et al, 1999); en *O. vulgaris* se han indicado 29 especies en Mallorca (Quetglas et al, 1998) y 22 en el mediterráneo catalán (Guerra, 1978); y 20 especies en *O. mimus* en el norte de Chile (Cortez et al, 1995b).

La dieta de *E. megalocyathus* varía durante su ontogenia, presentándose una conducta caníbal en los ejemplares de chicos Ancud 38,54% IIR y un alto consumo de cápsulas en los medianos de la misma localidad 54,10% IIR, los ejemplares grandes difieren de los chicos y grandes debido a que se alimentan principalmente de *H. plana* 34,20% IIR. En cambio los pulpos de Quellón, para todas las tallas, se alimentan principalmente de *H. plana*, pero lo que hace la diferencia son los individuos medianos y grandes debido a su conducta caníbal. Por otro lado, en Melinka la diferencia está en que los ejemplares chicos consumen un 85,79% IIR de *M. subrugosa* y los medianos un 47,07% IIR de cápsulas de pulpo.

Este comportamiento también han sido observado en *O. vulgaris* en las costas de Sud África (Smale & Buchan, 1981). En cambio, estudios de la alimentación de *O. vulgaris* en las costas del mediterráneo indicaron que la dieta no varía dentro de un rango de tallas observado, ni con el sexo de los pulpos (Guerra, 1978). Cabe mencionar que los juveniles de *O. bimaculatus* se alimentan principalmente de pequeños crustáceos y los adultos consumen una gran variedad de invertebrados bentónicos, pero los principales son moluscos o crustáceos (Ambrose, 1989). La dieta de *O. bimaculatus* depende de la abundancia de presas en el hábitat (Ambrose, 1984). Estudios de la dieta de *O. vulgaris* en las costas de Francia en el mediterráneo indican que los moluscos representan un 80% de las presas consumidas (Ambrose & Nelson, 1983). En cambio en Mallorca (Oeste del Mediterráneo) el contenido estomacal de *O. vulgaris* reveló que se alimentan predominantemente de crustáceos y peces (Quetglas et al, 1998).

En las costas atlánticas de Argentina se analizaron restos de alimento localizados en los accesos a los refugios de *E. megalocyathus*. Las presas más importantes fueron los cangrejos *Ovalipes trimaculatus*, *Peltarion spinosulum*, *Leurocyclus tuberculosus*, y el bivalvo *Aequipecten tehuelchus* (Ré, 1980; *fide* Ré, 1998). Estas comparaciones revelan que los pulpos difieren en sus hábitos tróficos tanto durante su ontogenia como geográficamente, afirmando que los pulpos son depredadores oportunistas, reafirmando que *E. megalocyathus*, como otros pulpos come de las presas que están disponibles en su ambiente.

El canibalismo en los pulpos se ha observado en muchas especies como en *O. vulgaris* en el mediterráneo (Guerra, 1978), *O. californicus* en las costas de California (Hochberg, 1989), *O. bimaculatus* en la isla Santa Catalina, California (Ambrose, 1984), *O. maorum* en Tasmania representando el canibalismo el mayor peso presas 211,99 g, siendo este ítem el segundo en importancia (Grubert *et al*, 1999) y *O. mimus* en las costas del norte de Chile (Cortez *et al*, 1995) entre otros. En *E. megalocyathus* el comportamiento caníbal se genera principalmente en los individuos de tallas chicas (39-69,9 cm) de este estudio, en la localidad de Ancud con mayor frecuencia. Esta interacción de competencia intraespecífica implicaría que la densidad de individuos pequeños (menor a 15 cm LT) es muy alta para esta localidad. Unas de las consecuencias del canibalismo es el incremento del riesgo parasitismo, reduciendo inclusive su adecuación biológica, acortando los beneficios de la sociabilidad. El canibalismo puede ser beneficioso para la sobrevivencia en periodos de escasez de alimento. Otra ventaja es reducir la competencia cuando los recursos son limitados (Calow, 1998).

Una de las presas más importante en la dieta de *E. megalocyathus* son las cápsulas de pulpo, debido a su alto número de aparición, pero su frecuencia y peso es baja. Esta conducta ha sido reportada en *O. maorum*, donde se encontró un total de 33,92 g de huevos en los contenidos gástricos (Grubert *et al*, 1999). En *E. megalocyathus* se encontró un 68,12% IIR de cápsulas en la dieta de las hembras de Ancud. Al relacionar esta conducta con el estado de madurez sexual macroscópico, se observa que la mayor frecuencia de este ítem presa ocurre en las hembras en estado V, es decir, desovadas. Una de las explicaciones

para esta conducta se podría relacionar con lo observado por Wood *et al.* (1998) en el pulpo *Bahypolypus articus* (Prosch, 1849). Las hembras de este pulpo se comían las cápsulas con huevos inviables (no fecundados). Aunque Wood (com. pers.) no asegura que todos los huevos que se comieron las hembras eran inviables.

### **3.10.-Taller: Estudio biológico pesquero del recurso pulpo de la X y XI regiones.**

Según lo comprometido en la Propuesta Técnica, el día 28 de Abril, se realizó un Taller sobre el estado de avance del Proyecto FIP 99-20 al cual se invitó a participar a todos los organismos y personas de acuerdo a lo estipulado en la propuesta citada. Los resúmenes de las ponencias se entregan en el Anexo 2. Las presentaciones fueron las siguientes:

- a) Taxonomía de la(s) especie(s) de pulpo.
- b) Edad y crecimiento del pulpo de la X y XI Regiones.
- c) Caracterización de la pesquería y desembarques del recurso pulpo de la X y Xi Regiones.
- d) Reproducción del recurso pulpo de la X y XI Regiones.
- c) Alimentación del recurso pulpo de la X y XI Regiones.

La presentación última no está establecida como compromiso en el proyecto, por lo que se ofrece como un aporte extra, dada la importancia de conocer los hábitos y comportamiento alimentario de la especie en estudio.

Las principales conclusiones del taller hacen referencia con las observaciones siguientes, las cuales serán consideradas en lo que queda por cumplir del proyecto:

- a) Poner un mayor esfuerzo en cumplir con los tamaños de muestra para examen reproductivo.

- b) Reconsiderar el tamaño de muestra para el estudio de edad, considerando un aumento del tamaño de muestra comprometido en la Propuesta Técnica.
- c) Planificar una estrategia para en el examen del comportamiento de ovipostura y anidamiento del pulpo al inicio del periodo reproductivo del presente año.
- d) Poner mayor esfuerzo en la recolección de información referente a la flota que opera sobre el recurso pulpo en el presente año.

#### 4.-CONCLUSIONES GENERALES

- Los antecedentes recopilados y analizados en el marco del presente proyecto revelan que la pesquería del pulpo, aún cuando años atrás alcanzó niveles considerables, en la actualidad se manifiesta como una actividad incipiente e incidental, por cuanto en la zona centro-sur de nuestro país no hay una mercado nacional para este recurso, por lo que gran parte de la pesca extraída es destinada casi exclusivamente a la exportación como producto fresco congelado.
- Respecto a la flota abocada a la extracción de este recurso, está representada exclusivamente por embarcaciones del tipo botes con motor y faluchos de menos de 12 metros de eslora desde los cuales operan buzos semiautónomos que no superan los dos por botes, los cuales utilizan como aparejo, un gancho (hechizo) que les permite atrapar a los pulpos, los cuales viven ocultos en cuevas en los sectores rocosos.
- Respecto al número de embarcaciones dedicadas a la extracción del pulpo es importante destacar, que en Ancud (localidad donde se registró una pesquería activa) durante el año de estudio las embarcaciones que desembarcaron pulpo no superaron las 25 de las cuales no más de 11 botes se dedicaban frecuentemente a la extracción de este recurso.
- Respecto a la comercialización y distribución del pulpo, se señala que éste es adquirido directamente en playa por compradores de mariscos los cuales almacenan el producto fresco en cámaras de frío propias para luego ser entregada en cantidades mayores a empresas pesqueras, las cuales exportan el producto fresco (congelado) hacia mercados internacionales (especialmente España y Japón). Luego una proporción mucho menor (generalmente aquella que no es comprada por los compradores) es vendida directamente a los locales de venta de productos de mar y a supermercados de la V a la X Regiones.
- Los análisis morfométricos realizados, permiten concluir que la especie en explotación en las Regiones X y XI, no corresponde a *Octopus mimus*, implicando que todo el

conocimiento acumulado que se tenía sobre esa especie no es atribuible a las poblaciones de estas localidades. En forma complementaria, del análisis morfométrico se desprende que los individuos de las tres localidades analizadas, corresponden todos a un solo patrón morfológico, que corresponde a *E. megalocyathus*.

- El análisis comparativo de los sistemas enzimáticos revelan que la especie del sur corresponden a la especie *E. megalocyathus* determinada morfológicamente y distinta a la especie *O. mimus*.
- El análisis de ciclo reproductivo mediante escalas macroscópicas, indica que el proceso tiene lugar desde fines del invierno prolongándose durante toda la primavera y verano. Los estado más avanzados se presentan en varios meses.
- La información con el Índice Gonadosamático es coincidente con lo macroscópico, alcanzando los momentos de máximos valores en diciembre de 1999, decayendo en los meses de otoño, para comenzar recuperarse a fines del invierno de 2000.
- Al agregar al análisis la aproximación histológica, se destaca allí una temporada de postura más prolongada de lo esperado, comenzando fuertemente desde fines de invierno (agosto-septiembre de 1999), manteniéndose durante toda la primavera y verano para decaer a fines de la temporada estival, haciéndose mínima en los meses de otoño e inicios del invierno.
- En resumen, las tres aproximaciones metodológicas son coincidentes, ya sea la utilización de las escalas macroscópicas como estimaciones numéricas de la masa gonadal y la obtención de mayor precisión con la herramienta de la histología. La otra información importante que surge del análisis, es que no se produciría necesariamente la muerte de las hembras después del primer desove en la temporada.
- Respecto del anidamiento las encuestas realizadas a los pescadores son coincidentes con algunos resultados obtenidos en la caracterización del ciclo reproductivo (estados

de madurez macroscópica e índices gonadosomáticos) donde se establece diciembre enero como los meses de máxima actividad reproductiva dentro de un período que abarca desde agosto-septiembre a febrero-marzo.

- Las fotografías submarinas además, muestran un tipo de fondo rocoso y cuevas (grietas) donde se guarecen los ejemplares de *E. megalocyathus* coincidiendo con los resultados obtenidos en las encuestas.
- La estimación del 50% de madurez sexual ( $LT_{50\%}$ ) utilizando la longitud total es de 71,7 y 69,9 cm. para hembras y machos, respectivamente. En cuanto a la longitud dorsal del manto del 50% de madurez sexual no se observó diferencias entre sexos, alcanzando un valor de 14,9 cm.
- Las funciones de madurez ajustadas a las medidas  $LT$  y  $LDM$ , en hembras y machos, mostraron un sólo modelo de madurez, lo que sugiere que para ambos sexos existiría un sólo proceso de maduración durante los doce meses de estudio para todas las localidades.
- La relación entre la fecundidad, tanto potencial como relativa, 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).
- Además, la gran variabilidad en la estimación de fecundidad para *E. megalocyathus*, se podría explicar principalmente por los patrones de formación y desarrollo que siguen los ovocitos y que correspondería al tipo de ovulación intermitente sincrónica en que se distinguen dos grupos modales de talla de ovocitos al mismo tiempo. Lo anterior, esta relacionado con que no existe una formación continua de ovocitos durante el período reproductivo de la hembra si no que el número de ovocitos que producirá una hembra está determinado sin la posibilidad de reemplazo de los óvulos maduros por otros inmaduros.

- Hasta el momento no podemos establecer con exactitud si esta segunda moda presente llega a ser desovada o simplemente se pierde por la muerte de la hembra.
- Los incrementos observados a lo largo del eje longitudinal de la mandíbula, conformados por bandas, una clara y una oscura formando una unidad se caracterizan por ser de igual dimensión, como ya ha sido informado por otros autores, con la diferencia que se han detectado directamente al microscopio mediante luz transmitida.
- En el presente estudio se ajustaron siete modelos a la información de peso total y longitud total con el número de incrementos, en donde cuatro son los modelos propuestos por Schnute (1981), potencial, exponencial y el de von Bertalanffy tanto en peso como en longitud. Estos resultados muestran la gran variabilidad que presenta el peso total y la longitud total para un mismo número de incrementos, hecho ya ha sido documentado por Mangold y 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. Por lo cual, según algunos autores, lo que realmente mejor explicaría 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 logarítmico o el potencial.
- El experimento para la validación de microincrementos logró en sólo un ejemplar constatar la formación diaria de dichos incrementos. Sin embargo, como sido señalado para *O. vulgaris* y para *O. mimus*, estos incrementos también serían de naturaleza diaria en *E. megalacyathus*, lo que correspondería corroborar con un mayor número de réplicas en futuros trabajos.
- En los estimados de mortalidad natural "M" se prefirió utilizar los parámetros de crecimiento en peso total del pulpo, dado que los de crecimiento en longitud del manto se consideraron que no eran representativos del crecimiento total del individuo. Luego,

debido a la alta tasa del crecimiento y su corta vida denotada por el valor de  $T_{max}$  (aproximadamente 2 años), lo más probable es que su mortalidad natural se encuentre entre 2 y 2.5 años<sup>-1</sup> esto sobre la base de los ajustes 1 y 2.

- El examen cualitativo señala que *E. megalocyathus* presenta un amplio espectro trófico, con veinte tipos de presas, incluyendo crustáceos, moluscos, peces, poliquetos, sipuncúlidos y foraminíferos. El análisis cuantitativo mostró que los grupos más importantes en la alimentación son los crustáceos y moluscos, siendo en los primeros *H. plana* y *M. subrugosa* las presas preponderantes y en los segundos huevos y juveniles de pulpo, lo que muestra un alto grado de canibalismo.

## 5.-BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alagaraja, K. 1984. Simple method for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian J. Fish.* 31: 177-208.
- Alverson, D.L. & M.J. Carney. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *J. Con. Int. Explor. Mer.* 36: 133-143.
- Amaratunga, T. 1983. The role of cephalopods in the marine ecosystem. In: Caddy J. F. (Ed.) *Advances in Assessment of World Cephalopods Resources*. FAO Fisheries Technical Papers, 231: 379-415.
- Ambrose, R. 1984. Food preferences, prey availability, and the diet of *Octopus bimaculatus* Verril, J. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 77: 29-44.
- Ambrose, R. 1989. *Octopus bimaculatus*. In: *Proceedings of the workshop on the fishery and market potential octopus in California*. Ed. Lang M. & F. G. Hochberg. Smithsonian Institution. Washington. 192 pp.
- Ambrose, R. & B. Nelson. 1983. Predation by *Octopus vulgaris* in the Mediterranean. *Marine Ecology*, 4 (3):251-261.
- 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. Proyecto Fondo de Investigación Pesquera, Subsecretaría de Pesca. FIP N°97-28.
- Aronson, R. 1986. Life history and den ecology of *Octopus briareus* Robson in a marine lake, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 95: 37-56.
- Bernard, D. 1981. Multivariate analysis as a mean of comparing growth in fish. *J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 233-236.
- Boyle, P.R. 1983. (Ed.). *Cephalopod life cycles. Species accounts*. Vol. 1. Academic Press, London.
- Calow, P. 1998 (Ed). *The Encyclopedia of Ecology & Environmental Management*. Blackwell Science. London. 110-112pp.
- Campana, S., M.C. Annand & J. McMillan. 1993. Graphical and Statistical Methods for Determining the Consistency of Age Determinations. *Transactions of the American Fisheries Society* 124:131-138.
- Cerrato, R.M. 1990. Interpretable statistical test for growth comparison using parameters in the von Bertalanffy equation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 1416-1426.

- Chapman & Robson. 1960. The analysis of a catch curve. *Biometrics* 16(3): 354-368.
- Cortez T, B G Castro & A Guerra. 1995a. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca; Cephalopoda). *Marine Biology*, 123: 505-510.
- Cortez T, B G Castro & A Guerra. 1995b. Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Marine Biology* 123:497-503.
- Cortez, T., A. Guerra, J. Vergara, M. Cordero y 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.
- Cortéz, T., A.F. González & A. Guerra. 1999. Growth of cultured *Octopus mimus* (Cephalopoda, Octopodidae). *Fish. Res.* 40: 81-89.
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO Doc. Téc. Pesca 192: 82 p.
- 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.
- 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.
- Forsythe, J. 1993a. 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. 1993b. Comments on laboratory growth of benthic octopods and growth assessment techniques. In *Recent Advances in Fisheries Biology*. T. Okutani, R.K. O'Dor, T. Kubodera (Eds.), Tokio; Tokai University Press: 704-709.
- Forsythe, J. and W.F. Van Heukelem. 1987. Growth. In *Cephalopod Life Cycles*. Vol II. *Comparative Reviews Academic Press, London*: 135-156.
- Forsythe, J. and R.T. Hanlon. 1988. Effect of temperature on laboratory growth, reproduction and life span of *Octopus bimaculoides*. *Mar. Biol.* 98: 369-379.
- Grubert M, V Wadley & R White. 1999. Diet and feeding strategy of *Octopus maorum* in southeast Tasmania. *Bulletin of Marine Science*, 65(2):441-451.

- Guerra, A. 1975. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarck, mediante un índice de madurez. Inv. Pes. (España), 39: 397-416.
- 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., T. Cortez & 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. 1978. Sobre la alimentación y el comportamiento alimentario de *Octopus vulgaris*, Inv. Pesq., 42(2): 351-364.
- Guerra, A. & F. Rocha. 2000. Avances y perspectivas en investigación de especies y recursos de cefalópodos II. Instituto de Investigaciones Marinas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Vigo, España. 232pp.
- Hallacker, E. L. & D. A. Roberts. 1985. Differential utilization of space and food by the inshore rockfishes (Scorpaenidae: Sebastes) of Carmel Bay, California. Environmental Biology of Fish Vol. 2 N° 2: 91-110.
- Hanlon, R.T. 1983. *Octopus joubini*. In: P.R. Boyle (Ed.). Cephalopod life cycles. Vol. 1. Academic Press, London.
- Hanlon, R.T. & M.R. Wolterding. 1989. behavior, body patterning, growth and life history of *Octopus briareus* cultured in the laboratory. Amer. Mal. Bull. 71: 21-45.
- Hartwick, B. 1983. *Octopus dofleini*. In: P.R. Boyle (Ed.). Cephalopod life cycles. Vol. 1. Academic Press, London.
- Hatfield, M.C. 1991. Post-recruit growth of the patagonian squid *Lolligo gahi* (D'Orbigny). Bull. Mar. Sci., 49(1-2): 349-361.
- Hochberg, F. G. 1989. *Octopus californicus*. In: Proceedings of the workshop on the fishery and market potential octopus in California. Ed. Lang M. & F. G. Hochberg. Smithsonian Institution. Washington. 192 pp.
- 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.
- Hyslop, E. 1980. Stomach content analysis: a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411-429.

- Jones, R. & N.P. van Zalinge. 1981. Estimates of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. *Kuwait Bull. Mar. Sci.*, 2: 273-288.
- Lipinski, M. 1986. Methods for the validation of squid age from statolith. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 66: 505-526.
- Livingstone, R. J. 1982. Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system, *Marine Ecology Progress Series* 7: 1-12.
- MacDonald, P.D.M. & T.J. Pitcher. 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile and efficient methods of analyzing distribution mixtures. *J. Fish. Res. Board Can.*, 36: 987-1001.
- Mangold, K. 1987. Reproduction. In: P.R. Boyle (Ed.). *Cephalopod life cycles*. Vol. 2. Academic Press, London.
- Nakamura, Y. & Y. Sakurai. 1991. Validación of daily growth increments in statolith of japanese common squid *Todarodes pacificus*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57: 2007-2011.
- Nei, M. 1972. Genetic distance between population. *American Naturalist*, 106: 283-292.
- Neter, J., M. H. Kutner, C. J. Nachtsheim & W. Wasserman. 1996. *Applied Linear Statistical Models*. Fourth Edition, Irwin, 1408 p.
- Oliva, J., W. Carvajal & A. Tresierra. 1986. *Biología Reproductiva e Histología de gónadas en peces*. Depto. Ciencias Biológicas. Universidad nacional de Trujillo, Perú. 151 pp.
- Olivares, A., Zúñiga, O. & E. Retamales. 1994. Escala de madurez sexual de *Octopus* de la II región. *Estudios Oceanológicos*. 13: 89-91.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stock. *J. Cons. I. Explor. Mer* 39(2):175-192.
- Pauly, D. 1985. Population Dynamics of short-lived species, with emphasis on squids. *Sci. Council Studies*, 9: 143-154.
- Quetglas, A., F. Alemany, A. Carbonell, P. Merella & P. Sánchez. 1998. Biology and fishery of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, caught by trawlers in Mallorca (Balearic Sea, Western Mediterranean). *Fisheries Research*, 36:237-249.
- Raya, C.P. & C.L. Hernández. 1998. Growth lines within the beak microstructure of the *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 20:135-142.
- Ré, M. 1998. Pulpos Octopódidos (Cephalopoda, Octopodidae). En: *El mar Argentino y sus Recursos Pesqueros*. Tomo 2. (Ed.) Boschi E. Instituto Nacional de

Investigación y Desarrollo Pesquero, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Mar del Plata, República Argentina. 87-91pp.

- Robson, D.S. & D.G. Chapman. 1961. Catch curves and mortality rates. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 90(2): 181-189.
- Rocha, F. 1999. Avances y perspectivas de la investigación de especies y recursos de cefalópodos. Manual Curso de Postgrado de la U. De Chile- Consejo Superior de Investigaciones Marinas (España), 340 páginas.
- Schnute, J. 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38:1128-1140.
- SERNAP. 1987-1997. Anuarios estadísticos de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Chile.
- Smale, M.J. & P.R. Buchan, 1981. Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa. *Mar. Biol.* 65: 1-12.
- Smale, M.J., M.R. Clarke, N.T.W. Klages & M.A.C. Roeleveld. 1993. Octopod beah identification at a regional level (Cephalopoda, Octopoda: Southern Africa). *S. Afr. J. Mar. Sci.* 13: 269-293.
- Sparre, P. & S. Venema. 1982. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I- Manual. FAO Fish. Tech. Paper 306/1.
- Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 23(3):366-370.
- Thompson, S.K. 1987. Sample size for estimating multinomial proportions. *The American Statistician*, 41: 42-46 p.
- Wilkinson, L. 1988. SYSTAT: The system for statistics. SYSTAT Inc., Evanston, Illinois, USA.
- Wood, J.B, E. Kenchington & R.K. O'Dor. 1998. Reproduction and embryonic development time of *Bathypolypus articus*, a deep-sea octopod (Cephalopoda: Octopoda). *Malacología* 39(1-2):11-19.
- Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, tercera edición, 662 p.
- Zúñiga, O., A. Olivares & L. Ossandón. 1995. Influencia de la luz en la maduración sexual de hembras de *Octopus mimus*. *Estud. Oceanol.* 14: 75-76.

# TABLAS

**Tabla 1.-** Fechas de muestreos y número de ejemplares de pulpo examinados, en la X y XI Regiones (H: hembra; M: macho; I: indeterminado).

<b>MUESTREOS DE PULPO EN LA X Y XI REGIONES</b>										
Fecha	Localidades									
Meses	Ancud			Quellón			Melinka			Total
1999	H	M	I	H	M	I	H	M	I	
Octbre	31	7	0	29	26	2	22	14	1	132
Nvbre	29	15	1	16	14	0	20	7	6	108
Dicbre	27	14	4	16	15	4	14	17	3	114
2000										
Enero	23	22	2	7	16	1	0	0	0	71
Febro	23	14	0	13	6	0	21	14	2	93
Marzo	17	10	0	0	0	0	21	21	1	70
Abril	31	25	0	15	24	2	8	24	0	129
Mayo	35	25	0	14	24	0	21	25	0	144
Junio	32	28	0	3	11	0	30	24	0	128
Julio	32	29	0	29	23	0	0	0	0	113
Agosto	39	23	0	22	26	0	0	0	0	110
Seppure	41	39	0	9	7	0	0	0	0	96
Totales	360	251	7	173	192	9	157	146	113	1308

**Tabla 1.1.-** Estadística descriptiva de las variables físicas de las embarcaciones dedicadas a la extracción del pulpo en la localidad de Ancud.

Estadístico	Variable				
	Cap. Bodega	Eslora	Manga	Puntal	CUNO
Promedio	2491,3	8,5	2,1	1,0	16,9
D.E.	1066,4	1,2	0,3	0,3	7,2
Min.	1000	7	1,2	0,6	8,1
Máx.	4500	11,7	3	2,1	38,61
C.V. (%)	18,3	2,0	2,4	12,1	18,1
n	23	23	23	23	23

**Tabla 1.2.-** Estadística descriptiva de las variables físicas de las embarcaciones dedicadas a la extracción del pulpo en la localidad de Quellón.

Estadístico	Variable				
	Cap. Bodega	Eslora	Manga	Puntal	CUNO
Promedio	1463,6	9,3	1,2	1,0	12,0
D.E.	903,6	1,2	0,5	0,5	8,4
Min.	300	7,5	0,5	0,5	4,176
Máx.	3000	12	2,2	2,2	26,4
C.V. (%)	38,1	1,8	18,1	27,1	49,2
n	11	11	11	11	11

**Tabla 1.3.-** Características físicas-operacionales promedio para las embarcaciones que extraen pulpo en las localidades de Ancud y Quellón.

Variables operacionales promedio	Localidades	
	ANCUD	QUELLÓN
Eslora	8,5 m	9,3 m
Cap. De Bodega	2500 kg	1500 kg
Potencia motor	40 HP	40 HP
Capacidad de combustible	25 lt.	50 lt.
Capacidad de agua dulce	15 lt.	115 lt.
Velocidad crucero	4 mph	4,5 mph

**Tabla 1.4.-** Número de embarcaciones inscritas en el registro de embarcaciones artesanal por caleta y de acuerdo al largo de la eslora.

Nombre de la caleta	Variable física: Eslora			Total
	< de 12 m	entre 12 - 15 m	entre 15 - 18 m	
Quellón	216	56	6	278
Ancud	81	4	1	86
Total Chiloé	538	82	9	629

**Tabla 1.5.-** Principales relaciones entre variables físicas de embarcaciones artesanales que capturaron pulpo en la localidad de Ancud. Nomenclatura: CB= Capacidad de Bodega, E= Eslora, M=Manga, P= Puntal, CUNO= Número Cúbico.

Variable Independiente		Variable dependiente			
		CB	M	P	CUNO
E	Modelo	$CB = -2604,2 + 6095 * E$	$M = 0,768 + 0,33 * e$	$P = 0,512 + 0,048 * E$	$CUNO = -19,2 + 4,27 * E$
	R <sup>2</sup>	0,524	0,334	0,065	0,513
	SCR	10808E2	1,488	1,055	554,406
	N	23	23	23	23
M	Modelo	$CB = -552 * 1508,3 * M$		$P = 0,561 * 0,173 * M$	$CUNO = -12 + 14 * M$
	R <sup>2</sup>	0,224		0,059	0,401
	SCR	176120E2		1,062	697,46
	N	23		23	23
P	Modelo	$CB = -1294 * 1376 * P$			$CUNO = -5,9 * 24,9 * P$
	R <sup>2</sup>	0,09			0,61
	SCR	265602E2			440,26
	N	23			23
CB	Modelo				$CUNO = 1044 * 89,4 * C$
	R <sup>2</sup>				0,4
	SCR				135972E2
	N				23

**Tabla 1.6.-** Principales relaciones entre variables físicas de embarcaciones artesanales que capturas pulpo en la localidad de Quellón. Nomenclatura: CB= Capacidad de Bodega, E= Eslora, M=Manga, P= Puntal, CUNO= Número Cúbico.

Variable Independiente		Variable dependiente			
		CB	M	P	CUNO
E	Modelo	$CB=315.05+190.7 * E$	$M=-1.1+0.11 * E$	$P=0.37+0.072 * E$	$CUNO=-30.9+4.6 * E$
	R <sup>2</sup>	0.068	0.36	0.027	0.46
	SCR	7604629	1.66	2.886	383.21
	N	11	11	11	11
M	Modelo	$CB=637.5+688.5 * M$		$P=1.133+-0.073 * M$	$CUNO=-2.3+11.9 * M$
	R <sup>2</sup>	0.15		0.05	0.52
	SCR	6933108		2.96	37.84
	N	11		11	11
P	Modelo	$CB=90.2+12.13 * P$			$CUNO=2.09+9.58 * P$
	R <sup>2</sup>	0.63			0.38
	SCR	3044314			442.76
	N	11			11
CB	Modelo				$CUNO=1.4+0.01 * CB$
	R <sup>2</sup>				0.61
	SCR				280.77
	N				11

**Tabla 1.7.** Días efectivos de pesca, Capturas, Esfuerzo, CPUE y Varianza de la CPUE reportados en la localidad de Ancud.

	Días de pesca	Capturas Kg	Esfuerzo (horas)	CPUE Kg/hr	VAR(CPUE)
Octubre '99	15	1676,8	80,25	29,65	5,39
Noviembre'99	4	413,9	40,45	17,25	18,45
Marzo	4	194,5	9,21	15,54	28,88
Abril	12	1292,9	74,16	17,43	3,82
Mayo	15	1840	99,33	36,93	7,02
Junio	6	352	14,25	24,12	25,66
Julio	10	524	35,83	11,14	1,93
Agosto	6	608	33,33	18,79	15,40
Septiembre	5	241	13,83	18,27	18,92

**Tabla 1.8.-** Georeferenciación de las principales áreas de extracción del recurso pulpo en la localidad de Ancud.

Localidad	Georeferenciación	
	Latitud	Longitud
Ahui	41° 82' 81"	73° 85' 52"
Chaicura	41° 83' 61"	73° 86' 76"
Chauman	41° 79' 37"	73° 94' 87"
Faro Corona	41° 78' 07"	73° 87' 72"
Molo	41° 86' 38"	73° 83' 01"
Yuste	41° 81' 85"	73° 87' 22"

**Tabla 1.9.-** Número de ejemplares por sexo y localidad utilizados en los cálculos de la relación longitud-peso.

	Machos	Hembras	Total
Ancud	713	898	1611
Quellón	153	144	297
Melinka	72	90	163

**Tabla 2.1.-**Variables, acrónimos, promedio, máximo, mínimo y coeficientes de variación (c.v.) de las variables morfométricas medidas para el total de individuos de *E. megalocyathus*, (n = 248).

Variable	Acrónimo	Promedio	Máximo	Mínimo	D. estándar	c. v.
Longitud total	L-total	76,85	122,00	38,00	15,95	20,75
longitud del manto	L-manto	16,74	27,50	9,00	3,67	21,90
longitud de la cabeza	L-cabez	1,63	2,90	0,70	0,43	26,39
Ancho cabeza	A-cabez	6,36	9,20	3,80	1,01	15,92
Ancho manto	A-manto	11,60	20,00	6,20	2,51	21,62
Diámetro ojo	Dia-ojo	0,99	1,80	0,50	0,26	26,05
Distancia interorbital	Interorb	1,21	2,70	0,30	0,38	31,18
Longitud cavidad paleal	L-cav-p	8,69	14,50	4,70	1,59	18,26
Longitud del sifón	L-sifón	6,91	11,00	3,40	1,42	20,54
Longitud porción libre sifón	L-libre	2,84	5,80	0,90	0,89	31,28
Ancho basal sifón	A-basal	5,47	9,40	2,60	1,20	21,92
Ancho apical sifón	A-apical	1,44	2,60	0,70	0,31	21,16
Longitud umbrella A	L-umb-A	8,80	18,00	4,00	2,50	28,37
Longitud umbrella B	L-umb-B	10,10	19,00	4,30	2,86	28,36
Longitud umbrella C	L-umb-C	10,24	20,00	4,50	2,77	27,02
Longitud umbrella D	L-umb-D	9,94	19,00	4,50	2,75	27,66
Diámetro ventosa mayor	D-vento	2,07	4,20	1,00	0,59	28,55
Abertura bucal	A-bucal	1,24	2,20	0,60	0,31	24,80

**Tabla 2.2.-**Variables, acrónimos, promedio, máximo, mínimo y coeficientes de variación (c.v.) de los índices morfométricos calculados para el total de individuos de *E. megalocyathus*, (n = 248). (Descripción de los acrónimos en el texto).

Acrónimo variable	promedio	minimo	maximo	desvest	c.v.
MWI	69.67	53.13	92.50	6.92	9.93
PAI	52.70	36.88	74.44	6.84	12.97
HLI	9.84	5.63	15.71	2.06	20.98
HWI	38.87	24.44	60.67	6.16	15.86
FFul	17.08	7.20	36.80	4.38	25.65
WDIa	52.58	28.75	78.67	9.44	17.96
WDIb	60.16	0.00	91.67	12.07	20.07
WDIc	61.45	33.33	100.00	11.44	18.62
WDId	59.60	27.03	86.84	11.03	18.51
EOI	5.97	2.38	10.00	1.19	19.84
CLSI	12.38	7.59	25.00	2.37	19.18
HIOI	38.87	24.44	60.67	6.16	15.86
BOI	7.51	4.12	13.13	1.55	20.62

**Tabla 2.3.-Componentes de carga de las 4 primeras Componentes Principales (CP1-4) para cada una de las variables morfométricas utilizadas en los análisis multivariados. Considerando el total de individuos (Iquique, Ancud, Quellón y Melinka).**

	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>
LMANTO	0.088	0.005	0.004	0.003
LCABEZA	0.088	-0.032	0.009	0.005
ACABEZA	0.057	-0.017	-0.008	0.007
AMANTO	0.088	0.004	0.001	-0.002
DIOJO	0.079	0.008	-0.001	0.069
INTERORBITAL	0.096	-0.100	0.022	-0.028
LCAVPALEA	0.070	0.002	0.012	-0.000
LSIFN	0.080	0.011	0.009	-0.002
LLIBRESIF	0.087	0.072	0.066	-0.026
ABASALSIF	0.078	-0.009	0.014	0.006
AAPICALSI	0.062	-0.005	0.028	0.018
LUMBA	0.106	0.002	-0.032	0.004
LUMBB	0.106	0.011	-0.041	-0.019
LUMBC	0.096	0.031	-0.028	-0.029
LUMBD	0.093	0.033	-0.033	-0.002
DVENTOSA	0.090	-0.024	-0.004	0.002
ABUCAL	0.079	0.007	0.012	0.020

Varianza explicada por cada Componente:

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	0.126	0.020	0.011	0.008
Porcentaje de la varianza total explicada por cada Componente:				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	59.952	9.334	5.194	3.962

**Tabla 2.4.-Componentes de carga de las 4 primeras Componentes Principales (CP1-4) para cada una de las variables morfométricas utilizadas en los análisis multivariados. Considerando sólo los individuos provenientes de la Zona Sur (Ancud, Quellón y Melinka).**

	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>
LMANTO	0.088	0.001	0.005	-0.003
LCABEZA	0.082	-0.034	0.002	-0.014
ACABEZA	0.049	-0.007	-0.005	-0.003
AMANTO	0.086	0.003	0.002	0.005
DIOJO	0.075	0.019	0.019	-0.056
INTERORBITAL	0.079	-0.098	-0.006	0.017
LCAVPALEA	0.069	-0.002	0.013	0.007
LSIFN	0.082	0.002	0.008	0.003
LLIBRESIF	0.102	0.033	0.065	0.034
ABASALSIF	0.074	-0.010	0.016	0.007
AAPICALSI	0.058	-0.007	0.036	0.000
LUMBA	0.096	0.021	-0.020	0.016
LUMBB	0.105	0.018	-0.039	0.024
LUMBC	0.101	0.022	-0.035	0.016
LUMBD	0.094	0.034	-0.031	-0.018
DVENTOSA	0.085	-0.024	-0.012	-0.020
ABUCAL	0.080	-0.005	0.007	-0.040

Varianza explicada por cada Componente:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
0.120	0.016	0.011	0.008

Porcentaje de la varianza total explicada por cada Componente:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
60.021	7.767	5.359	4.177

**Tabla 2.5.-Sistemas enzimáticos, tampón de corrida y número de loci obtenidos.**

ENZIMA		E.C. Nº	LOCI	TAMPON
Glicerol 3 P deshidrogenasa	G3PDH	1.1.1.8	1	2
Lactato deshidrogenasa	LDH	1.1.1.27	1	4
Malato deshidrogenasa	MDH	1.1.1.37	1	3
Enzima málica	ME	1.1.1.40	1	2
Isocitrato deshidrogenasa	IDH	1.1.1.42	2	2
Fosfogluconato deshidrogenasa	PGD	1.1.1.44	1	2
Glucosa 6 P deshidrogenasa	G6PDH	1.1.1.49	1	5
Tetrazolio oxidasa	TO	1.15.1.1	1	4
Leucilaminopeptidasa	LAP	3.4.11	1	1
Aspartato amino transferasa	AAT	2.6.1.1	1	2
Fosfoglucomutasa	PGM	2.7.5.1	2	3
Esterasa (naftil acetato)	EST	3.1.1.1	3	1
Glioxalasa I	GLIO	4.4.1.5	1	4
Aminopeptidasa	AP	3.4.11	2	1
Aldolasa	ALD	4.1.2.13	1	2
Manosa fosfato isomerasa	MPI	5.3.1.8	1	2
Fosfoglucoisomerasa	PGI	5.3.1.9	1	4
Proteínas Totales	PT		3	1

(1): Lítio pH 8.0, (2): Tris citrato pH 7.0 (3): Tris citrato pH 8.0 (4): Poulík discontinuo pH 8.2

(5): Tris citrato pH 6.3-6.7.

**Tabla 2.6.-Frecuencias alélicas obtenidas para los diferentes loci analizados de *O. mimus* y *E. megalocyathus*.**

Loci	Alelo	<i>O. mimus</i> (N=12)	<i>E. megalocyathus</i> (N=109)	NN (Lenga) (N=5)
LDH	100	1,0	-	-
PGD	100	-	0,833	-
	90	-	0,167	-
G6PDH	100	1,0	-	-
	90	-	1,0	-
	80	-	-	1,0
MDH	110	-	1,0	-
	105	-	-	1,0
	100	1,0	-	-
ALD	110	-	1,0	-
	100	1,0	-	-
	90	-	1,0	-
IDH-1	110	-	1,0	-
	105	-	-	1,0
	100	1,0	-	-
IDH-2	105	-	-	1,0
	100	1,0	-	-
	90	-	1,0	-
EM	100	1,0	-	-
	90	-	1,0	-
	85	-	-	1,0
AAT	100	1,0	-	-
	90	-	-	1,0
	80	-	1,0	-
TO	115	-	-	1,0
	110	-	1,0	-
	100	1,0	-	-
$\alpha$ GPDH	110	-	-	1,0
	100	1,0	-	-
	95	-	1,0	-
AP-1	100	1,0	-	-
	95	-	-	1,0
	90	-	1,0	-
AP-2	105	-	1,0	-
	100	1,0	-	-
	80	-	-	1,0

Tabla 2.6.- Frecuencias alélicas obtenidas ..... continuación.

Loci	Alelo	<i>O. minus</i>	<i>E. megalocyathus</i>	NN (Lenga)
MPI	100	1,0	-	-
	95	-	1,0	-
	90	-	-	1,0
LAP	100	1,0	-	-
	80	-	-	1,0
	70	-	1,0	-
PGM-2	100	1,0	-	-
	90	-	1,0	1,0
PGM-1	100	1,0	-	-
	95	-	1,0	1,0
PGI-1	105	-	-	1,0
	100	1,0	-	-
	90	-	1,0	-
GLIOX	110	-	-	1,0
	105	-	1,0	-
	100	1,0	-	-
EST-1	100	1,0	-	-
	90	-	1,0	1,0
EST-2	100	1,0	-	-
	80	-	1,0	1,0
EST-3	100	1,0	-	-
	70	-	1,0	-
PT-1	100	1,0	1,0	1,0
PT-2	100	1,0	-	-

**Tabla 3.1.-** Escala macroscópica de madurez sexual para hembras de *E megalocyathus* (modificada a partir de Cortez *et al.*, 1995a; Rocha, 1975).

**Estado I (inmaduro):** Ovario pequeño, blanco con leve tendencia al marfil, turgesciente; internamente se diferencia el sexo sin dificultad. Glándulas oviductales pequeñas anillos indistinguibles en la unión con el oviducto proximal.

**Estado II (en maduración):** Ovario de mayor tamaño, de aspecto granuloso fino, tiende al color marfil; se distinguen sin dificultad las glándulas oviductales de las vísceras, en algunos casos los anillos no son visibles, y en otros se aprecian con cierta dificultad. Estadio en que comenzarían los procesos de maduración.

**Estado III (maduro):** Ovario de gran volumen, granuloso, brillante, de color marfil, muy turgesciente; oviducto proximal con apariencia transparente en su unión con el ovario. Se evidencian claramente los dos anillos de las glándulas oviductales, especialmente el externo de un leve color café claro.

**Estado IV (maduro desove inminente o desovando):** Ovario muy granuloso por la presencia de los ovocitos (cápsulas) claramente diferenciables al interior. Ovario de color marfil a marrón claro cercano al desove, menos turgesciente y brillante. Glándulas oviductales de máximo desarrollo con anillo café claro externo que rodea el anillo color crema; oviductos proximales transparentes de lumen amplio y con mayor desarrollo en el sector adyacente al ovario que en la cercanía de la glándula oviductal, oviductos distales de color blanco. En algunos casos con cápsulas en los oviductos proximales (Fig. 3.2. y 3.3).

**Estado V (desovado):** Ovario flácido, o muy flácido con lumen muy amplio entre los oviductos proximales. El ovario se torna marrón con ovocitos residuales piriformes sueltos visibles. Las glándulas oviductales pasan de color crema a café oscuro en su porción distal. Hembra en mal estado fisiológico con un gran deterioro general del cuerpo.

**Tabla 3.2.-** Escala macroscópica de madurez sexual para machos de *E. megalocyathus* (modificada de Cortez *et al.*, 1995a).

**Estado I (inmaduros):** Se presentan testículos de tamaño pequeños, internamente diferenciables del saco espermatofórico o bolsa de Needham (virginales), todo de color blanco, a diferencia del testículo en *O. mimus* en que la Bolsa de Needham se presenta en apariencia como en una envoltura separada.

**Estado II (inmaduros):** Testículos medianos a relativamente grandes, turgentes, con granulación muy fina y que son distinguibles de las glándulas accesorias, pero siempre de color blanco grisáceo. Divertículo con lumen estrecho, sin espermatóforos tanto en este conducto como en el órgano terminal. Masa de espermatóforos indiferenciables en la bolsa de Needham.

**Estado III (maduros):** Aparato reproductor de gran tamaño (Fig. 3.1), testículos granulosos, túrgidos, de color blanco-crema, claramente distinguible de las glándulas accesorias. Espermatóforos diferenciados, de gran tamaño, presentes en el saco espermatofórico, divertículo y órgano terminal. Comparados con los de *O. mimus* son de tamaño mucho mayor ( longitud promedio de 25 cm).

**Estado IV (evacuando o evacuados):** Testículo de tamaño menor, flácido, de un color levemente marrón claramente separable de sus glándulas accesorias. Espermatóforos en el divertículo y en el órgano terminal.

**Tabla 3.3.** Escala de madurez microscópica para hembras de *Enteroctopus megalocyathus*.

**Estado I.** Inmaduros e inicio de vitelogénesis. Son aquellos ovarios que presentan sólo ovocitos que aún no han comenzado la vitelogénesis. Se incluyen también aquellos ovarios que pudiendo presentar la mayoría de los ovocitos sin iniciar la vitelogénesis, también se presentan ovocitos con las típicas vacuolas lipídicas precursoras del vitelo.

**Estado II.** Vitelogénesis. En las especies que son desovantes totales (semelparas), se presenta una sola moda de ovocitos, y en este caso todos presentarían en su interior gránulos de vitelo. Se incluyen aquí desde el inicio de la depositación de vitelo hasta presentar el citoplasma lleno de dichos gránulos.

**Estado III.** Maduros. El citoplasma completamente lleno de vitelo, el citoplasma se presenta homogéneo.

**Estado IV.** Ovuladas/Desovadas. Ovocitos remanentes con citoplasma homogéneo. Núcleo no visible. Folículos desorganizados con abundante material en su interior, se pueden encontrar remanentes de cápsulas no liberadas, con vitelo en reabsorción (atresia). Folículos presentan un extremo más alargado.

**Tabla 3.4a.-** Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Ancud.

	I	II	III	IV	Total
O	5	1	10	13	29
N	3	1	5	13	22
D99	0	1	13	10	24
E	0	2	8	7	17
F	1	2	6	10	19
M	0	7	11	3	21
A	0	4	14	9	27
My	0	23	6	4	33
J	0	12	8	6	26
Jl	2	10	8	10	30
Ag	2	22	32	4	60
S	1	4	25	6	36
	N =				344

**Tabla 3.4b.-** Frecuencia de individuos hembras (en %) de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Ancud.

	I	II	III	IV
O	17.2	3.45	34.5	44.8
N	13.6	4.55	22.7	59.1
D99	0	4.17	54.2	41.7
E	0	11.8	47.1	41.2
F	5.26	10.5	31.6	52.6
M	0	33.3	52.4	14.3
A	0	14.8	51.9	33.3
My	0	69.7	18.2	12.1
J	0	46.2	30.8	23.1
Jl	6.67	33.3	26.7	33.3
Ag	3.33	36.7	53.3	6.67
S	2.78	11.1	69.4	16.7

**Tabla 3.5a.**- Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Quellón.

	I	II	III	IV	Total
O	1	3	20	5	29
N	0	1	24	7	32
D99	0	1	16	2	19
E	0	0	7	2	9
F	0	0	6	3	9
M					
A	0	6	7	2	15
My	2	3	2	0	7
J	0	3	0	0	3
Jl	0	13	5	2	20
Ag	0	4	14	2	20
S	0	1	6	4	11
	N =				174

**Tabla 3.5b.**-Frecuencia de individuos hembras (en %) de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Quellón.

	I	II	III	IV
O	3.45	10.3	69	17.2
N	0	3.13	75	21.9
D99	0	5.26	84.2	10.5
E	0	0	77.8	22.2
F	0	0	66.7	33.3
M				
A	0	40	46.7	13.3
My	28.6	42.9	28.6	0
J	0	100	0	0
Jl	0	65	25	10
Ag	0	20	70	10
S	0	9.09	54.5	36.4

**Tabla 3.6a.**-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Melinka.

	I	II	III	IV	Total
O	2	1	5	12	20
N					
D99	0	0	10	1	11
E					
F	0	3	8	4	15
M	0	5	6	2	13
A	1	3	3	0	7
My	0	6	5	2	13
J	0	9	9	4	22
	N=				101

**Tabla 3.6b.**-Frecuencia de individuos hembras (en %) de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para localidad de Melinka.

	I	II	III	IV
O	10	5	25	60
N				
D99	0	0	90.9	9.09
E				
F	0	20	53.3	26.7
M	0	38.5	46.2	15.4
A	14.3	42.9	42.9	0
My	0	46.2	38.5	15.4
J	0	40.9	40.9	18.2

**Tabla 3.7a.**-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para todas las muestras agrupadas.

	I	II	III	IV	Total
O	8	5	35	30	<b>78</b>
N	3	2	29	20	<b>54</b>
D99	0	2	39	13	<b>54</b>
E	0	2	15	9	<b>26</b>
F	1	5	20	17	<b>43</b>
M	0	12	17	5	<b>34</b>
A	1	13	24	11	<b>49</b>
My	2	32	13	6	<b>53</b>
J	0	24	17	10	<b>51</b>
Jl	2	23	13	12	<b>50</b>
Ag	2	26	46	6	<b>80</b>
S	1	5	31	10	<b>47</b>
	N=				<b>619</b>

**Tabla 3.7b.**-Frecuencia de individuos hembras (en %) de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para todas las muestras agrupadas.

	I	II	III	IV
O	10	6.4	45	38
N	5.6	3.7	54	37
D99	0	3.7	72	24
E	0	7.7	58	35
F	2.3	12	47	40
M	0	35	50	15
A	2	27	49	22
My	3.8	60	25	11
J	0	47	33	20
Jl	4	46	26	24
Ag	2.5	33	58	7.5
S	2.1	11	66	21

**Tabla 3.8.** Parámetros estimados de la función logística de madurez sexual ajustada a la distribución de frecuencia relativa para las longitudes *LT* y *LDM* en hembras y machos de pulpo.

Sexo	Longitud	$\beta_1$	$\beta_2$	$r^2$
Hembras	LT	6,025	-0,084	0,987
	LDM	4,768	-0,321	0,991
Machos	LT	8,945	-0,128	0,997
	LDM	9,172	-0,614	0,997

**Tabla 3.9.** Talla (cm) y peso (g) de primera madurez sexual estimada para hembras y machos de pulpo. Los límites inferior y superior de  $l_{50\%}$  corresponden a los intervalos de confianza del 95% obtenidos mediante el método Bootstrap percentil. Los límites inferior y superior de  $P_{50\%}$  fueron determinados mediante relaciones longitud-peso.

Sexo	Longitud	$l_{50\%}$	límite inferior	Límite superior	$P_{50\%}$	límite inferior	Límite superior
Hembras	LT	71,7	68,6	74,9	1520	1348	1698
	LDM	14,9	14,2	15,4	1329	1186	1450
Machos	LT	69,9	68,5	71,3	1502	1436	1572
	LDM	14,9	14,7	15,2	1424	1378	1485

**Tabla 4.1.-**Parámetros obtenidos para la fecundidad potencial (a) y relativa (b) utilizando en ambos casos la longitud total y peso total.

a)	Parámetros		
	a	b	R <sup>2</sup>
Longitud total	3.00	1.68	0.535
Peso total	5.58	0.87	0.472

b)	Parámetros		
	a	b	R <sup>2</sup>
Longitud total	6.01	-0.25	0.469
peso total	5.35	-0.12	0.472

**Tabla 5.1.-** Número de mandíbulas preparadas, total leídas, leídas completas, extrapoladas y desechadas por localidad y mes.

Meses	Localidad	Mandíbulas preparadas	Mandíbulas Total leídas	M. leídas completas	Mandíbulas extrapoladas	Mandíbulas desechadas
Octubre	Ancud	38	32	20	12	6
	Quellón	26	22	13	9	4
	Melinka	37	25	18	7	12
Noviembre	Ancud	45	36	25	11	9
	Quellón	30	25	15	10	5
	Melinka	28	20	15	5	8
Diciembre	Ancud	45	31	21	10	14
	Melinka	34	19	10	9	15
Enero	Ancud	47	25	20	5	22
Febrero	Ancud	27	15	10	5	12
	Quellón	1	1	1	0	0
	Melinka	36	29	20	9	7
Marzo	Ancud	26	20	13	7	6
	Melinka	43	39	28	11	4
Abril	Ancud	55	48	30	18	7
	Quellón	14	12	8	4	2
	Melinka	32	24	18	6	8
Mayo	Ancud	47	33	23	10	14
	Melinka	42	32	20	12	10
Junio	Ancud	47	39	28	11	8
	Melinka	53	44	28	16	9
Julio	Ancud	60	42	30	12	18
	Quellón	51	41	23	18	10
Agosto	Ancud	60	45	35	10	15
	Quellón	29	16	11	5	13
Septiembre	Ancud	55	35	25	10	20
Totales		1024	761	516	245	263

**Tabla 5.2.-Estadísticos del análisis de regresión obtenidos para la comparación del número de incrementos entre la mandíbula inferior y superior del pulpo de la X y XI Regiones.**

	Parámetro	Error estándar	Probabilidad
Intercepto	22,742	14,8957	0,144
Pendiente	0,861	0,1009	9,66E-08

**Tabla 5.3.-Parámetros de las relaciones morfométricas establecidas entre variables de la mandíbula y variables corporales del pulpo de la X y XI Regiones.**

Variables	Sexo	Intercepto	Pendiente	n	r <sup>2</sup>	"t" calc.
LE / NI (potencial)	M	38,331	0,9489	334	0,911	0,011
	H	38,759	0,9383	388	0,904	
	M+H	38,576	0,9481	722	0,910	
LCA / NI (potencial)	M	13,640	1,028	334	0,4899	0,0018
	H	12,978	1,032	388	0,4741	
	M+H	12,751	1,0498	722	0,4926	
LCA / PT (potencial)	M	7,5353	2,5936	334	0,675	0,0105
	H	14,563	2,2662	388	0,661	
	M+H	10,816	2,4161	722	0,672	
LCR / LT (potencial)	M	1,5641	1,2363	334	0,667	0,7315
	H	2,6053	1,0652	388	0,546	
	M+H	2,0172	1,1507	722	0,602	
LCR / PT (potencial)	M	0,0448	3,3876	334	0,831	0,0255
	H	0,0662	3,2197	388	0,703	
	M+H	0,0524	3,314	722	0,748	
LCR / LA (lineal)	M	0,2414	1,0339	334	0,935	1,8523
	H	-0,5774	1,0778	388	0,911	
	M+H	-0,1443	1,0552	722	0,921	
LA / LCA (lineal)	M	0,5281	0,3282	334	0,663	0,0073
	H	0,8433	0,2982	388	0,471	
	M+H	0,7052	0,3117	722	0,537	
LCA / LCR (lineal)	M	7,3648	1,8837	334	0,660	0,0109
	H	10,770	1,5432	388	0,574	
	M+H	9,5758	1,6595	722	0,602	

**Tabla 5.4.-** Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y el peso total de los pulpos provenientes de la localidad de Ancud. Modelo 1 y 2 corresponden a los propuestos por Schnute (1981).

Modelo	Parámetro	E. estándar	P> t	R <sup>2</sup>	n	
Modelo 1	y <sup>1</sup>	776.9814	61.4879	0	0.349	393
	y <sup>2</sup>	3233.6998	121.5824	0		
	a	0.2766	0.03703	0		
	b	-22.8081	2.8095	0		
Modelo 2	y1	623.3449	167.5079	0	0.341	393
	y2	3942.6722	248.6032	0		
	a	0.00772	0.0042	0.0667		
Potencial	a	4.3877	2.1086	0.038	0.339	393
	b	1.2886	0.0975	0		
Exponencial	a	560.678	65.4186	0	0.334	393
	b	0.0095	0.00069	0		

**Tabla 5.5.-** Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y la longitud total de los pulpos provenientes de la localidad de Ancud. Modelo 1 y 2 corresponden a los propuestos por Schnute (1981).

Modelo	Parámetro	E. estándar	P> t	R <sup>2</sup>	n	
Modelo 1	y1	75.8410	1.4632	0	0.209	380
	y2	101.4124	2.3035	0		
	a	-3.9593	752.916	0.995		
	b	1254.6004	238594.8	0.995		
Modelo 2	y1	67.368	3.84076	0	0.189	380
	y2	102.1029	3.9741	0		
	a	-0.00567	0.0055	0.303		
Potencial	a	19.81	3.3479	0	0.164	380
	b	0.2954	0.0348	0		
Exponencial	a	58.939	2.2353	0	0.186	380
	b	0.0026	0.00028	0		

**Tabla 5.6.-** Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y el peso total de los pulpos provenientes de la localidad de Melinka y Quellón.

Modelo	Parámetro		Error estándar	P> t	R <sup>2</sup>	n
Potencial	a	82,659	32,6505	0,018	0,149	312
	b	0,6211	0,0833	0		
Exponencial	a	804,677	69,1181	0	0,163	312
	b	0,0057	0,0007	0		

**Tabla 5.7.-** Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y la longitud total de los pulpos provenientes de la localidad de Melinka y Quellón. Modelo 2 corresponde al propuesto por Schnute (1981).

Modelo	Parámetro		Error estándar	P> t	R <sup>2</sup>	n
Modelo 2	y <sup>1</sup>	64.2059	1.6039	0	0.167	308
	y <sup>2</sup>	87.541	4.2453	0		
	a	-0.0242	0.0095	0.011		
Potencial	a	23.137	3.6284	0	0.092	308
	b	0.2318	0.0333	0		
Exponencial	a	53.9272	1.8679	0	0.132	308
	b	0.0022	0.00029	0		

**Tabla 5.8.-** Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y el peso total de los pulpos provenientes de todas las localidades. Modelo 1 y 2 corresponden a los propuestos por Schnute (1981).

Modelo	Parámetro		Error estándar	P> t	R <sup>2</sup>	n
Modelo 1	y1	722.5028	46.3173	0	0.394	677
	y2	2950.6124	30.3222	0		
	a	0.2893	0.0452	0		
	b	-28.9548	4.3254	0		
Modelo 2	y1	318.025	93.1648	0	0.274	677
	y2	3431.628	218.386	0		
	a	0.00667	0.00305	0		
Potencial	a	5.5997	1.6882	0	0.377	677
	b	1.2151	0.0618	0		
Exponencial	a	570.573	35.8742	0	0.392	677
	b	0.0097	0.00046	0		
Bertalanffy (b = 2,2247)	Woo	5999.9	2362.49	0.0113	0.37	677
	K	0.00659	0.00291	0.0239		
	to	-17.905	21.037	0.396		

**Tabla 5.9.-** Modelos y parámetros ajustados a la relación entre el número de incrementos y la longitud total de los pulpos provenientes de todas las localidades. Modelo 1 y 2 corresponden a los propuestos por Schnute (1981).

Modelo	Parámetro	Error estándar	P> t	R <sup>2</sup>	n	
Modelo 2	y <sup>1</sup>	61.8322	2.1271	0	0.272	688
	y <sup>2</sup>	104.5427	3.9527	0		
	a	-0.00836	0.0034	0.016		
Potencial	a	14.8037	1.7206	0	0.226	688
	b	0.3436	0.0242	0		
Exponencial	a	51.7271	1.3329	0	0.262	688
	b	0.00319	0.0002	0		

**Tabla 6.1.-**Parámetros estadísticos para la relación entre la longitud total y peso total para machos y hembras y ambos sexos, determinadas para las localidades de estudio.

Localidad	Sexo	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>R</i>	<i>n</i>
Ancud	hembras	1,90753	0,513016	0,72	898
	machos	1,3951	5,54754	0,64	713
	ambos sexos	1,63899	1,77287	0,68	1611
Quellón	hembras	2,11744	0,18402	0,80	144
	machos	1,543184	1,85602	0,78	153
	ambos sexos	1,7629	0,8709	0,71	297
Melinka	hembras	1,489215	2,45041	0,64	90
	machos	1,52709	2,217096	0,82	72
	ambos sexos	1,5807	1,69767	0,76	162
Total	hembras total	1,937482	1,433028	0,74	1132
	machos total	3,470876	1,483567	0,68	938
	ambos total	1,734588	1,086763	0,72	2070

**Tabla 7.1.-**Valores de longitudes medias (mm), desviación estandar, suma de cuadrados residuales, número de especímenes y rango de longitud para pulpos de la localidad de Ancud entre 1997-2000, mediante el programa MIX de Macdonald y Pitcher (1979).

Años	Grupo de Edad 1			Grupo de edad 2			SCR*	Rango long
	L. media	D. estand	N°	L. media	D. estand	N°		
1997	157,9	25,733	1449				1062	60-262
1998	149,4	21,098	1167	193,8	21,130	661	1625	69-271
1999	163,0	28,790	1026	218,0	16,00	306	767	42-251
99-2000	136,5	30,3	2064				8198	41-285
* suma cuadrados residuales								

**Tabla 7.2.-**Parámetros y estadísticos de la relación longitud manto-peso total de pulpo ajustado por el método no lineal (S-plus 4.0).

1997			
Parámetro	Valor	E. estandar	t
a	0,168716	0,0382021	4,41641
b	1,8732	0,043626	43,0322
1998			
a	0,0492682	0,009998	4,92733
b	2,13551	0,0392198	54,4499
1998-1999			
a	0,08664	0,0161491	5,36547
b	2,005000	0,035941	55,7851

**Tabla 7.3.-** Parámetros de crecimiento en longitud y peso de pulpo estimados sobre la base del ajuste de Gauss-Newton.

Longitud - Edad		Peso - Edad	
$L_{\infty}$	302,5 (mm)	$W_{\infty}$	4059 (g)
K	0,373	K	1,616
$t_0$	-0,941	$t_0$	0,225
		b	2,005

**Tabla 7.4.-** Estimados de mortalidad natural de pulpo mediante métodos Bioanalógicos.

	Taylor (1958)	Alagaraja (1984)	Alverson & Cartney (1975)	Pauly (1980)
Ajuste 1*	1,90	2,52	2,34	1,14
Ajuste 2**	2,50	4,87a	2,16	1,44
* con parámetros de von Bertalanffy a partir de información del MIX (edad-peso)				
** con parámetros de von Bertalanffy estimados de la relación entre incrementos diarios y el peso				
a = valor fuera de rango				

**Tabla 7.5.-** Estimación de M promedio y varianza resultantes del remuestreo.

	Taylor (1958)	Alagaraja (1984)	Alverson y Cartney (1975)	Pauly (1980)
M promedio	1,90	2,92	1,31	1,36
Varianza	0,002607	0,005670	0,003950	0,001242

**Tabla 8.1.-** Desembarque en kilogramos por localidad y mes, y número de individuos desembarcados que fueron muestreados por mes, localidad y sexo.

	Ancud				Quellón				Melinka			
	Kg.	Muestr.	Machos	Hembras	Kg.	Muestr.	Machos	Hembras	Kg.	Muestr.	Machos	Hembras
Octubre	1677	452	214	231	984,3	423	202	221	50,7	37	15	22
Noviembre	413,9	158	59	99	697,9	268	146	122	14,4	29	7	19
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	194,5	92	34	58	0	0	0	0	57,1	43	21	20
Abril	1293	345	167	178	63,5	41	24	15	35,3	32	24	8
Mayo	1840	482	217	265	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	352	49	56	105	172	100	48	52	0	0	0	0
Julio	524	99	120	226	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	608	65	61	126	0	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	241	11	19	30	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 9.1.-Indice de Importancia Relativa Porcentual (IIR%) para las tres localidades estudiadas.**

Itemes	ANCUD	QUELLON	MELINKA
Teleostei	6.107	24.007	0.820
<i>Loxechinus albus</i>	0.000	0.138	0.000
Brachyura	0.000	4.959	0.009
<i>Homalaspis plana</i>	12.539	19.834	0.078
Cancridae	8.044	14.170	6.064
<i>Cancer edwardsii</i>	0.238	0.000	0.000
<i>Cancer setosus</i>	0.023	3.621	0.009
<i>Cancer coronatus</i>	0.037	0.000	0.000
Porcellanidae	0.000	0.826	0.000
<i>Munida subrugosa</i>	0.068	4.172	27.848
<i>Munidopsis</i> sp	0.180	0.000	0.000
<i>Synalpheus spinifrons</i>	0.022	0.000	0.183
huevos <i>H. Plana</i>	4.968	2.204	0.009
<i>E. megalocyathus</i>	6.069	1.904	0.958
Cápsulas pulpo	61.691	23.613	63.943
<i>Tegula atra</i>	0.003	0.000	0.018
<i>Nassarius</i> sp	0.000	0.551	0.053
Polychaeta	0.004	0.000	0.000
<i>Lasaea petitiana</i>	0.003	0.000	0.000
Foraminiferida	0.000	0.000	0.011
Sipunculida	0.000	0.000	0.009

**Tabla 9.2.-Indice de Importancia Relativa Porcentual (IIR%) para sexos y localidades.**

Ítemes	HA	MA	HO	MO	HM	MM
Teleostei	3.712	22.533	0.781	9.408	4.275	1.463
<i>Loxechinus albus</i>	0.000	0.000	0.000	0.346	0.000	0.000
Brachyura	0.000	0.000	0.754	11.965	0.072	0.000
<i>Homalaspis plana</i>	13.441	8.807	42.800	57.481	0.352	1.680
Cancridae	7.763	26.210	31.335	6.455	4.342	25.317
<i>Cancer edwardsii</i>	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Cancer setosus</i>	0.000	0.187	0.000	1.982	0.109	0.000
<i>Cancer coronatus</i>	0.162	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Porcellanidae	0.000	0.000	5.277	0.000	0.000	0.000
<i>Munida subrugosa</i>	0.021	0.232	0.717	1.226	75.484	52.145
<i>Munidopsis</i> sp	0.000	1.358	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Synalpheus spinifrons</i>	0.000	0.301	0.000	0.000	1.083	0.000
huevos <i>H. plana</i>	5.536	6.423	3.551	5.474	0.086	0.000
<i>E. megalocyathus</i>	3.169	14.330	4.360	0.500	10.245	0.039
Cápsulas pulpo	68.127	19.558	9.730	4.818	3.763	19.320
<i>Tegula atra</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013
<i>Nassarius</i> sp	0.019	0.000	0.695	0.344	0.049	0.012
Polychaeta	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Lasaea petitiana</i>	0.000	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000
Foraminiferida	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
Sipunculida	0.000	0.000	0.000	0.000	0.140	0.000

**Tabla 9.3.-**Indice de Importancia Relativa Porcentual (IIR%) para las tallas y localidades.

Itemes	CH-A	MD-A	G-A	CH-Q	MD-Q	G-Q	CH-M	MD-M
Teleostei	22.125	1.262	13.904	24.607	4.032	0.000	2.406	2.714
<i>L. albus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.203	0.000	0.000	0.000
Brachyura	0.000	0.000	0.000	7.628	6.580	0.000	0.076	0.000
<i>H. plana</i>	0.000	22.457	34.201	41.470	44.540	86.818	1.261	1.202
Cancridae	7.551	7.153	23.580	10.705	20.573	0.000	4.441	12.806
<i>C. edwardsii</i>	0.000	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>C. setosus</i>	0.000	0.085	0.000	0.000	1.078	0.000	0.000	0.153
<i>C. coronatus</i>	0.286	0.034	0.000	0.000	1.655	0.000	0.000	0.000
Porcellanidae	0.000	0.000	0.000	0.000	0.211	0.000	0.000	0.000
<i>M. subrugosa</i>	1.567	0.000	0.000	15.590	0.000	0.000	85.79	32.963
<i>Munidopsis sp</i>	3.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>S. spinifrons</i>	0.671	0.000	0.000	0.000	7.961	0.000	1.108	0.000
huevos Jaibas	0.000	12.596	0.000	0.000	1.037	0.000	0.092	0.000
Pulpo	38.542	2.278	1.351	0.000	11.323	13.182	4.304	3.060
Cáp. Pulpo	25.982	54.102	26.101	0.000	0.000	0.000	1.597	47.078
<i>T. atra</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.809	0.000	0.000	0.013
<i>Nassarius sp</i>	0.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.194	0.000
Polychaeta	0.000	0.000	0.865	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>L. petitiana</i>	0.124	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Foraminiferos	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
Sipunculida	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.153	0.000

A = Ancud; Q = Quellón; M = Melinka; CH = chicos; MD = medianos; G = grandes

# FIGURAS

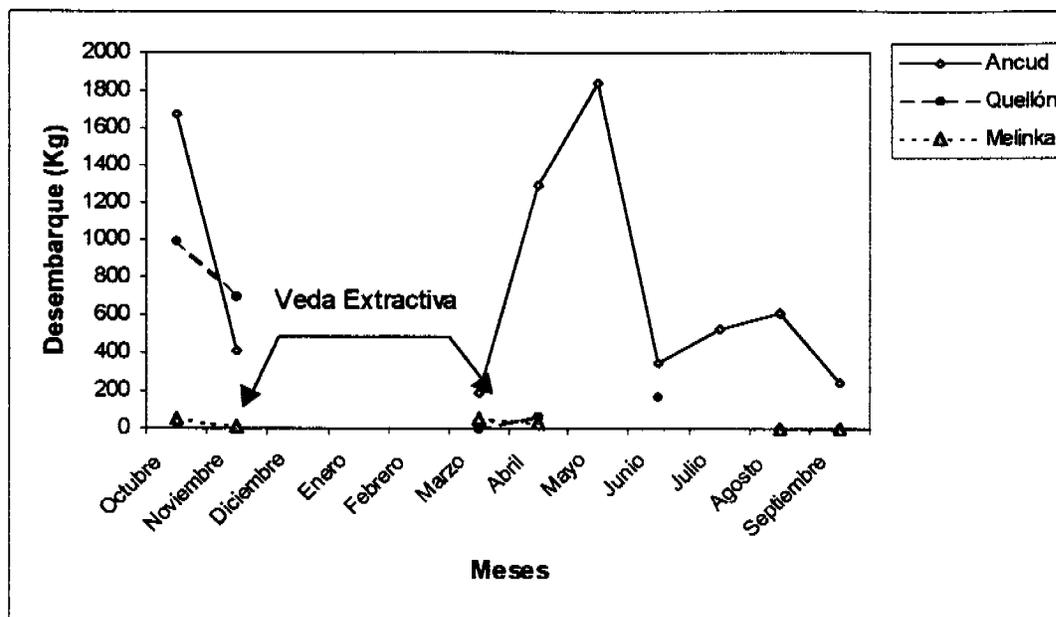


Figura 1.- Desembarque total (kg) registrado en las tres localidades en estudio durante el período de octubre de 1999 a septiembre del 2000.

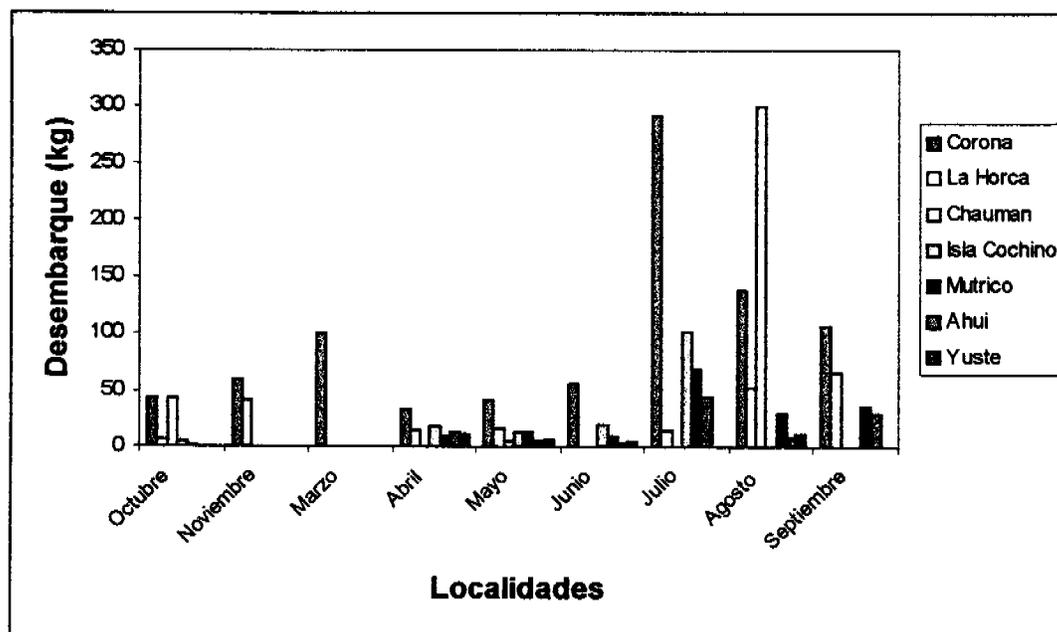
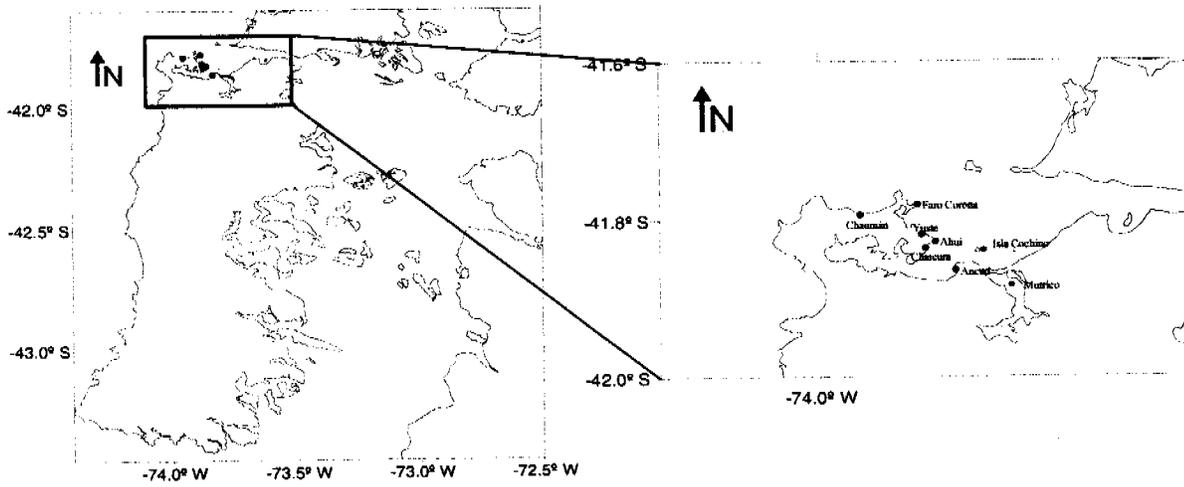
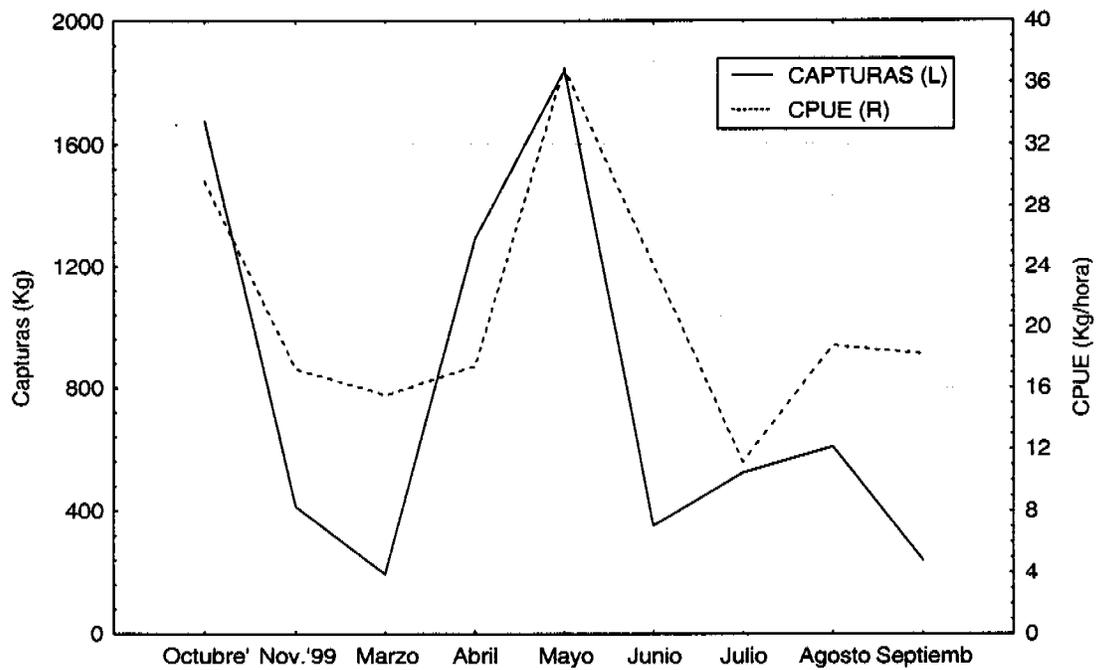


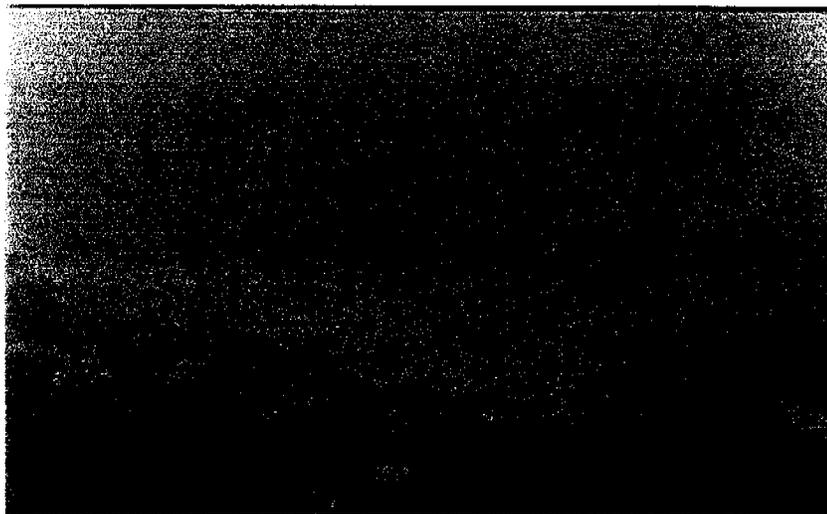
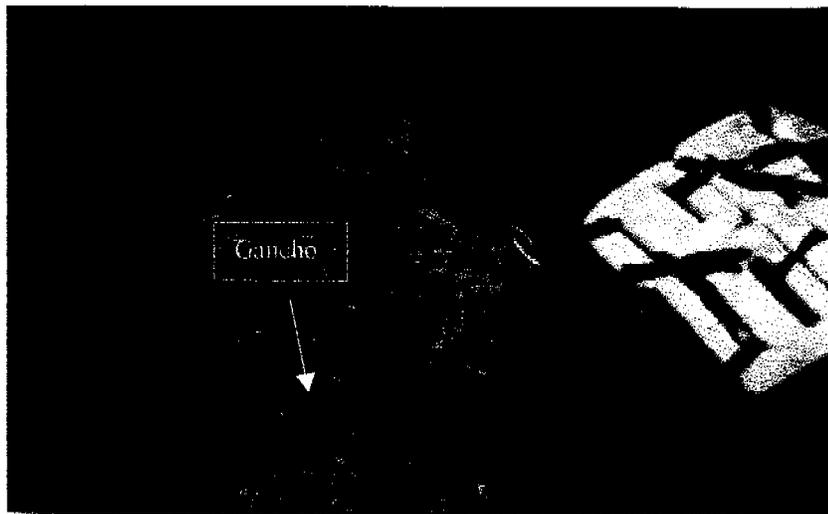
Figura 1.2.- Desembarque mensual por área de pesca en localidad de Ancud.



**Figura 1.3.-** Principales localidades de la pesquería del pulpo registradas durante el período de estudio en el puerto de desembarque de Ancud.



**Figura 1.4.-** Variación supramensuales de las capturas de pulpo y las CPUE para la localidad de Ancud.



**Figura 1.5.-** Fotografía submarina donde se muestra a un buzo mariscador en faena de extracción del pulpo utilizando un gancho para su captura.



**Figura 2.1.** *Enteroctopus megalocyathus*. Vista ventral de un ejemplar macho proveniente de Ancud.

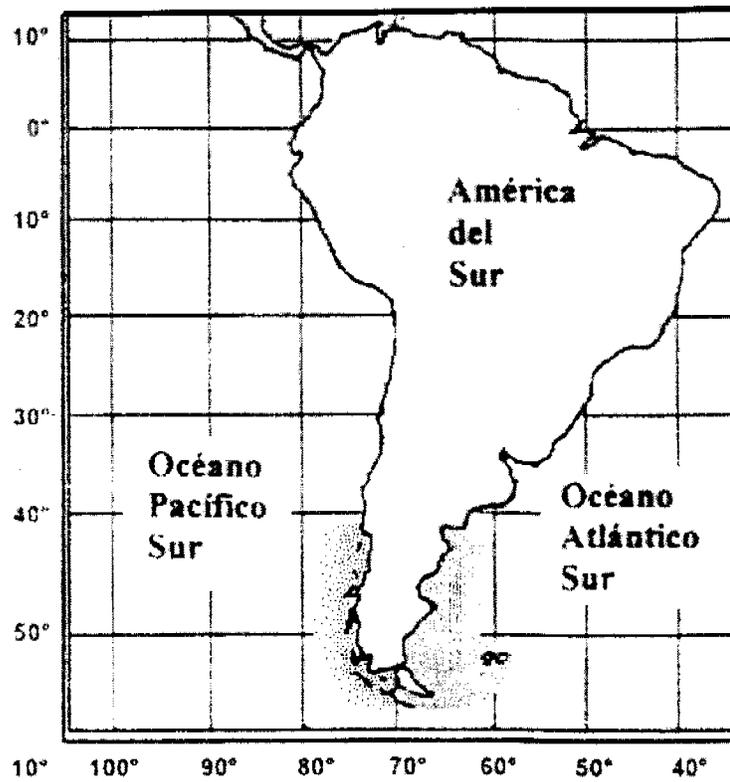


Figura 2.2. Distribución geográfica de *Enteroctopus megalocyathus*.

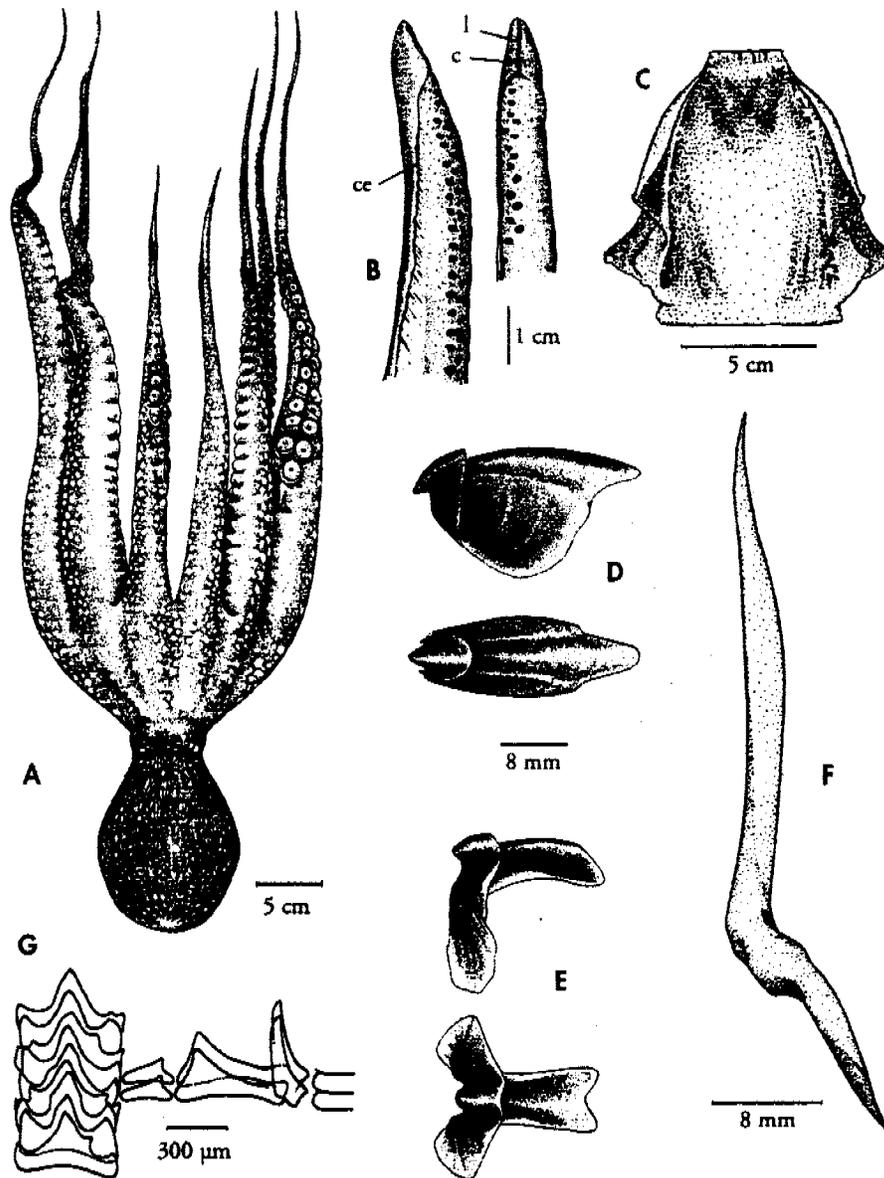


Figura 2. *Octopus mimus*. A. Visión dorsal de un ejemplar hembra (LM 145 mm). B. Vista lateral y oral del órgano copulatorio del brazo hectocotilizado de un macho maduro (LM 155 mm). C. Órgano del sifón (hembra, LM 145 mm). D. Mandíbula superior (hembra, LM 145 mm), vistas lateral y dorsal. E. Mandíbula inferior (hembra, LM 145 mm), vistas lateral y dorsal. F. Estilete (hembra, LM 145 mm). G. Rádula (hembra, 145 mm). Abreviaturas: l, lígula; c, cálamo; ce, canal espermático.

Figura 2.3.-Vista de un ejemplar de *Octopus mimus* y de sus principales características anatómicas (extraído de Guerra *et al.*, 1999).

GUERRA ET AL.: Redescripción de *Octopus mimus* del litoral chileno-peruano

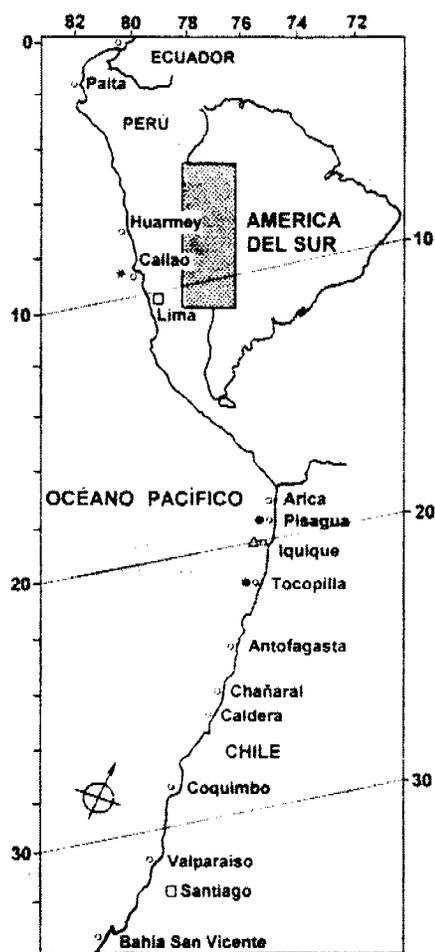
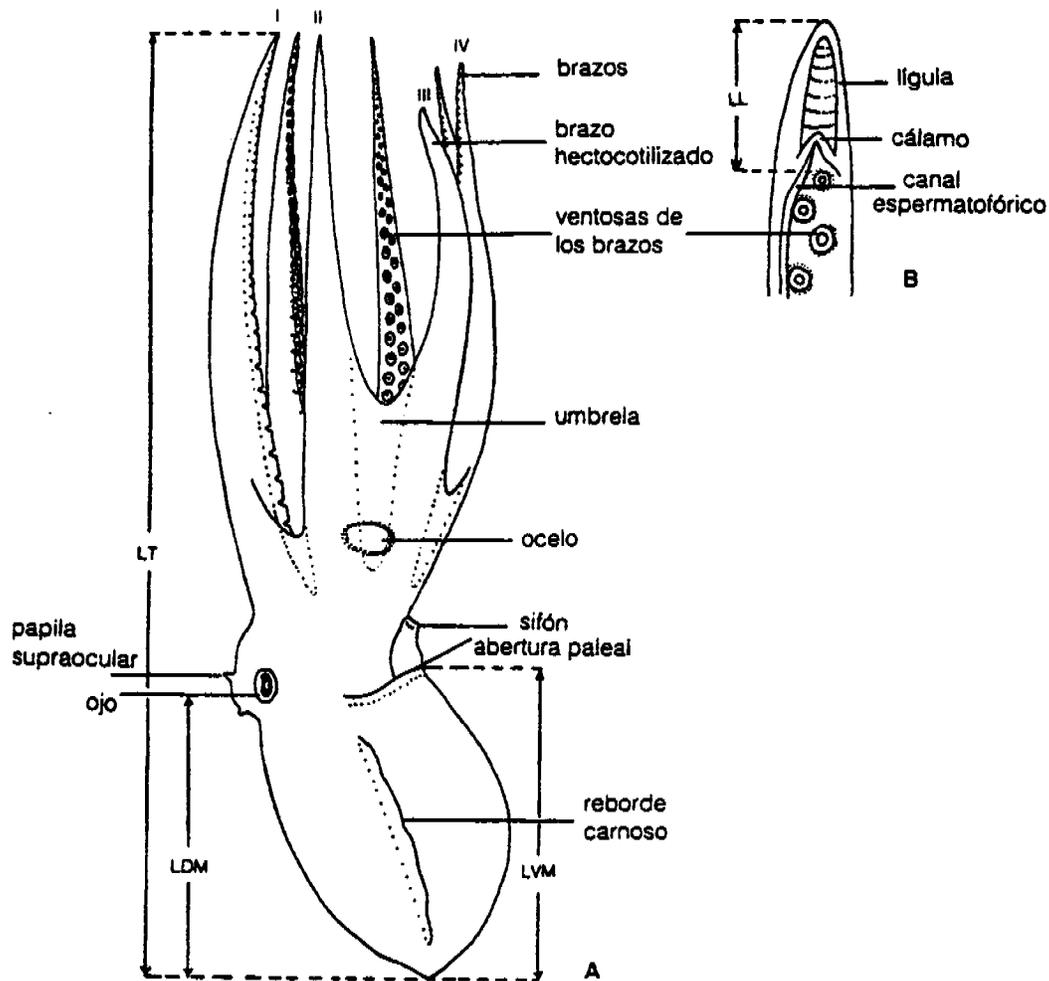


Figura 1. Mapa de la costa oeste de América del Sur desde el sur de Ecuador hasta la Bahía de San Vicente en Chile. \*: localidad del tipo; Δ: localidad del neotipo; ○: registros de la bibliografía; ●: especímenes examinados.

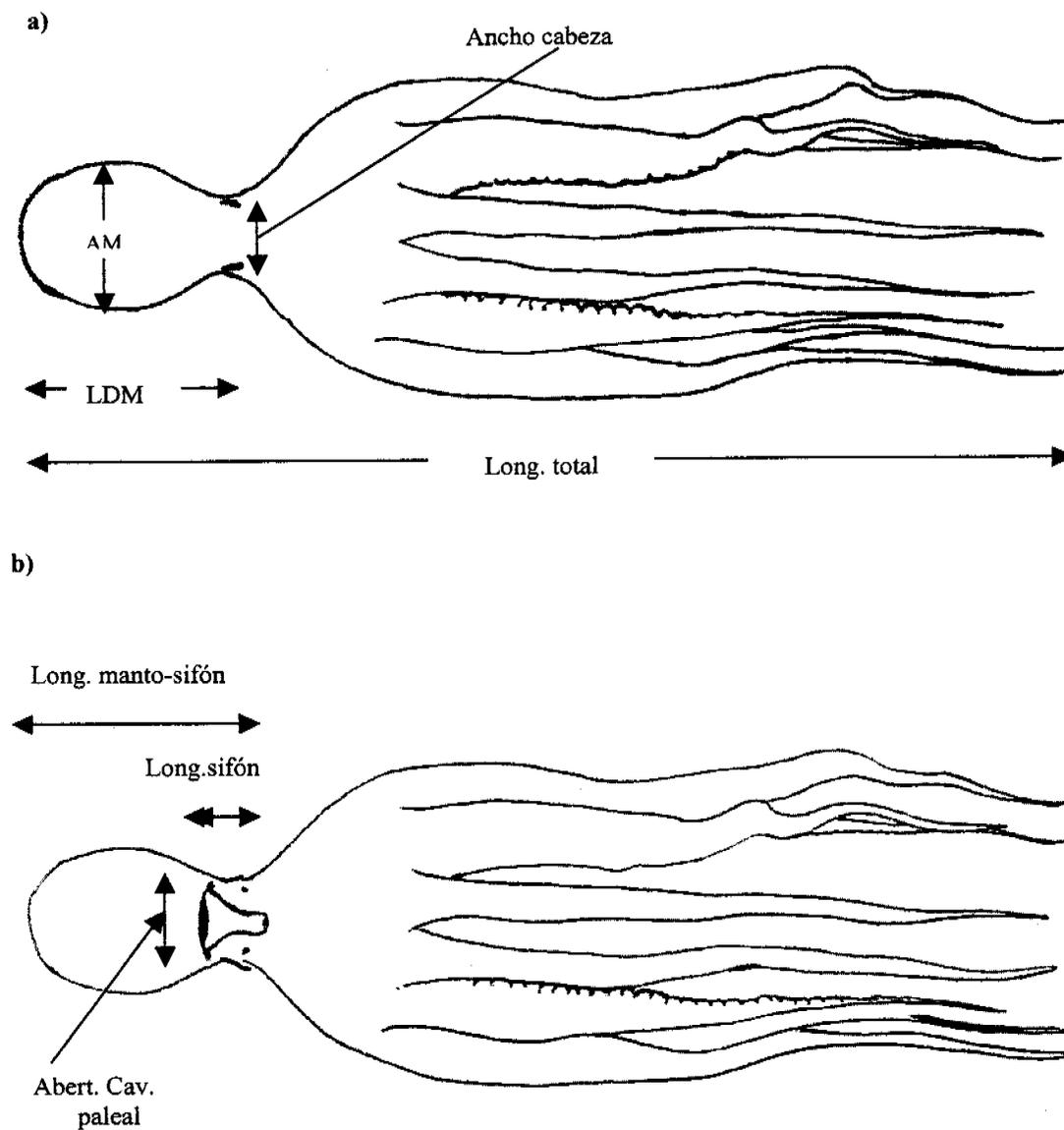
Figure 1. Map of West Coast of South America from Southern Ecuador to San Vicente Bay (Chile). \*: type locality; Δ: neotype locality; ○: literature records; ●: specimens examined.

Figura 2.4.-Distribución de *Octopus mimus*. (extraído de Guerra et al.,1999).

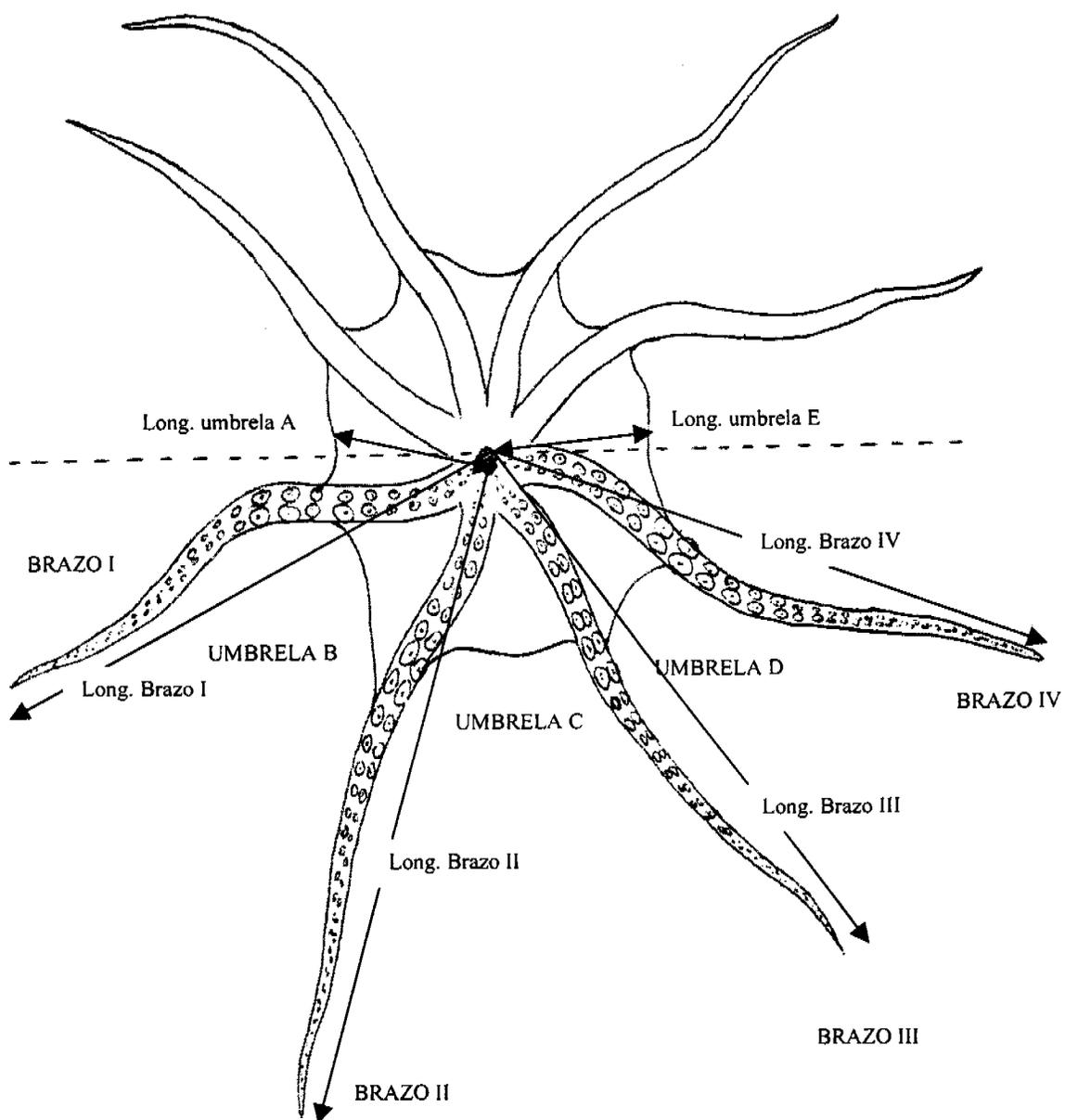


Terminología y medidas. A. Visión lateral de un Octopodidae. Longitud total (LT), longitud dorsal del manto (LDM), longitud ventral del manto (LVM). B. Región distal del hectocotilo de un octópodo incirrado mostrando la medida de la lígula (LL). (Guerra, 1992).

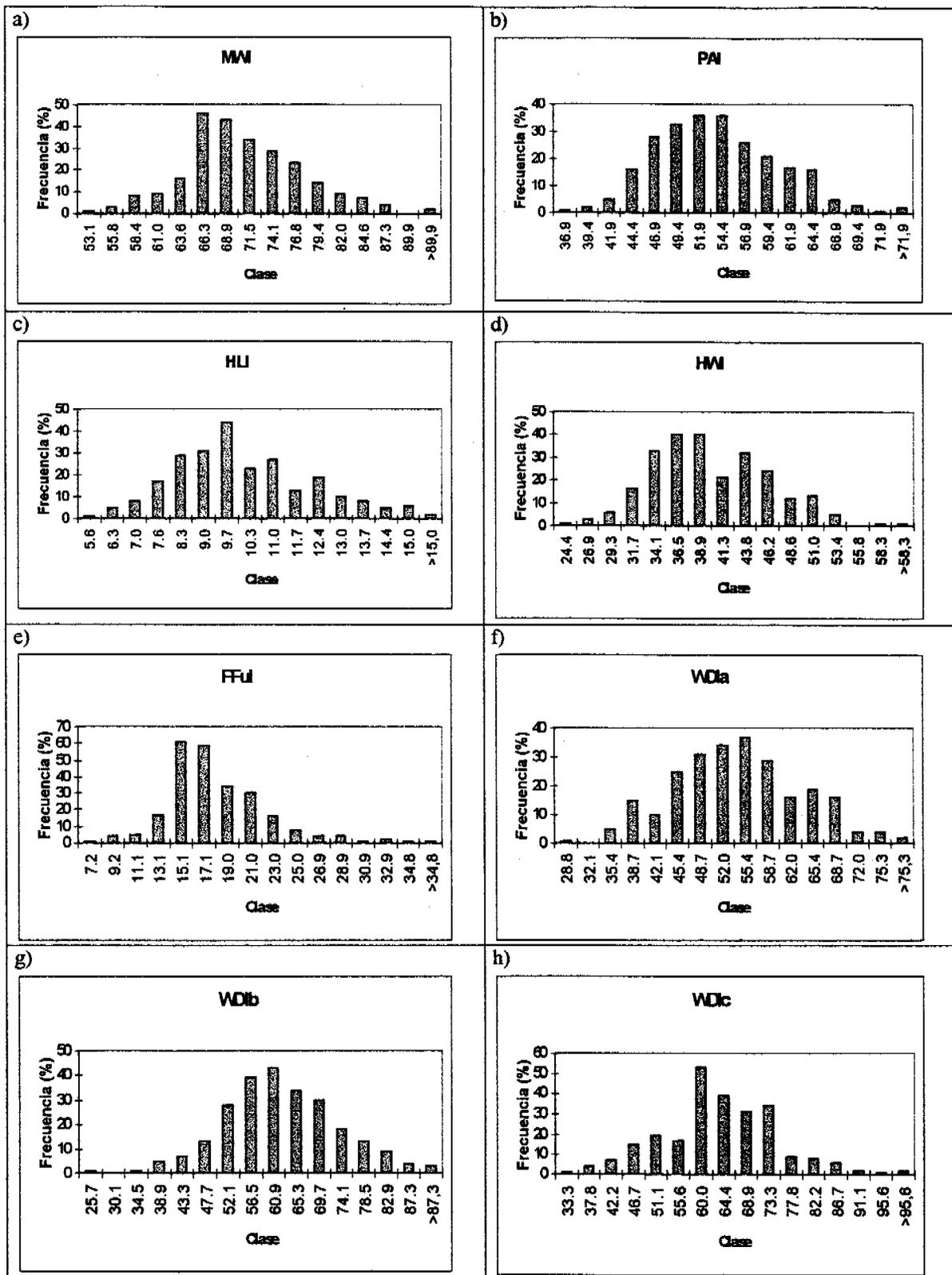
**Figura 2.5.**-Esquema de las principales medidas y estructuras consideradas en el presente estudio (extraído de Guerra 1992).



**Figura 2.6.-**Variables morfométricas medidas para *E. megalocyathus*. a) vista dorsal, b) vista ventral.



**Figura 2.7.-**Descripción de las medidas morfométricas tomadas sobre un ejemplar de *E. megalocyathus* en vista oral.



**Figura 2.8.** Histogramas de frecuencias para los distintos índices morfométricos utilizados en la descripción de la morfología de *E. megalocyathus*.

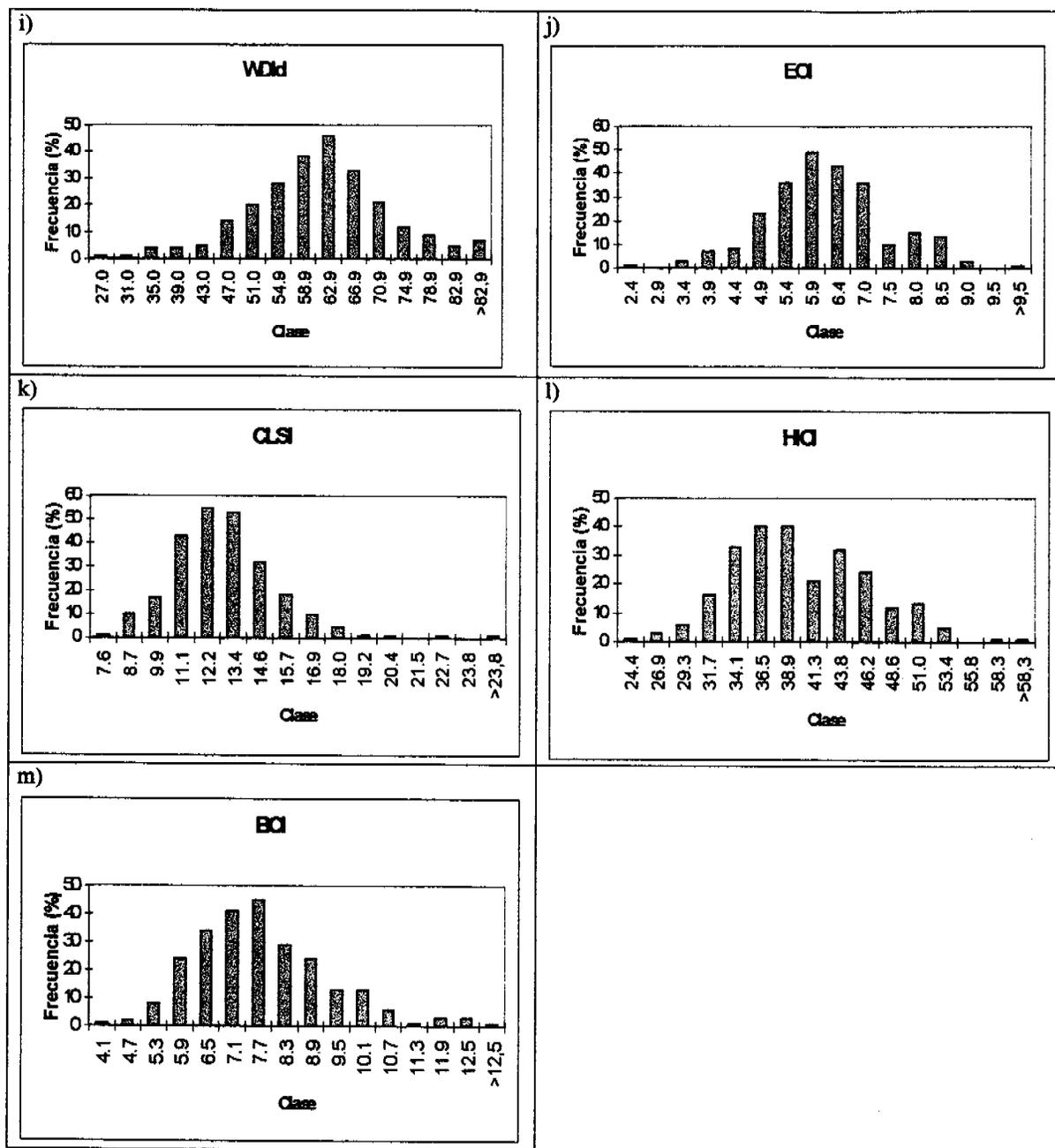
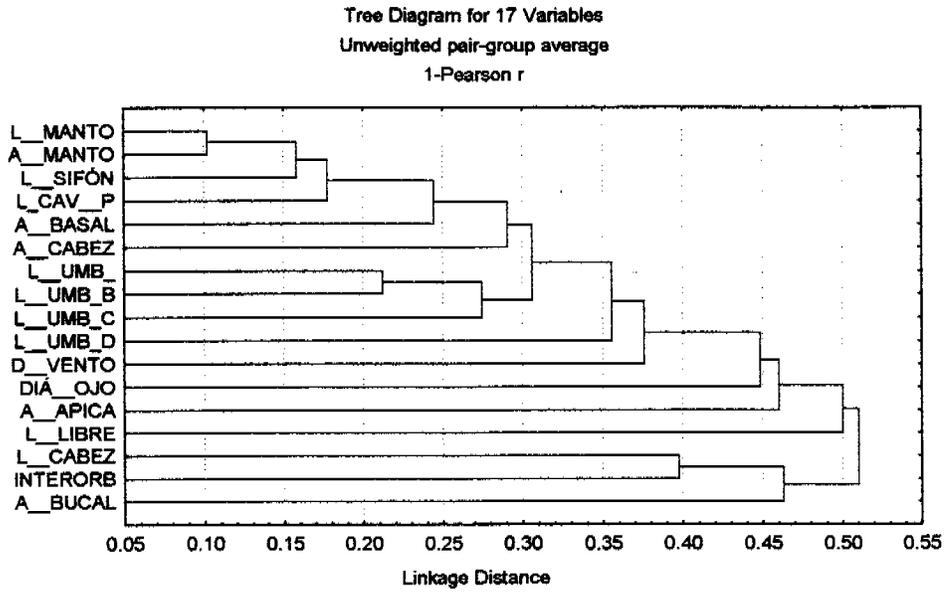
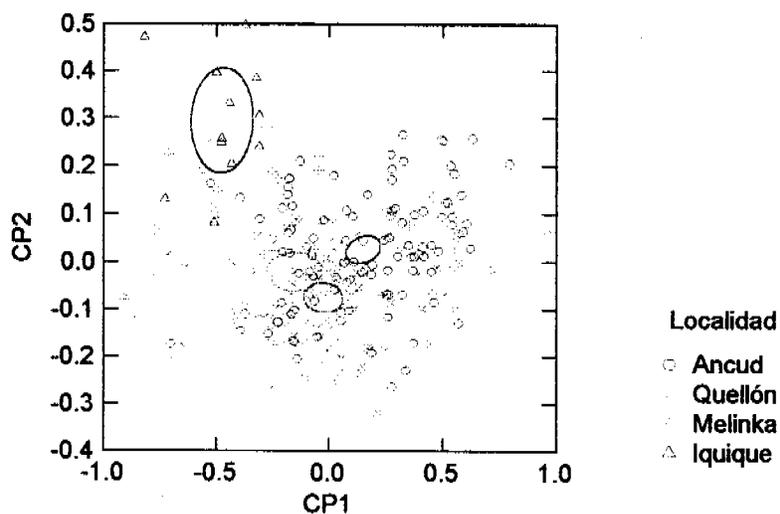


Figura 2.8 (Cont.). Histogramas de frecuencias para los distintos índices morfométricos utilizados en la descripción de la morfología de *E. megalocyathus*.

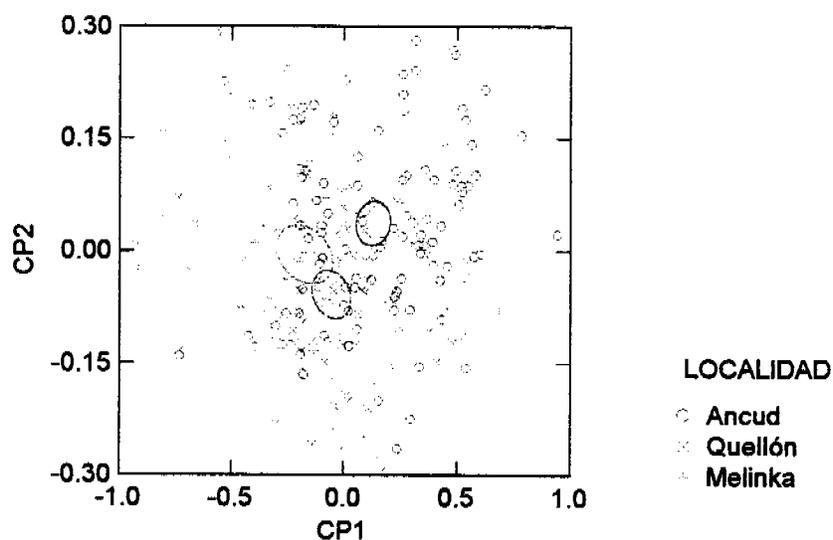


**Figura 2.9.-**Dendrograma construido sobre una matriz de correlación (1- Pearson) para las distintas variables utilizadas en el análisis morfométrico.

a)



b)



**Figura 2.10.**-Gráfica del Análisis de Componentes principales, sobre una matriz de varianza-covarianza de variables morfológicas para ejemplares de a) *E. megalocyathus* y *O. mimus* provenientes de Chiloé y de Iquique, respectivamente, y b) sólo los ejemplares de Chiloé (los círculos indican la ubicación del centroide con 99% de confianza).

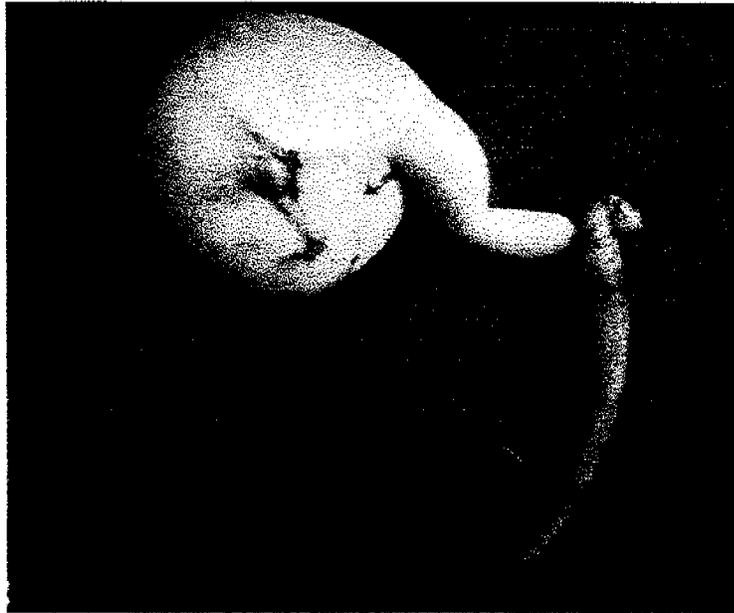


Figura 3.1.- Aparato reproductor de *E. megalocyathus* (macho).

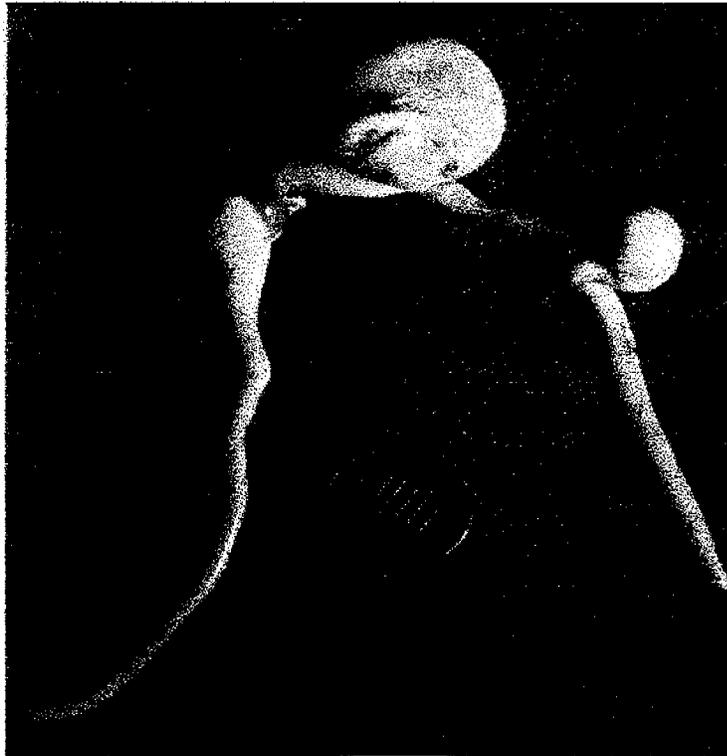


Figura 3.2.- Aparato reproductor de *E. megalocyathus* (hembra).



Figura 3.3.- Postura de cápsulas de *E. megalocyathus*.

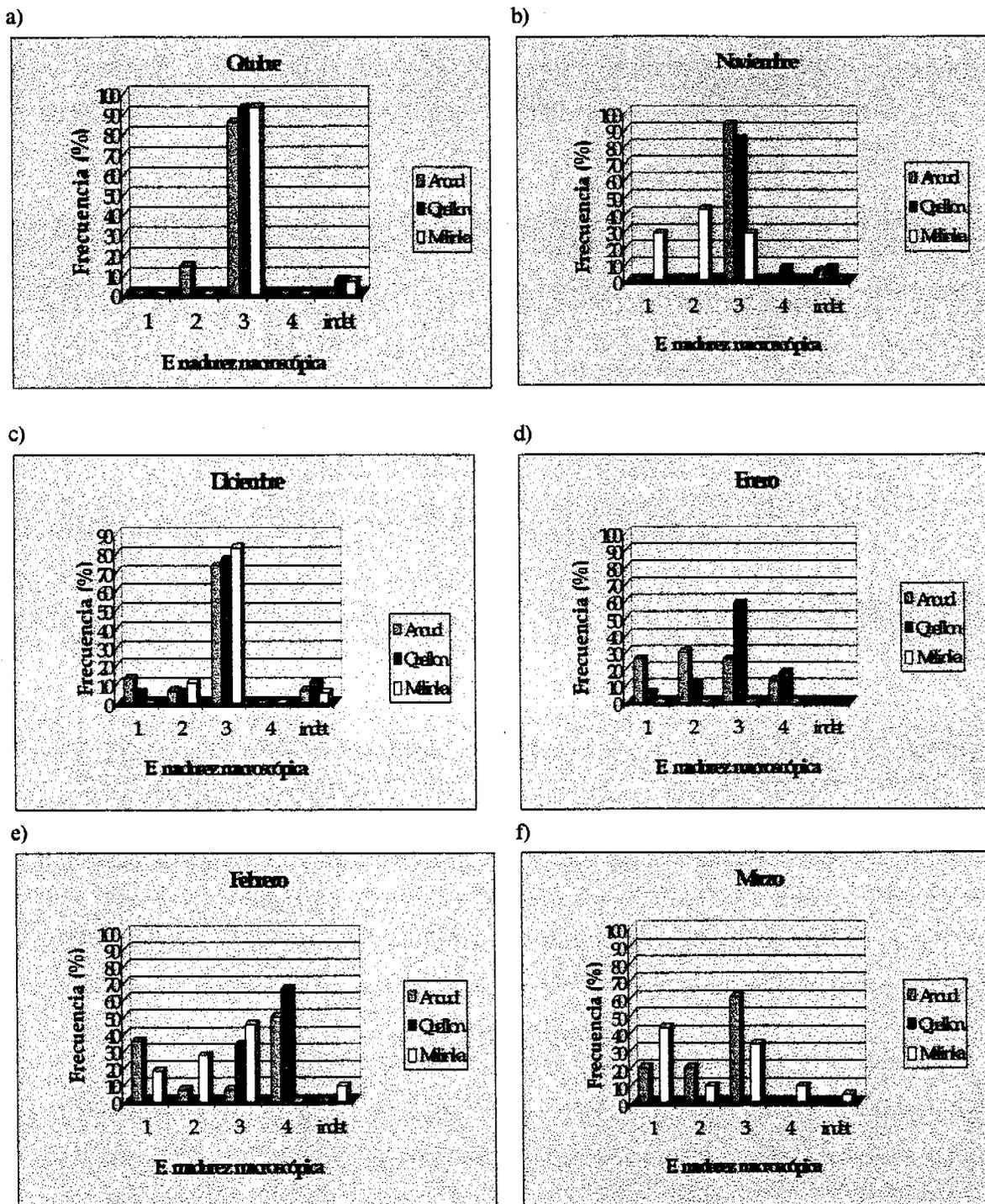


Figura 3.4.- Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópica de *E. megalocyathus* para machos en las tres localidades de estudio.

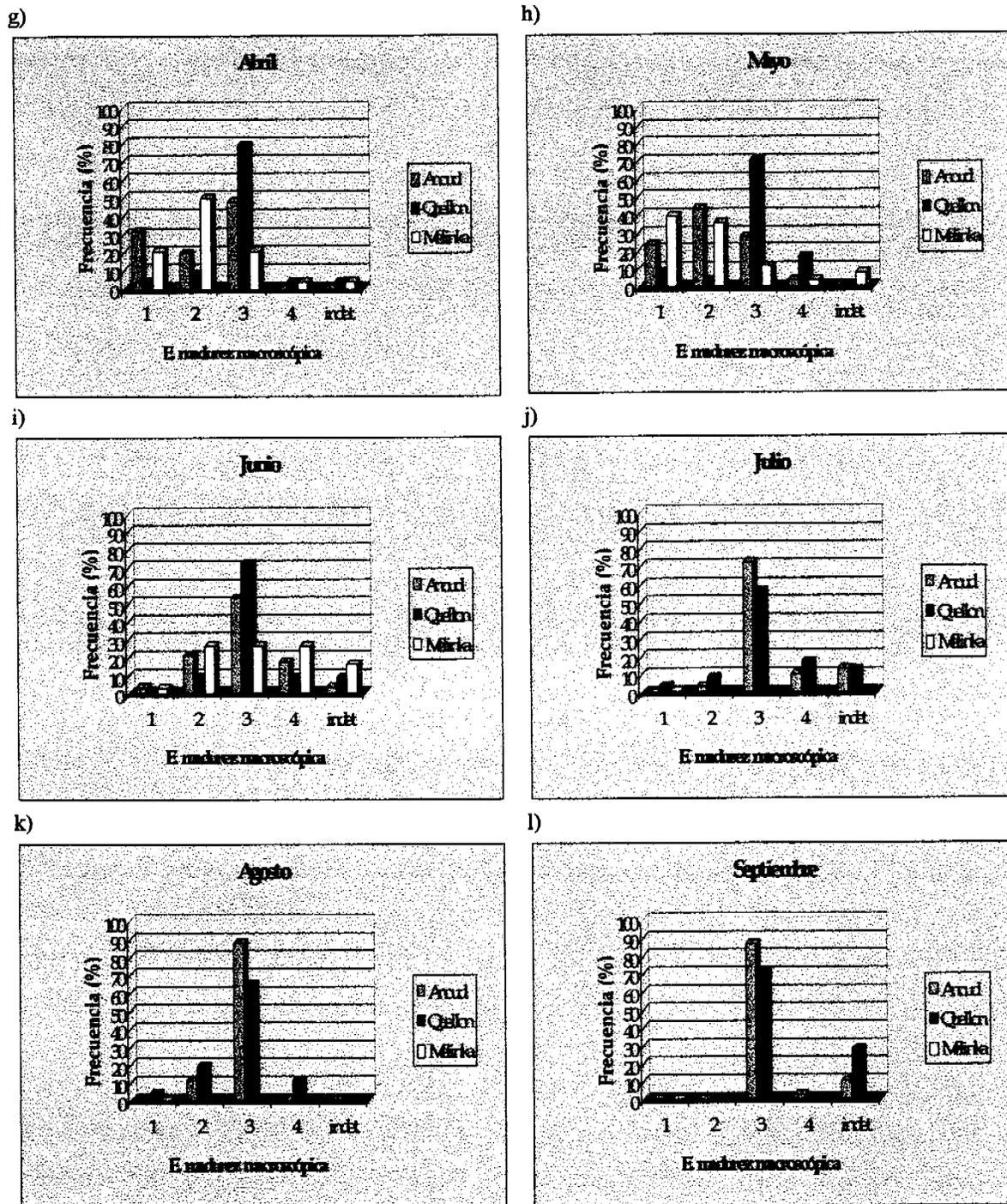


Figura 3.4 (cont.). Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópica de *E. megalocyathus* para machos en las tres localidades de estudio.

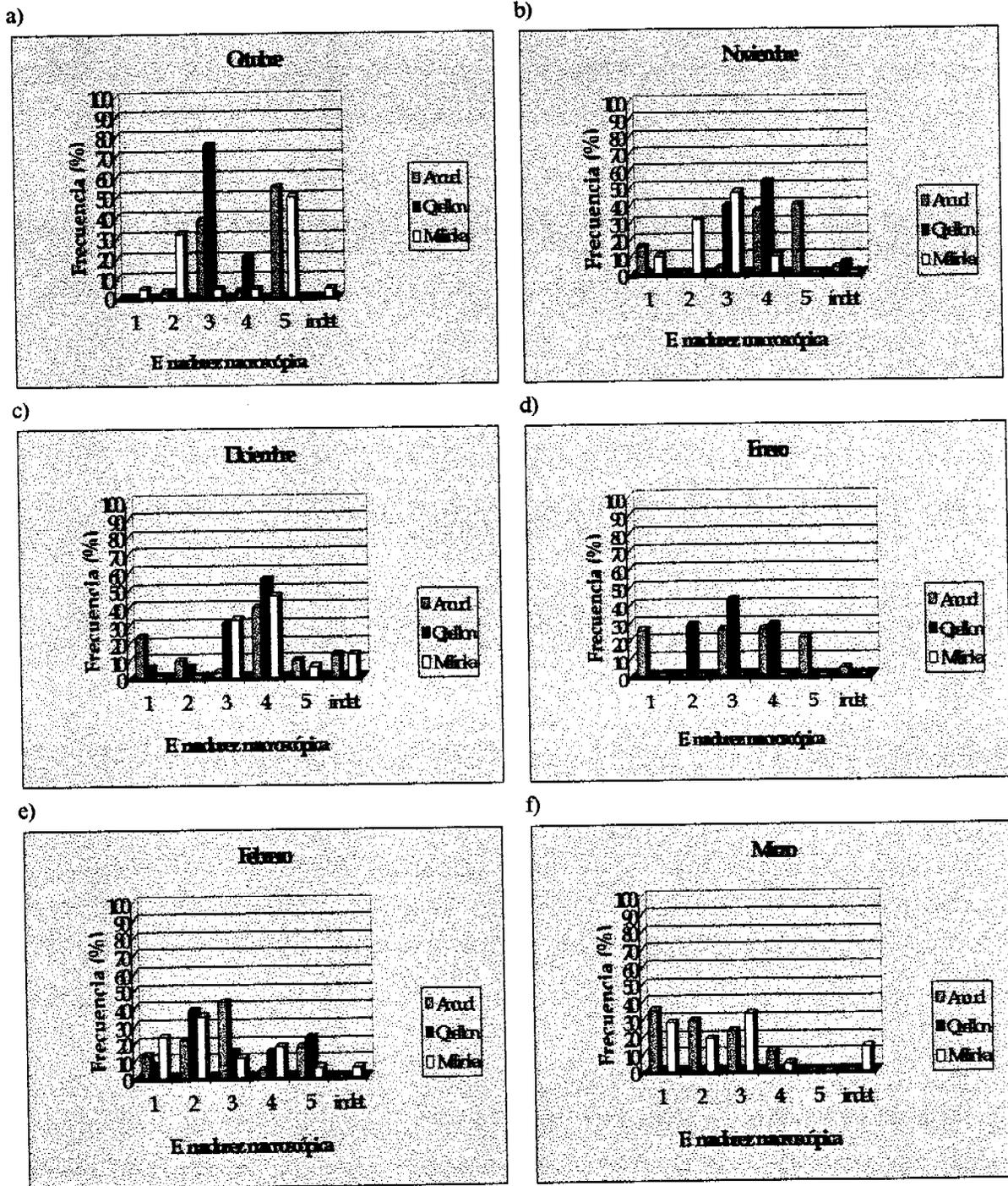


Figura 3.5.-Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópica de *E. megalocyathus* para hembras en las tres localidades de estudio.

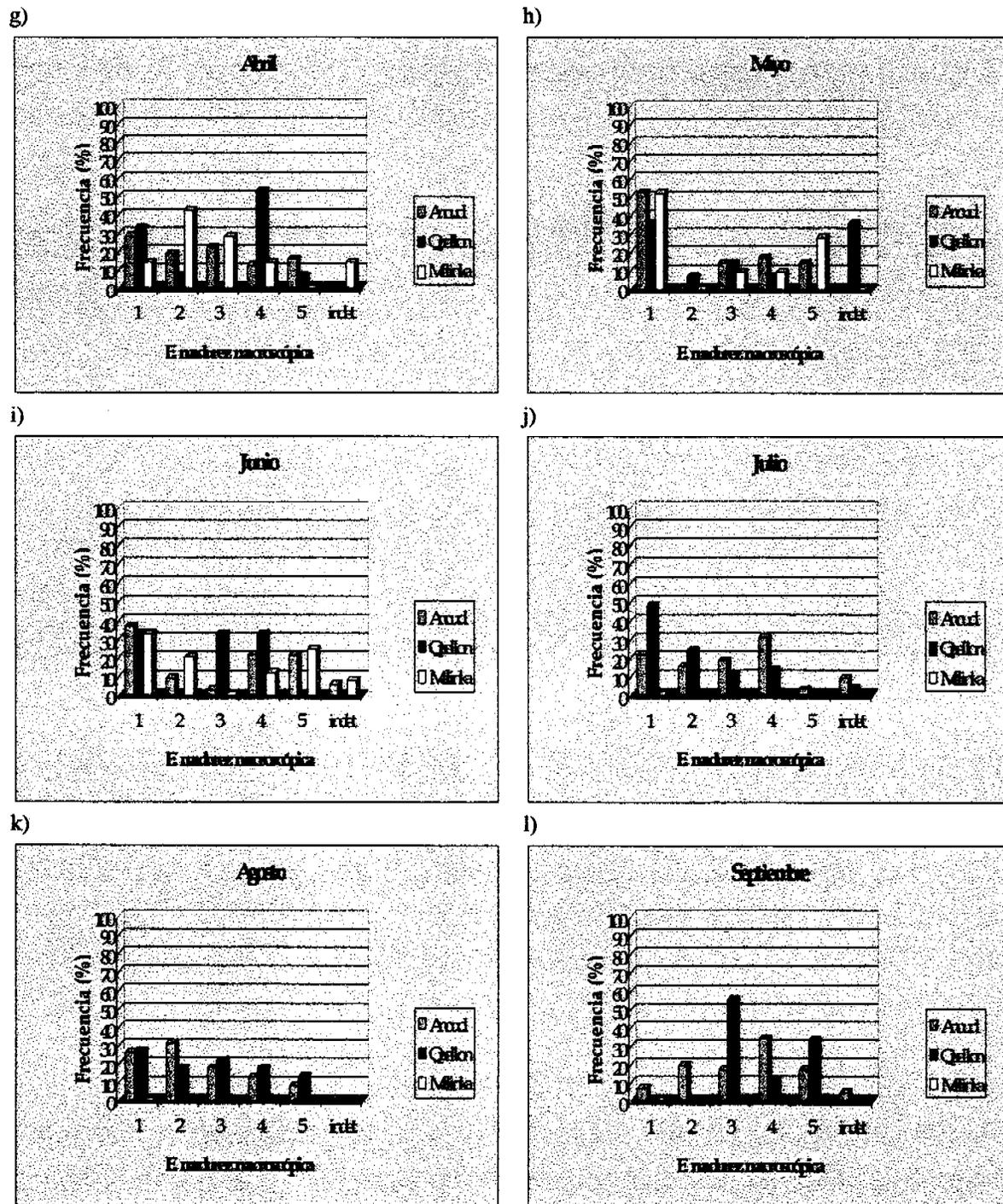
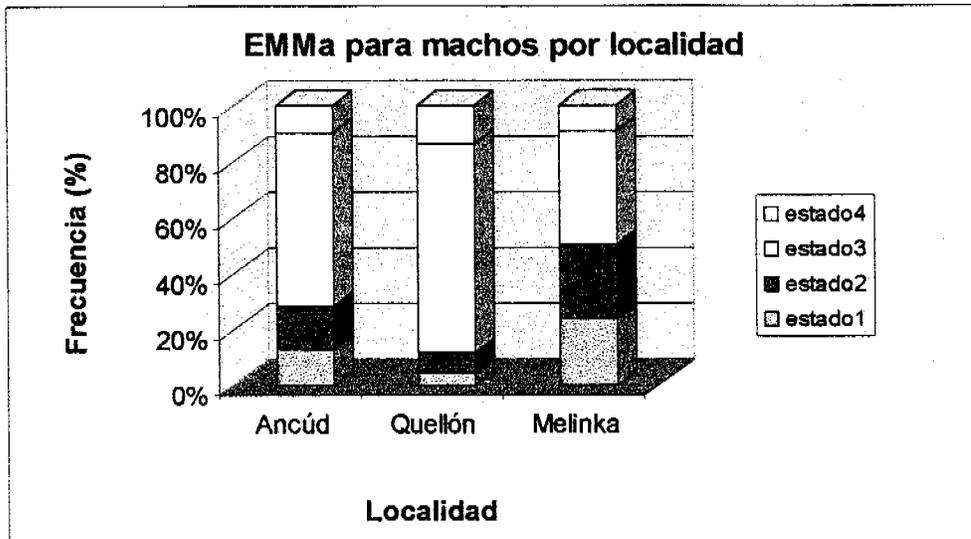
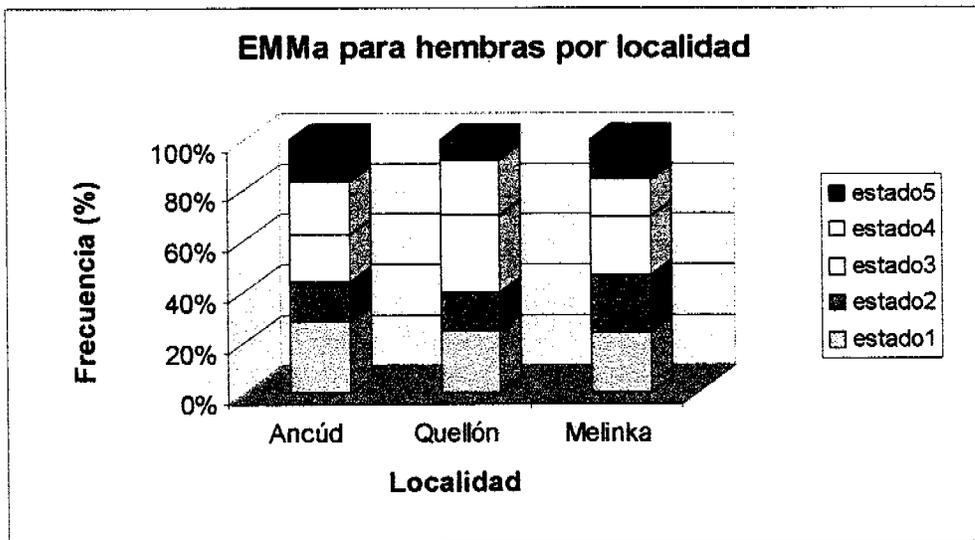


Figura 3.5 (cont.). Frecuencia mensual (%) de los distintos estados de madurez macroscópica de *E. megalocyathus* para hembras en las tres localidades de estudio.

a)

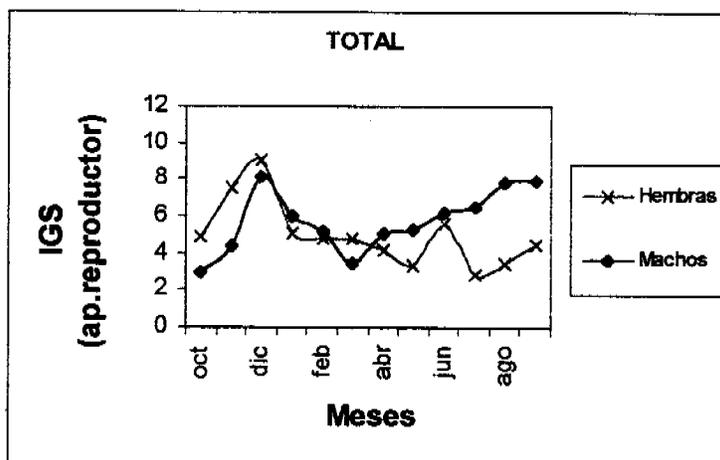


b)

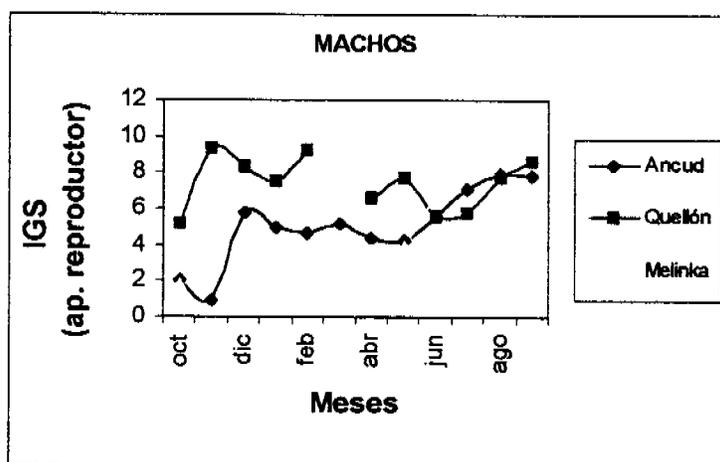


**Figura 3.6.-**Distribución de frecuencia (%) de los distintos estados de madurez macroscópicas aparentes (EMMa) para a) machos y b) hembras de *E. megalocyathus* en las tres localidades de estudio.

a)



b)



c)

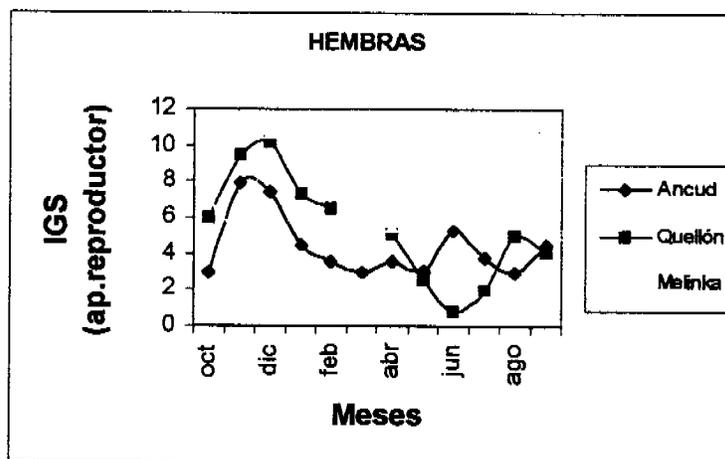
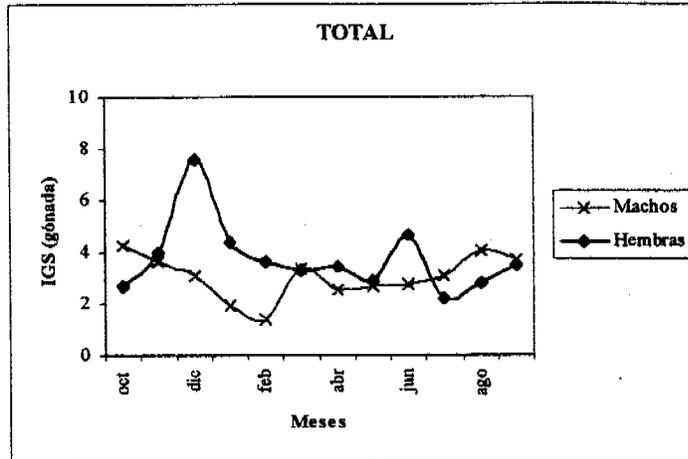
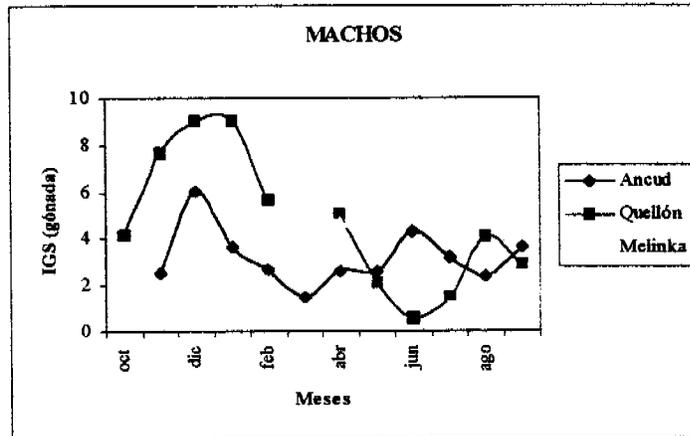


Figura 3.7.-Evolución mensual del Índice Gonadosomático utilizando el peso del aparato reproductor de *E. megalocyathus* para a) total, b) machos por localidad y c) hembras por localidad.

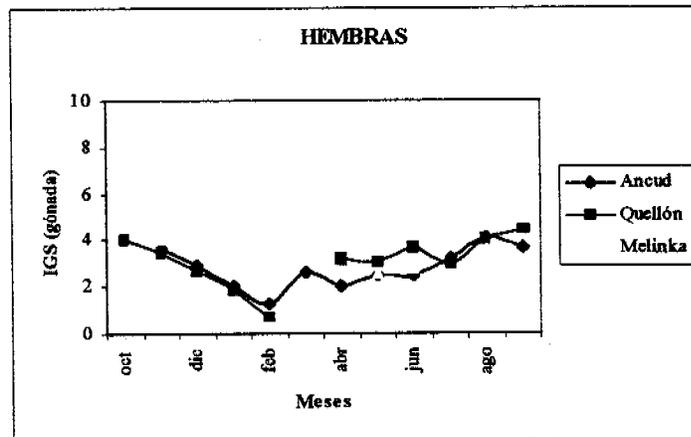
a)



b)

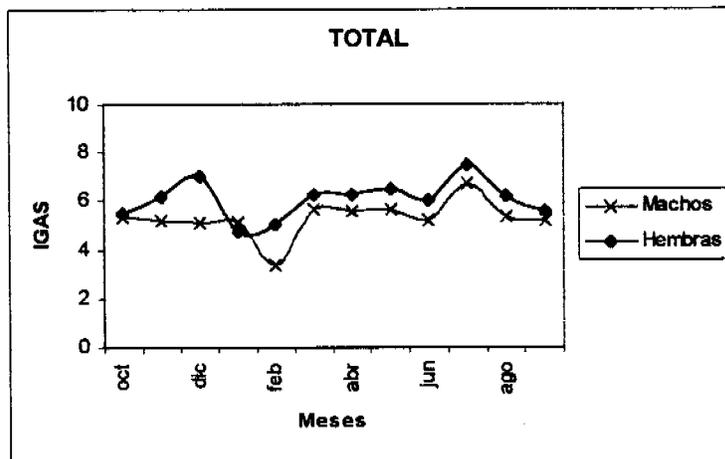


c)

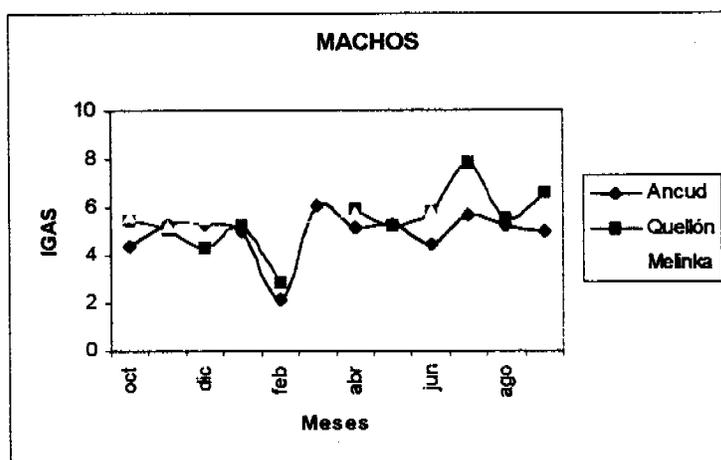


**Figura 3.8.-** Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) de *E. megalocyathus* utilizando el peso de la gónada para a) total, b) machos por localidad y c) hembras por localidad.

a)



b)



c)

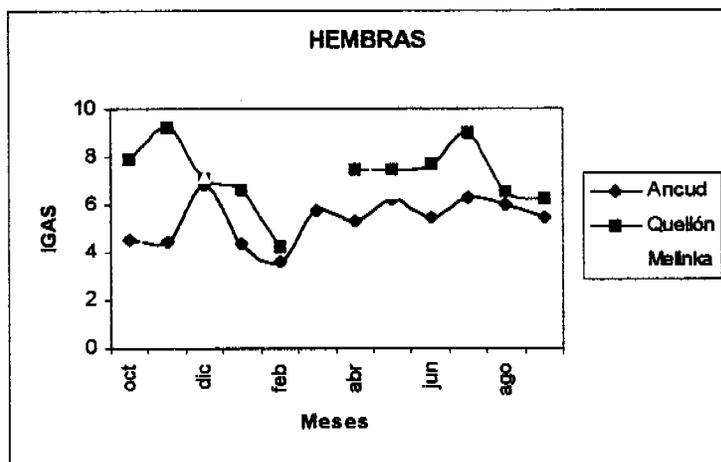
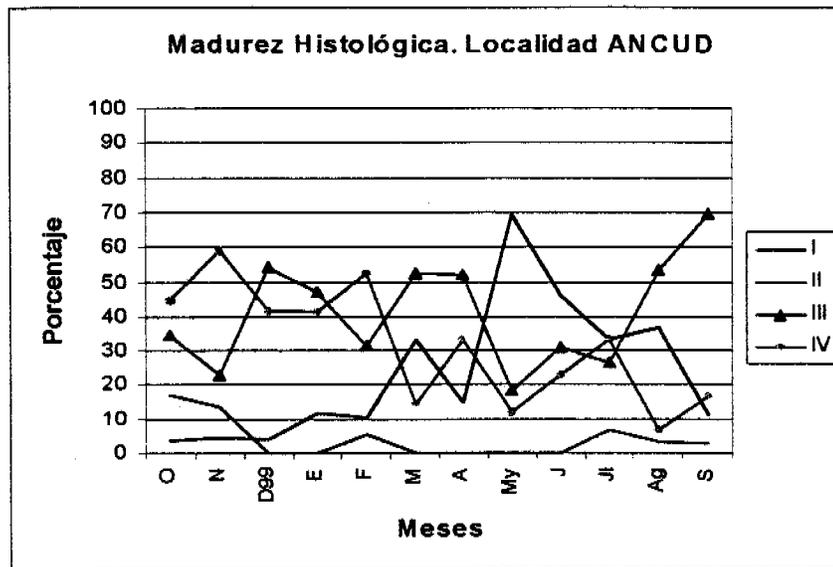
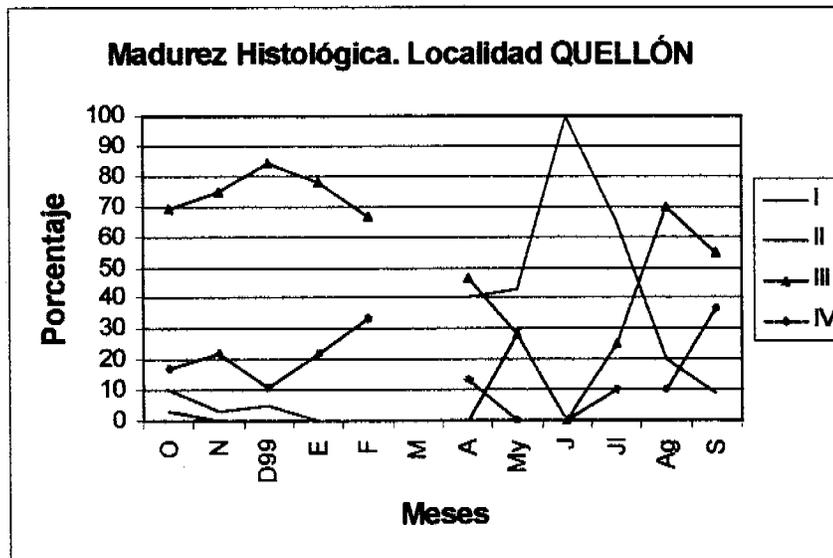


Figura 3.9.- Evolución mensual del Índice de la glándula digestiva (IGAS) de *E. megalocyathus* para a) total, b) machos por localidad y c) hembras por localidad.

a)

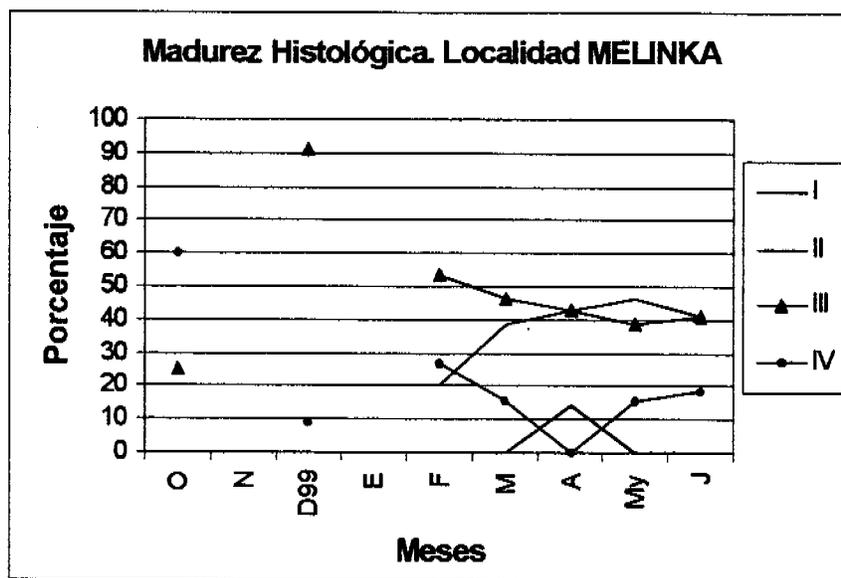


b)

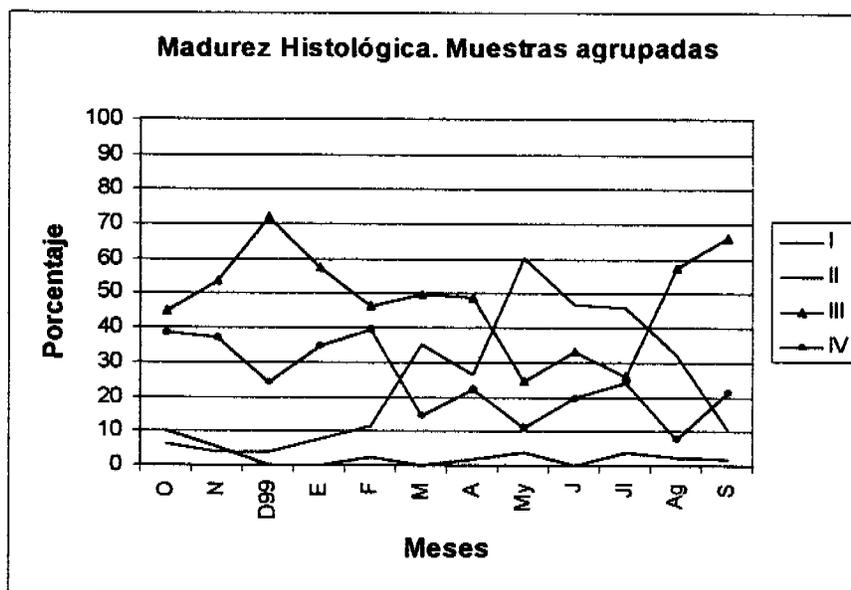


**Figura 3.10.-** Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica. a) Ancud, b)Quellón

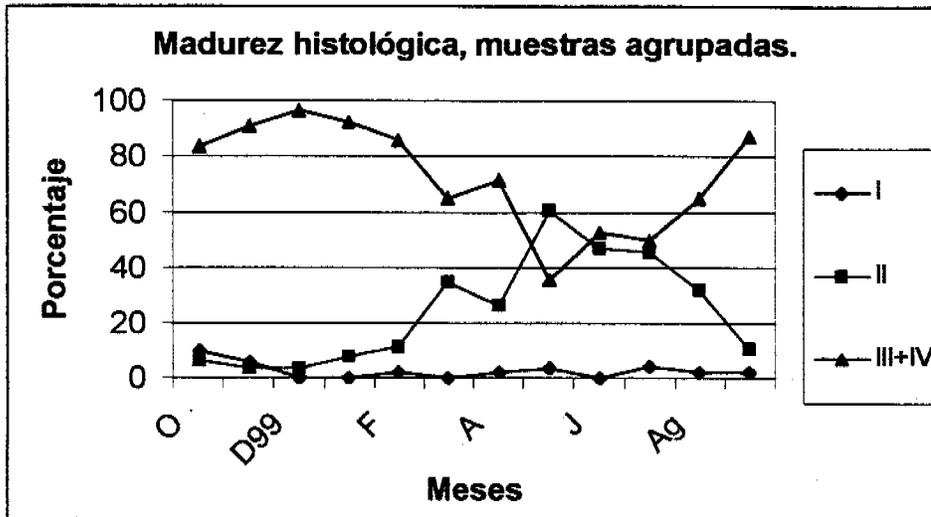
a)



b)



**Figura 3.11.-** Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica. a) Melinka, b) Muestras agrupadas.



**Figura 3.12.**-Frecuencia de individuos hembras de *E. megalocyathus* en los distintos estados de madurez microscópica para muestras agrupadas. Se ha sumado los estados III y IV.

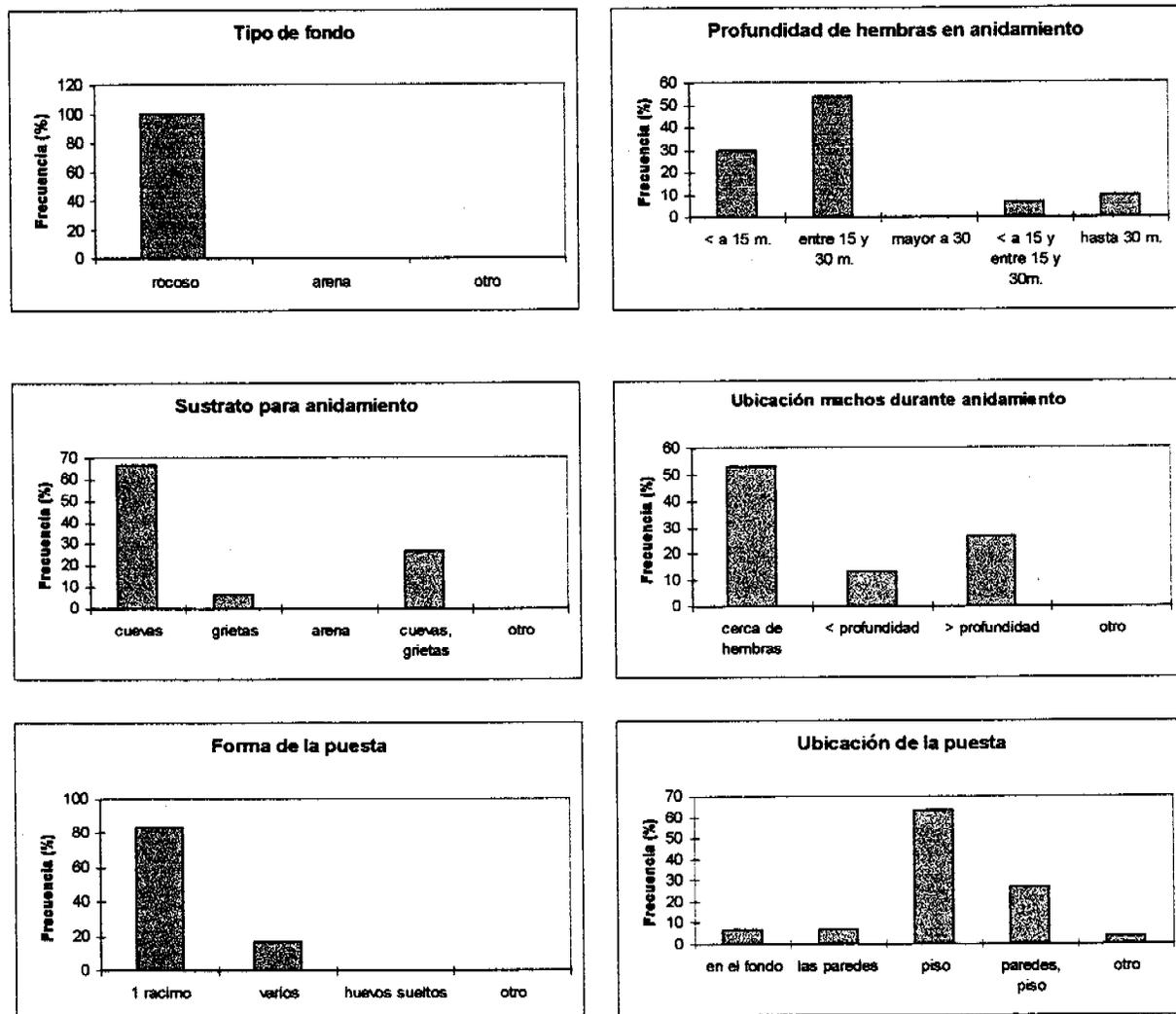


Figura 3.13.-Histogramas de frecuencias (a-f) para las distintas preguntas en la encuesta realizadas a los pescadores de Ancud. Ver texto y Anexo 1, para explicación.

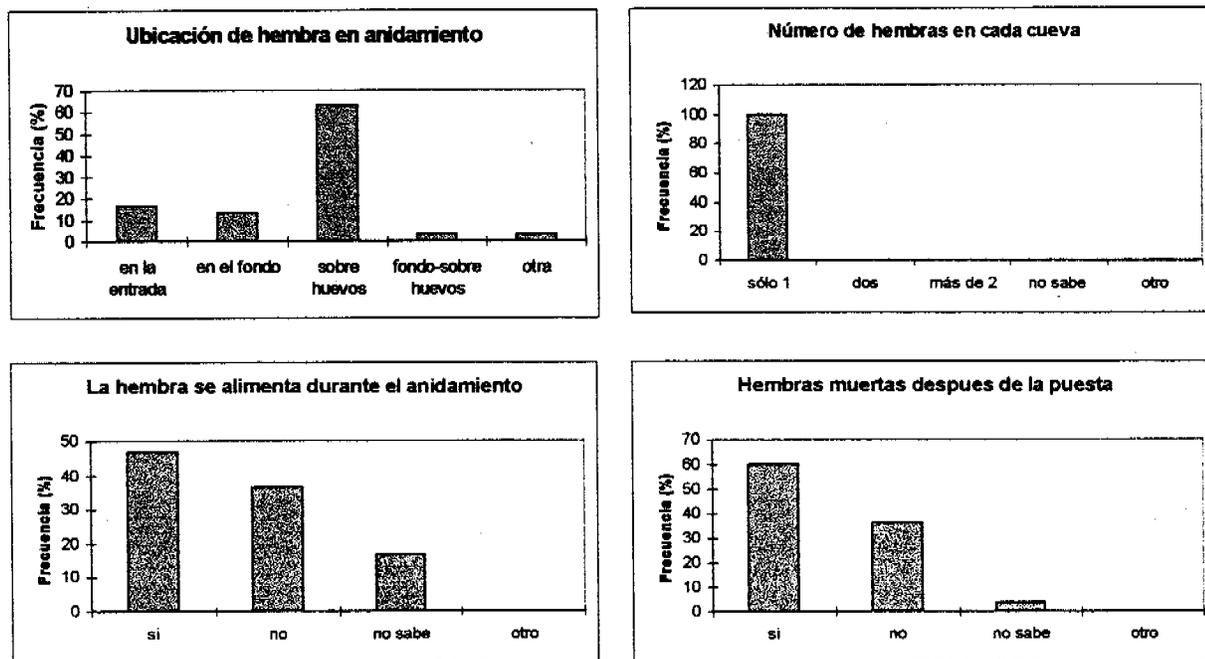
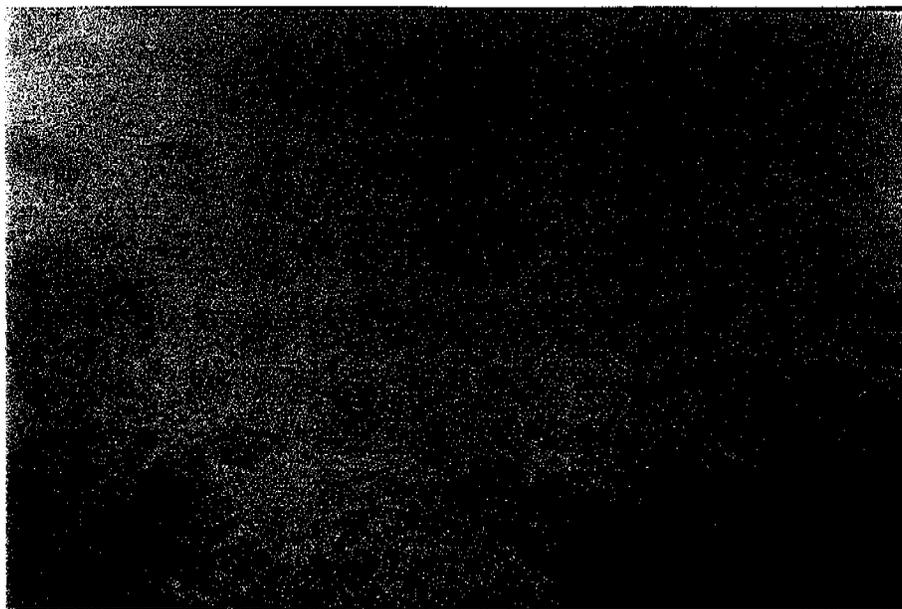
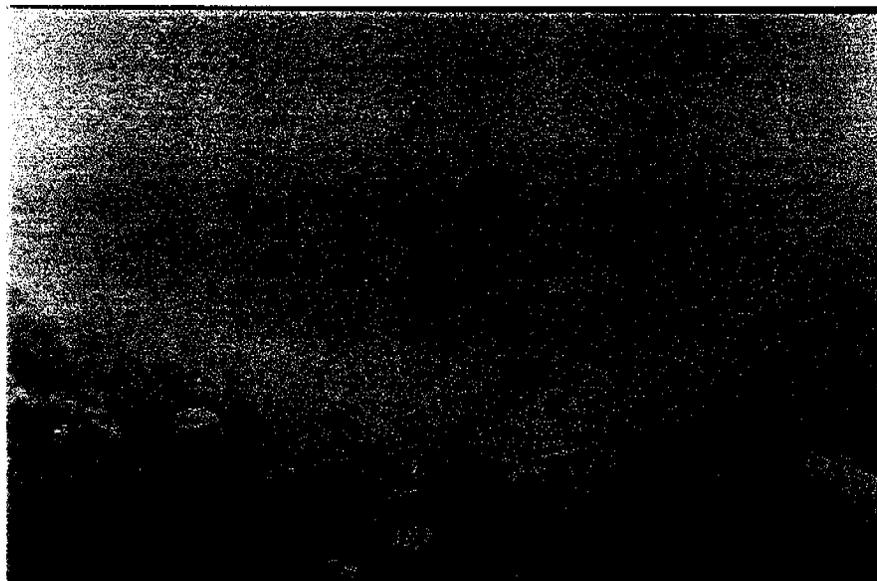


Figura 3.13. (cont.). Histogramas de frecuencias (g-j) para las preguntas en la encuesta realizadas a los pescadores de Ancud. Ver texto y Anexo 1, para explicación.

a)

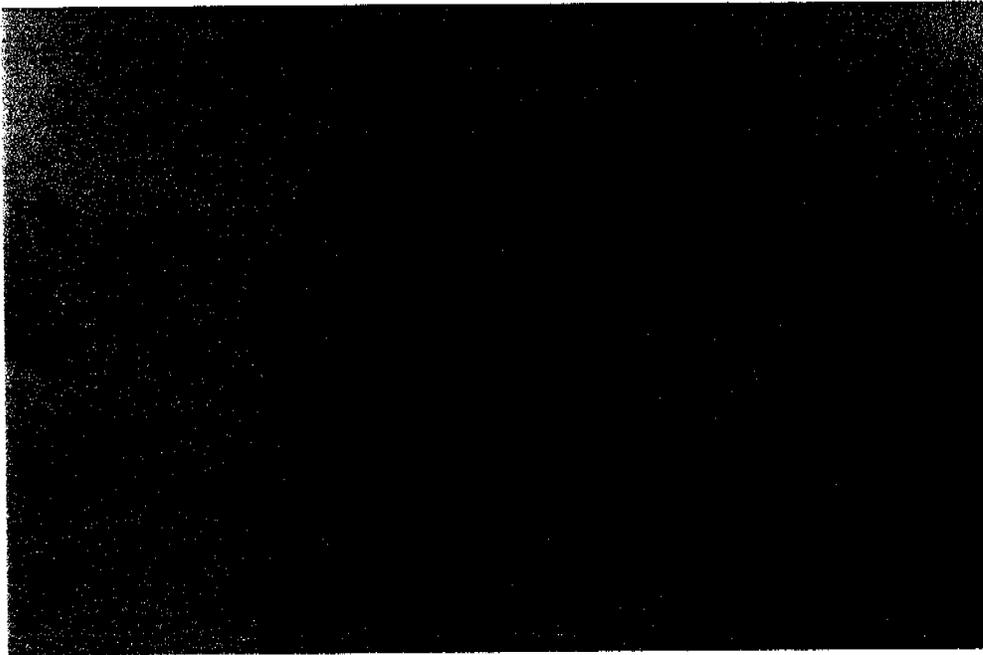


b)

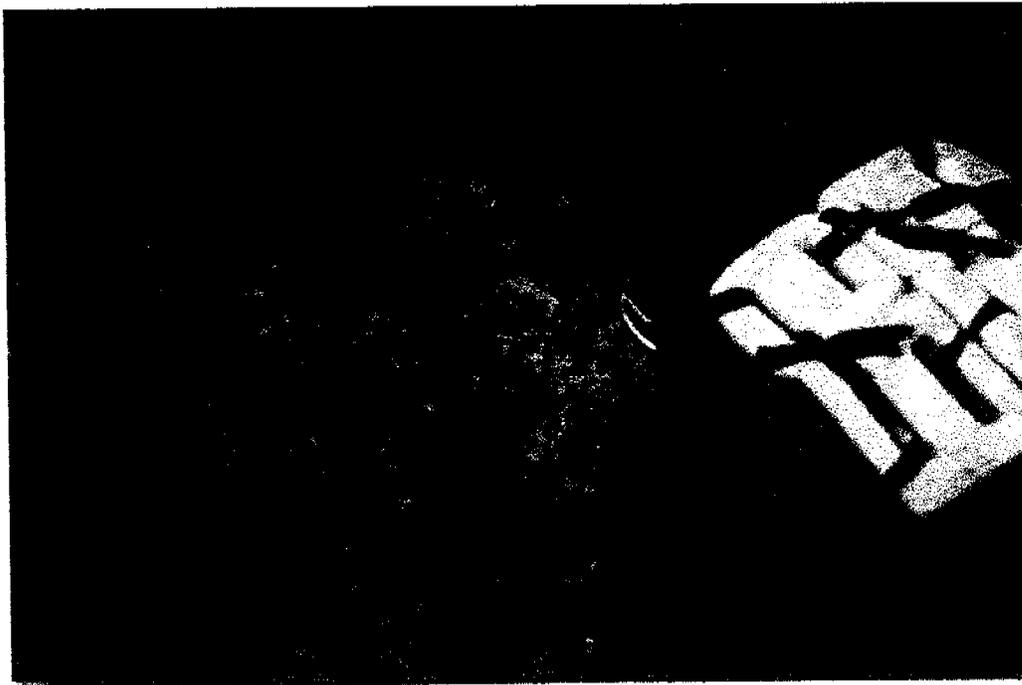


**Figura 3. 14 a.-**Fotografías submarinas del tipo de fondo (a y b) para la caracterización del tipo de hábitat utilizado por las hembras durante el período de anidamiento.

c)



d)

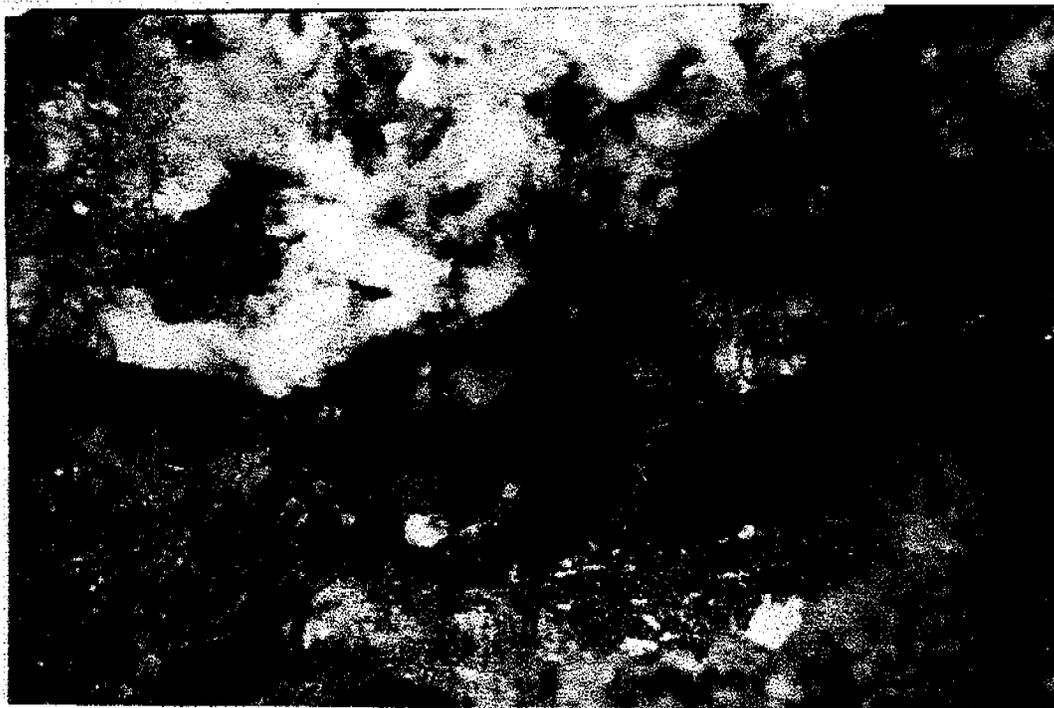


**Figura 3. 14 b.-**Fotografías submarinas del tipo de fondo (c y d) para la caracterización del tipo de hábitat utilizado por las hembras durante el periodo de anidamiento.

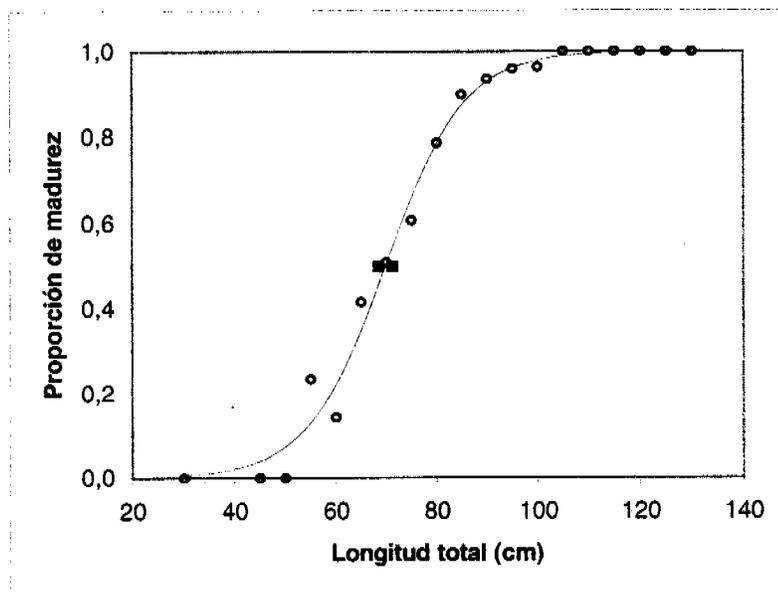
e)



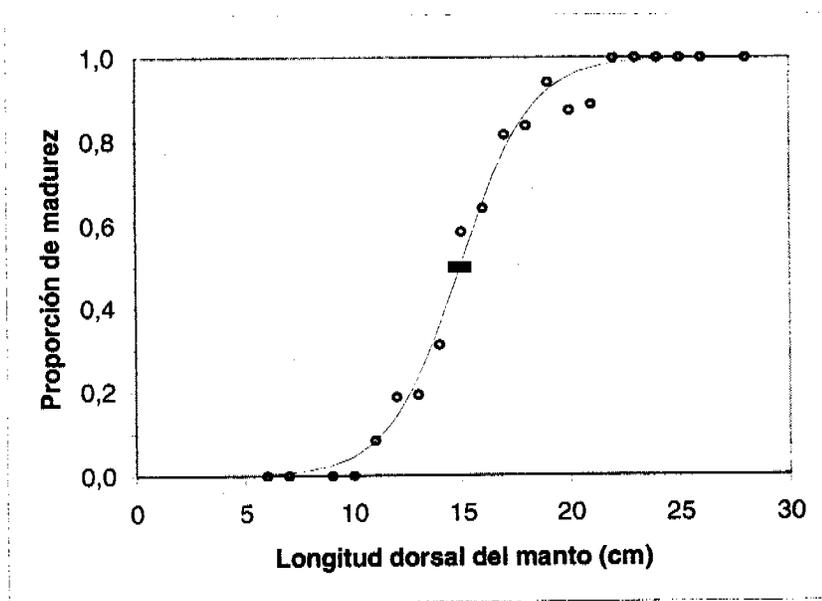
f)



**Figura 3. 14 c.-** Fotografías submarinas del tipo de fondo (e y f) para la caracterización del tipo de hábitat utilizado por las hembras durante el período de anidamiento.



**Figura 3.15.-** Ojiva de madurez estimada para la longitud total de machos en pulpo. Círculos abiertos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado; Cuadrados cerrados: límites del 95% de confianza para  $l_{50\%}$  estimado mediante el método Bootstrap percentil.



**Figura 3.16.-** Ojiva de madurez estimada para la longitud dorsal del manto de machos en pulpo. Círculos abiertos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado; Cuadrados cerrados: límites del 95% de confianza para  $l_{50\%}$  estimada mediante el método Bootstrap percentil.

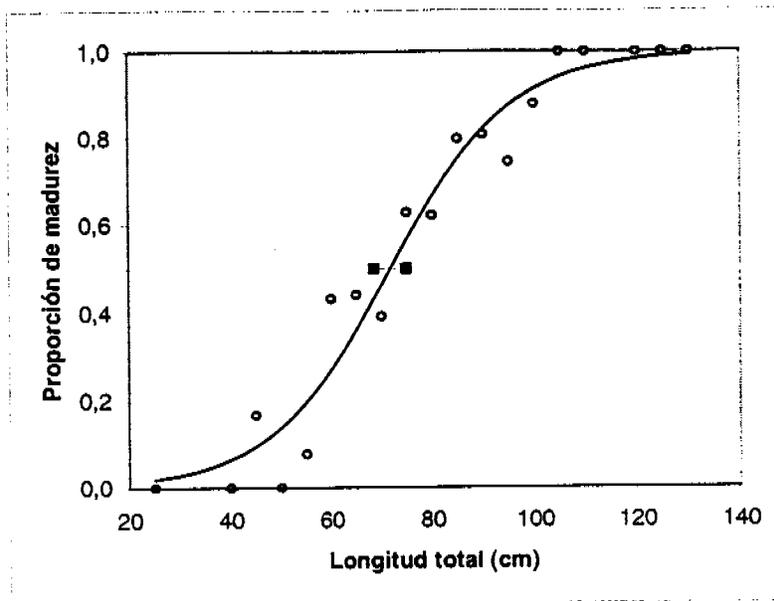


Figura 3.17.-Ojiva de madurez estimada para la longitud total de hembras en pulpo. Círculos abiertos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado; Cuadrados cerrados: límites del 95% de confianza para  $l_{50\%}$  estimada mediante el método Bootstrap percentil.

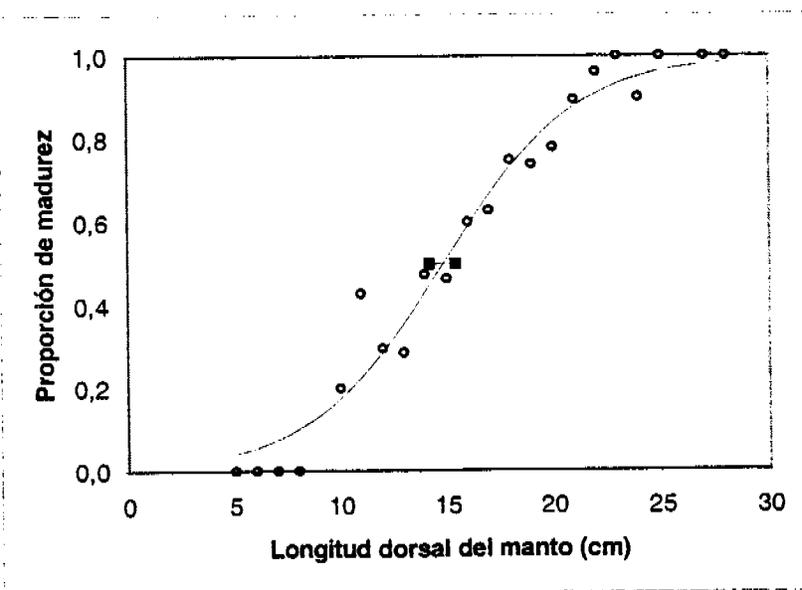
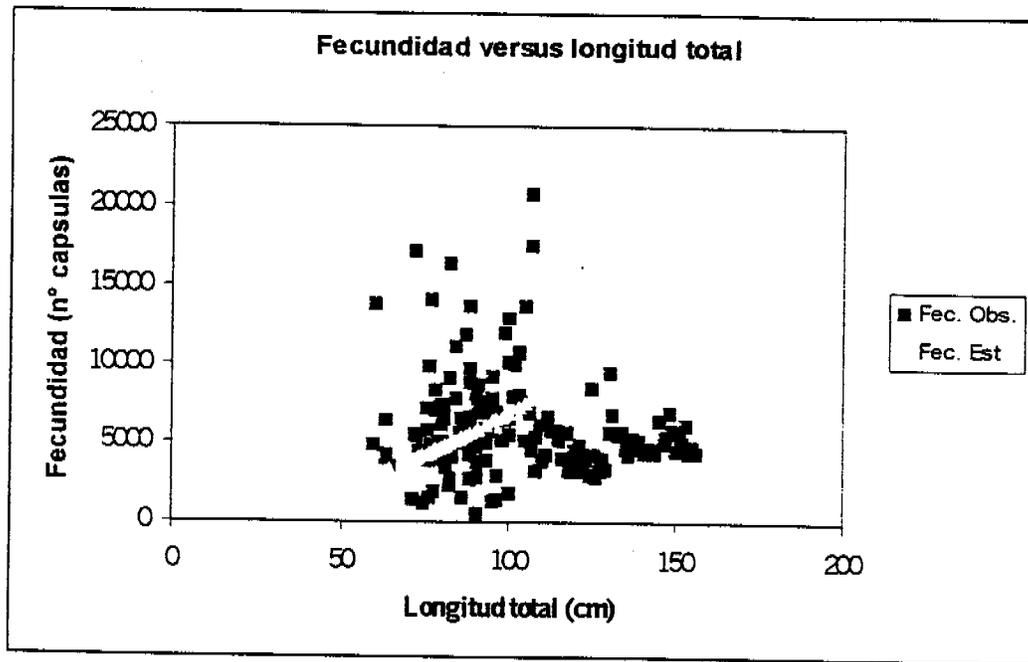
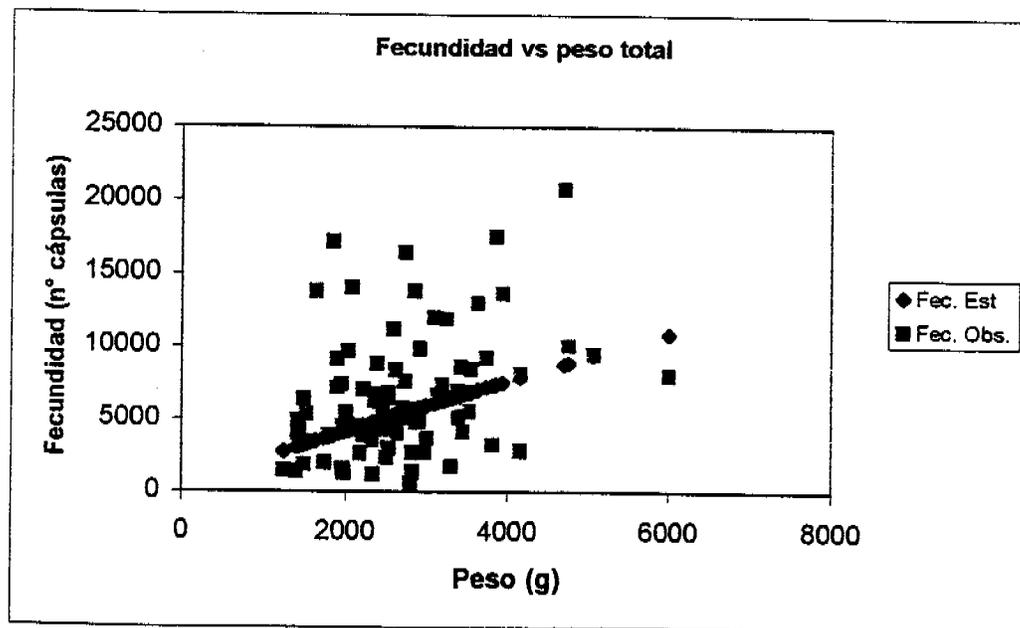


Figura 3.18.-Ojiva de madurez estimada para la longitud dorsal del manto de hembras en pulpo. Círculos abiertos: datos observados; Línea continua: modelo ajustado; Cuadrados cerrados: límites del 95% de confianza para  $l_{50\%}$ .

a)

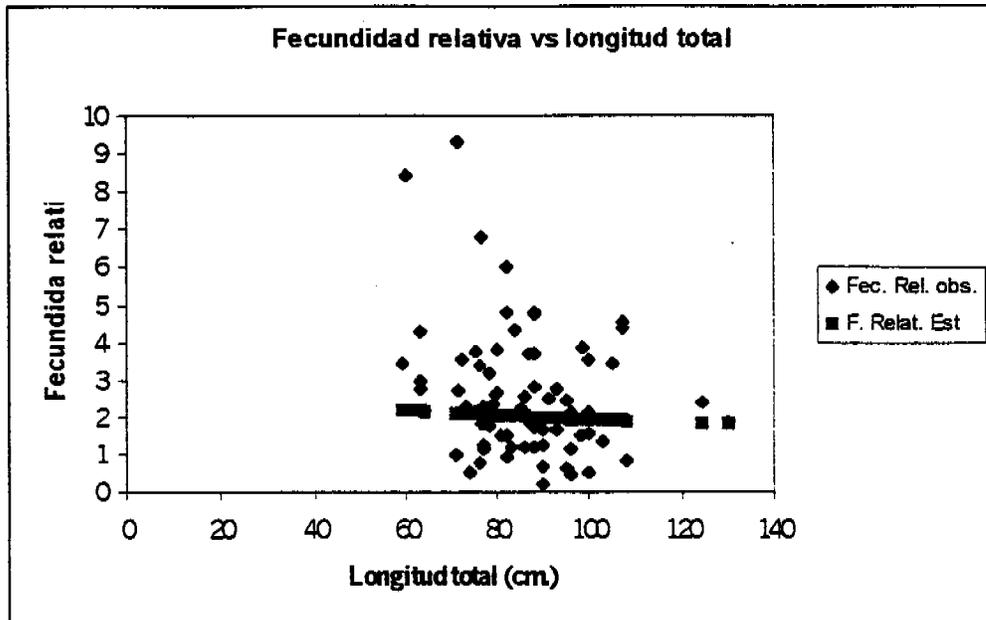


b)



**Figura 4.1.-Fecundidad potencial (observada y esperada) para *E. megalocyathus* utilizando a) longitud total y b) peso total.**

a)



b)

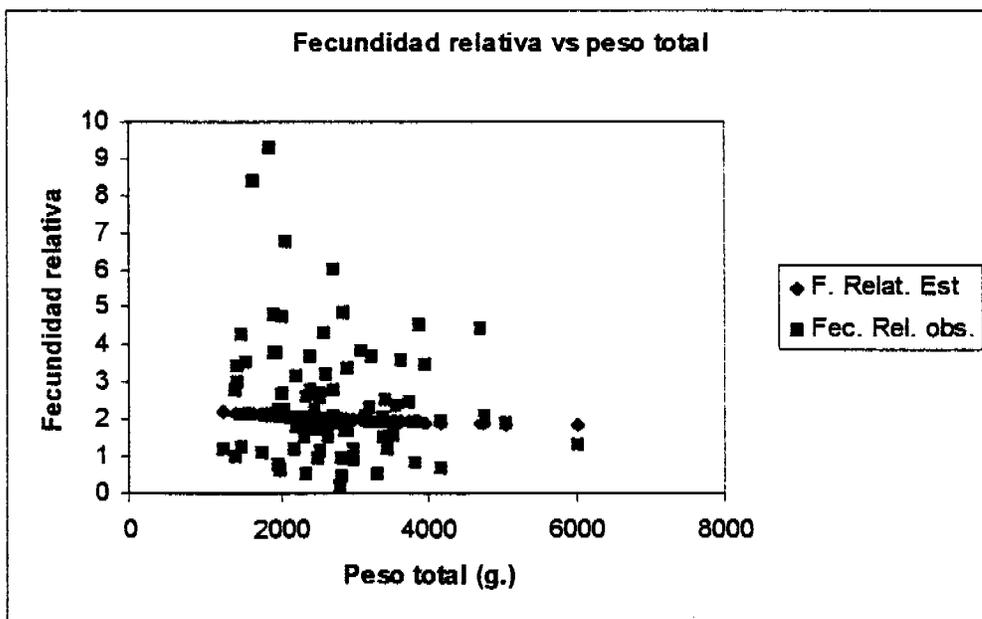
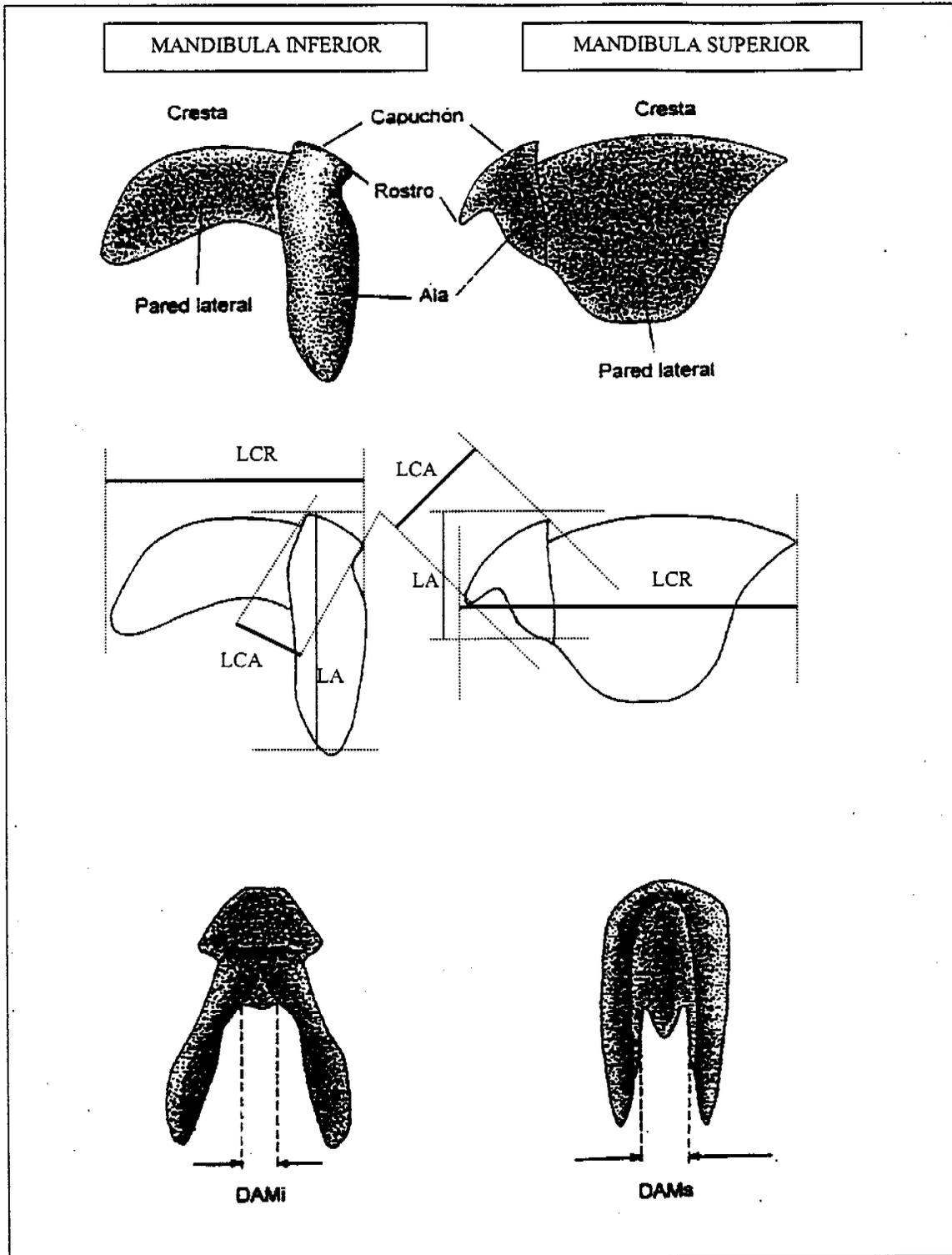
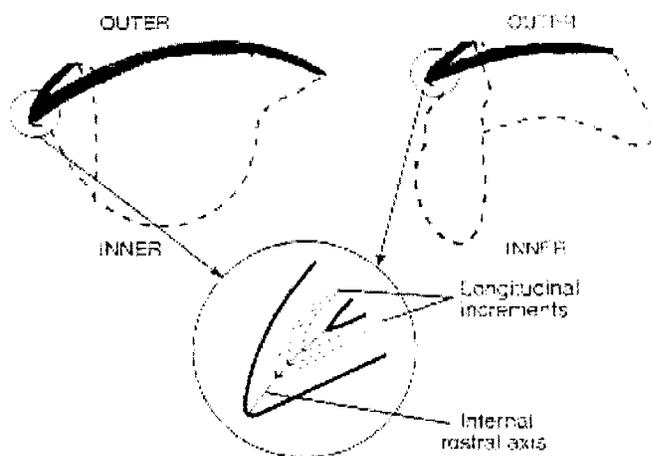


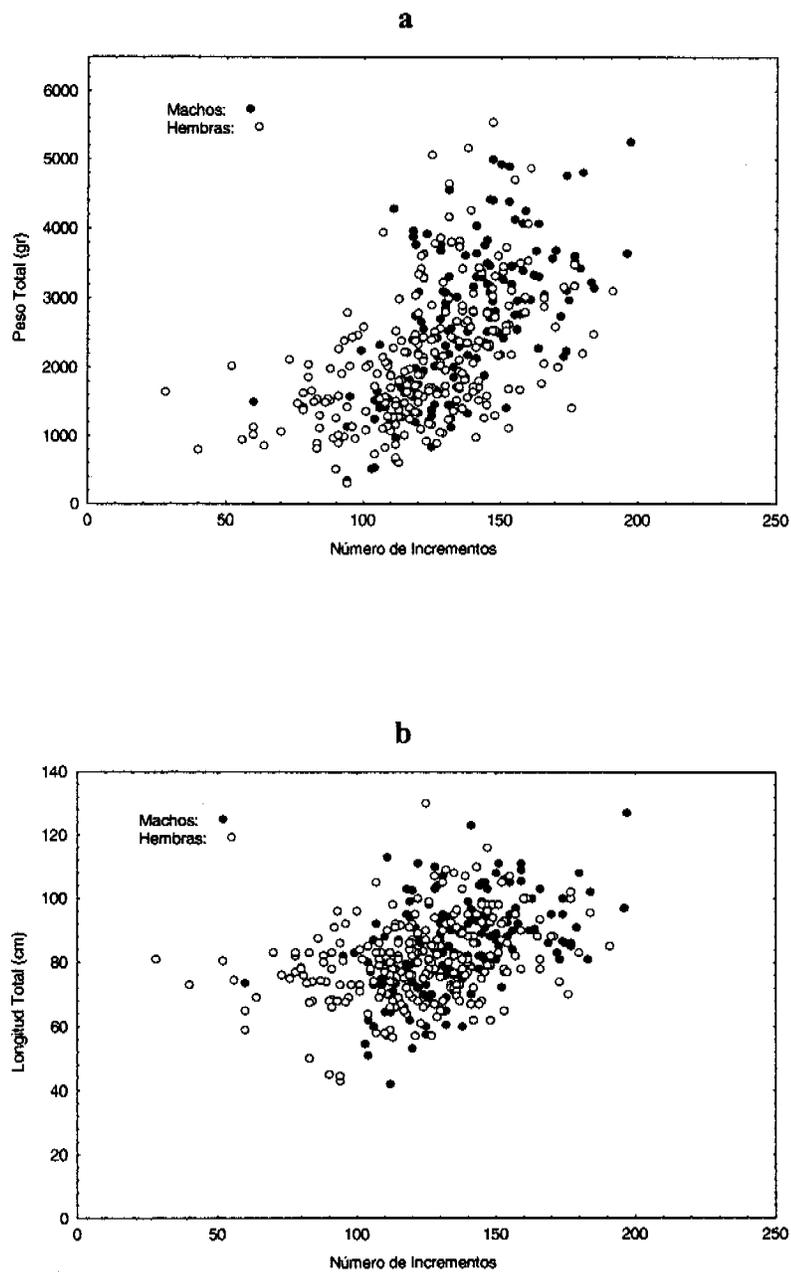
Figura 4.2.-Fecundidad relativa (observada y esperada) para *E. megalocyathus* utilizando a) longitud total y b) peso total.



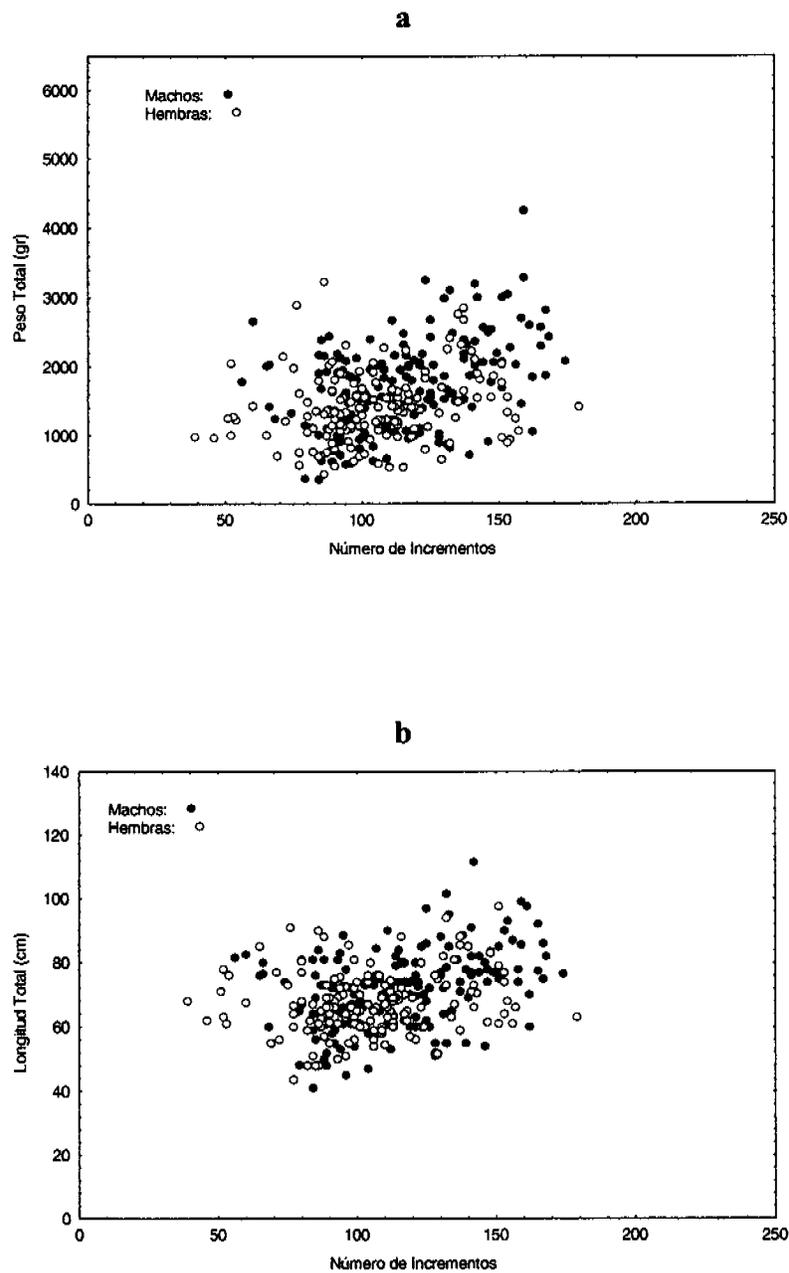
**Figura 5.1.-** Esquema de las mandíbulas superior e inferior de pulpo indicando las distintas partes y las medidas registradas. (LCR: longitud cresta; LCA: longitud capucha; LA: longitud ala; DAM: diámetro abertura mandíbula).



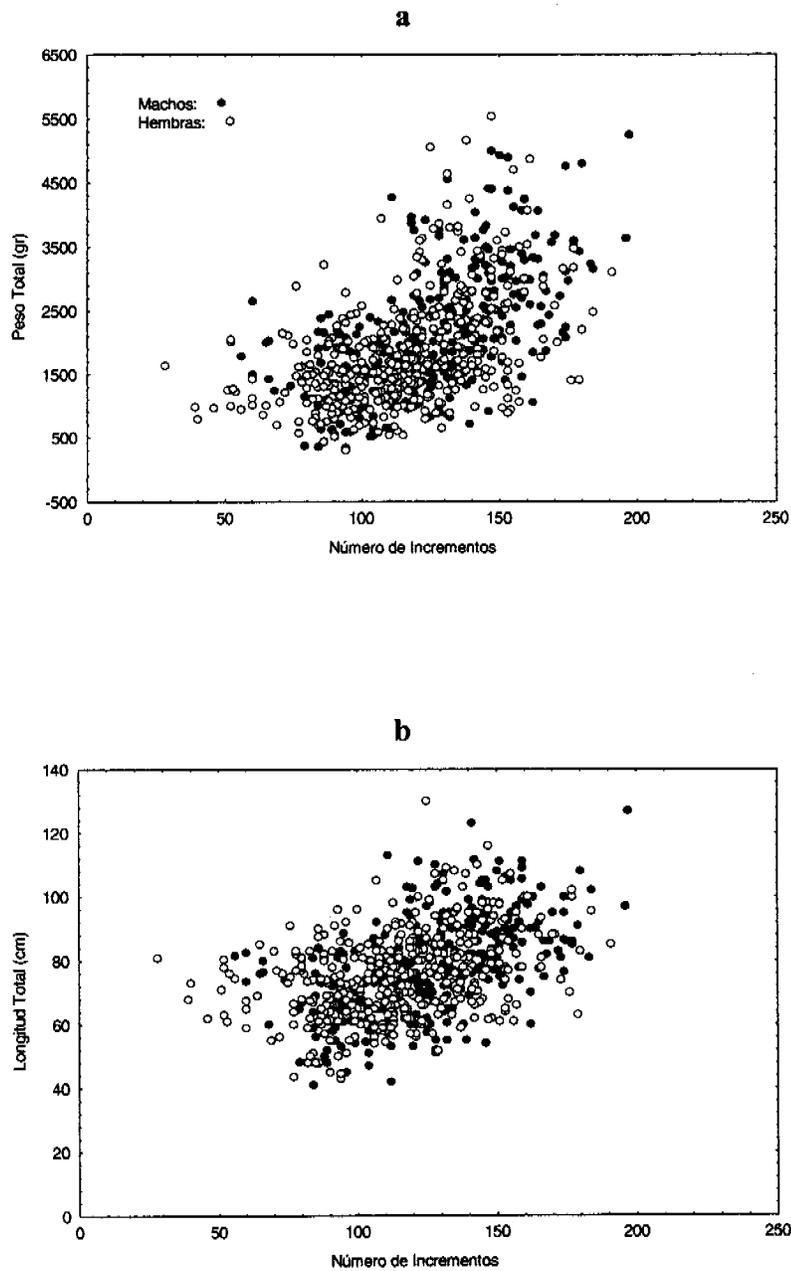
**Figura 5.2.-**Esquema general de las mandíbulas de pulpo indicando el eje longitudinal donde se observan los incrementos (extraído de Raya & Hernández, 1998).



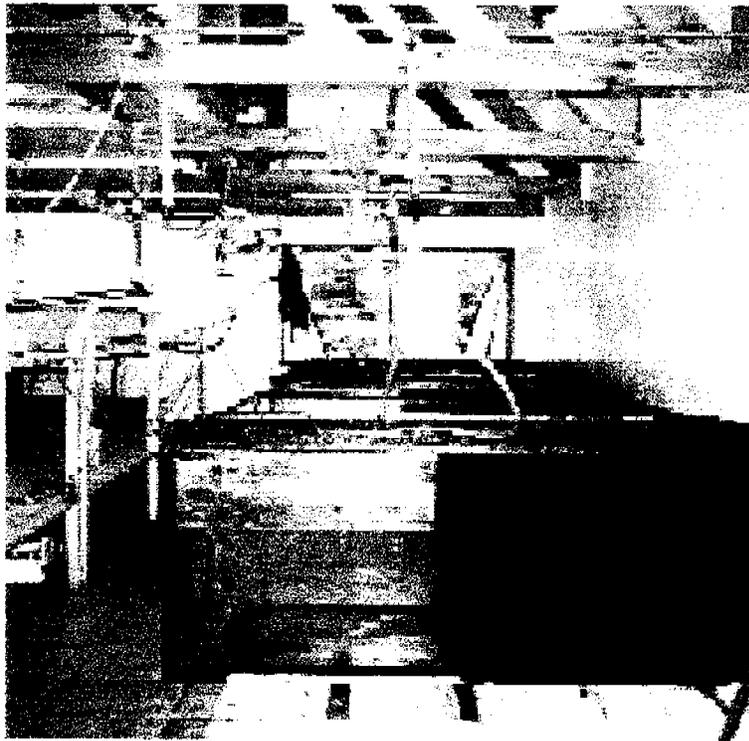
**Figura 5.3.-** Relación entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b), por sexo para el pulpo proveniente de Ancud.



**Figura 5.4.-** Relación entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b), por sexo para el pulpo proveniente de Melinka y Quellón.



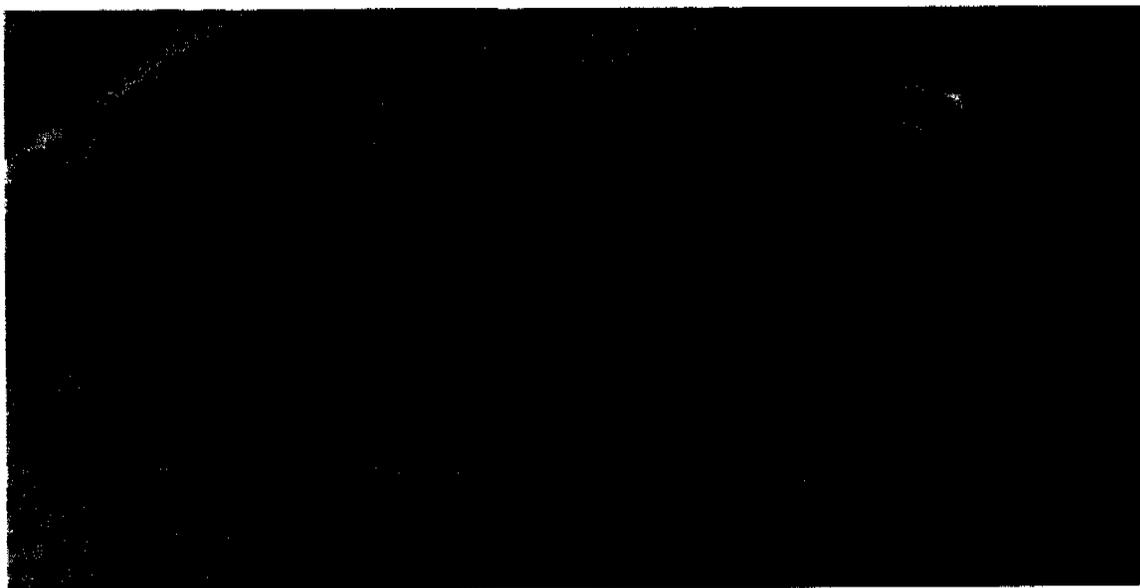
**Figura 5.5.-** Relación entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b), por sexo para el total de pulpos provenientes todas las localidades.



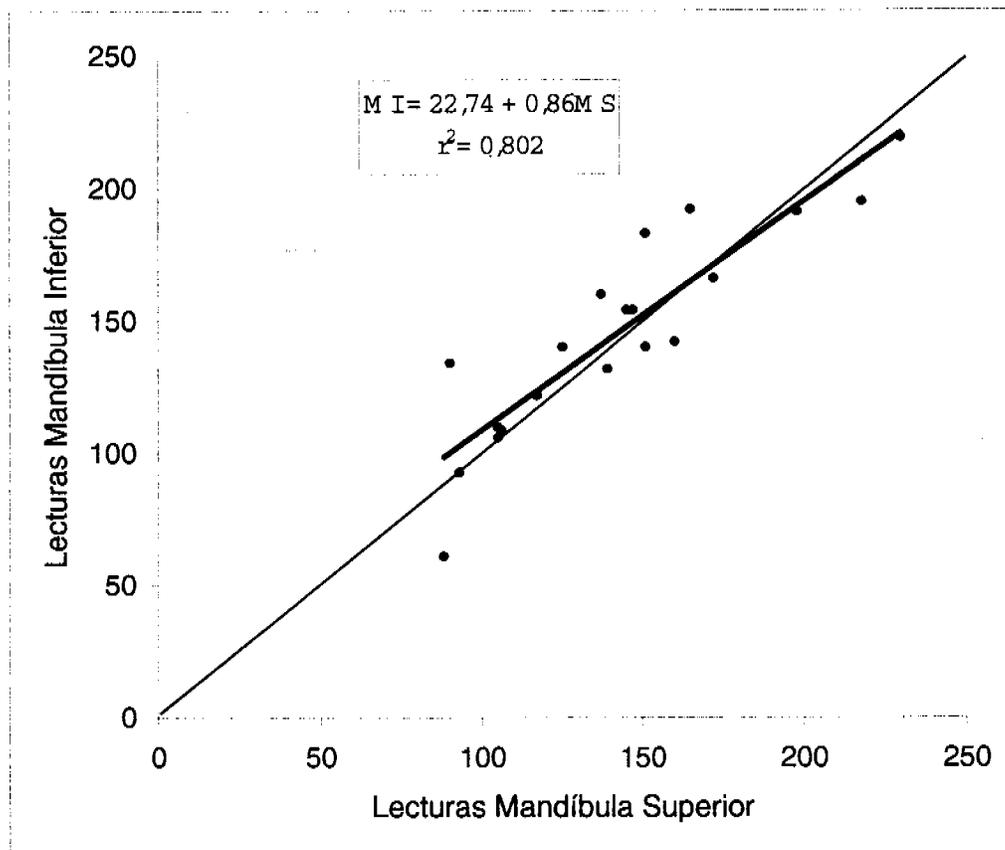
**Figura 5.6.-** Foto del laboratorio donde se muestran los acuarios instalados para la experiencia de validación de incrementos en pulpo de la X Región.



**Figura 5.7.-** Corte general de mandíbula señalando la naturaleza y visualización de incrementos de crecimiento en mandíbula de pulpo.



**Figura 5.8.-** Vista acercada de un corte de mandíbula señalando la alternancia de bandas claras y oscuras que constituyen un incremento en mandíbula de pulpo.



**Figura 5.9.-**Análisis de regresión entre el número de incrementos de la mandíbula superior e inferior de ejemplares de pulpo de la X y XI Regiones.

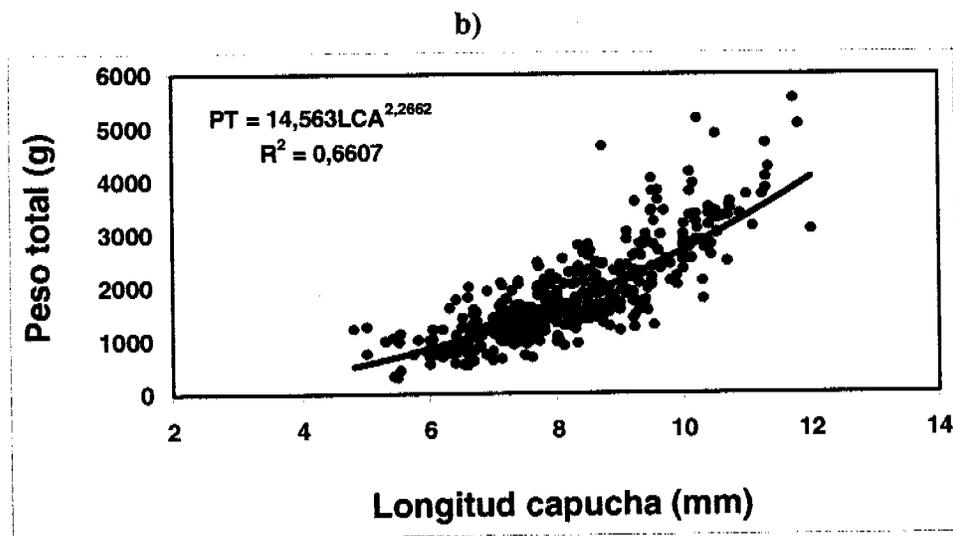
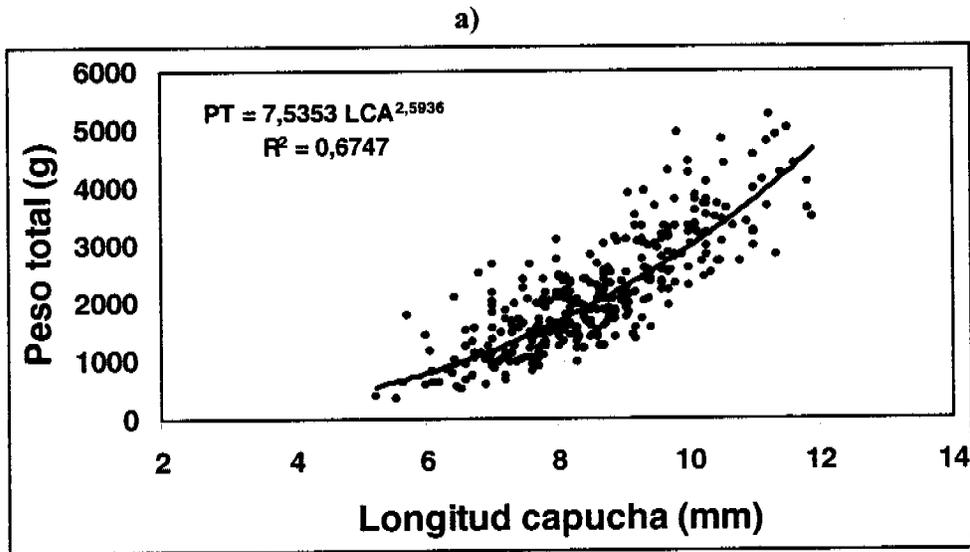


Figura 5.10 .-Relación entre la longitud de la capucha (LCA) y el peso total (PT) en a) machos y b) hembras de pulpo.

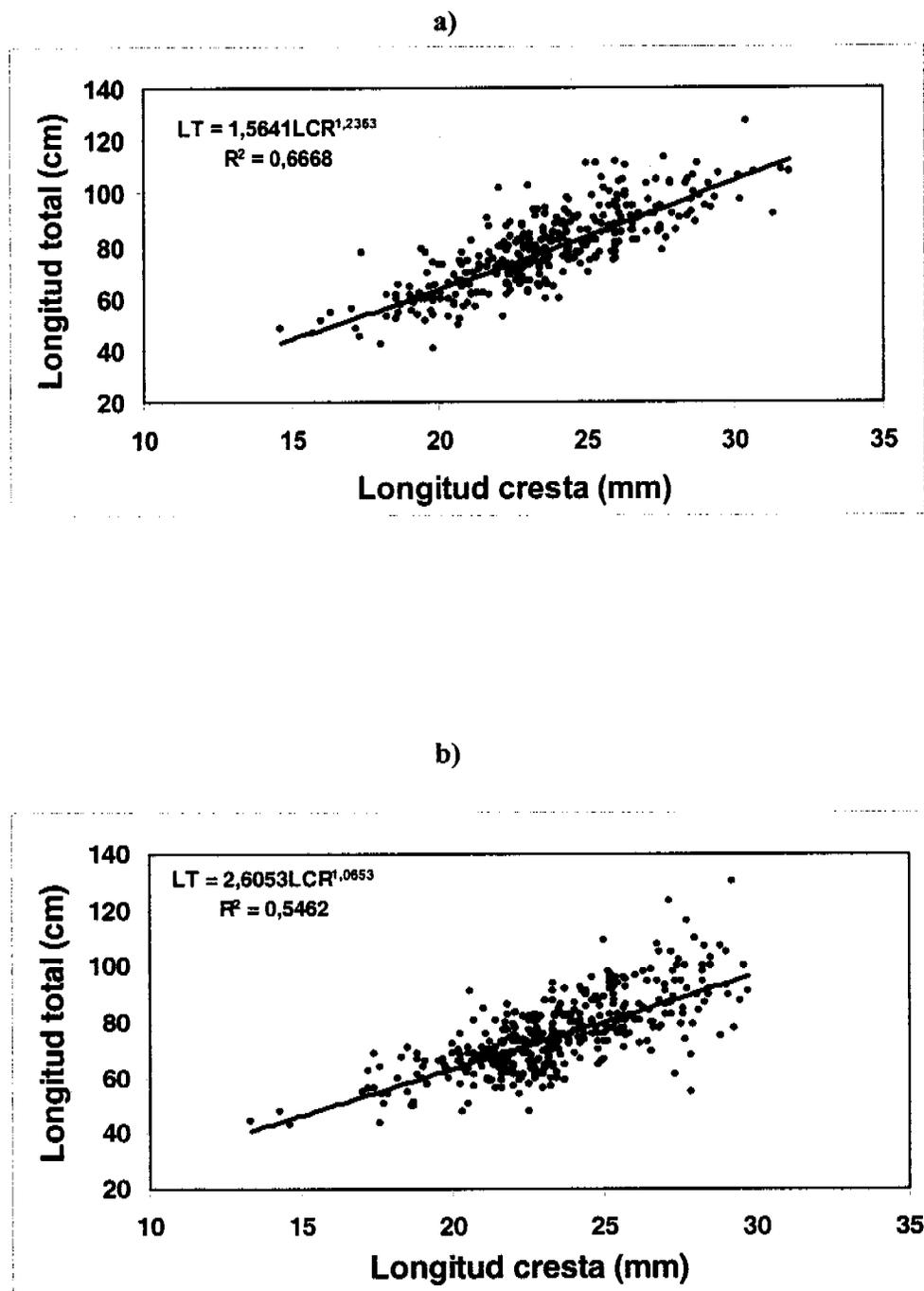
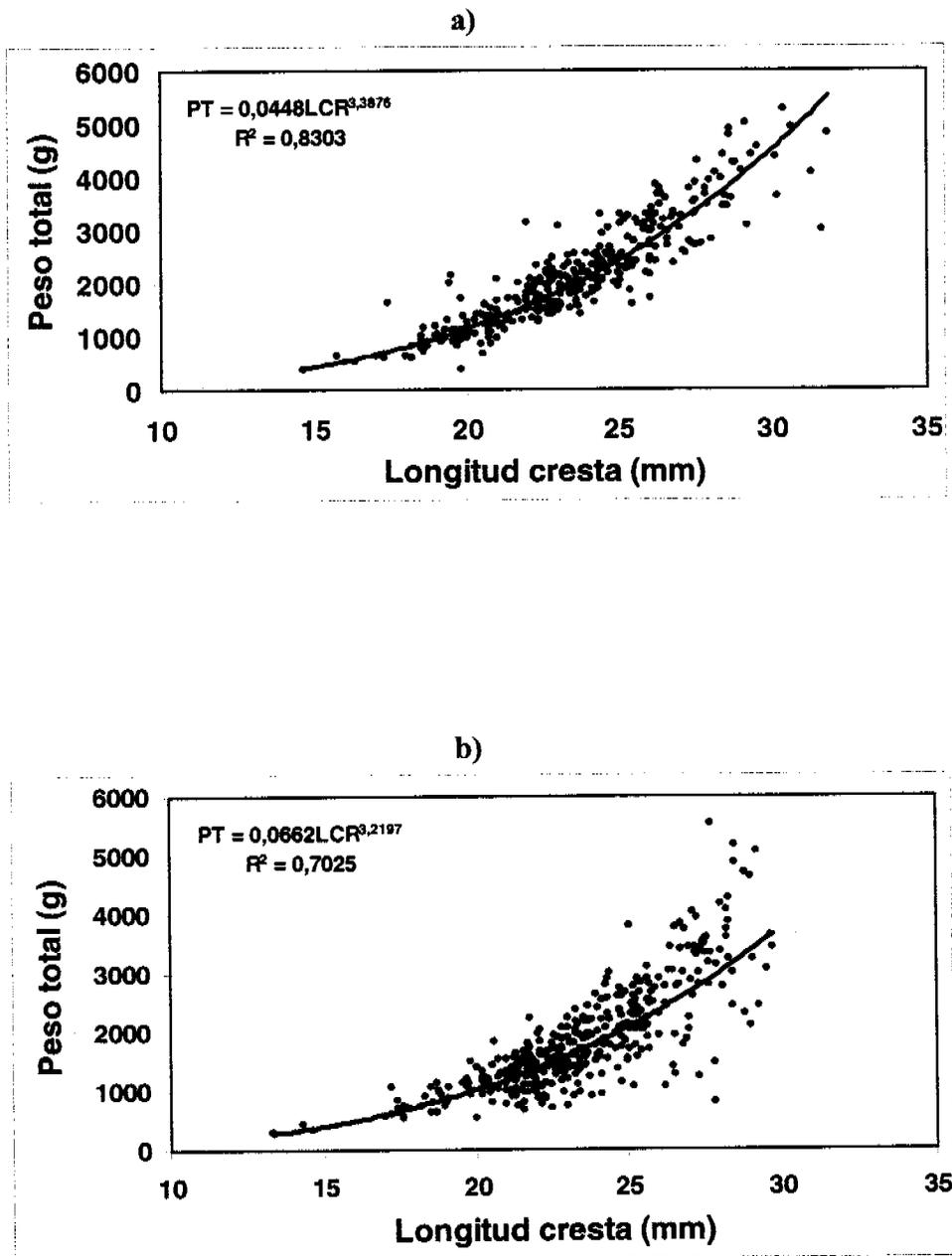
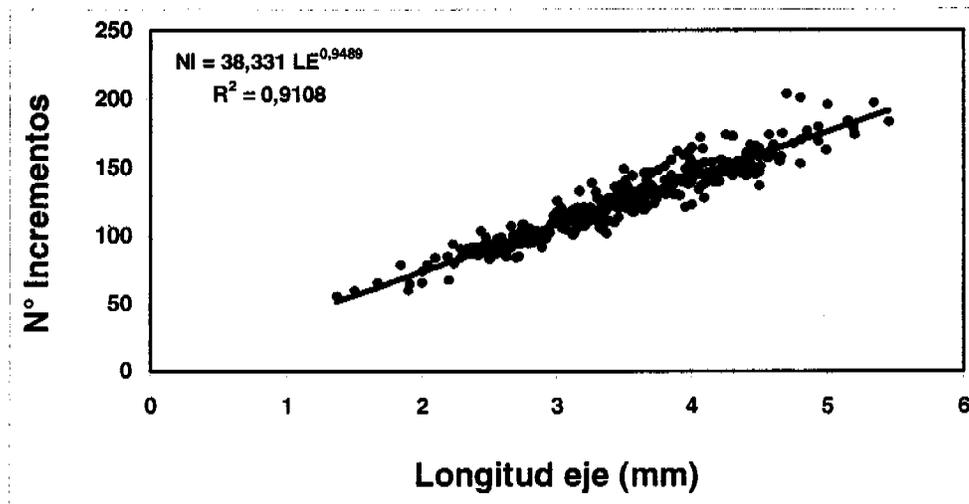


Figura 5.11 .-Relación entre la longitud de la cresta (LCR) y la longitud total (LT) en a) machos y b) hembras de pulpo.

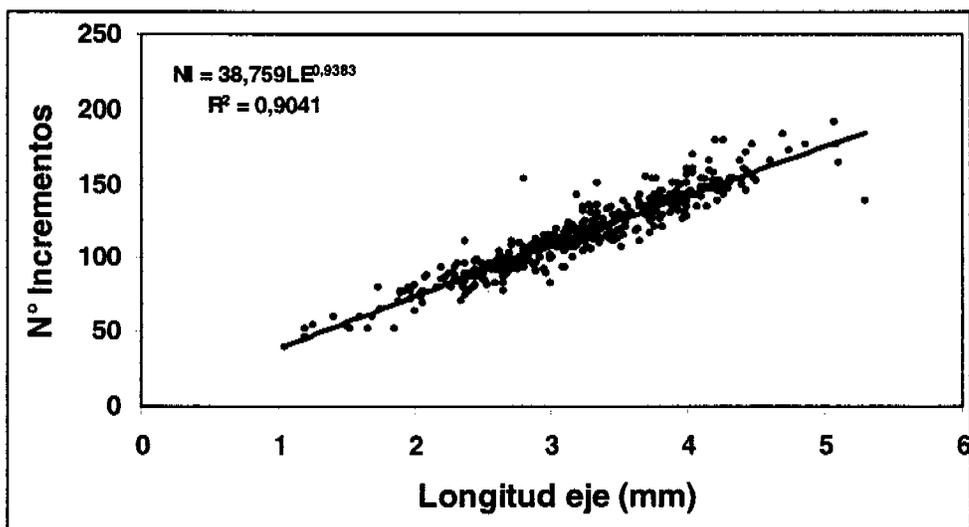


**Figura 5.12** .-Relación entre la longitud de la cresta (LCR) y el peso total (PT) en a)machos y b)hembras de pulpo.

a)

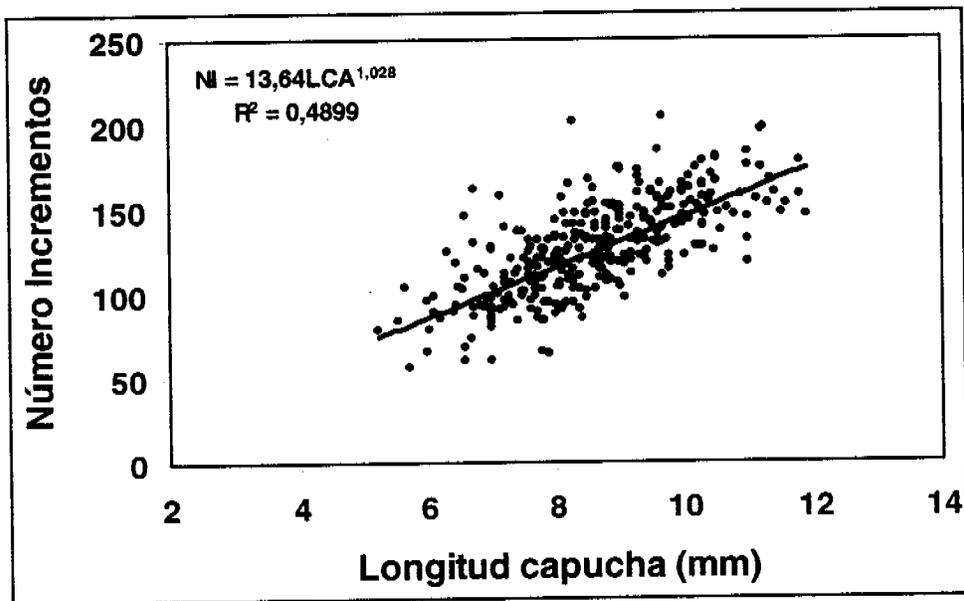


b)



**Figura 5.13.-**Relación entre la longitud del eje longitudinal (LE) y el número de incrementos (NI) en la mandíbula de a)machos y b) hembras de pulpo.

a)



b)

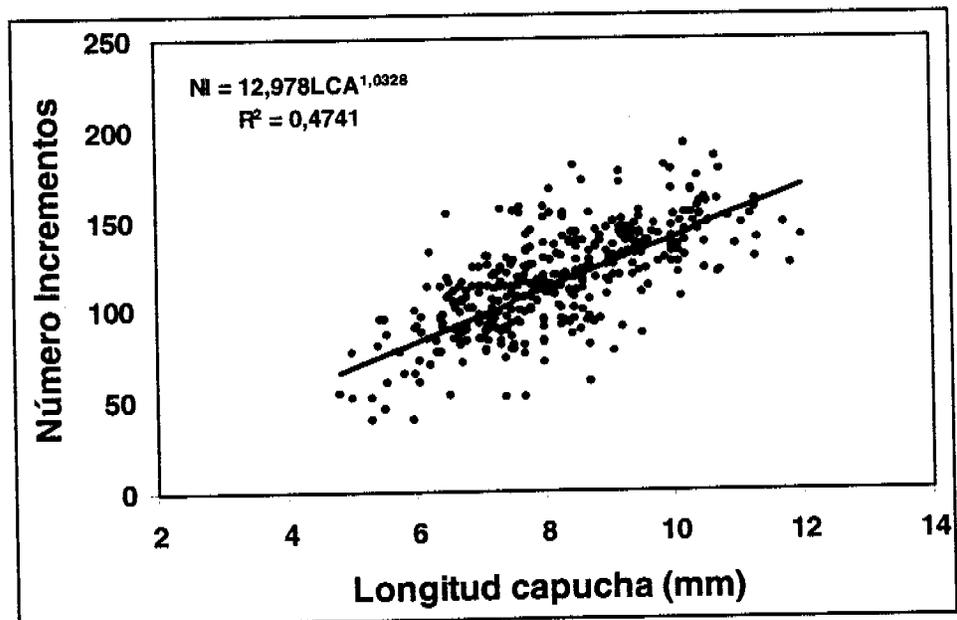
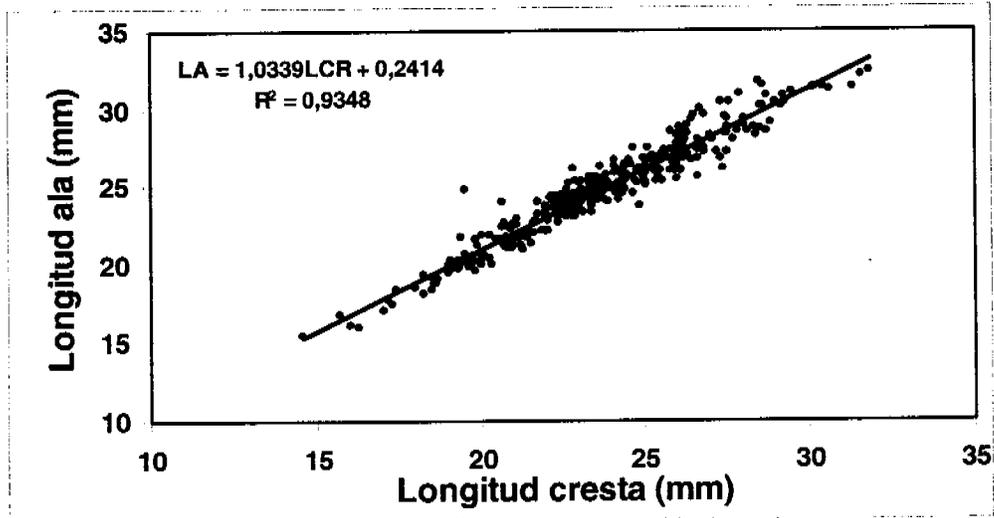
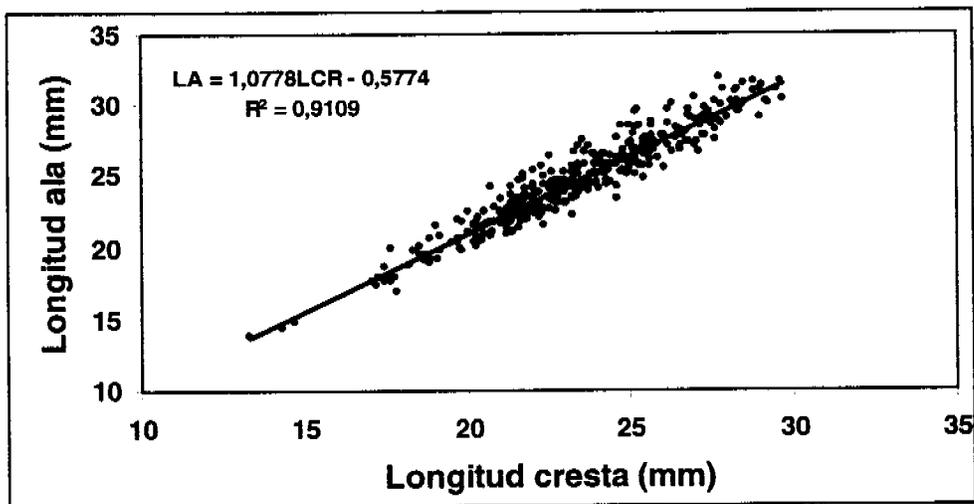


Figura 5.14.-Relación entre la longitud capucha y el número de incrementos (NI) en la mandíbula de a)machos y b) hembras de pulpo.

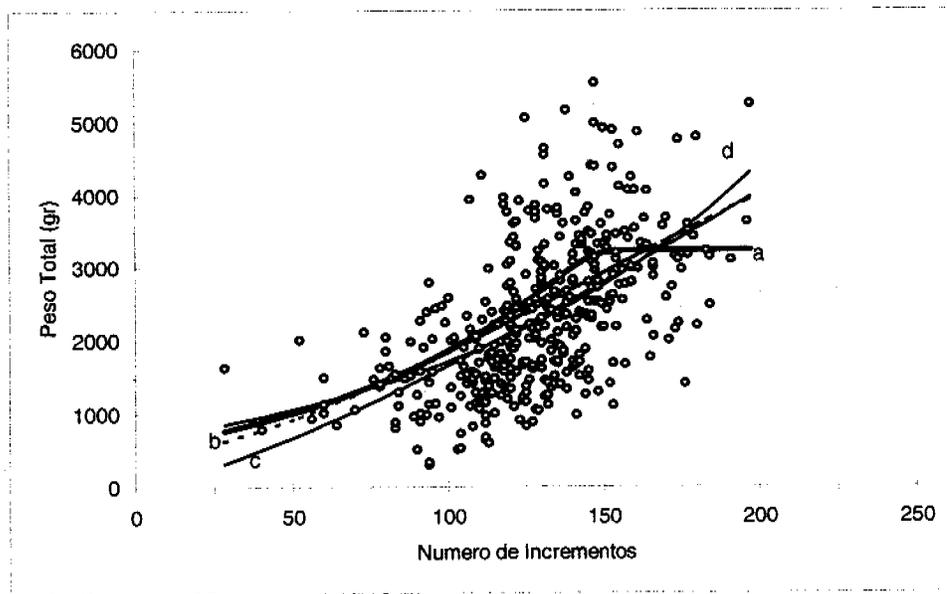
a)



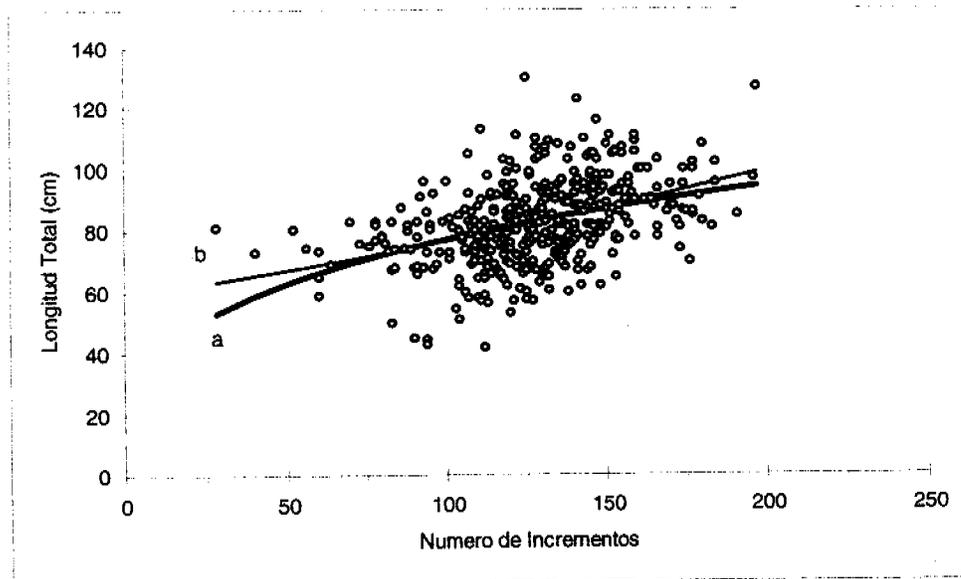
b)



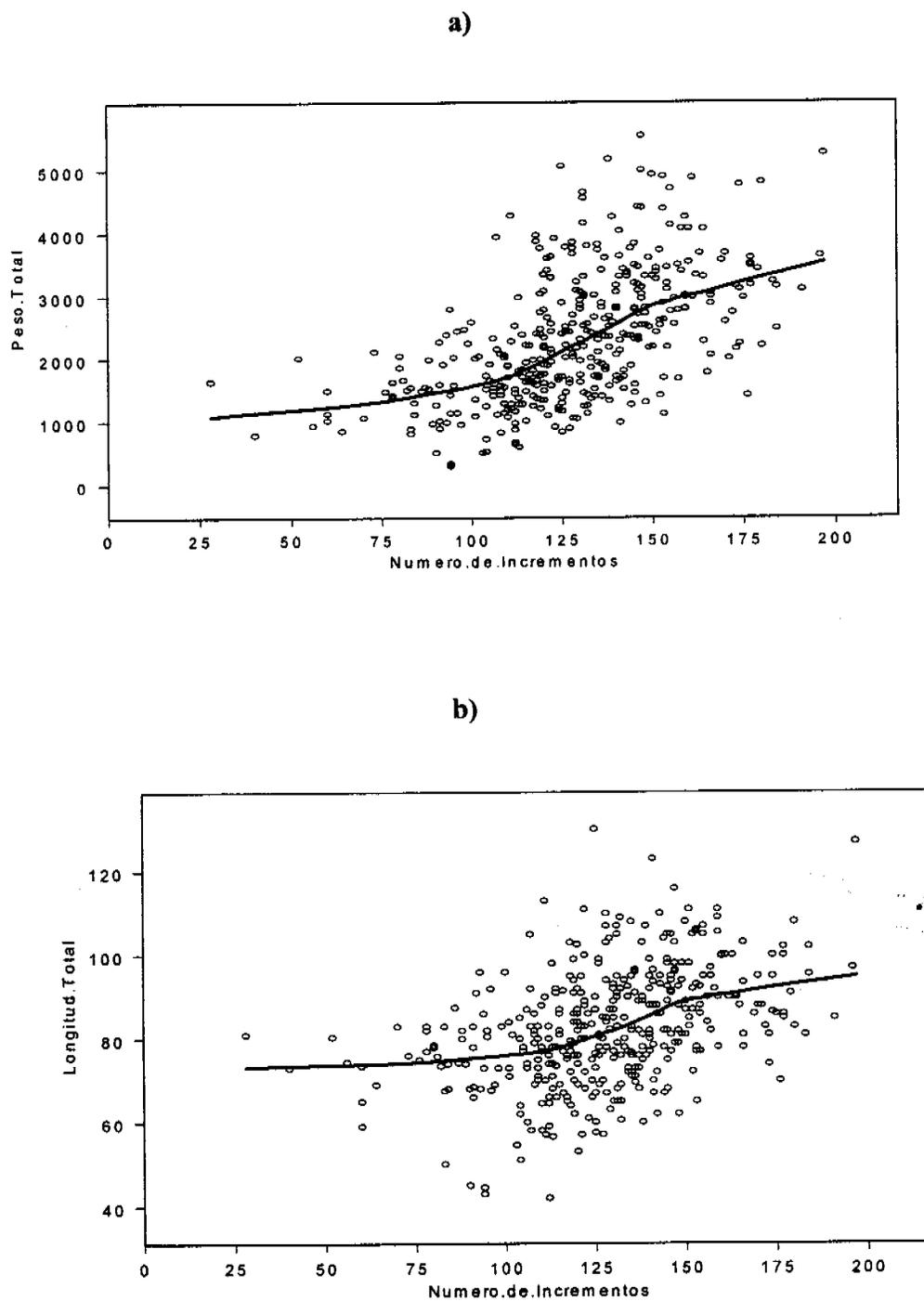
**Figura 5.15** .-Relación entre la longitud de la cresta (LCR) y longitud ala (LA) en a)machos y b)hembras de pulpo.



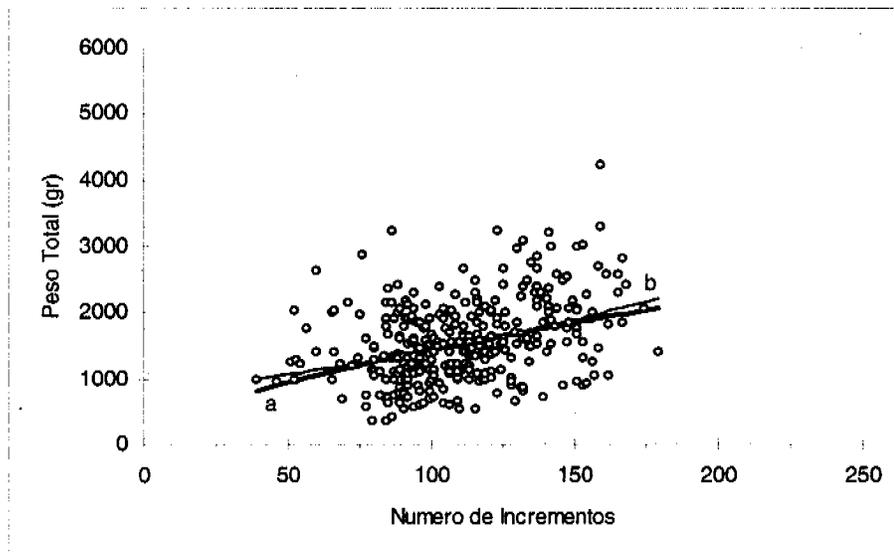
**Figura 5.16.**-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y el peso total para ambos sexos de pulpos provenientes de Ancud. (a) Modelo 1; (b) Modelo 2; (c) Potencial (d) Exponencial.



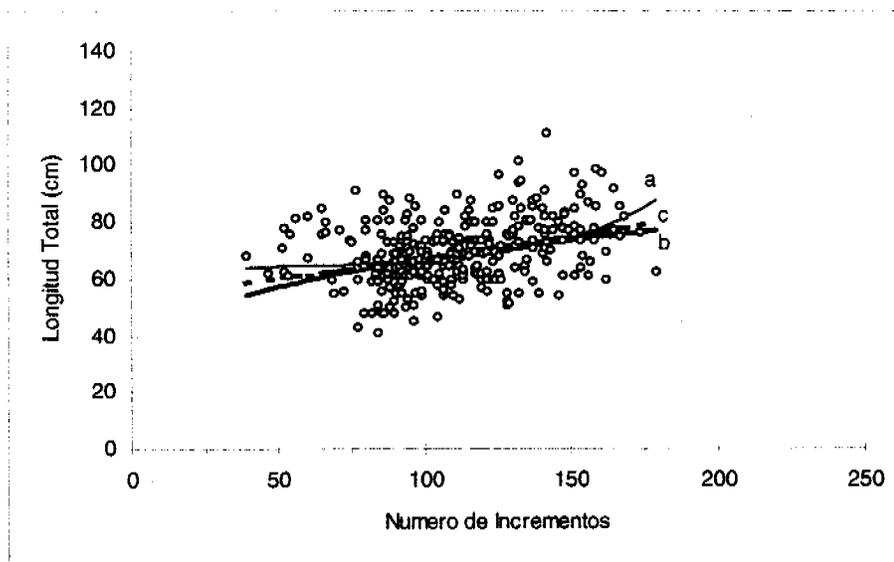
**Figura 5.17.**-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y la longitud total para ambos sexos de pulpos provenientes de Ancud. (a) Potencial; (b) Exponencial.



**Figura 5.18.-**Ajuste por regresión local (Loess) entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b) para ambos sexos de pulpos provenientes de Ancud.

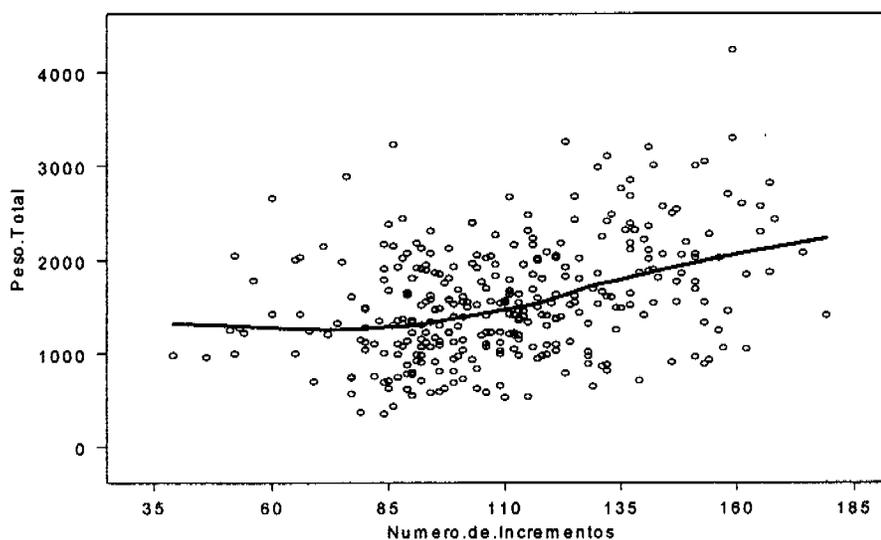


**Figura 5.19.**-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y el peso total para ambos sexos de pulpos provenientes de Melinka y Quellón. (a) potencial; (b) Exponencial.

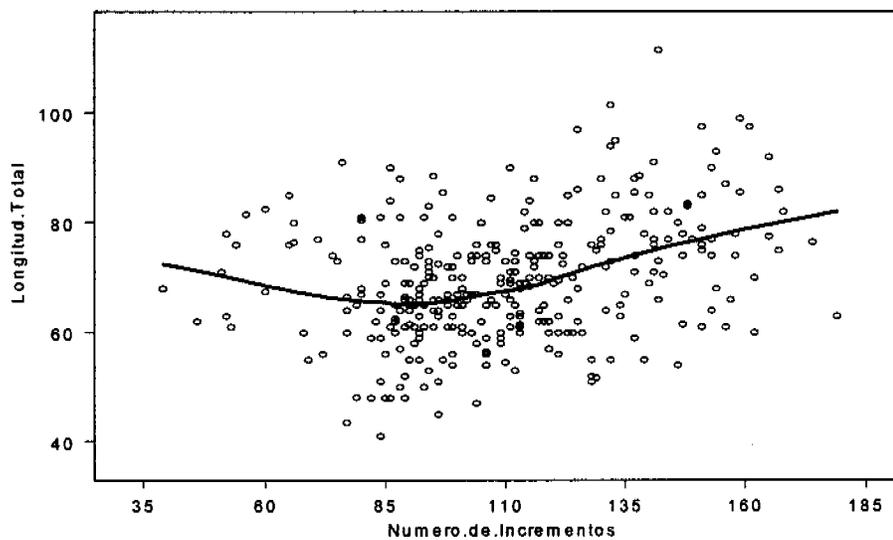


**Figura 5.20.**-Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y la longitud total para ambos sexos de pulpos provenientes de Melinka y Quellón. (a) Modelo 2; (b) Potencial; (c) Exponencial.

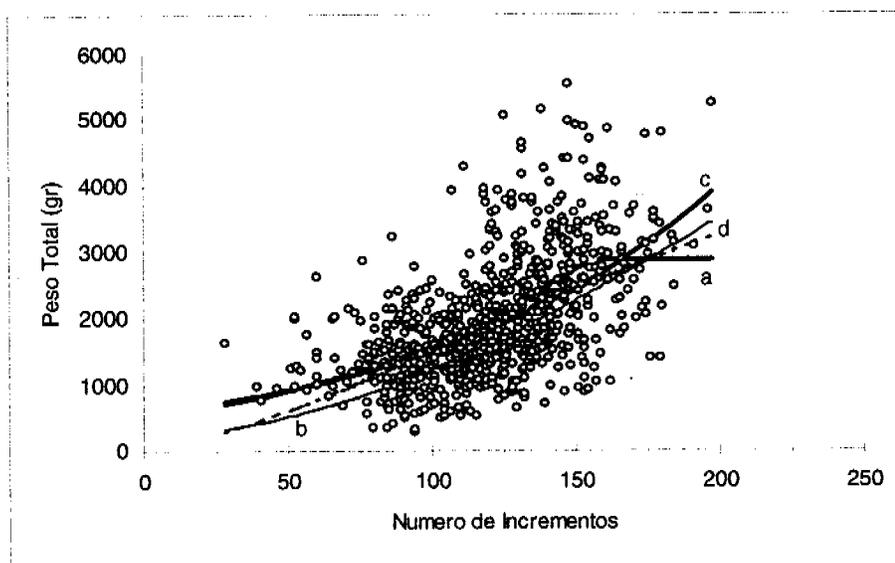
a)



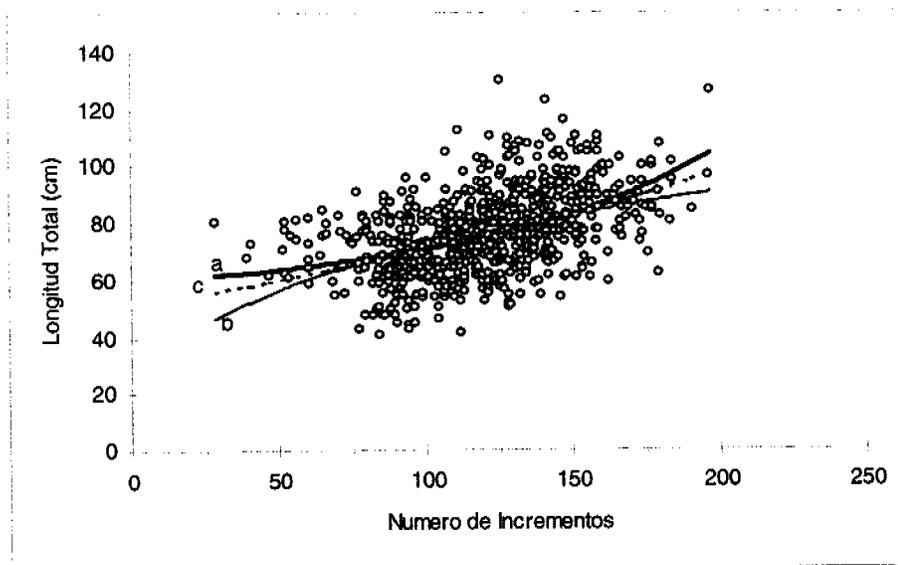
b)



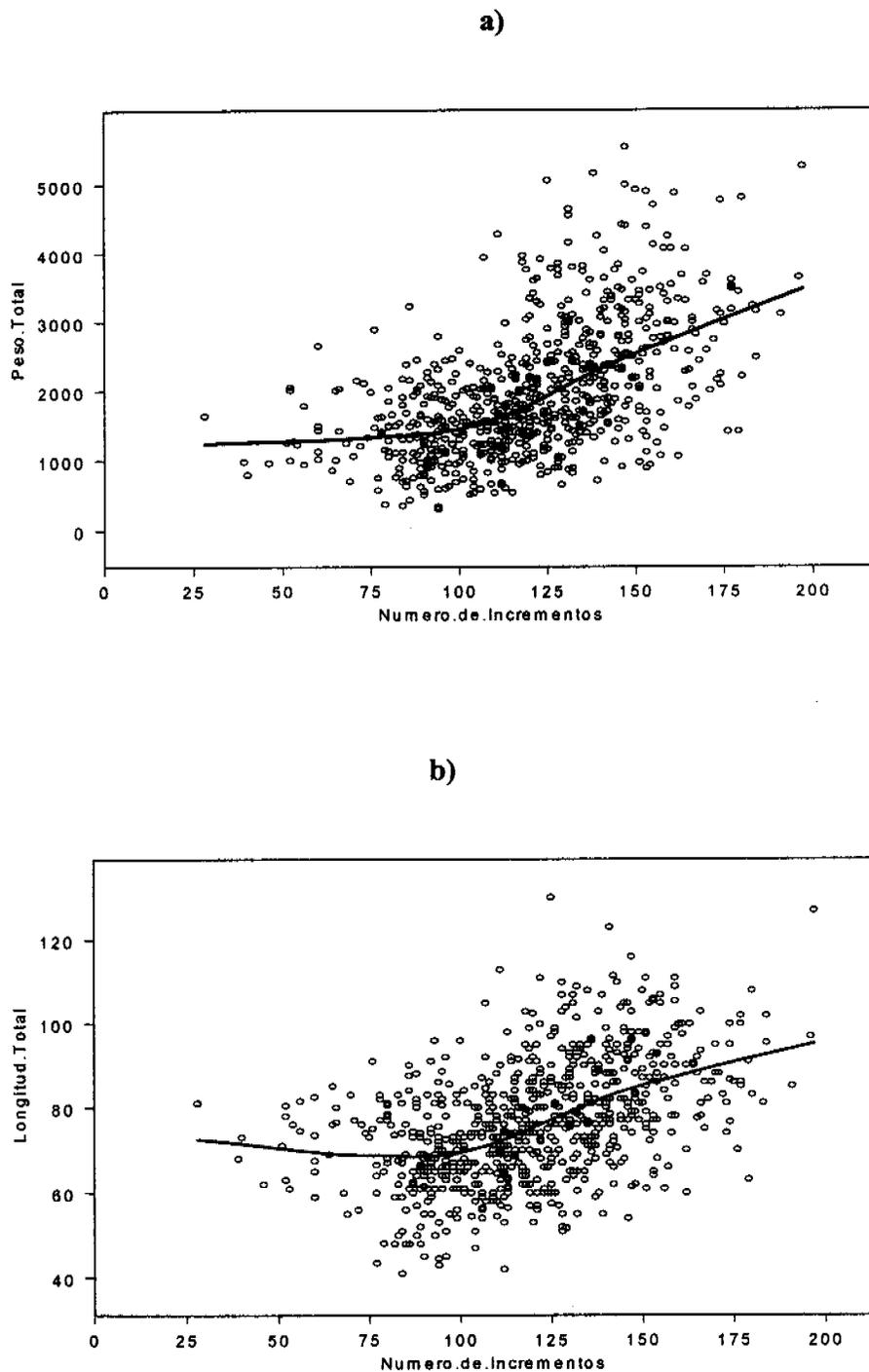
**Figura 5.21.**-Ajuste por regresión local (Loess) entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b) para ambos sexos de pulpos provenientes de Melinka y Quellón.



**Figura 5.22.-** Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y el peso total para ambos sexos de pulpos provenientes de todas las localidades. (a) Modelo 1; (b) Modelo 2; (c) Exponencial; (d) von Bertalanffy en peso.



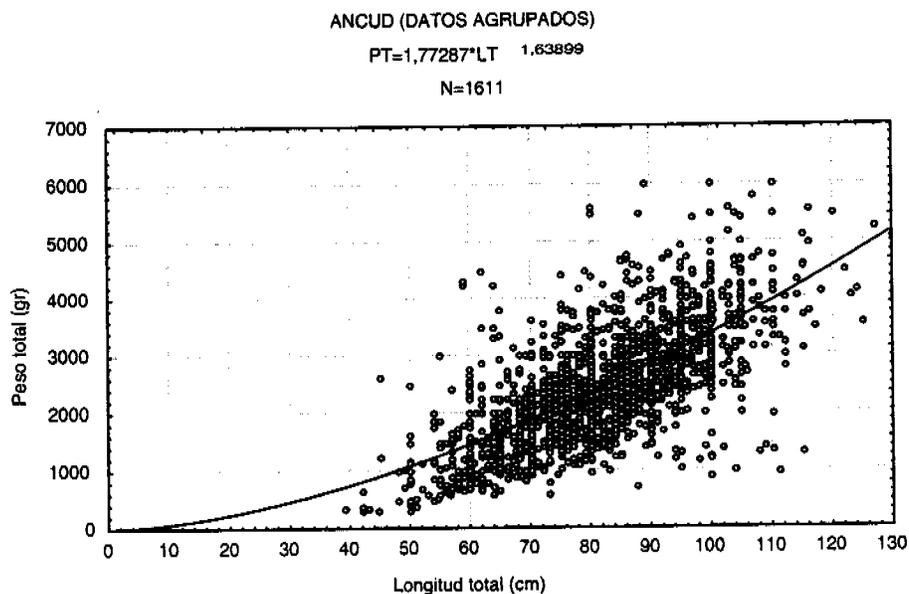
**Figura 5.23.-** Ajustes de los modelos de crecimiento a la relación entre el número de incrementos y la longitud total para ambos sexos de pulpos provenientes de todas las localidades. (a) Modelo 2; (b) Potencial; (c) Exponencial.



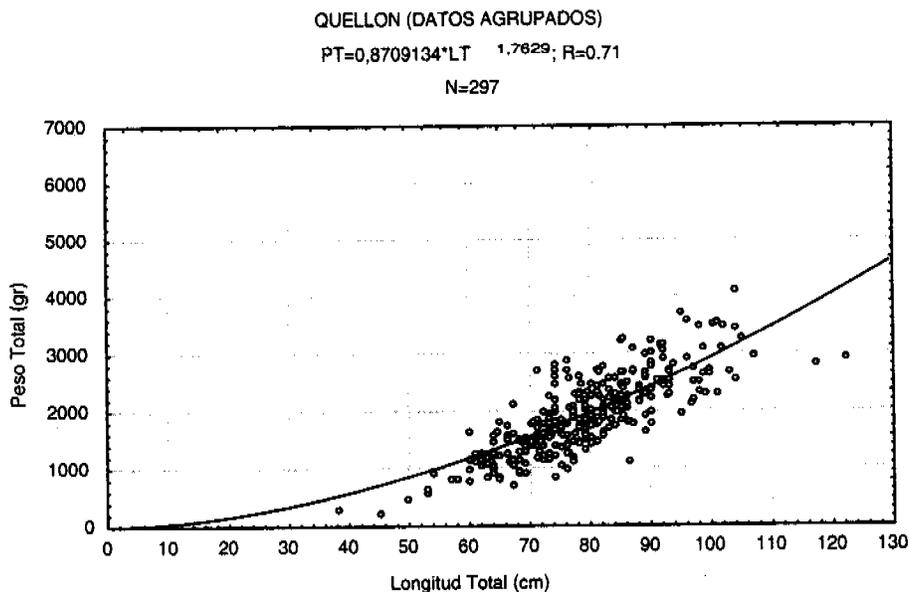
**Figura 5.24.-**Ajuste por regresión local (Loess) entre el número de incrementos y el peso total (a) y número de incrementos con la longitud total (b) para ambos sexos de pulpos provenientes de todas las localidades.



**Figura 5.25.** - Corte sagital de mandíbula de ejemplar sometido a experimentación, indicando (flechas) la marca producida por el estrés.



**Figura 6.1.-** Relación longitud-peso para ejemplares de ambos sexos de pulpos proveniente de la localidad de Ancud.



**Figura 6.2.-** Relación longitud-peso para ejemplares de ambos sexos de pulpos proveniente de la localidad de Quellón.

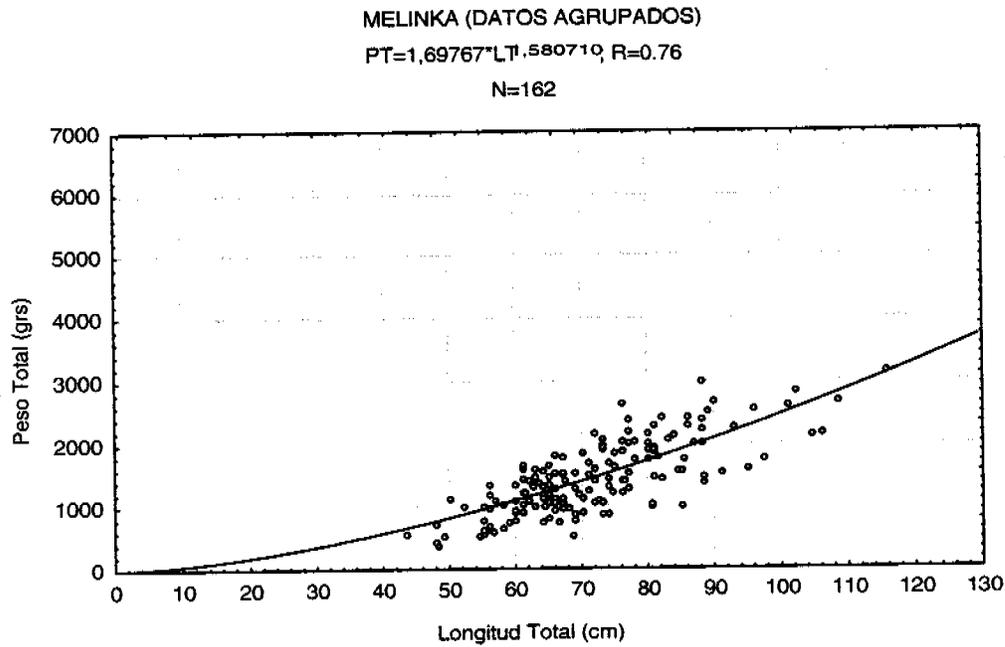


Figura 6.3.- Relación longitud-peso para ejemplares de ambos sexos de pulpos proveniente de la localidad de Melinka .

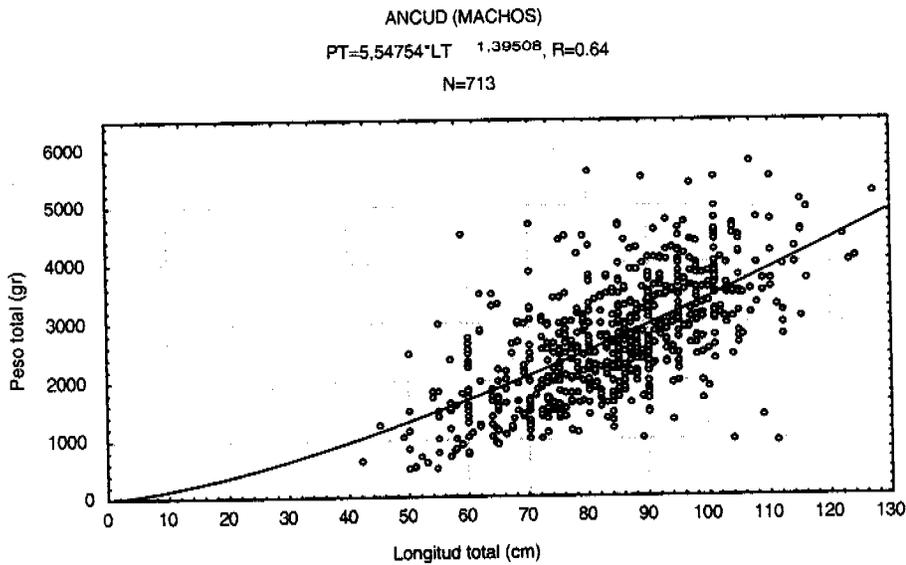
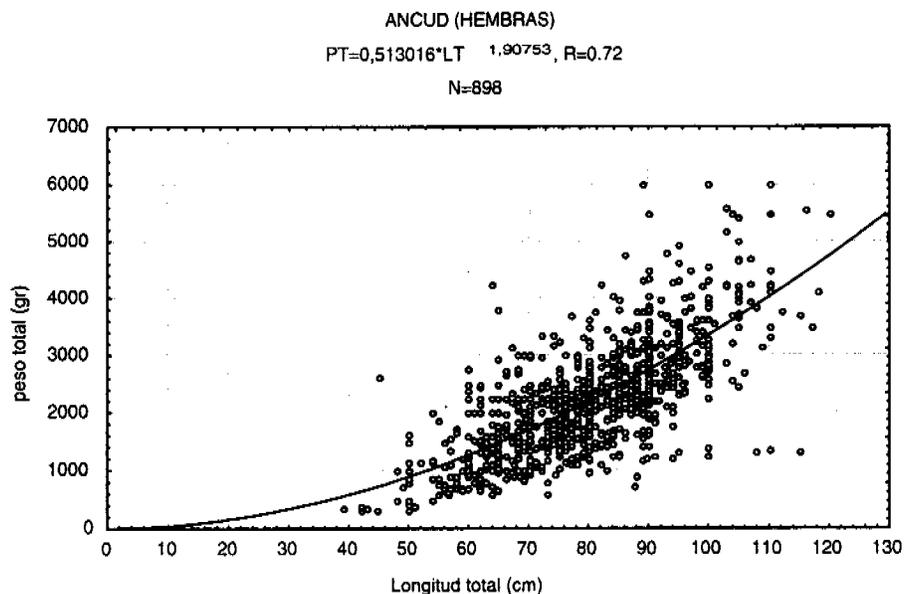
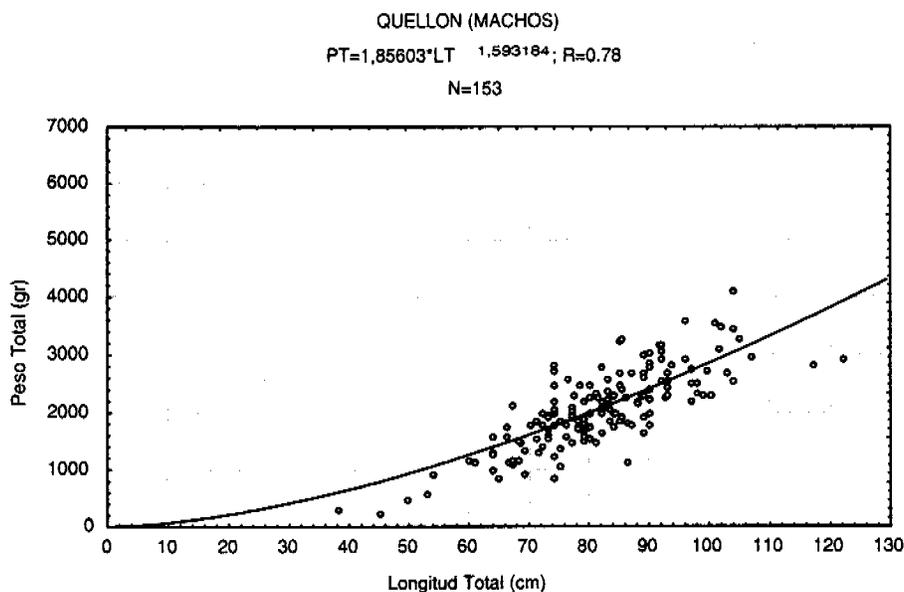


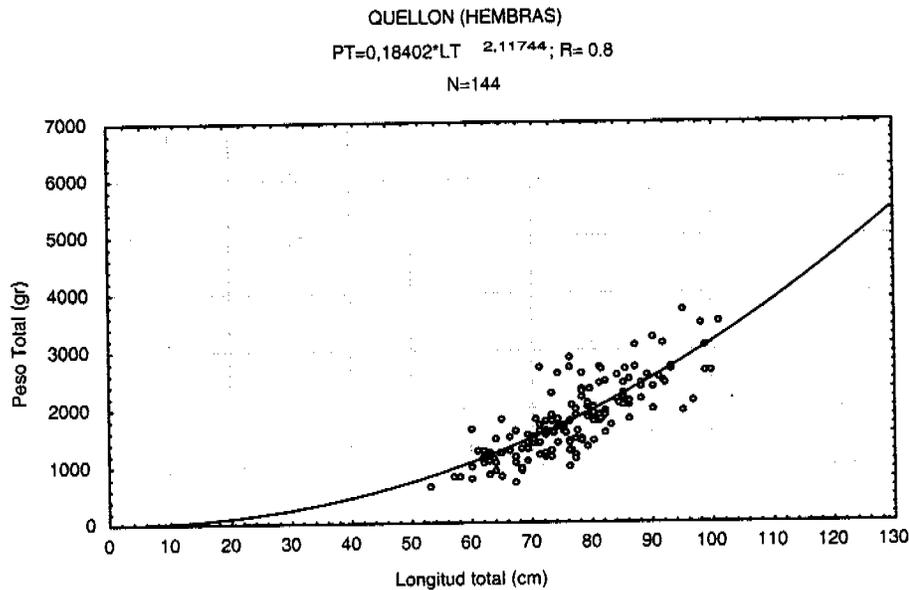
Figura 6.4.- Relación longitud-peso para ejemplares machos de pulpos proveniente de la localidad de Ancud.



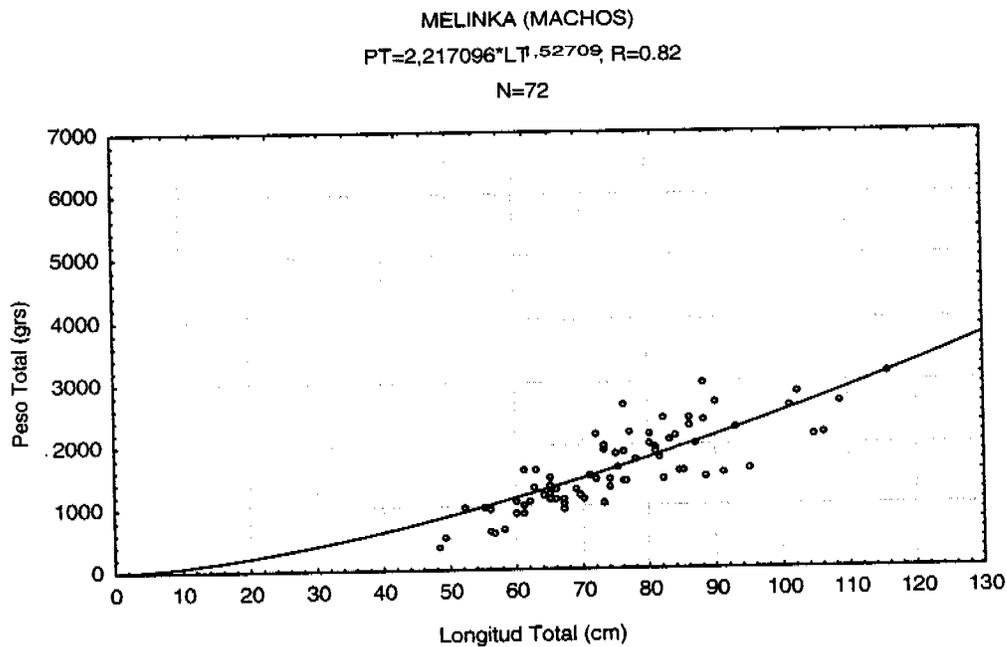
**Figura 6.5.-** Relación longitud-peso para ejemplares hembras de pulpos proveniente de la localidad de Ancud.



**Figura 6.6.-** Relación longitud-peso para ejemplares machos de pulpos proveniente de la localidad de Quellón.



**Figura 6.7.-** Relación longitud-peso para ejemplares hembras de pulpos proveniente de la localidad de Quellón.



**Figura 6.8.-** Relación longitud-peso para ejemplares machos de pulpos proveniente de la localidad de Melinka.

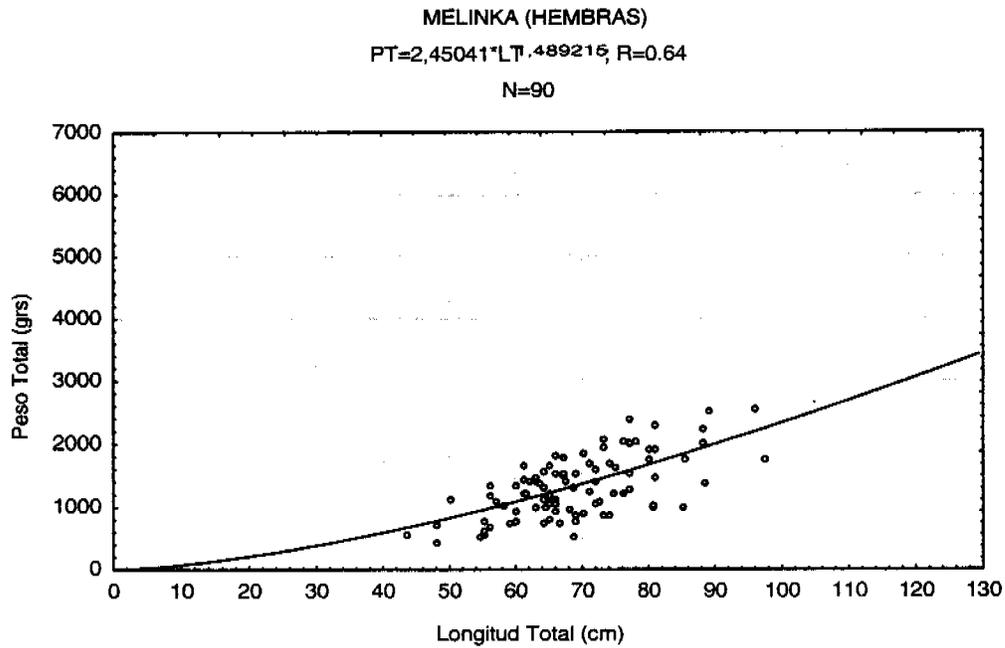


Figura 6.9.- Relación longitud-peso para ejemplares hembras de pulpos proveniente de la localidad de Melinka.

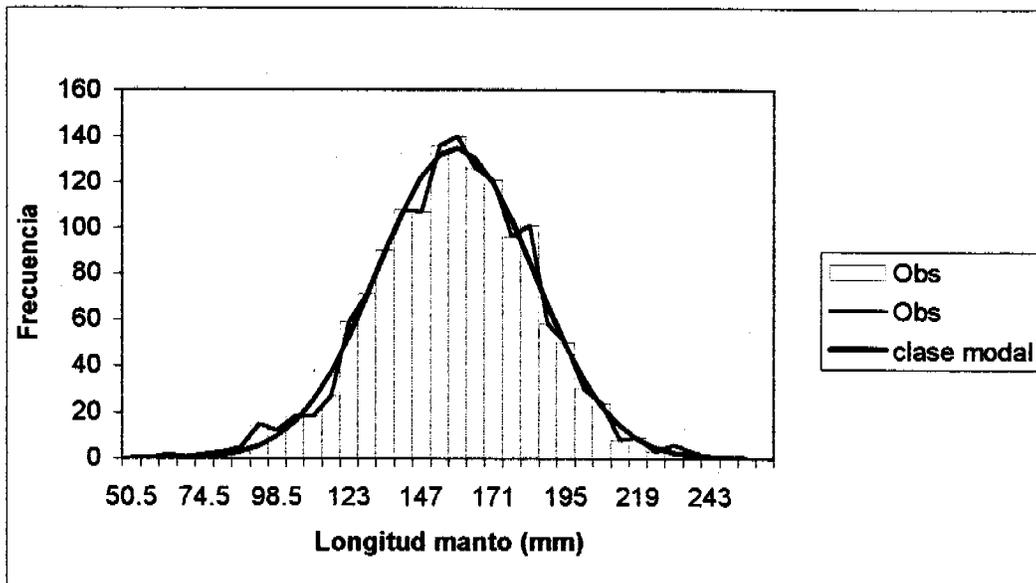


Fig. 7.1 Componentes modales (MIX) en la frecuencia de longitud del manto en pulpo de la localidad de Ancud en 1997

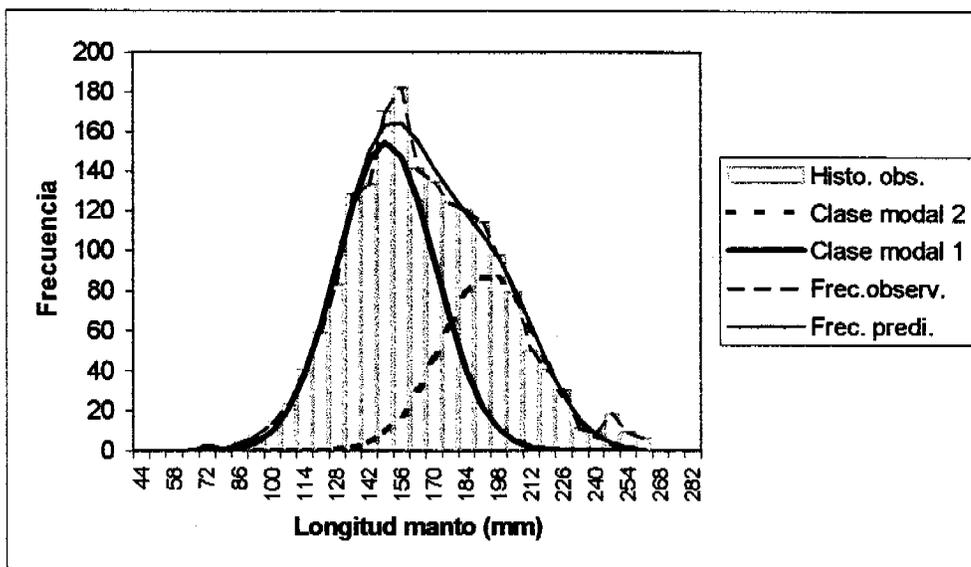


Fig.7.2 Componentes modales (MIX) en la frecuencia de longitud del manto en pulpo de la localidad de Ancud en 1998

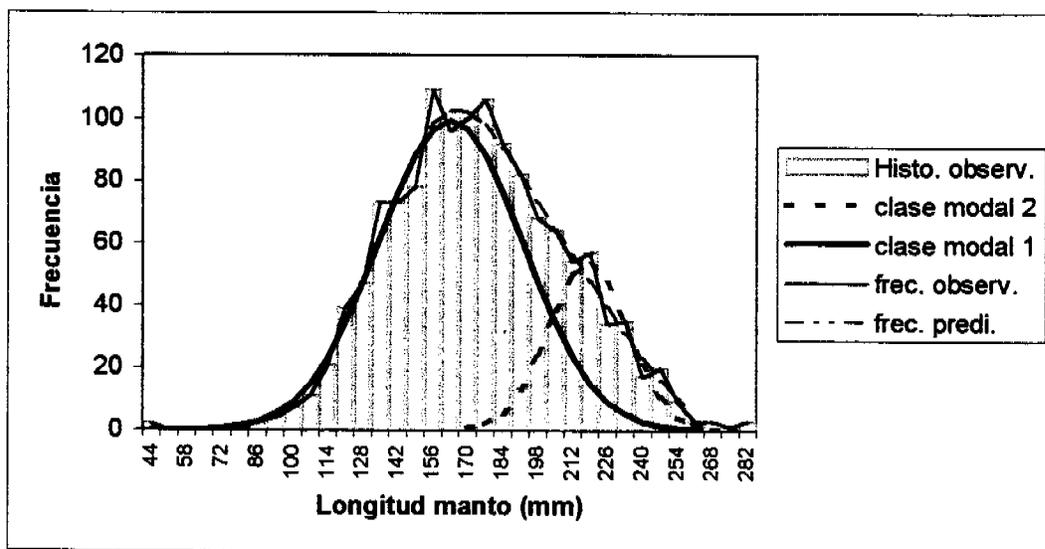


Fig. 7.3 Componentes modales (MIX) en la frecuencia de longitud del manto en pulpo de la localidad de Ancud en 1999

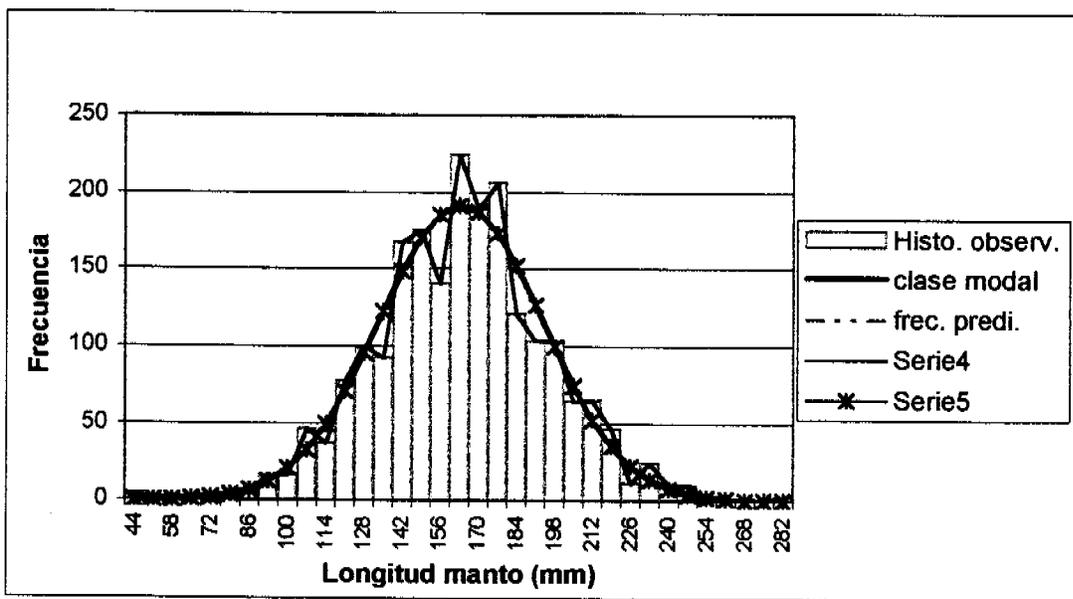


Fig. 7.4 Componentes modales (MIX) en la frecuencia de longitud del manto en pulpo de la localidad de Ancud en el periodo oct. 99-sept. 2000

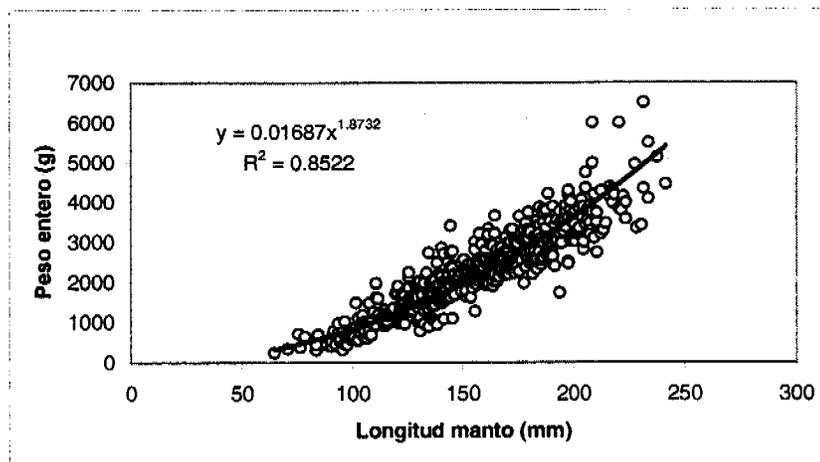


Fig. 7.5 Relación longitud manto-peso entero en pulpo de la localidad de Ancud en 1997

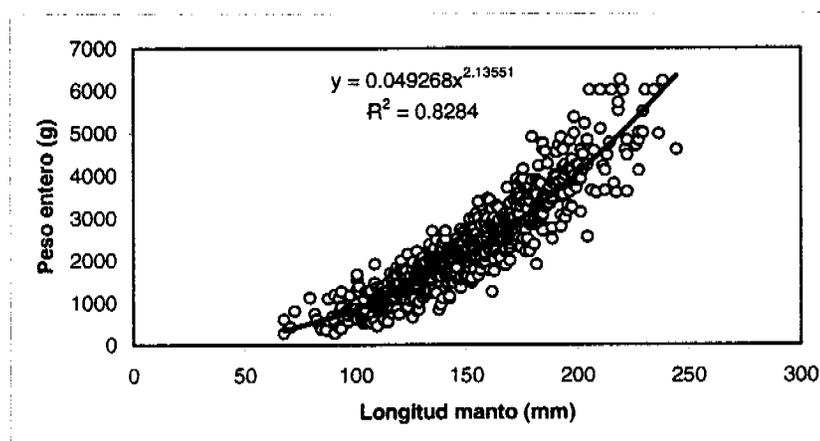


Fig. 7.6 Relación longitud manto-peso entero de pulpo en la localidad de Ancud en 1998

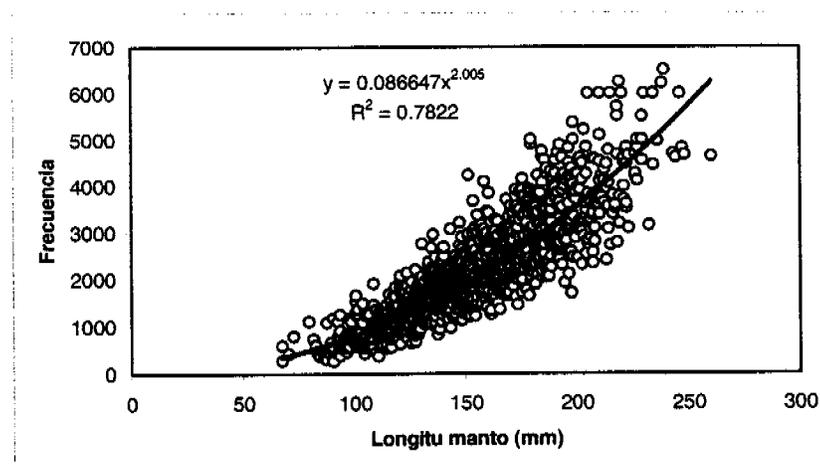


Fig. 7.7 Relación longitud manto-peso entero de pulpo en la localidad de Ancud en 1998-99

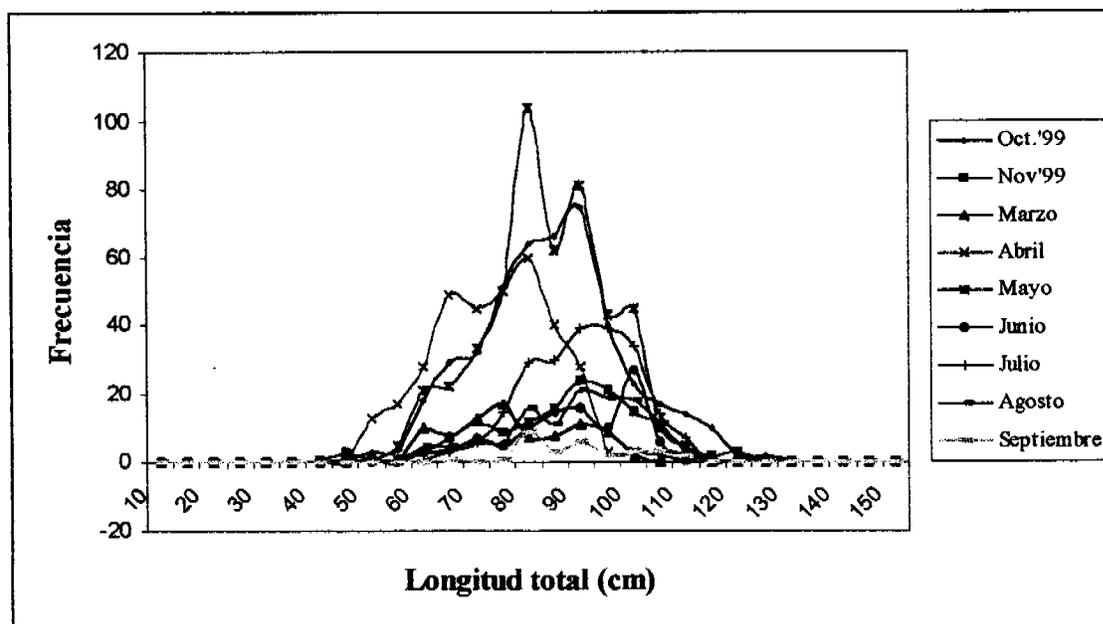


Fig. 8.1.- Estructura de tallas durante el período octubre del 99 septiembre del 2000 para la localidad de Ancud

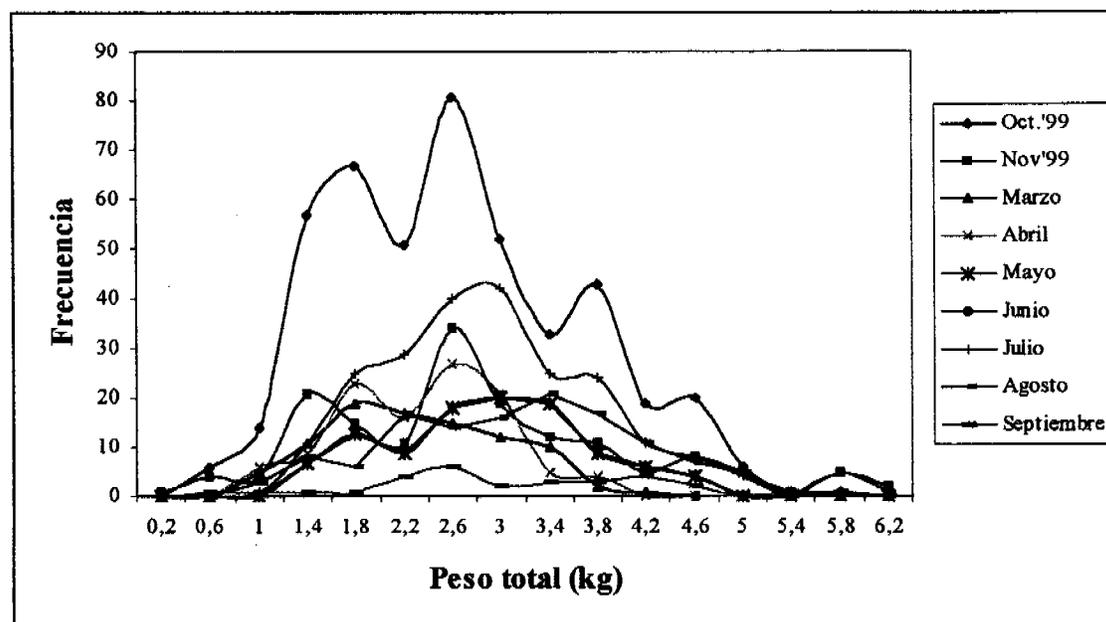
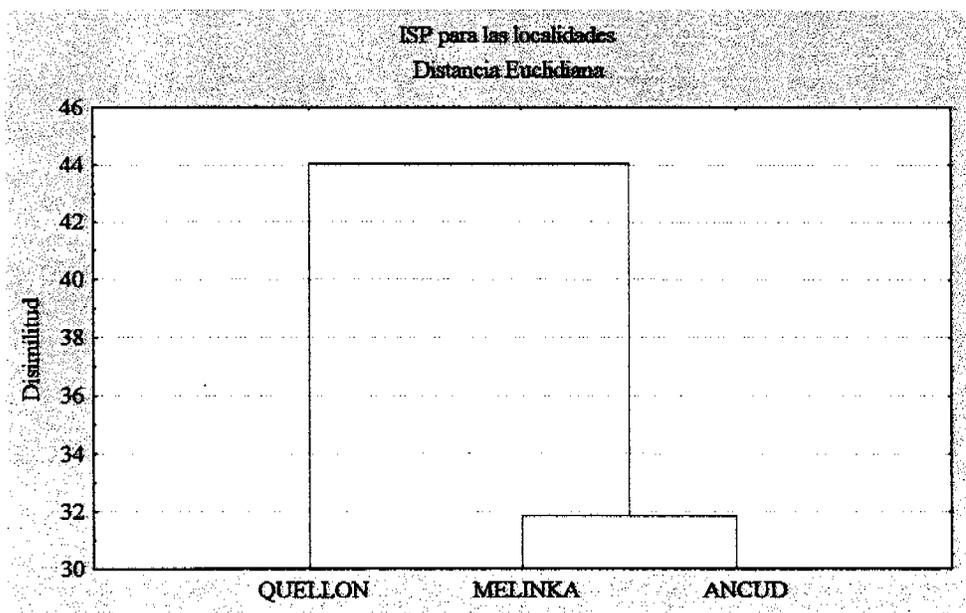
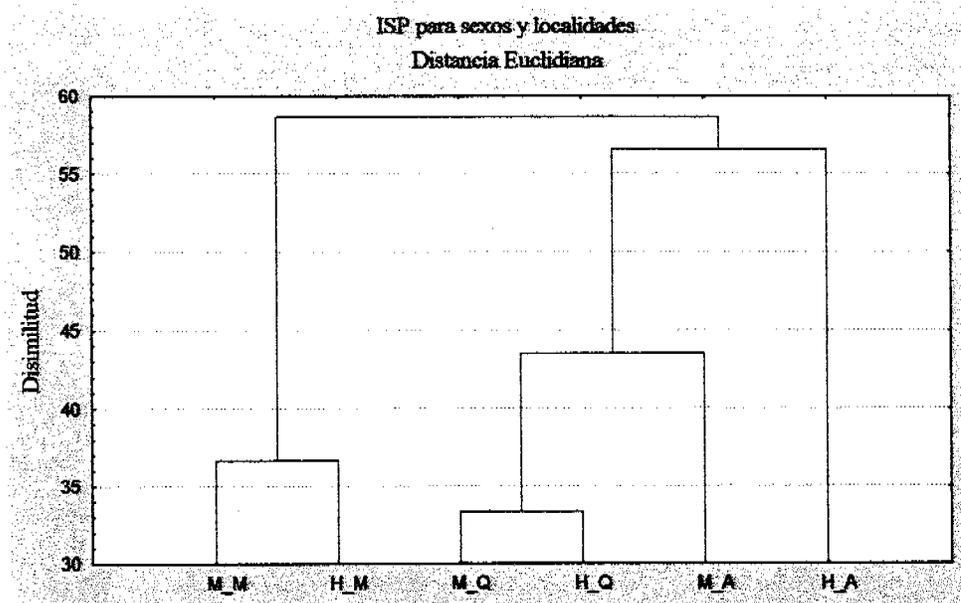


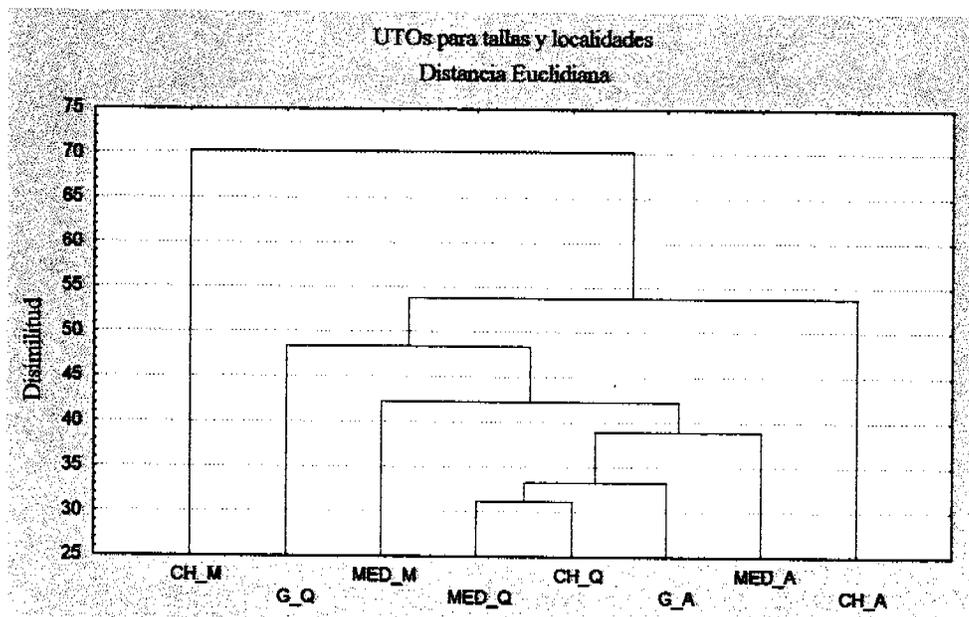
Fig. 8.2.- Estructura de pesos durante el período octubre del 99 septiembre del 2000 para la localidad de Ancud.



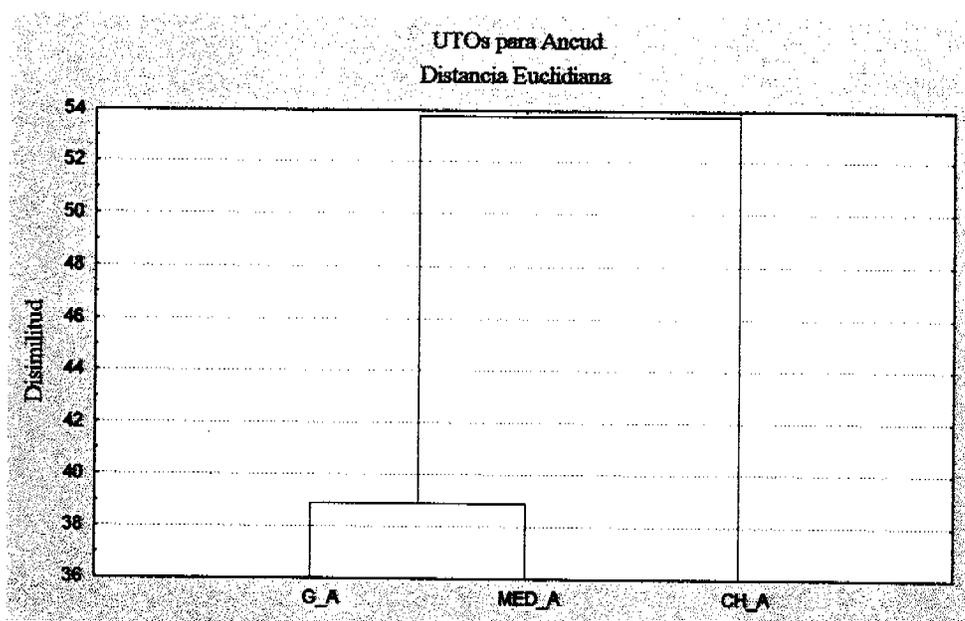
**Figura 9.1.-**Dendrograma del Índice de Similitud Porcentual entre las localidades. Ancud (n = 74); Quellón (n = 37) y Melinka (n = 62).



**Figura 9.2.-**Dendrograma del ISP entre sexos y localidades. Machos-Ancud (n = 28); Hembras-Ancud (n = 42); Machos-Quellón (n = 19); Hembras-Quellón (n = 16); Machos-Melinka (n = 24); Hembras-Melinka (n = 38).



**Figura 9.3.-**Dendrograma Unidades Ontogenéticas Tróficas entre tallas y localidades. Chicos-Ancud (n = 22); Medianos-Ancud (n = 32); Grandes-Ancud (n = 9); Chicos-Quellón (n = 4); Medianos-Quellón (n = 29); Grandes-Quellón (n = 3); Chicos-Melinka (n = 34); Medianos-Melinka (n = 22).



**Figura 9.4.-**Dendrograma de las Unidades Ontogenéticas Tróficas entre tallas para Ancud.

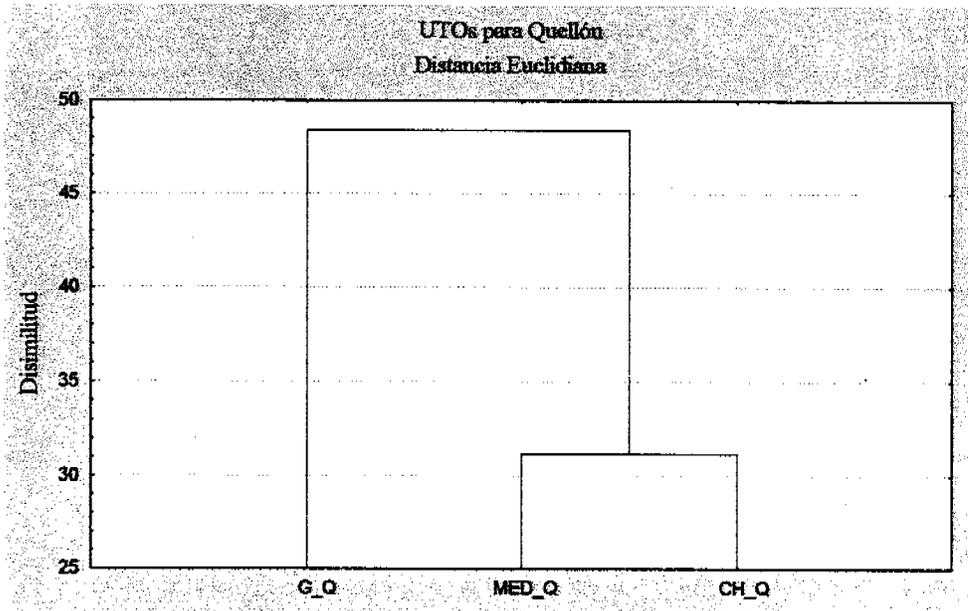


Figura 9.5.-Dendrograma de las Unidades Ontogénicas Tróficas entre tallas para Quellón.

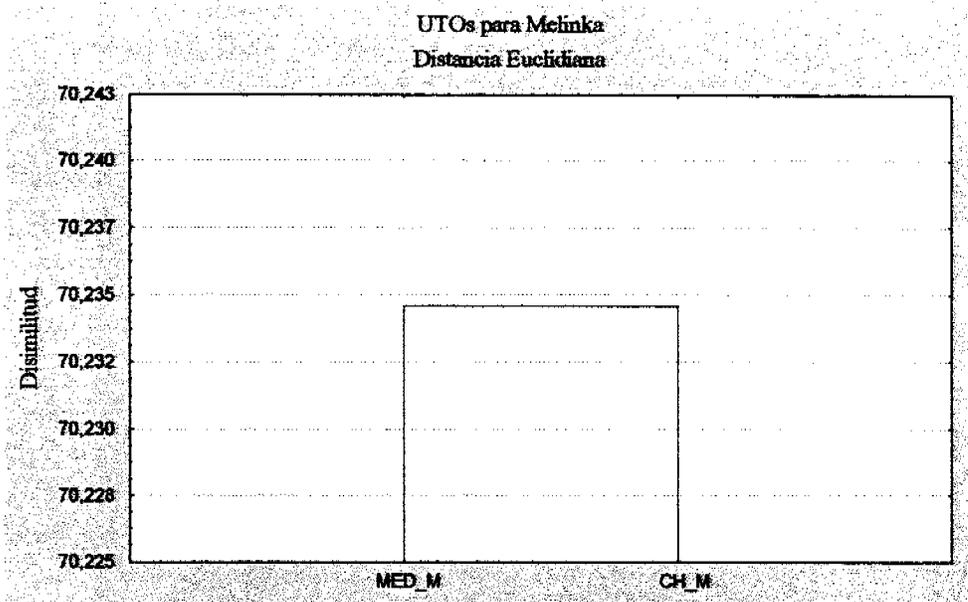


Figura 9.6.-Dendrograma de las Unidades Ontogénicas Tróficas entre tallas para Melinka.

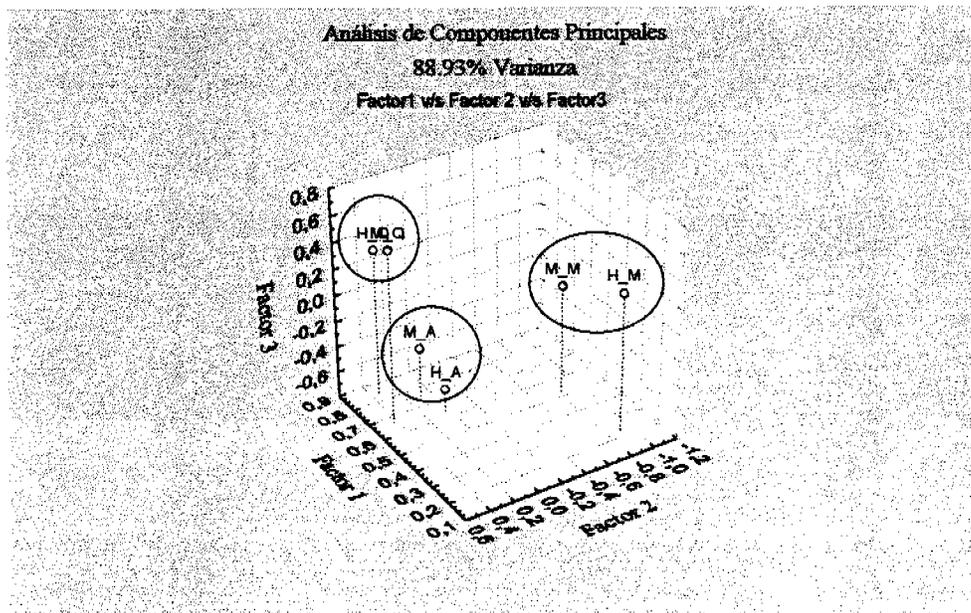


Figura 9.7.-Análisis de Componentes Principales para los sexos y localidades.

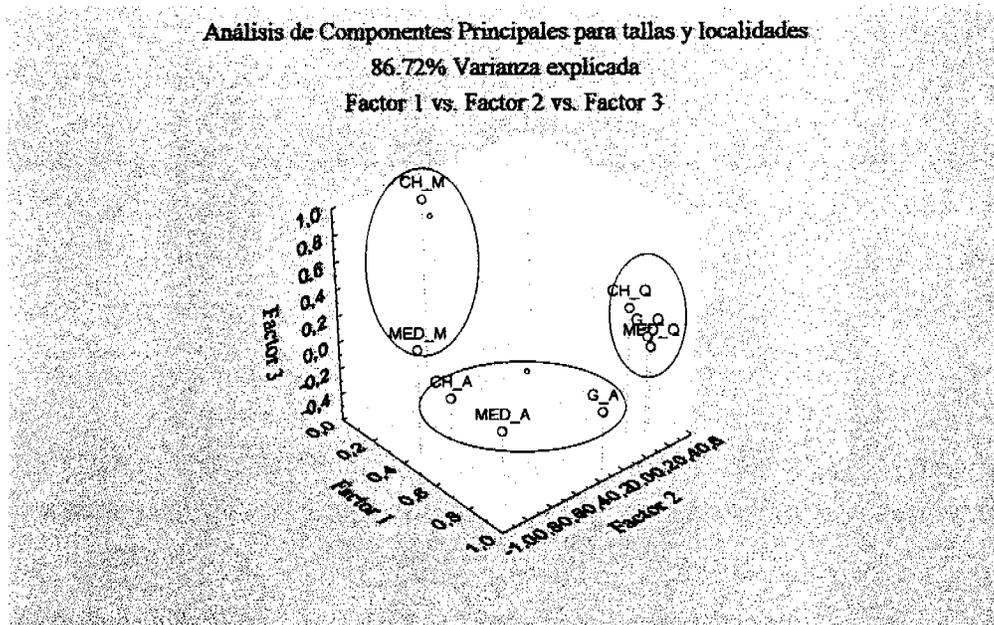


Figura 9.8.-Análisis de Componentes Principales para las Unidades Ontogénicas Tróficas entre tallas y localidades.

# ANEXO 1

**PROYECTO FIP 99-20**  
**PLANILLA DE REGISTRO INFORMACION PERIODO ANIDAMIENTO**  
**ENCUESTA PESCADORES ARTESANALES**

Región	Puerto	Area de pesca	Nombre buzo	Fecha

1. **Período (meses) en que se encuentran las hembras de pulpo anidando.**

.....

2. **Descripción del tipo de fondo durante el período de anidamiento:**

Rocoso                      Arena  
 Otro                            (¿cuál?)

.....

3. **Profundidad aproximada a la que se encuentran las hembras durante la anidación.**

menor a 15 m.                      mayor a 15 y menor a 30 m.                      mayor a 30 m.

4. **¿Cuál es el sustrato (lugar) comúnmente utilizado por las hembras para realizar la anidación?.**

cuevas                                      grietas                                      arena  
 otro(¿cuál?)

.....

5. **Durante el período de anidamiento de las hembras, los machos se encuentran:**

Cerca de las hembras                      A menor profundidad                      A mayor profundidad  
 Otra(¿cuál?)

.....

6. **La puesta (masa de huevos) esta agrupada en:**

1 sólo racimo                                      varios racimos                                      huevos sueltos  
 otro(¿cuál?)

.....

7. **La ubicación de la puesta dentro de la cueva (grieta) se encuentra**

En el fondo                      Las paredes                      El techo                      Piso  
Otra(¿cuál?)

8. La hembra del pulpo durante el proceso de anidamiento se encuentra ubicada

Cubriendo la entrada              En el fondo de la cueva o grieta              Cubriendolos huevos  
Otra ubicación (¿cuál?)

9. ¿Cuántas hembras se encuentran anidando en cada cueva o grieta?.

Sólo una                      Dos                      Más de dos                      No sabe  
Otro(¿cuál?).....

10. Durante el período en que la hembra se encuentra cuidando los huevos, ¿se observa alimento alrededor de la entrada de la cueva o grieta?, qué tipo de alimento (jaibas, almejas, etc).

.....  
.....  
.....

11. Durante el período en que la hembra cuida los huevos, ¿sale de su refugio a alimentarse?.

Si              No              No sabe  
Otro(¿cuál?)

12. Otras observaciones

.....  
.....  
.....

13. Han encontrado hembras muertas o moribundas alrededor de las cuevas, después de haber puesto los huevos, o restos de pulpo cerca de la cueva.

Si              No              No sabe  
Otro (¿cuál?)

.....

## **ANEXO 2**

**TALLER: BIOLOGIA PESQUERA DEL RECURSO PULPO DEL SUR DE CHILE: REGIONES X Y XI.**

FECHA: VIERNES 28 DE ABRIL DEL 2000.

LUGAR: UNIVERSIDAD CATOLICA SSMA. CONCEPCION  
CAMPUS SAN ANDRES; AUDITORIO FACULTAD DE MEDICINA

### PROGRAMA

HORARIO : PONENCIAS

- 09:00-- 10:00 : INSCRIPCION Y ENTREGA DE CARPETAS RESUMENES
- 10:05 – 10:30 : BIENVENIDA Y PALABRAS REPRESENTANTE DEL FIP
- 10:35 – 11:15 : TAXONOMIA DE LA(S) ESPECIE(S) DE PULPO  
Expositores : C. Oyarzún y R. Galleguillos
- 11:15 -- 11:45 : CAFÉ
- 11:45 – 12:30 : EDAD Y CRECIMIENTO DEL PULPO DE LA X Y XI REGIONES  
Expositores : J. Chong
- 12:30 – 14:30 : *ALMUERZO***
- 14:30 – 15:10 : CARACTERIZACION DE LA PESQUERIA Y DESEMBARQUES DEL RECURSO PULPO DE LA X Y XI REGIONES  
Expositores : N. Cortés
- 15:10 – 15:40 : REPRODUCCION DEL RECURSO PULPO DE LA X Y XI REGIONES.  
Expositores : C. Oyarzún
- 15:40 – 16:00 : ALIMENTACION DEL RECURSO PULPO DE LA X Y XI REGIONES.  
Expositores : C. Ibañez
- 16:00 – 16:30 : CAFÉ
- 16:30 – 17:30 : MESA REDONDA, CONCLUSIONES

## MARCADORES ALOENZIMATICOS EN TRES ESPECIES DE PULPOS DE LAS COSTAS DE CHILE.

Para el análisis genético de tres especies de pulpos presentes en las costas de Chile, se obtuvieron muestras de la zona norte del país (Iquique), correspondiendo a la especie *Octopus mimus*, en el área pesquera artesanal de Quillón en la Isla de Chiloé se obtuvieron muestras de la especie *Octopus megalocyathus* y una tercera especie no identificada, se obtuvo en las costas de la VIII región (Lenga).

Se estandarizó un total de 17 sistemas enzimáticos y 3 loci de proteínas totales en diferentes soluciones tampones y condiciones electroforéticas en gel de almidón. Estos sistemas codifican presuntivamente para un total de 22 loci enzimáticos, y 3 loci que codifican proteínas totales. La designación de los alelos se hizo en referencia a la especie del norte *Octopus mimus* y se estableció las frecuencias génicas para cada una de la tres especies.

En la especie del sur se obtuvo un locus polimórfico (Fosfogluconato deshidrogenasa) y en la especie del norte el locus Glucosa 6 fosfato deshidrogenasa.

El análisis comparativo de las movilidades electroforéticas de los 25 loci analizados mostró que *O. mimus*, *O. megalocyathus* y la especie de la VIII región sólo comparten 1 locus de proteínas totales. Las especies *O. megalocyathus* y la de Lenga comparten 5 loci (PGM-1, PGM-2, EST-1, EST-2 y PT-1). El valor de Identidad genética obtenido para *O. mimus* y *O. megalocyathus* es de 0,20 con una distancia genética de 1,6 y para *O. megalocyathus* y la especie de la VIII región los valores fueron 0,45 y 0,8 respectivamente.

## EDAD Y CRECIMIENTO EN OCTOPODA

Las aproximadamente 650 especies que incluye la Clase Cephalopoda Cuvier, 1798 se encuentran incluidas en la Subclase Coleoidea (Nesis, 1987), integrada principalmente por las denominadas sepias (Orden Sepiida), calamares (Orden Teuthida) y pulpos (Orden Octopoda).

Existen varios métodos para determinar edad en cefalópodos, siendo de mayor utilización los métodos directos, entre los cuales el más utilizado actualmente, es el basado en la presencia de marcas en forma de anillos que se depositan en estructuras calcificadas (otolitos, escamas, vértebras, huesos, estatolitos) en respuesta al crecimiento irregular del organismo traducido a periodos de crecimiento rápido y lento.

En los otolitos de los peces la disposición de anillos estacionales y diarios ha sido validada para un buen número de especies y es claramente aceptada. En el caso de los Cefalópodos las estructuras más utilizadas son los estatolitos y también ha sido validada esta metodología en algunas especies del Suborden Oegopsida (potas) y del Suborden Myopsida (calamares). Arkhipin (1993) señala que la microestructura de los otolitos y de los estatolitos de omastréfidos y loliginidos es muy similar y refleja procesos fisiológicos y formas de vida parecidas, resultantes de una evolución paralela.

En la actualidad para las especies del Orden Octopoda, existe una carencia casi absoluta de estudios para la determinación de edad, debido a la dificultad de encontrar una estructura calcificada donde se puedan discriminar incrementos de crecimientos.

Recientemente, Raya & Hernández (1998) han desarrollado un método basado en el análisis de las mandíbulas o picos córneos para *Octopus vulgaris*, mediante la preparación de cortes sagitales en tales estructuras. En las superficies de corte, una vez pulida y decapada al ácido se observa una secuencia regular de microestrías, cuyo ritmo de deposición podría ser diario, existiendo una correlación positiva entre el eje de lectura de los incrementos y la talla del animal.

En forma más reciente, Araya *et al.*, 1999, aplicando la metodología descrita por Raya & Hernández (op cit.), determinaron la edad y el crecimiento para el pulpo, *Octopus mimus* del norte de Chile. Estos autores también demostraron en forma experimental que la formación de los microincrementos presentes en la mandíbula inferior de *O. mimus* sería de naturaleza diaria, determinado un máximo de 210 microincrementos para individuos de 2.000 g.

En el presente trabajo, para la determinación de edad en el pulpo *Octopus megalocyathus* de la zona sur de Chile, se ha desarrollado la metodología señalada por ambos autores citados, determinándose la presencia de microincrementos en ambas mandíbulas, pero se ha elegido la mandíbula inferior al igual que Araya *et al.*, (op. cit.). Además, se realizó una experiencia en cuativerio para determinar el tipo de periodicidad (diaria) de los incrementos, pero que lamentablemente no ha tenido éxito, lo cual llevará a su repetición.

## CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA ARTESANAL ASOCIADA A LA EXTRACCIÓN DEL RECURSO PULPO EN LA X Y XI REGIONES

En la actualidad se reconoce a los cefalópodos, a nivel mundial, como un importante recurso pesquero potencial, dadas las características de su abundancia, crecimiento y calidad de su carne, más aún en los últimos años ha sido notable el esfuerzo realizado por centros de investigaciones españolas por implementar y optimizar un sistema de cultivo que permite en condiciones de cautiverio criar y engordar ejemplares de pulpos con fines comerciales cuyos precios de mercado alcanzan valores de hasta 18-20 dólares.

Luego en nuestro país, y pese a la presencia de dicho recurso y las favorables condiciones para la explotación de esta especie, se ha mantenido una actividad extractiva que se concentran principalmente en la zona norte (I y II regiones), y menor medida en la X región.

A diferencia de lo que ocurre en la zona norte de nuestro país, la extracción del recurso pulpo en la X y XI regiones no ha mostrado una actividad sostenida desde que se registran desembarques del recurso, principalmente en los últimos 10 años, alcanzando su máximo nivel en el año 1998 con 4877 toneladas a nivel nacional, destacando al respecto la falta de investigaciones que permita recabar información acerca de la caracterización de la actividad pesquera que opera sobre el pulpo.

Un aspecto importante de señalar es que en la actualidad, en la zona de estudio, no se dispone de artes de pesca destinadas exclusivamente a la extracción de pulpos, como las que son utilizadas por países donde se lleva a cabo una sostenida explotación de cefalópodos tales como Trampas, Poteras, redes de arrastre y cerco especialmente diseñadas (equipos de iluminación), etc., lo cual hace de la pesquería del pulpo una actividad casi de características ocasionales, por cuanto una pequeña fracción de embarcaciones que se dedica regularmente a la extracción de otros recursos, en determinados períodos se dedica a la captura de pulpo.

Los principales puertos de desembarque de pulpos corresponden a las localidades de Ancud y Quellón (X región) y Melinka (XI región). El sistema de extracción consiste en buceo semiautónomo llevado a cabo por la flota pesquera artesanal de las citadas zonas, las cuales son caracterizadas por embarcaciones cuyas características operacionales se entregan en la siguiente tablas:

Tabla 1.- Registro de Inscripción de embarcaciones que operan potencialmente en la extracción del recurso pulpo en la X Región, categorizados por eslora

	Menor de 12 m	Entre 12-15 m	Entre 15-18 m	Total
Nº Embarcaciones	538	82	9	629

Tabla 2.- Registro de Inscripción de embarcaciones que operan potencialmente en la extracción del recurso pulpo en la X Región, categorizados por capacidad de bodega

	0-20 m <sup>3</sup>	20-40 m <sup>3</sup>	40-60 m <sup>3</sup>	Total
Nº Embarcaciones	541	80	8	629

Finalmente se entregan los volúmenes de desembarque por localidad y por mes, identificando la procedencia de la pesca (área de pesca) y una descripción de la composición de las capturas en talla

## ALIMENTACIÓN DEL PULPO *ENTEROPTOPUS MEGALOCYATHUS* EN LAS COSTAS DEL SUR DE CHILE

Los octópodos son animales bentónicos y viven en galerías situadas en el interior de grietas o agujeros en donde se esconden. Las almejas, los caracoles, los peces y los crustáceos son presas comunes y la dieta de una especie puede incluir hasta 55 ítems diferentes aunque algunas de ellas son las más habituales.

Las presas son ingeridas durante las excursiones de caza y otras son llevadas hasta la madriguera para ser devoradas, por lo cual tienen un vertedero cerca de la entrada de su refugio, en el que arrojan las conchas de sus presas. Los pulpos han sido considerados depredadores oportunistas de tercer o cuarto nivel trófico ocupando el vértice de una compleja red en las comunidades marinas.

Actualmente el conocimiento de las especies de pulpos en Chile, están restringidas a estudios realizados en la especie *Octopus mimus* de la zona norte. No hay claridad del número de especies presentes en nuestras costas y sobre cuales está operando la pesquería, lo que ha significado que las medidas actuales de manejo del recurso se han implementando sobre la base de los antecedentes de *O. mimus*. Estudios recientes revelan que la especie del sur de Chile corresponde a *O. megalocyathus*, lo que ha obligado a estudiar los principales aspectos biológicos de la especie.

Se analiza la dinámica trófica de la especie *O. megalocyathus* sobre la base del análisis del contenido gástrico de 168 ejemplares provenientes del sur de Chile. Los ejemplares de pulpo fueron capturados mediante buceo semi-autónomo por buzos artesanales en Melinka y Ancud entre los meses de noviembre (1999) y febrero (2000).

Fueron medidos y pesados, se les determinó el sexo y el estado de madurez sexual. El tracto digestivo extraído de cada ejemplar fue congelado a  $-15^{\circ}\text{C}$ , para su posterior análisis sobre la base del contenido gástrico, esencialmente del buche y estómago de 168 ejemplares.

La importancia de cada ítem fue determinada de acuerdo a los descriptores cuantitativos de Hyslop (1980), a través del método numérico (%N), el método gravimétrico (%G) y la frecuencia (%F) expresados porcentualmente. Se consideró el índice de importancia relativa (IIR) que se obtiene de la suma del %N y %G, multiplicado por %F de cada ítem como lo indica la siguiente fórmula:  $IIR = (\%N + \%G) \times \%F$ . El valor de IIR obtenido fue expresado en forma porcentual con respecto a la suma de los valores del IIR de todos los ítems dietarios.

*E. megalocyathus* depreda principalmente sobre las siguientes presas en orden de importancia (%IIR): *Homalaspis plana* (28.39 %), Cápsulas de pulpo (24.63 %), Huevos de jaiba (15.21 %), *Munida subrugosa* (12.87 %), Jaibas de la familia Cancridae (9.05 %), Peces (5.33 %) y *Octopus sp* (4.40 %) entre los más importantes.

*E. Megalocyathus* depreda principalmente sobre crustáceos, peces, caracoles y además posee una notoria conducta caníbal, devorando pequeños pulpos como cápsulas. Las presas principales de esta especie de pulpo corresponden a crustáceos ya sean individuos como masas de huevos, moluscos cefalópodos tanto huevos como ejemplares pequeños, y peces en un menor porcentaje.

En el contenido gástrico se observan solo restos de las presas como quelas, quelípodos, partes del rostro y branquias en los crustáceos. De los peces se encuentran vértebras, otolitos, y otros huesos. De los pulpos aparecen rádulas, ventosas, brazos, mandíbulas, restos de piel y músculo, y cápsulas. Restos de conchas para los gastrópodos.

## IDENTIFICACION DE LA(S) ESPECIE(S) DE PULPO.

Históricamente los pulpos que se capturaban en la costa de Chile y que se comercializaban eran asignados a la especie *Octopus vulgaris*. En la década pasada, se demostró que en realidad la especie correspondía a *O. mimus*, desgraciadamente luego de eso, se generó otro error: considerar que era la misma especie la que se explotaba en toda la costa de Chile, tanto en el extremo norte, como en la pesquería sur austral.

Dado lo anterior, el presente Proyecto FIP, considera la resolución a nivel específico del pulpo que se explota en las aguas del sur de Chile.

En el presente informe, se entregan los resultados de un análisis taxonómico, morfológico y morfométrico en que se concluye que la especie objetivo de la pesquería corresponde a *Octopus megalocyathus*. Se entrega además, el resultado de un análisis multivariado de la morfometría de los pulpos provenientes de las tres localidades, mostrando que todo responde a un solo patrón morfológico.

## REPRODUCCION EN EL RECURSO PULPO DE LA X Y XI REGIONES

En el presente estudio se contempla la aplicación de tres metodologías, el reconocimiento de estados de madurez de forma macroscópica, el cálculo y estimación de un índice reproductivo gonadal (IGS), y las técnicas histológicas. Se informa sobre los datos de los seis primeros meses de muestreo, en esta oportunidad se incorporan resultados parciales del análisis histológico.

Analizando los pulpos machos en términos macroscópicos, se observa que en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 1999 la gran mayoría de los ejemplares en las tres localidades se encuentran en el estado 3. En el mes de enero, se observa que todos los individuos de Ancud se encuentran en el estado 1, en cambio para Quellón hay individuos en los estados 1 a 3 (60%) y en Melinka se reparten en los 4 estados (60% en estado 3). En el mes de febrero en Ancud el 60% se encuentra el estado 4 (35% estado 1 y 5% en estado 2); para Quellón los pulpos se presentan sólo en los estados 3 (40%) y 4 (60%). Finalmente, en el mes de marzo para Ancud más del 60% de los individuos se encuentran en el estado 3, con un 30% en el estado 1 y sólo unos pocos ejemplares en el estado 2; y en Melinka el 80% se reparte en los estados 1 y 3 con un 10%, respectivamente. En el caso de las hembras, en el mes de octubre hay predominancia de aquellos en estados 3 y 5, que son los estados maduro y desovado. Se observa que los ejemplares de Quellón se encuentran representados principalmente en el estado 3 (90%). Para Ancud casi el total de pulpos están en el estado de madurez 3 (39%) y 5 (55%) con sólo unos pocos individuos en el estado 2 y 4. En aquellas hembras provenientes de Melinka se observa una mayor proporción en estado 2 (32%) y 5 (50%) con también unos pocos ejemplares en los estados 3 y 4. En el caso del mes de noviembre, los porcentajes para los estado 3, 4 y 5 de madurez son mayores a los del mes anterior (cerca del 50 %), no habiendo hembras de Quellón ni Melinka desovadas (estado 5). En el caso de Melinka hay algunos individuos en los estados 1 (28%) pero la gran mayoría se encuentra en los estados 2 (35%) y 3 (60%). En Quellón, todos los ejemplares se concentran en los estados 3 (40%) y 4 (60%); en el caso de Ancud los individuos se encontraban principalmente en el estado 4 (45%) y 5 (40%). En los meses de diciembre y enero se observan hembras en todos los estados de madurez, pero la moda es distinta para cada mes, en el caso de diciembre la mayoría de las hembras se encuentra en el

estado 4 (cerca del 50% para las tres localidades); en el caso de enero, la distribución es semejante para los distintos estados de actividad reproductiva con la moda principal entre los estados 2 y 3, excepto en Quellón se encuentran los individuos sólo en los estados 2 (25%), 3 (50%) y 4 (25%). En el mes de febrero se observa para Ancud y Quellón individuos en todos los estados de madurez con máximos en los estados 2 (40%) y 3 (40%), respectivamente, y algunos individuos en el estado 5 (desovado). Finalmente para el mes de marzo, se observa que en Melinka el 100% se distribuye proporcionalmente entre los estados 1, 2 y 3; y en Ancud cerca del 75 % de las hembras está en los estados 1 y 2 (inmaduros) y el 25% restante se reparte entre los estados 3 y 4 (maduros).

Por su parte el IGS señala la tendencia del grado de madurez que experimente la gónada en su ciclo reproductivo a escala poblacional por mes. En el caso del IGS se observa tanto para machos como hembras, que existe un máximo alrededor del mes de diciembre el cual está sostenido principalmente por los individuos pertenecientes a la localidad de Melinka, disminuyendo en forma paulatina en los meses posteriores, disminuyendo drásticamente en el mes de febrero, lo cual está producido por la ausencia de ejemplares de la localidad de Melinka.

Se presenta la frecuencia de los distintos estados de madurez microscópica para hembras de *E. megalocyathus* en los primeros muestreos, donde se observa que el estado 4 (ovuladas/desovadas) es el más frecuente en las distintas localidades, excepto la localidad de Quellón, donde el estado 3 es el más frecuente con un 64% de los ejemplares. En promedio el 42.3% de los individuos se encuentra en el estado 4 seguido por el estado 3 con un 38.11%. Lo anterior está demostrando que aunque los antecedentes previos indicaban a agosto-septiembre como el momento de máxima actividad reproductiva, en el mes siguiente, aun es posible encontrar una proporción importante de hembras recién desovadas. Reafirma lo anterior la abundante presencia de hembras en estado 3, es decir de hembras en avanzado estado de madurez con lo que debiera ser una próxima postura. La información histológica indica que más de un 30% de las gónadas analizadas son susceptibles de ser utilizadas para las estimaciones de fecundidad, particularmente todas aquellas gónadas que se presentaron en estado 3 (microscópico).