



UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION

**INFORME FINAL**  
**PROYECTO FIP 2000-20**

“ESTUDIO DE EDAD Y CRECIMIENTO DE LOS RECURSOS HUEPO Y NAVAJUELA  
EN LA VIII REGIÓN”

**- DICIEMBRE DEL 2001 -**

**REQUIRENTE**

**CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA (CIP)**

**CONSULTOR**

**UNIVERSIDAD CATOLICA SSMA. CONCEPCION**

## **JEFE DE PROYECTO**

JAVIER CHONG LAY-SON

## **AUTORES**

### **EDAD, CRECIMIENTO Y PARÁMETROS SOMATOMÉTRICOS**

SEBASTIAN ABADES TORRES  
NELSON CORTÉS MATAMALA  
JAVIER CHONG LAY-SON  
CHRISTOPHER RICHARDSON

### **VALIDACIÓN, PERIODICIDAD Y FORMACIÓN ANILLOS DE CRECIMIENTO**

SEBASTIAN ABADES TORRES  
SERGIO CONTRERAS QUINTANA  
CAMILA GARCÍA MENA

### **ESTIMACIÓN RELACIONES LONGITUD-PESO ESTACIONAL Y ANUAL**

NELSON CORTES MATAMALA

## **COLABORADORES**

LEONARDO VIDAL CARDENAS  
RODRIGO MORA NEIRA

-Diciembre de 2001-

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente INFORME FINAL se entregan las actividades desarrolladas y resultados totales obtenidos en el transcurso de los doce meses de duración del proyecto, iniciado en el mes de agosto de 2000.

En el desarrollo del proyecto se han seguido todas las actividades, metodología y pasos establecidos en la Propuesta Técnica, de esta forma se ha efectuado muestreos mensuales de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii* en el área correspondiente a los bancos situados frente a la localidad de Tubul, en el Golfo de Arauco, mediante buceo semi-autónomo – hooka – desde una embarcación artesanal y en su captura se ha utilizado como arte de pesca el gancho y para la obtención de ejemplares pequeños una poruña metálica con fondo de malla.

En el laboratorio, las muestras de huevo y navajuela fueron medidas y pesadas, luego se separaron y limpiaron las valvas, las que fueron preparadas y montadas en resina acrílica para la lectura directa de anillos y obtener réplicas en papel de acetato. El examen de los cortes de valvas, así como de las réplicas en papel de acetato mostró una clara distinción de bandas que se han considerado de formación anual y sobre la base de ellas se asignó la edad correspondiente a cada ejemplar.

Se entregan estadígrafos descriptivos, para las principales medidas somatométricas (largo total, ancho valvar, alto valvar y peso total) registradas en *T. dombeii* y en *E. macha* por periodos trimestrales y total de los muestreos.

Se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis de frecuencia de tallas, para las estimaciones de los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy, para huevo y navajuela, en forma trimestral y total del periodo de estudio.

En forma paralela se entregan los resultados obtenidos mediante la lectura de bandas de depositación anuales, para los parámetros de la función de crecimiento de von

Bertalanffy, para huego y navajuela, en forma trimestral y total del periodo de estudio, así como también la estructura de las claves talla-edad para ambas especies.

En la validación de la periodicidad de formación de las bandas de crecimiento en las valvas de *E. macha* y *T. dombeii*, se realizó dos tipos de experimentos a) El montaje de jaulas en terreno con ejemplares extraídos de Tubul, en una área vecina a un pequeño banco de las mismas especies ubicado en Caleta Lengua, el cual a pesar de las inclemencias del tiempo (temporales), ha permitido la recuperación de los ejemplares y posibilitado establecer la formación de marcas conspicuas de carácter lunar en los bordes de las valvas de los ejemplares marcados y b) La mantención de ejemplares de *E. macha* y *T. dombeii* en acuarios con fondo de arena e implementado con un sistema oxigenación y flujo de agua de mar continuo, lo que permitió también corroborar la formación de marcas definidas de carácter lunar en los bordes de las valvas de los ejemplares marcados.

Los resultados de los experimentos de marcaje tanto en jaula como en acuarios permiten concluir que tanto en *Ensis macha* como en *Tagelus dombeii* es posible reconocer dos tipos de bandeos al interior de la concha, unas son bandas de periodicidad luna (mensual) y otras agregaciones conspicuas de estas bandas marcando el período de crecimiento invernal, y por ende permitiendo reconocerlas como agregaciones de periodicidad anual. Estas dos experiencias independientes permiten afirmar con seguridad el origen endógeno y la periodicidad en el depósito de bandas. Por otra parte, los resultados obtenidos del recuento del número de bandas lunares entre dos marcas anuales, indican que éstas últimas están constituidas por agregados de doce bandas lunares, con lo cual se justifica el uso de estas bandas anuales para la asignación de edades a los ejemplares de huego y navajuela.

Los resultados de las funciones que describen la relación somatométrica para navajuela y huego, muestran que en la totalidad de las estimaciones se obtuvo un buen ajuste al modelo exponencial con valores del coeficiente de correlación superiores a  $R=0.85$ , y con una tendencia a la isometría entre ambas variables, por cuanto el valor del parámetro  $b$ , tanto para huego como para navajuela, fue muy cercano a  $b=3$ , el cual describe un crecimiento isométrico, con excepción del tercer trimestre para el caso de la navajuela donde se obtuvo el

menor coeficiente de determinación, y la relación con mayor grado de alometría respecto a los otros trimestres.

# INDICE GENERAL

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	iv
<b>INDICE GENERAL</b> .....	vii
<b>INDICE DE TABLAS Y FIGURAS</b> .....	ix
<b>1.- ANTECEDENTES</b> .....	1
<b>2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	4
2.1.- Objetivos Generales .....	4
2.2.- Objetivos Especificos .....	4
<b>3.- METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> .....	5
3.1.- Determinación y caracterización del crecimiento .....	6
3.1.1.- Cálculo del tamaño mínimo de muestra .....	6
3.1.2.- Estimación de parámetros por distribución de frecuencia de tallas .....	7
3.1.3.- Estimación de crecimiento estacional .....	8
3.1.4.- Estimación de parámetros por lectura de bandas .....	9
3.1.5.-Determinación de claves edad-talla .....	11
3.2.- Validación de la periodicidad en la formación de anillos .....	13
3.2.1.- Experimentos de marcaje de bandas en terreno.....	15
3.2.2.- Experimentos de marcaje de bandas en acuarios .....	16
3.2.3.- Validación de bandas anuales .....	18

3.3.- Estimación de las relaciones somatométricas .....	20
<b>4.- RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
4.1.- Estimación de parámetros de crecimiento .....	20
4.1.1.- Estimación de parámetros por distribución de frecuencia de tallas .....	21
4.1.2.- Estimación de parámetros por lectura de bandas .....	22
4.1.3.-Elaboración de claves edad-talla .....	25
4.2.- Validación de la periodicidad en la formación de anillos .....	25
4.2.1.- Experimentos de marcaje de bandas .....	25
4.2.2.- Validación de la periodicidad de las bandas anuales .....	28
4.3.- Estimación de las relaciones somatométricas .....	29
<b>5.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
5.1.- Determinación y caracterizaron del crecimiento .....	31
5.2.- Validación de la periodicidad en la formación de bandas .....	32
5.3.- Relación longitud - peso .....	36
<b>6.-CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>
<b>8.- TABLAS .....</b>	<b>43</b>
<b>9.-FIGURAS .....</b>	<b>56</b>

# INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

## TABLAS

Tabla 1.-Estadígrafos descriptivos para las principales medidas somatométricas de *T. dombeii* y *E. macha*: Prom = promedio aritmético, d.e. = desviación estándar, min = valor mínimo, max = valor máximo, n = tamaño muestra, L.T. = largo total, An.V. = ancho valvar, Al.V. = alto valvar, P.T. = peso total.

Tabla 2.-Estadígrafos descriptivos para la lectura de anillos de crecimiento interno en la concha de *T. dombeii* y *E. macha*: Prom.= promedio aritmético, d.e.=desviación estándar, min.= valor mínimo, max.= valor máximo, n = tamaño.

Tabla 3.- Estadígrafos descriptivos y valores de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para *Ensis macha* y *Tagelus dombeii*. La información se presenta trimestralmente y para el total del proyecto. N = número ejemplares. LP = longitud promedio (cm) de la concha, los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. NAP = número de anillos promedio, los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. Li = longitud asíntota, k = constante metabólica de crecimiento.  $t_0$  = edad teórica a longitud cero.

Tabla 4.- Clave Edad – talla para navajuela (*Tagelus dombeii*).

Tabla 5.- Clave Edad – talla para huepo (*Ensis macha*).

Tabla 6.- Estadígrafos descriptivos de los experimentos de marcaje para la determinación de la periodicidad en la depositación de las bandas de crecimiento de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii*. Se muestran los resultados para las experiencias en jaulas de terreno y acuarios en laboratorio. N = número de ejemplares muestreados. Esp = número de bandas esperadas. Moda = valor observado más característico. Prom = promedio.

Tabla 7.-Ajustes regresión de Poisson para las relaciones entre número de bandas esperadas y observadas después del evento de marcaje por abrasión. Se muestran los resultados de los experimentos en jaulas y acuarios para ambas especies. Se indican los valores de varianza explicados por la regresión ( $R^2$ ) y el valor de pendiente (pend) utilizando como variables de respuesta tanto el valor modal (moda) como el promedio (prom) de bandas depositadas. En ningún caso la pendiente difiere significativamente de uno.

Tabla 8a.- (i) estadígrafos descriptivos del número de bandas mensuales contenidas dentro de una banda anual para diferentes tramos de edad de *Ensis macha*. **Prom** = promedio, **d.e.** = desviación estándar. (ii) Tabla de análisis de la varianza. **g.l.**= grados de libertad, **SC** = suma de cuadrados, **CM**= cuadrados medios, **F**= valor crítico de la distribución de Fisher, **p**= valor crítico de probabilidad.

Tabla 8b.- (i) estadígrafos descriptivos del número de bandas mensuales contenidas dentro de una banda anual para diferentes tramos de edad de *Tagelus dombeii*. **Prom** = promedio, **d.e.** = desviación estándar. (ii) Tabla de análisis de la varianza. **g.l.**= grados de libertad, **SC** = suma de cuadrados, **CM**= cuadrados medios, **F**= valor crítico de la distribución de Fisher, **p**= valor crítico de probabilidad.

Tabla 9.-Parámetros estimados para las relaciones longitud-peso trimestrales y total acumulado para la navajuela (*T. dombeii*). Se entregan los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , además el coeficiente de correlación (R) y número de ejemplares analizados (N).

Tabla 10.-Parámetros estimados para las relaciones longitud-peso trimestrales y total acumulado para la huego (*E. macha*). Se entregan los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , además el coeficiente de correlación (R) y número de ejemplares analizados (N).

## FIGURAS

Figura 1. Desembarque total nacional para los recursos huego (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) durante el período 1988-1998.

Figura 2. Desembarque total por regiones para los recursos huego (*E. macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*).

Figura 3. Desembarque registrado en la caleta Tubul en relación al desembarque total de la VIII región durante el año 1998 para el recurso huego (*E. macha*).

Figura 4. Desembarque registrado en la caleta Tubul en relación al desembarque total de la VIII Región durante el año 1998 para el recurso navajuela (*T. dombeii*).

Figura 5. Ubicación del área donde se extraen las muestras mensuales de huego y navajuela. La zona corresponde a los bancos ubicados entre Tubul y la Isla Santa María, donde normalmente se extraen estos recursos con fines comerciales.

Figura 6.-Ubicación del Laboratorio Costero de Lengua perteneciente la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Se indica la posición de las jaulas experimentales de huepo y navajuela.

Figura 7.-Distribución de frecuencias de tallas para los distintos meses de muestreo correspondiente a la especie *Tagelus dombeii*.

Figura 8.-Distribución de frecuencias de tallas para los distintos meses de muestreo correspondiente a la especie *Ensis macha*.

Figura 9.- **a)** Curva de crecimiento estacional de *Tagelus dombeii* (datos estructurados de Agosto de 2000 a Julio de 2001). Los datos representados en las barras negras corresponden a los datos de frecuencia de tallas que corresponden a las modas estacionales analizadas. **b)** Curva de crecimiento estacional de *Ensis macha* (datos estructurados de Agosto de 2000 a Julio de 2001). Los datos representados en las barras negras corresponden a los datos de frecuencia de tallas que corresponden a las modas estacionales analizadas

Figura 10.- **(a)** esquematiza el lugar por donde se secciona la concha para realizar la lectura de anillos internos. La zona de corte se ubica de tal forma que abarca desde el umbo (*u*) hasta el borde de crecimiento del animal (*e*). **(b)** muestra la apariencia de la parte interna de la concha lateralmente. Las líneas internas representan bandas de crecimiento anuales. Los acercamientos ilustran la apariencia de estas bandas al ser leídas en el umbo y sobre el margen de crecimiento de la concha. El proceso es idéntico para ambas especies.

Figura 10 c.- Fotografía que ilustra el tipo de corte aplicado a las valvas previa inclusión en resina.

Figura 10 d.- Fotografía que muestra el proceso de inclusión de las valvas en la resina.

Figura 10 e.- Fotografía que muestra el corte de la valva incluida en la resina sobre el cual se aplica el proceso de replicación y posterior lectura de las bandas de crecimiento.

Figura 11.- Fotografía de la zona interna de una concha de una navajuela de cuatro años montada sobre un soporte de resina. Las flechas rojas indican bandas invernales. Flecha azul apunta al umbo. Fotografía en lupa estereoscópica con aumento 15X.

Figura 12.-Fotografía de la zona interna de una concha de un huepo de tres años montado sobre un soporte de resina. Las flechas rojas indican bandas invernales, la azul indica el umbo. Fotografía en lupa estereoscópica con aumento 7X.

Figura 13.-Fotografía una sección de la zona interna de una concha de una navajuela de trece años montado sobre un soporte de resina (no todas las bandas son evidentes). Las flechas rojas indican bandas invernales. Fotografía en lupa estereoscópica con aumento 7X.

Figura 14.-Fotografía de las bandas invernales en el umbo de una concha de navajuela. Fotografía en lupa estereoscópica con aumento 1X. Cada línea oscura es un agregado de bandas de crecimiento de más corta duración. Las zonas más blanquecinas también están constituidas por bandas, aunque más tenues y más separadas entre sí.

Figura 15a.- Curva de crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al primer trimestre (agosto-octubre de 2000).

Figura 15b.- Curva de crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al segundo trimestre (noviembre de 2000-enero de 2001).

Figura 15c.- Curva de crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

Figura 15d.- Curva de crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al total del periodo de muestreo (mayo de 2001 - julio de 2001).

Figura 15e.- Curva de crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al total del periodo de muestreo (agosto de 2000 - julio de 2001).

Figura 16a.- Curva de crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al primer trimestre (agosto-octubre de 2000).

Figura 16b.- Curva de crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al segundo trimestre (noviembre de 2000-enero de 2001).

Figura 16c.- Curva de crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

Figura 16d.- Curva de crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al cuarto trimestre (mayo de 2001 - julio de 2001)

Figura 16e.- Curva de crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al total del periodo de muestreo (agosto de 2000 - julio de 2001).

Figura 17a.-Fotografía submarina de una de las jaulas de experimentación en terreno. Se observa algunos ejemplares de navajuela enterrados

Figura 17b.-Fotografía acuarios de laboratorio implementados en el Laboratorio Costero de Lenga.

Figura 17c.-Fotografía acuática de un ejemplar de navajuela en uno de los acuarios de laboratorio.

Figura 17d.-Fotografía acuática de un ejemplar de huepo en uno de los acuarios de laboratorio.

Figura 18.- Fotografía del margen de crecimiento de la concha de una navajuela (parte baja de la fotografía). La flecha azul indica la abrasión dejada por la lima al momento del marcaje. La flecha roja indica la perturbación producida por el evento de marcaje y su propagación a lo largo de la concha. Escala en la parte superior de la fotografía son milímetros. (aumento 20X en lupa estereoscópica).

Figura 19.-Fotografía del margen de crecimiento de la concha de una navajuela. La superficie de la concha ha sido pintada con grafito para resaltar la topografía y evidenciar las bandas depositadas después del marcaje. (aumento 20X en lupa estereoscópica).

Figura 20.-Relación entre el N° de bandas de crecimiento esperadas y observadas. Las bandas esperadas corresponden al tiempo (meses) que los ejemplares estuvieron en las jaulas o acuarios; las observadas, al N° promedio (y moda) de bandas depositadas después del evento de marcaje de la concha por abrasión. (a) y (b) muestran los resultados para *E. macha* en jaulas y acuarios respectivamente. (c) y (d) muestran los resultados para *T. dombeii* en jaulas y acuarios respectivamente.

Figura 21a.-Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al primer trimestre (agosto-octubre de 2000).

Figura 21b.-Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al segundo trimestre (noviembre de 2000-enero de 2001).

Figura 21c.-Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

Figura 21d.-Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al cuarto trimestre (mayo-julio de 2001).

Figura 21e.-Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al período total de muestreo

Figura 22a.-Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al primer trimestre (agosto-octubre de 2000).

Figura 22b.-Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al segundo trimestre (noviembre de 2000-enero de 2001).

Figura 22c.-Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

Figura 22d.-Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al cuarto trimestre (mayo-julio de 2001).

Figura 22e.-Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al período total de muestreo (agosto 2000 – julio 2001).

## 1.-ANTECEDENTES

Dentro de las actividades pesqueras llevadas a cabo principalmente por la flota pesquera artesanal, una fracción importante de dicha actividad se encuentra concentrada en la extracción de los recursos bentónicos conocidos como mariscos, representados por moluscos y crustáceos, los que aportaron durante 1998 con 75.833 ton (12,2%) y 11.060 ton (1,8%), respectivamente del desembarque total de dicho sector.

Al respecto, es importante señalar que del total de recursos bentónicos, en especial lo que se refiere a moluscos desembarcados en la VIII región (región donde se propone la ejecución del presente proyecto) del total registrado, un 38,03% corresponde a la extracción del recurso huepo (equivalente a 3.782 ton) y un 26,6% corresponde al recurso navajuela (equivalente 2.645 ton), lo que sitúa dichos recursos en el primer y segundo lugar en importancia en relación con el desembarque de moluscos en la región (SERNAPESCA, 1998).

Los volúmenes de desembarque registrados en los últimos 11 años (Fig. 1) muestran que para el recurso huepo, durante una primera etapa, hubo un sostenido crecimiento de los volúmenes capturados partiendo de las 2.000 toneladas hasta cerca de las 9.000 ton, para luego decaer levemente hasta mantenerse estos últimos años en el orden de las 5.000 toneladas. Para el caso de la navajuela, la situación es bastante similar, lo cual es esperable por tratarse de pesquerías conjuntas, con la salvedad que a diferencia del huepo, la navajuela presentó su máximo desembarque histórico en aquel período como se muestra más bajo para el huepo (Fig. 1).

En relación con el aporte de cada una de las regiones al desembarque nacional, para cada una de estas especies, se observa que éste se concentra casi exclusivamente en la VIII Región. Para el caso del huepo, un 79% del desembarque total nacional se registra en la VIII Región y un 20,61 % en la X Región. Para la navajuela, un 69% se desembarca en la VIII y un 31,9 % en la X Región. Para ambas especies se reporta un desembarque marginal en la VII y III Regiones, respectivamente (Fig. 2)

Luego y dado que las capturas de ambos recursos ocurren principalmente en la VIII Región resulta importante identificar aquellas caletas o puertos de desembarque donde éstas ocurren y su nivel de participación en el desembarque regional. Al respecto, las

estadísticas oficiales muestran que la gran proporción de las capturas de cada uno de los recursos han provenido principalmente de la caleta de pescadores Tubul en la VIII Región, para lo cual la Fig. 3 muestra el volumen capturado por las principales caletas donde se registra desembarque de huego y la Fig. 4 lo presenta para la navajuela. No obstante, lo anterior, durante el período de ejecución del proyecto se ha podido constatar que las actividades extractivas se realizaron en las afueras de la caleta de Tubul en áreas que son equidistante de otras caletas menores como es el caso de la Caleta Llico (37°11'24,36'' S; 73°33'48,96'' W), situada a 11 km. de Tubul (37°13'21,36'' S; 73°26'13,56'' W) y cuyas capturas se comercializan en gran parte en la localidad de Tubul.

El conocimiento que actualmente se tiene sobre los recursos huego y navajuela, está referido principalmente a estudios que dicen relación con aspectos de la biología básica que permiten caracterizar a las especies en términos de referencias sinópticas para las áreas de distribución.

Al respecto, para la especie *Ensis macha* se reporta una distribución latitudinal desde Caldera hasta Magallanes, alcanzando por la costa Atlántica al Golfo de San Matías en Argentina. En relación con los antecedentes disponible para esta especie, destaca la información acerca del ciclo reproductivo realizado para la zona de Ancud donde se describe el período de máxima actividad gonádica y una estimación de la talla mínima de primera de madurez y fecundidad. Por otro lado, destaca la información contenida en los proyectos FIP 95-20: Caracterización bioeconómica de las pesquerías de huego *Ensis macha* y navajuela *Tagelus dombeii* en la VIII Región (Lépez et al. 1997) y FIP 96-46: Estudio biológico pesquero de los recursos almeja, navajuela y huego en la VIII y X Regiones (Jaramillo, et al (1998).

Por otro lado, *Tagelus dombeii*, conocido como la navajuela se distribuye desde Tumbes (Perú) hasta el Golfo de Corcovado. La información reciente referida a esta especie se limita a la entregada por Fierro (1981) quién informa de resultados acerca de los aspectos reproductivos de la población de caleta Tumbes VIII Región. Por otro lado, están los antecedentes aportados por Acuña *et al* (1994) y Becerra *et al* (1994) para las localidades de la IV y X Regiones, respectivamente. Luego al igual que para el huego existen los antecedentes contenidos en los proyectos FIP 95-20: Caracterización bioeconómica de las pesquerías de huego *Ensis macha* y navajuela *Tagelus dombeii* en la VIII Región (Lépez et al. 1997) y FIP

96-46: Estudio biológico pesquero de los recursos almeja, navajuela y huepo en la VIII y X Regiones (Jaramillo, et al (1998).

Por lo anterior, queda en evidencia la falta de información en aspectos tan relevantes para el manejo pesquero como lo son los estudios de edad y crecimiento, los cuales resultan cruciales en el entendimiento de la dinámica poblacional de los recursos considerados. En consideración, los Términos Básicos de Referencia indican que es necesario la mantención de líneas de investigación que permitan la sustentabilidad de los recursos bentónicos en explotación, lo que a hecho necesario incluir el presente proyecto en el programa de investigación pesquera correspondiente al año 2000”.

## **2.- OBJETIVOS**

### **2.1- Objetivo general**

Determinar el crecimiento y edad de los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región.

### **2.2. Objetivos específicos**

2.2.1- Determinar y caracterizar el crecimiento y estimar los parámetros somatométricos de los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región.

2.2.2- Validar la periodicidad de la formación de anillos de crecimiento de los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región.

2.2.3- Estimar las relaciones longitud-peso estacional y anual de los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región.

### 3.-METODOLOGÍA DE TRABAJO

De acuerdo a los antecedentes entregados en el punto anterior en relación con los desembarques por localidad de ambos recursos en la región, es que la implementación operativa del presente proyecto se concentró en la localidad de pescadores artesanales de Tubul y Llico, desde donde se han obtenido las muestras mensuales durante todo el período que lleva de ejecución el presente proyecto (Fig. 5).

Por otro lado, las actividades de experimentación en terreno, las cuales originalmente se habían estipulado en dicha localidad, éstas después de reiterados intentos de instalación e implementación de las jaulas (las que serán descritas más adelante) se optó por desplazar la instalación de las jaulas a la localidad de Lenga (Fig. 6). Esto último debido básicamente a que en Tubul las condiciones del sustrato, el que presenta una gruesa y compacta capa de conchuelas unos pocos centímetros bajo la superficie, impidió la excavación de las fosas para la instalación de las jaulas. Además, no existían las garantías de seguridad de las jaulas por cuanto debían situarse en un sector aledaño a la actividad de los pescadores que se dedican a la extracción del recurso. No obstante lo anterior, las jaulas fueron instaladas en la localidad de Lenga en un sector aledaño a un banco natural de huepos y navajuelas y que se encuentra dentro de un sector que corresponde a la concesión marítima de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, distante unos pocos metros de la Estación costera Lenga y laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Universidad.

### 3.1.- OBJETIVO ESPECÍFICO 2.2.1

**Determinar y caracterizar el crecimiento de los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región.**

#### 3.1.1.- Cálculo del tamaño mínimo de muestra.

Considerando que la distribución de tallas de una población se ajusta a un modelo probabilístico multinomial, el tamaño de muestra a estimado para un muestreo aleatorio simple de una población multinomial, debe ser tal que la probabilidad de que todos los componentes estén simultáneamente a una distancia “ $d_i$ ” de la proporción poblacional, de la forma:

$$P_r = \left( \int_{i=1}^k |p_i - \pi_i| \leq d_i \right) \geq 1 - \alpha$$

donde  $\pi_i$  es la proporción de ejemplares de la población en la categoría  $i$ ,  $p_i$  es la proporción observada y  $k$  es el número de categorías. Por otro lado, tomando en cuenta el desconocimiento del vector de parámetros poblacionales, se a demostrado que el vector  $\pi_i=1/m$ , donde  $m$  es algún número de categorías distinto de 0. En este caso la ecuación del tamaño de muestra es:

$$n = \max_m Z^2 * \frac{\left(\frac{1}{m}\right)\left(1 - \frac{1}{m}\right)}{d^2}$$

donde  $Z$  es el percentil superior ( $\alpha/2m$ ) de la distribución normal estándar, siendo  $m$  un entero. A continuación se presenta una tabla con tamaños de muestra “ $n$ ” para estimar simultáneamente la composición por talla para una distancia (error)  $d=0.05$  y un nivel de significancia  $\alpha$

$\alpha$	N
0,1	299
<b>0,05</b>	<b>378</b>

0,025	462
0,02	492
0,01	584

Por lo cual mensualmente se debió muestrear a lo menos la cantidad de 380 ejemplares de huepo y navajuela los cuales fueron obtenidos en forma aleatoria por buceo semiautónomo. Lo anterior fue ampliamente superado en cada uno de los meses para cada especie.

### ***3.1.2.- Estimación de los parámetros de crecimiento mediante distribución de frecuencia de tallas.***

Bajo el supuesto que una clase anual, en la composición de tallas puede identificarse como una curva normal de distribución de tallas (Macdonald & Pitcher, 1979; Macdonald & Green, 1988), el total de clases anuales que componen la estructura de tallas, es entonces una mezcla de curvas normales, por lo cual el problema de identificar la estructura de edades de la población a partir de la composición de tallas, se reduce a un problema de estimación estadística, donde es necesario encontrar los parámetros que mejor satisfacen la evidencia muestral acerca de la mezcla distribucional. Los parámetros que intervienen en la mezcla de distribuciones, son las medias y las varianzas de las curvas normales y las proporciones de participación de cada curva, de acuerdo a con la siguiente expresión:

$$g(x) = \pi_1 f_1(x; \mu, \sigma) + \pi_2 f_2(x; \mu, \sigma) + \dots + \pi_k f_k(x; \mu, \sigma)$$

donde:  $x$  = talla del  $i$ -ésimo componente

$\mu_i$  = talla promedio del  $i$ -ésimo componente

$\sigma_i$  = desviación standard del  $i$ -ésimo componente

$\pi_i$  = proporción del  $i$ -ésimo componente sobre la población total

Si se asume que la distribución de cada componente es normal, entonces la frecuencia de tallas puede ser descrita por:  $f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)/\sigma^2}$ ,

entonces las restricciones corresponden a:

$$\sum_{i=1}^k \pi_i = 1$$

$$\sigma_i > 0$$

$$\mu_{i-1} < \mu_i$$

Luego la función de crecimiento resultante para las especies de huepo y navajuela quedará establecida por el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, para lo cual se utilizarán los algoritmos antes descritos los que son incorporados en las rutinas de los programas que trabajan con mezclas de distribuciones de frecuencias tales como: MIX (Macdonald & Pitcher, 1979) y ELEFAN como una subrutina FiSAT (ICLARM).

### 3.1.3.- Estimación del crecimiento estacional para los recursos huepo y navajuela

El crecimiento individual será también descrito en relación a sus posibles variaciones temporales, las cuales incorporan oscilaciones estacionales al modelo de von Bertalanffy de acuerdo a lo propuesto por Pauly & Gaschutz (1979), cuya expresión es la siguiente:

$$L_t = L_{\infty} * \left( 1 - \exp \left\{ -K + (t-t_0) - \frac{CK}{2\pi} * \sin(2\pi * (t-ts)) \right\} \right)$$

Esta expresión corresponde a la ecuación normal de crecimiento de von Bertalanffy, pero con un término adicional:  $\left( \frac{CK}{2\pi} \right) * \sin(2\pi * (t-ts))$ , el que produce oscilaciones estacionales de la tasa de crecimiento, mediante cambios de  $t_0$  durante el año. Luego cada parámetro está definido por:

$L_t$  : longitud del individuo en el tiempo  $t$

- $L_{\infty}$  : longitud máxima asintótica  
 $K$  : constante metabólica de crecimiento  
 $t_0$  : edad teórica a la longitud “0”  
 $ts$  : punto de verano (adopta valores entre 0 y 1)  
 $C$  : constante que define la amplitud de la oscilación

### **3.1.4.- Estimación de los parámetros de crecimiento mediante la lectura de anillos o bandas de crecimiento en la concha.**

#### *3.1.4.1.- Cálculo del tamaño de la muestra.*

El tamaño mínimo de la muestra correspondió al estimado según la relación de Cochran (1977), la que impone restricciones probabilísticas sobre la precisión del estimador. La relación considerada es

$$n_0 = \left( \frac{t}{r} \right)^2 CV^2$$

donde CV es el coeficiente de variación de una variable continua estimada a partir de muestreos piloto o por avances obtenidos por antecedentes en literatura. En la ecuación,  $t$  corresponde al valor del estadístico  $t$ -Student para un nivel de probabilidad  $\alpha$  requerido y  $r$  es el error relativo que se desea alcanzar. Henderson & Richardson (1994), describen que la variabilidad en el número de bandas depositadas en individuos de las especies *Ensis ensis* y *E. siliqua* es baja. Esto es consistente con las descripciones en otros bivalvos submareales, donde la relación entre el número de bandas observadas y esperadas para un período de tiempo dado es muy cercana a uno (ver Richardson, 1988), con coeficientes de variación que no superan el 20%. Considerando la relación congénica entre las especies tratadas por Henderson & Richardson, podemos suponer un C.V. de un 20% para el recurso huepo. Si consideramos un total de 10 clases de edad, un valor de  $\alpha$  convencional de 0.05 (lo que determina un valor de  $t$  Student de 1.96) y un nivel de error máximo deseado de un 5%, se estima un tamaño mínimo

muestreal de 157 ejemplares para esta especie. En el caso de *T. dombeii* un avance del estimado deberá obtenerse por muestreos pilotos y evaluadas por la expresión de Cochran (1977). No obstante, por razones logísticas se consideró inicialmente un tamaño idéntico al de *E. macha*.

Para reducir esfuerzo de captura estas muestras fueron obtenidas por remuestreo de los ejemplares requeridos en el objetivo específico anterior.

#### *3.1.4.2. Estimación de edades por conteo de anillos de crecimiento anual para los recursos huepo y navajuela.*

La metodología de lectura de anillos utilizada ha sido la propuesta en Richardson (1988). Esta consiste en la lectura de bandas internas de crecimiento de la concha, las que quedan en evidencia al fraccionar la misma con un corte desde la zona del umbo hasta el borde. La concha es luego embebida en resina (utilizada como soporte) y el borde interno pulido con papel lija progresivamente más fino. Un tratamiento final con pulidor comercial (Brasso®) deja la superficie sin imperfecciones. Por último un tratamiento con ácido suave permite eliminar parte del material orgánico contenido dentro de la concha, exponiendo las bandas de crecimiento para su replicación con papel de acetato y posterior lectura.

### 3.1.4.3.- Estimación de los parámetros de crecimiento.

La asignación de estimaciones individuales de edad a través de la lectura de anillos, junto con mediciones directas de talla en ejemplares de ambas especies, ha posibilitado la estimación de los parámetros de crecimiento por ajuste directo de la función de crecimiento de von Bertalanffy, que de acuerdo a Beverton & Holt (1957) se expresa como

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde  $L_t$  es la longitud del animal a edad  $t$ ,  $L_\infty$  es la longitud asintótica,  $k$  es la constante metabólica, y  $t_0$  es la edad teórica del animal a longitud cero.

Los parámetros de crecimiento se estimaron para el total de datos por ajuste no lineal a través del módulo NONLIN de SYSTAT v.7 (Wilkinson, 1988) con el algoritmo de Gauss-Newton, donde los parámetros de crecimiento y la suma de cuadrados residuales se calcularon para 1000 iteraciones a través del método de ajuste de mínimos cuadrados de funciones no lineales según la expresión:

$$SSD = \sum_{i=1}^n [L_i - L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})]^2$$

### 3.1.5.- Determinación de claves edad-talla de los recursos huepo y navajuela.

Las claves edad-talla son matrices que permiten clasificar las edades de los individuos proyectados a grupos de edad (GE), según la longitud de los ejemplares observados, estimando además la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos.

La asignación de los grupos de edad incluye a todos los individuos nacidos en el mismo año (clase anual), corresponde a un número entero de años equivalente al número de anillos observados en la concha, el tipo de borde y la época del año en que se consiguió la muestra. Para este objetivo se empleará una fecha arbitraria de nacimiento, la que en el caso del presente estudio será el primero de enero, lo que facilita la identificación de la clase anual

a la que pertenece el huepo o la navajuela, restando al año de la captura el grupo de edad designado.

Esta clave edad-talla, contará con la clasificación de las lecturas de cada valva o concha por grupo de edad y sobre esta base se estimará cada probabilidad según:

$$q_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_j}$$

donde:

$i$  : grupo de edad

$j$  : longitud de la concha o valva

$q_{ij}$  : probabilidad de los individuos de longitud  $j$  de pertenecer a un GE dado.

$n_{ij}$  : número de individuos de edad  $i$  con longitud  $j$ .

$n_j$  : número total de individuos de longitud  $j$

### 3.2.- OBJETIVO ESPECIFICO 2.2.2.

#### **Validar la periodicidad de la formación de anillos de crecimiento de los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región.**

La propuesta descrita para la resolución de este objetivo se fundamenta en la gran cantidad de evidencia existente en la literatura sobre depósitos permanentes dejados en las capas internas de la concha de moluscos bivalvos (Rhoads & Lutz, 1980; Richardson *et al.*, 1990; Richardson, 1993a). Estos registros ontogenéticos se expresan en forma de bandas de crecimiento microscópicas, cuya ritmicidad puede ser de naturaleza endógena, exógena o mixta (Richardson, 1988). Sin importar la naturaleza de la fuente de ritmicidad observada en estos registros, se ha establecido que el patrón es esencialmente invariable durante la ontogenia del animal, lo cual a permitido que estudios de edad y crecimiento en recursos bentónicos se sustenten sobre una metodología de estimación directa (Richardson, 1987; Richardson *et al.*, 1993b; 1995), además de una ganancia en confiabilidad y precisión en comparación con la lectura de anillos observados en la superficie externa de la concha (Rhoads & Lutz, 1980). Dos partes se distinguen en la determinación de la periodicidad de bandas de microcrecimiento en conchas de moluscos bivalvos: marcaje de bandas y lectura de anillos.

*Marcaje de bandas.* El método de marcaje ha consistido en el empleo de técnicas de marcaje de bandas de microcrecimiento a tiempo conocido, para ser luego empleadas como punto referencial en la lectura del número de bandas depositadas durante un período de tiempo de exposición experimental dado.

Los métodos de marcaje de bandas implican el someter al animal a una fuente de estrés, perturbación que queda consignada en forma distintiva y permanente en el registro acrecionario a la forma de bandas anómalas en las capas internas de la concha. Estas anomalías pueden, por lo tanto, ser empleadas como puntos de referencia de fácil detección al momento de realizar lecturas de bandas internas en la concha del animal. Diversas formas de marcaje se han propuesto en la literatura (Kennish, 1980). Las mas comúnmente empleadas

consideran shocks térmicos (24 horas de exposición a 4 °C) o de desecación (24 a 48 horas en emersión permanente), ambas resultando en la formación de una banda de microcrecimiento generalmente gruesa y oscura (Kennish, *op. cit.*). No obstante, en actividades de terreno es preferible el marcaje por abrasión, dado su costo reducido y rapidez. Este procedimiento utilizado en el presente proyecto, consiste en la remoción de una porción delgada del material calcáreo en el margen de la concha por medio de una lima fina. Esto se traduce a la forma de un grupo de bandas muy anómalas y de fácil ubicación al momento de examinar los incrementos microscópicos de crecimiento en las capas internas de la concha del animal.

*Lectura de anillos.* Consistió en la extracción del registro de bandas microscópicas de crecimiento de los ejemplares muestreados, por medio de bandas de papel de acetato capaz de reproducir fielmente el patrón de bandeo contenido en el interior de la concha. Para ello, una de las valvas del ejemplar se incluyó en una matriz resinosa, la que sirvió como soporte para evitar la fragmentación de ésta al ser cortada mecánicamente. Posteriormente la valva fue seccionada por un corte a lo largo del eje de máximo crecimiento del animal y perpendicular al plano de depositación de los incrementos de microcrecimiento. Luego, una de las caras que expone el plano con las capas internas de la concha, es lijada y pulida hasta remover todas las impurezas dejadas por el corte. En seguida, un tratamiento breve en ácido suave (ácido clorhídrico 1N), o un decalcificador comercial (e.g., De-Cal<sup>®</sup>) permitió remover parte del material inorgánico calcificado en la concha, dejando al descubierto la matriz orgánica que lo sustenta (Lutz & Rhoads, 1980).

Topográficamente este tratamiento se traduce en la expresión de un relieve que representa el patrón de depositación de bandas. El empleo de bandas de papel de acetato, capaz de amoldarse a la forma particular de este relieve posibilita extraer el registro interno a modo de réplica, las que al ser tratadas con acetato de etilo se flexibilizan al grado de poder ajustarse a cualquier superficie de la concha. La volatilización subsecuente del reactivo resulta en el endurecimiento del papel de acetato, el que al ser removido de la superficie de la concha, conserva la forma de la misma. Estas réplicas de acetato se montan posteriormente entre portaobjetos y cubreobjetos de vidrio para ser examinadas bajo microscopio óptico.

Esta metodología ha sido exitosamente empleada en estudios de edad y crecimiento de diversos recursos bentónicos, demostrando ser una alternativa de fácil implementación y bajo costo. Excelentes revisiones del método y casos de estudio se encuentran en Rhoads & Lutz (1980) y en Richardson (1989).

### *3.2.1. Experimentos de marcaje de bandas en huepo y navajuela en jaulas.*

Ha consistido en la realización de marcajes por abrasión del margen de la concha de ejemplares de huepo y navajuela. Los ejemplares marcados han sido mantenidos en jaulas de terreno para evitar las pérdidas extremas obtenidas en procedimientos de marcaje y recaptura tradicionales (Begon, 1989). Las jaulas se construyeron para servir como cercos que eviten la migración de ejemplares, particularmente importante en el caso del huepo (Jaramillo *et al.*, 1996), dejando así únicamente la componente mortalidad natural como factor de pérdida de individuos. Huepos y navajuelas marcados fueron mantenidos en jaulas distintas, correspondiendo a una área de 0,25 m<sup>2</sup> por cada jaula y aproximadamente 0.125 m<sup>3</sup>, con densidades para huepo y navajuela de 50 individuos. En cada jaula se incluyeron ejemplares abarcando al menos tres clases de tallas (pequeñas, medianas y grandes) asegurando así la cobertura de todo el espectro de tallas existente y permitiendo evaluar la existencia de periodicidades diferenciales por grupos de tallas.

Se consideró un total de doce jaulas experimentales, seis por especie, instaladas en la localidad de Lengua, frente a la Estación Costera de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Fig. 6), sector que permitió un fácil acceso y monitoreo permanente por parte del personal del proyecto. Intentos preliminares de instalación de jaulas en la localidad de Tubul fueron infructuosos dado la existencia de una gruesa y compacta capa de conchuela unos pocos centímetros bajo la superficie de la arena, impidiendo la excavación del terreno para incluir las jaulas en aquellos lugares propicios para efectuar un monitoreo eficiente. Estos problemas fueron evitados, pero no sin dificultad en Lengua, debido a las fuertes marejadas que afectaron el litoral durante la época de otoño e invierno.

Durante el mes de noviembre de 2001 fueron enterradas las 12 jaulas, utilizando una bomba de succión, frente a la estación costera de la Universidad Católica de la

Santísima Concepción en Bahía San Vicente. Cada jaula fue forrada con red anchovetera dejando una cara descubierta e identificada mediante un boyerín subsuperficial y otro superficial, claramente rotulados.

En el mes de diciembre (2/12/01) fueron depositados 300 ejemplares de *Ensis macha* y 300 ejemplares de *Tagelus dombeii* en las jaulas instaladas, sembrando 50 individuos por jaula. Se tenía programado submuestrear 4 individuos por jaula mensualmente pero debido a las altas mortalidades registradas en terreno, desde el primer submuestreo, se tuvo que adecuar el n-submuestreal dependiendo de la cantidad de individuos que tuviera cada jaula al momento del muestreo. A su vez, se repoblaron aquellas jaulas que parecían no tener ejemplares y acumular los sobrevivientes en jaulas individuales, para facilitar el siguiente submuestreo. Un caso especial sucedió con *E. macha* donde al término del segundo mes del experimento se registró una pérdida casi total de éstos, producto de una alta depredación por *Nassarius*, razón por la cual se repobló íntegramente cinco de las jaulas y se mantuvo los escasos ejemplares restante en una jaula.

Esta situación exigió llevar un registro de la abundancia relativa de cada jaula, detectada visualmente mediante buceo autónomo, en el momento del submuestreo. A su vez, también fue necesario marcar la concha de los ejemplares diferencialmente, para identificar cada nuevo pool de ejemplares utilizados en las repoblaciones. Con esto, al momento de submuestrear, se pudo conocer la cantidad de tiempo exacto que llevaba cada ejemplar dentro del sistema.

### 3.2.2. Experimentos de marcaje de bandas en huepo y navajuela en Acuarios

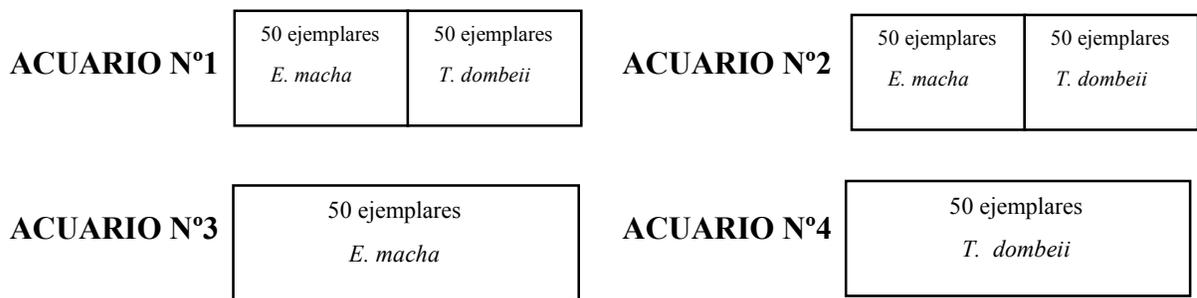
Como una sobre oferta y en respaldo a las actividades de validación de la periodicidad de formación de anillos en terreno (jaulas), se implementó una actividad de laboratorio en al Estación Costera de Lengua, que permitió tener un mayor respaldo y seguridad al experimento de validación, Pues es sabido que debido a condiciones ambientales (temporales, parámetros hidrográficos y contaminación) muchas veces los

experimentos en el medio natural no son exitosos o fallan y particularmente en la costa de la VIII Región sometida a fuerte oleaje por constante mal tiempo y temporales. De esta forma se implementaron acuarios con arena, aireación constante y flujo permanente de agua, donde se mantienen ejemplares de huepo y navajuela marcados.

En el mes de diciembre, en forma paralela a la instalación de las jaulas se inició un experimento en laboratorio como respaldo de las actividades en terreno. Esta consistió en la instalación de 2 acuarios de vidrio de 120 cm largo, 72 cm de ancho y 90 cm de alto, divididos en dos partes iguales por placa de vidrio interna. Cada acuario fue habilitado con arena proveniente del sector de instalación de las jaulas, previo secado y limpieza de ésta (i.e. restos de algas, crustáceos, etc.), alcanzando una altura de *c.a.* 30 cm y fue implementado con un sistema de aireación y circulación de agua constante e independiente.

En cada compartimento de los acuarios se mantuvieron 50 ejemplares de *E. macha* y 50 de *T. dombeii*, previamente marcados y de tamaño medio. El motivo por el cual se dispusieron los diferentes recursos en el mismo acuario fue evitar la posible muerte de un sólo recurso debido al estrés del traslado y/o marcaje o a la posible falla técnica de la circulación de agua o sistema de aireación durante el transcurso del experimento, aumentando de esta forma, la aleatoriedad de la posible mortalidad registrada en los acuarios.

Al mes siguiente de la instalación de los dos primeros acuarios se montaron dos acuarios adicionales, sin la placa de vidrio divisoria y en los cuales se introdujeron marcados 50 ejemplares *E. macha* y 50 de *T. dombeii*, respectivamente. El objeto de esta actividad fue aumentar la superficie de aclimatación de los individuos. La disposición esquemática de esta experiencia es la siguiente:



La experimentación en acuarios resultó exitosa, obteniéndose una mortalidad no mayor al 4% para el primer mes, para cada uno de los grupos experimentales, permitiendo recolectar mensualmente cuatro individuos por grupo de ejemplares durante todo el transcurso del proyecto.

Por otra parte, el hecho que la mortalidad promedio mensual por acuarios no superó el 4%, avalaría que estaríamos bajo el umbral crítico de denso dependencia y además, estaría fortaleciendo la idea de que la mayor mortalidad en terreno se debería a la predación (*i.e. Nassarius sp.*).

Finalmente, de acuerdo a los antecedentes expuestos, se evidencia claramente que la utilidad de la implementación de los acuarios como actividad de respaldo a las jaulas de terreno, radica en lo importante que resultó asegurar y respaldar información en un sistema controlado y exento de las inclemencias climáticas respecto a las complicaciones que se han presentado en condiciones de terreno.

### 3.2.3. Validación de bandas anuales en huepo y navajuelas.

Las lecturas y asignaciones de edad en los muestreos del proyecto se han hecho sobre la base de lectura de agregados de bandas de carácter mensual (lunar). Estos agregados definen un tipo de bandeo que se ha llamado anual. Esta clasificación se desprende de la observación de que estos agregados de bandas mensuales están constituidos por aproximadamente cinco a seis bandas muy comprimidas, lo cual es esperable como respuesta al período de crecimiento invernal. Para validar el uso de estos agregados invernales (bandas

anuales) como marcadores de edad, se ha establecido como hipótesis que un promedio de doce bandas mensuales debieran existir entre dos bandas invernales sucesivas.

Para demostrar esto hecho, se tomaron al azar individuos de diversas edades, tanto para *Ensis macha* como para *Tagelus dombeii*. Se definió como tramos de edad a la extensión de concha del animal entre las marcas de dos edades sucesivas, identificando al tramo por la edad que demarca (e.g., tramo de edad dos es la extensión de concha que va entre la edad uno y la dos). Para cada tramo de edad se contabilizó el número de bandas mensuales contenidas en los ejemplares. Si la hipótesis de formación de agregados anuales es sostenible, entonces es esperable un promedio de doce a trece bandas mensuales por tramo de edad (estrictamente la periodicidad lunar involucra 28 días). Además, es necesario mostrar que no existe dependencia del número de bandas respecto de la edad, por lo cual se compararon los tramos de edad por medio de un análisis de la varianza de una vía. De no haber dependencia del número de bandas respecto de la edad, es esperable que no se den diferencias significativas entre los tramos de edad.

### 3.3.- OBJETIVO ESPECÍFICO 2.3.

#### **Estimar las relaciones somatométricas (longitud-peso) de los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región**

La relación somatométrica ajustada para las dos especies en estudio establece la relación existente entre la longitud total (mm) y el peso del individuo que corresponde al peso húmedo en gramos, la que se estimó para cada especie por mes y para la población total, utilizando para ello los datos obtenidos mensualmente de acuerdo a los protocolos de muestreos citados anteriormente.

La relación funcional entre ambas variables (relación longitud-peso) está representada y descrita mediante la siguiente expresión:

$$P_i = \alpha * L_i^\beta + \varepsilon_i ; \quad i=1, \dots, n$$

donde:

- $P_i$  = peso total en gramos del i-ésimo ejemplar
- $L_i$  = longitud total en centímetros del i-ésimo ejemplar
- $\alpha$  y  $\beta$  = son los parámetros del modelo
- $\varepsilon_i$  = componente aleatoria del modelo (error asociado a cada observación)

Luego como el valor estimado de “ $\alpha$ ” se encuentra en una escala logarítmica, esta debe ser transformada a una función aritmética (Smith, 1990) de acuerdo a la siguiente función:

$$\alpha = e^{(\ln a + \frac{S_a^2}{2})}$$

donde:

$$S_a^2 = e^{(S_{\ln a}^2 + 2a)} * (e^{S_{\ln a}^2} - 1)$$

Es necesario destacar que el estimado  $S^2$  no corresponde a la estimación de la varianza, por cuanto es sólo un índice de dispersión logarítmica del valor estimado de alfa que permite la transformación a escala numérica

## 4.- RESULTADOS

En el presente Informe Final se entrega de información recopilada en la totalidad del período contemplado en el proyecto, que considera los ejemplares muestreados durante el período agosto del 2000 hasta Julio de 2001.

Al respecto cabe señalar que el número de ejemplares muestreados mensualmente se ha ajustado de acuerdo a lo propuesto inicialmente, de este modo el número de ejemplares por especie y mes, tallas promedio, mínimos y máximos, y la desviación estándar respectiva, se entregan en la Tabla 1. Luego, los histogramas de frecuencia de talla para las especies *Tagelus dombeii* y *Ensis macha* se entregan en las Figs. 7 y 8, respectivamente.

### 4.1.- Estimación de los parámetros de crecimiento

#### 4.1.1.- Estimación de los parámetros de crecimiento mediante distribución de frecuencia de tallas

La estimación de los parámetros de crecimiento mediante el método de distribución de frecuencias se basó en el análisis de los datos estructurados en una escala mensual para ambas especies, considerando todo un ciclo anual comprendido entre los meses de Agosto del 2000 hasta Julio de 2001.

En las estimaciones de los parámetros de ambas especies se utilizó la totalidad de ejemplares muestreados durante la ejecución del proyecto, para lo cual se utilizó un rango de 1 cm de longitud total generando un rango de clases de 0-15 cm para la navajuela y de 0-25 para el huepo.

En relación con la estructura de tallas registradas para ambas especies, indican que la extracción de los recursos *Ensis macha* y *Tagelus dombeii* obedece a una

método de extracción altamente selectiva por cuanto las tallas de los ejemplares muestran un comportamiento prácticamente bimodal en las dos especies durante los distintos muestreos, siendo muy difícil la identificación de la totalidad de clases anuales presentes en los bancos que pudieran representar la presencia de las distintas cohortes que componen la población.

Los resultados de los parámetros obtenidos para la especie *Tagelus dombeii*,  $K= 0,88 \text{ año}^{-1}$  y  $L_{\infty}=10,8 \text{ cm LT}$  son indicadores de un crecimiento rápido; la curva de crecimiento proyectada sobre la distribución de frecuencias de longitudes así lo indica (Fig. 9 a.). Los valores obtenidos por este método son relativamente similares a los presentados por la lecturas de anillos de crecimiento que se presentan en los numerales siguientes.

En el caso de la especie *Ensis macha*, los resultados  $K=0,47 \text{ año}^{-1}$  y  $L_{\infty}=22,0 \text{ cm LT}$  indican un crecimiento relativamente lento, cuya curva de crecimiento estacional se presenta en la Fig. 9b. Al igual que como ocurre en el caso de la navajuela los resultados obtenidos para el huepo son concordantes con los obtenidos con el método de lectura de anillos especialmente respecto a las tasas de crecimiento, no obstante presenta una pequeña diferencia en la estimaciones de la longitud asintótica, la cual es levemente mayor según el método de distribución de frecuencia de tallas.

Para ambas especies, las curvas de crecimiento describen un crecimiento sin marcados cambios estacionales por cuanto los valores de las constantes  $C$  y  $t_s$ , que indican la estacionalidad del crecimiento, son muy cercanos a 1.

#### 4.1.2.- Estimación de los parámetros de crecimiento mediante la lectura de anillos o bandas de crecimiento en la concha.

La identificación y lectura de bandas anuales realizó de varias formas simultáneamente. En primer lugar, por lectura en réplicas de acetato con lo cual se ha podido asignar una estimación de edad junto con el registro de talla individual para cada ejemplar medido en la muestra. Como respaldo se ha realizado una lectura directa sobre la superficie

replicada de la concha y adicionalmente una lectura externa de bandas. Sólo se han incorporado a la base de datos aquellos registros dónde ha existido coincidencia entre las tres lecturas, preservando el tamaño muestral comprometido. Al respecto cabe señalar que a pesar que la replicación en acetato ha sido efectiva, la expresión de bandas sobre la superficie a replicar es bastante clara, al menos para la identificación de bandas anuales. Estimadores de tendencia central y variabilidad para estos parámetros se presentan en la Tabla 2. La Figura 10 ilustra parte del proceso de tratamiento de las conchas, el cual es idéntico para ambas especies.

#### 4.1.2.1.- Descripción general de la observación de bandas.

Dos tipos principales de bandas pudieron ser reconocidas en el interior (y exterior) de las conchas de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii*. Por una parte, es posible reconocer bandas de tipo anual, expresadas como agregados invernales de bandas de menor periodicidad. La Fig. 11 ilustra la apariencia de estas bandas en un corte a lo largo de una valva de navajuela de cuatro años de edad. Las bandas resultan bastante conspicuas a lo largo de la concha tomando una coloración violácea en navajuelas y un tono gris muy tenue en huepos (Fig. 12), los que no son evidentes en las fotografías. La Fig. 13 muestra una fotografía de una sección de la concha de otro ejemplar de navajuela de varios años de edad, ilustrando la apariencia de un animal más viejo.

Las bandas de tipo anual también son claramente reconocibles en la zona del umbo como ilustra la Fig. 14. En esta zona las bandas adquieren una disposición concéntrica y muy marcadas. La asignación de una edad a un ejemplar dado se realizó como consenso entre el conteo de bandas internas a lo largo de concha, conteo de bandas del umbo y conteo de bandas externas (superficie) de la concha. En general, no se presentaron discrepancias entre las tres lecturas, pero de haberlas se optó por el descarte del ejemplar para evitar conflictos.

En las fotografías no es posible apreciar la constitución fina de las bandas consideradas inicialmente como bandas invernales. Estas están compuestas por una serie de bandas más pequeñas muy agregadas entre sí, como respuesta a las condiciones invernales, lo cual es común a muchos organismos marinos que acrecionan concha (Lutz & Rhoads 1980). El número de estas bandas de periodicidad inferior al año es de entre cinco y seis por cada banda invernal. El número total que es posible contabilizar entre dos bandas invernales

sucesivas varía entre doce y trece, lo cual sugiere un ritmo de depositación de bandas lunares bastante claro. Otros ritmos podrían estar presentes aunque no son evidentes al método utilizado. Estos resultados son indicados con mayor detalle bajo el título de "Validación de la periodicidad de bandas anuales".

Es necesario incluir un punto de aclaración en consideración con la nomenclatura usada. El uso del término "banda" ha sido más bien arbitrario, pretendiendo sólo expresar que se trata de una unidad de crecimiento de la concha de alguna extensión. La especificación "mensual (= lunar)" o "anual" especifica la extensión de dicha unidad de crecimiento. Es importante mantener la distinción clara entre las bandas anuales y las de periodicidad inferior que las componen, pues son estas últimas bandas las que fueron empleadas para determinar experimentalmente la periodicidad del registro acrecionario de la concha. Validación directa de las bandas invernales requeriría de varios años de mantención de ejemplares marcados, lo cual escapa a la extensión temporal del presente proyecto. Para hacer más claro este punto se describirán los resultados de validación de periodicidad de incrementos de crecimiento en tres partes: 1) Resultados de experimentos de marcaje de animales en jaulas de terreno, 2) Resultados de experimentos de marcaje de animales en acuarios de laboratorio, y 3) Resultados de validación de periodicidad de bandas anuales. Los dos primeros reportes pretenden demostrar que la periodicidad observada en las bandas de menor resolución son aproximadamente mensuales (i.e., lunar), mientras que el último pretende demostrar que las bandas descritas como anuales corresponden a la agregación de aproximadamente doce a trece bandas mensuales, manifestándose como bandas invernales. Estos resultados se desglosan a continuación.

#### *4.1.2.1.- Estimación de los parámetros*

Los valores estimados para los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy se presentan en la Tabla 3, para ambas especies. Se incluyen las estimaciones junto con el valor de error estándar asintótico y coeficiente de correlación de acuerdo al reporte indicado en STATISTICA v.5.1, subrutina Nonlinear estimation. Los resultados que muestran la relación entre la longitudes registradas respecto al número de anillos se entregan en la Figura 15 para *T. dombeii* y en la Figura

16 para *E. macha*. En ambos casos se presentan los resultados sobre una base trimestral y total.

#### *4.1.3.- Construcción de claves talla-edad.*

La elaboración de la clave edad-talla, tanto para huepo como para navajuela se estructuró sobre la asignación de edad a todos los ejemplares examinados mediante anillos o marcas de crecimiento anual en las valvas.

La clave talla-edad para el huepo muestra ejemplares entre 1 y 12 años, para tallas comprendidas entre 5 y 20,9 cm de longitud valvar, con las mayores abundancias de las edades 2, 3 y 4 (Tabla 4).

La clave edad-talla para navajuela presenta individuos con edades entre 1 y 18 años, para tallas comprendidas entre 3 y 11,9 cm de longitud valvar con una mayor presencia de las edades 3 y 4 (Tabla 5). Sin embargo, en tallas superiores a los 7,9 cm se observa un amplio rango de edades para una misma talla.

#### ***4.2.-Validar la periodicidad de la formación de anillos de crecimiento de los recursos huepo (Ensis macha) y navajuela (Tagelus dombeii) en la VIII Región.***

##### *4.2.1. Experimentos de marcaje de bandas en huepo y navajuela.*

Según lo establecido comprometido en la propuesta técnica el tiempo de mantención de ejemplares marcados en jaulas de terreno es de cinco meses, tiempo suficiente para incluir al menos dos ciclos lunares completos, que es el caso extremo esperado para la formación de bandas únicas con ritmicidad exógena (Kennish, 1980). Además, como respaldo a las actividades de validación de la periodicidad de formación de anillos en terreno, se ha llevado a cabo la actividad de laboratorio en la Estación Costera de Lengua, manteniendo animales marcados en acuarios con arena, aireación constante y flujo permanente de agua (Fig. 17), por lo cual ambos tipos de resultados se entregan a continuación.

#### 4.2.1.1.- Descripción de bandas depositadas después del marcaje.

Como se describió en la sección metodológica, los animales de ambas especies se marcaron y se mantuvieron en jaulas de terreno y acuarios en laboratorio para determinar el número de bandas depositadas en un período de tiempo conocido (método directo).

El marcaje se realizó por abrasión con lima en el borde de crecimiento de la concha de ejemplares de *T. dombeii* y *E. macha*. La Fig. 18 muestra un acercamiento del borde de la concha de una navajuela, ilustrando la marca dejada por la lima y evidenciando que la perturbación quedó registrada en la concha como una banda distintiva, la que se origina en la base de la marca de la lima y se propaga a lo largo de toda la concha. La Fig. 19 muestra otro acercamiento del borde de una navajuela, donde el margen que ha crecido después de la marca se ha resaltado con grafito para exaltar la topografía externa de la concha y evidenciar las bandas depositadas después de la marcación.

#### 4.2.1.2.- Resultados de marcaje de individuos en jaulas de terreno y acuarios.

Los resultados que permitieron determinar la periodicidad de la depositación de las bandas vienen de dos experimentos paralelos: a) marcaje y mantención de ejemplares de *E. macha* y *T. dombeii* en jaulas de terreno y b) marcaje y mantención de individuos en acuarios de laboratorio. Los resultados se describen por separado a continuación.

##### a) Resultados de experiencias de jaulas en terreno:

La Tabla 6 resume los resultados de los experimentos en terreno de determinación de la periodicidad en el depósito de bandas de crecimiento para ambas especies. Se indica el tamaño muestral empleado, que en muchos casos es bajo, producto de las contingencias explicadas en la sección metodológica.

La experiencia en terreno se prolongó por un período total de ocho meses, aunque en la Propuesta Técnica se estableció en seis meses, considerando que en algunos casos la experiencia duró hasta la muerte del último individuo de la jaula, luego se

removieron ejemplares mensualmente para poder asegurar información sobre el proceso de acreción de la concha mes a mes. Por tanto, la información indicada en la Tabla se entrega mensualmente, esperándose en cada mes un número de bandas depositadas que debiera ser equivalente a los meses transcurridos desde el momento del marcaje, bajo la hipótesis de un ritmo lunar.

Tanto el promedio como la moda sugieren una buena correspondencia entre los meses transcurridos desde el momento del marcaje y el número de bandas depositadas. La moda es preferida al promedio, pues éste último tenderá a subestimar el número de bandas depositadas dada la sensibilidad a los valores extremos. Además, el promedio puede eventualmente entregar un número de bandas fraccionario, en circunstancias que las bandas son contabilizadas como valores enteros. Teniendo esto presente es interesante observar como la moda indica un buen ajuste entre tiempo transcurrido desde el marcaje y número de bandas depositadas, sosteniendo en principio la hipótesis de acreción mediada por un ritmo lunar, en ambas especies.

Una aproximación más rigurosa es la representada en la Fig. 20, donde se muestra la relación entre número de bandas esperadas, bajo la hipótesis de depositación con periodicidad mensual (= lunar), y el número promedio y modal de bandas contabilizadas en los distintos experimentos, para ambas especies. Si la hipótesis es sostenible, entonces es esperable una relación de uno es a uno entre ambas variables, es decir, la pendiente de la relación lineal no debiera diferir significativamente de uno. La Tabla 7, resume la información del ajuste de la regresión de Poisson para cada experimento (se utiliza una regresión de Poisson dada la naturaleza discreta de las variables). En todos los experimentos, y sin importar si se utiliza la moda o el promedio de bandas depositadas, la regresión presenta valores de coeficiente de determinación altos y pendientes que no difieren significativamente de uno ( $p > 0.05$ ), respaldando la hipótesis de ritmo lunar.

Puesto que las bandas depositadas con ritmicidad lunar son las que componen las bandas caracterizadas inicialmente como anuales (invernales), en números de entre doce a trece, es razonable considerar a éstas últimas como indicadores confiables de la

edad del ejemplar, y por tanto proceder con confianza en los análisis que involucren a esta variable.

#### *b) Resultados de experiencias en acuarios*

El tratamiento de los datos obtenidos en este experimento es idéntico a los analizados anteriormente. La Tabla 6 presenta los estadígrafos descriptivos más relevantes. Para ambas especies la experiencia duró ocho meses desde el marcaje de la concha, con remoción mensual de ejemplares según lo indicado en la Tabla 6 (ver tamaños muestrales).

Tanto el promedio como la moda sugieren una buena correspondencia entre el número de bandas observada y el número esperado de acuerdo a la hipótesis de periodicidad lunar (Figura 20 y Tabla 6), lo que además es concordante con la experiencia de animales marcados y mantenidos en jaulas de terreno.

#### ***4.2.2.-Validación de la periodicidad de las bandas anuales***

Este es un punto importante, pues conecta los resultados de validación directa de la periodicidad de depositación de bandas de carácter lunar con las lecturas de anillos anuales. Estas últimas han sido empleadas durante el proyecto para la asignación de edades a los ejemplares muestreados, por lo tanto es muy importante demostrar que existe una correspondencia de entre doce a trece bandas de tipo mensual y una banda de tipo anual para validar las asignaciones de edad realizadas.

En las Tablas 8a y 8b correspondiente a navajuela y huepo, respectivamente, se muestra el conteo total de bandas mensuales que componen una banda anual. El procedimiento se realizó para bandas de distintas edades, con la finalidad de demostrar que el número de bandas mensuales depositadas en un año es constante y no se modifica con la edad de los individuos. Los resultados muestran que el número de bandas mensuales depositadas por cada edad no difieren significativamente entre sí, con un promedio

aproximado de 12,06 bandas mensuales constituyendo una banda anual, para el caso de *T. dombeii*, y 12,4 bandas en el caso de *E. macha*.

#### **4.3.- Estimar las relaciones somatométricas (longitud-peso) de los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región.**

En las estimaciones de las funciones que describen la relación Longitud-peso para ambas especies, se utilizó como medida de longitud aquella que significó la mayor distancia en un plano de crecimiento longitudinal, es decir, desde el borde próximo al umbo hasta el extremo distal en el caso del Huepo, y desde los márgenes laterales al plano de crecimiento en el caso de la navajuela. Para ambas especies se registró el peso húmedo, que consideró la masa visceral más el peso de la concha (pesado en conjunto).

Los resultados de las funciones que describen la relación somatométrica para ambas especies se entregan en las Tablas 9 y 10, para navajuela y huepo, respectivamente en las cuales se reporta además del valor de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , el coeficiente de correlación entre ambas variables y el número de ejemplares considerados en cada estimación. Los resultados muestran que en la totalidad de las estimaciones se obtuvo un buen ajuste al modelo exponencial con valores del coeficiente de correlación que en todos los casos superó el valor de  $R=0.85$ , y con una tendencia a la isometría entre ambas variables, por cuanto el valor del parámetro  $b$  en todos los casos, tanto para huepo como para navajuela, fue muy cercano a  $b=3$ , el cual describe un crecimiento isométrico, con excepción del tercer trimestre para el caso de la navajuela donde se obtuvo el menor coeficiente de determinación, y la relación con mayor grado de alometría respecto a los otros trimestres.

Al respecto, es importante señalar que las estimaciones se realizaron estacionalmente (trimestres) y para el total de individuos analizados de navajuela y huepo como se presentan en las Figs. 21 y 22, respectivamente.



## 5.-ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1.- Determinación y caracterización del crecimiento de huego y navajuela

Los resultados obtenidos en el presente proyecto, muestran que el comportamiento en los patrones de crecimiento de las especies *Tagelus dombeii* y *Ensis macha* siguen el régimen de crecimiento acrecionario de otros moluscos bivalvos, los cuales son satisfactoriamente representados por el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, por cuanto las curvas de crecimiento describen las tres fases del desarrollo de los organismos: (a) una fase temprana de crecimiento rápido, donde se caracteriza por un patrón de bandas claramente diferenciables y marcadamente separada una de otra, (b) una fase de disminución de la tasa de crecimiento, caracterizada por una disminución en la distancia entre una banda y otra, y (c) una fase de cese de crecimiento en longitud, la cual queda determinada por un crecimiento máximo asintótico.

En relación con las metodologías utilizadas en la estimación de los parámetros, las cuales describen las curvas de crecimiento a través de distintas fuentes de información (lecturas de marcas de crecimiento anuales y estudio de la estructuras de talla de la población y su variación en un régimen anual) permitieron validar los resultados entregados por uno y otro método, por cuanto los parámetros de crecimiento obtenidos reflejan un comportamiento similar en la tendencia de los parámetros, no obstante se detectan diferencias (estimados de  $L_{\infty}$ ) que son atribuibles a la fuente de información, es decir, a la naturaleza de los datos.

De acuerdo a lo señalado en el párrafo anterior, es importante destacar lo señalado respecto al análisis de los parámetros de crecimiento basados en la distribución de frecuencias de tallas y el estudio de la estructura de etaria de la población basado en este método, puesto que muestra la estructura de grupo modales persistentes a lo largo de todos los meses de muestreo donde se observa una estructura poblacional representada por no más de 3-4 grupos modal con una tendencia mensual a una estructura bimodal. Esto obviamente se

traduce en una subestimación del número de cohortes representadas en la población equivalentes a los grupos de edad asignados. Una posible explicación de dicho comportamiento, sería la selectividad del método de extracción de estos recursos por cuanto las tallas capturadas muestran casi en todos los meses una estructura homogénea, pero hay que destacar que los ejemplares analizados en el presente proyecto, no se obtenían directamente de las capturas comerciales sino eran obtenidos específicamente para los objetivos del proyecto, lo cual impidió en cierta medida que las muestras estuvieran sesgadas hacia una talla comercialmente óptima o que significara un mayor valor comercial. Una explicación alternativa a la baja representatividad de las tallas extremas puede deberse a una distribución diferencial de los bancos naturales por estrato de tallas, ya sea una variación geográfica o batimétrica. No obstante lo anterior, el método de análisis a través del comportamiento de la distribución de frecuencia de tallas a través de las herramientas utilizadas, son lo suficientemente robustas para considerar esta variable en su seguimiento en el tiempo, principalmente cuando los datos (ejemplares) son muestreados de un mismo lugar y durante un ciclo anual completo.

## 5.2.- Validación de la periodicidad en la formación de anillos

La metodología y tratamiento aplicado a las valvas de huego y navajuela, para evidenciar bandas microscópicas en cortes de concha ha entregado buenos resultados, tanto en navajuela como en huego, lo que ha permitido considerarlas como de formación anual por su regularidad, la distancia entre si y disposición secuencial en la valva. Esto a la vez ha facilitado la obtención de réplicas en papel de acetato, los que han sido montados entre portaobjetos y cubreobjetos para su examen al microscopio óptico. Esta metodología ha sido aplicada con éxito por Richardson (1987), Richardson, *et al.*(1993), Richardson, *et al.*(1995), en varias especies de bivalvos, incluidas otras especies de *Ensis*.

En relación con el número de anillos anuales, los resultados muestran para *Ensis macha* la ocurrencia de especímenes con 1 a 14 edades, lo que podría señalar la presencia de todas las clases anuales en el área (banco) de muestreo. Hecho semejante podría suceder con *Tagelus dombeii*, donde ocurren ejemplares con edades entre 1 y 18 años.

En el caso de *E. macha* el número de anillos máximos son levemente superiores a los señalados por Henderson & Richardson (1994), para *Ensis ensis* y *E. siliqua*, lo que por ser especies congénéricas, lo más probable es que presenten un patrón de crecimiento similar.

Los resultados obtenidos en los experimentos para la determinación de la periodicidad en la depositación de bandas, permiten centrar la discusión en tres aspectos relevantes para integrar la información obtenida, los cuales se exponen a continuación:

i) Consistencia entre los resultados de jaulas y acuarios.

En primer lugar, es relevante indicar que el método de marcaje por abrasión fue exitoso, dejando una marca distintiva evidente a simple vista (Figs. 17 y 18). Lo importante es que, a pesar de tratarse de un evento de perturbación que compromete daño estructural de la concha, los animales fueron capaces de reanudar el crecimiento normal de la concha muy prontamente, lo cual constituye una ventaja metodológica esencial para estudios de estimación de edad en invertebrados (Lutz & Rhoads 1980).

Los resultados muestran (Tabla 4) una notoria similitud, para meses equivalentes, de los valores modales y promedio del número de bandas depositadas desde el momento del marcaje hasta la recolección de los ejemplares. Esta correspondencia de resultados entre dos experimentos tan disímiles a) bajo condiciones de experimentación no controladas de terreno, versus b) condiciones semi-controladas de laboratorio, sugiere fuertemente que la periodicidad en la depositación de incrementos de crecimiento obedece a un ritmo endógeno (Crenshaw 1980). Es interesante destacar algunas observaciones no cuantificadas sobre el tipo de comportamiento de los individuos que se mantuvieron en laboratorio. Estos presentaron movimientos verticales circa-mareales, que fueron desde enterramiento profundo a exposición de casi medio cuerpo por sobre la superficie de arena de los acuarios durante mareas de sicigias, y enterramiento leve durante cuadraturas. Esto apoyaría la idea de una regulación endógena rítmica en el proceso formación de la concha, y por ende sería lógico atribuir a esta causa la gran similitud entre los resultados de jaulas y acuarios (Richardson 1993, Owen & Richardson 1996).

ii) Correspondencia entre el número de bandas depositadas y tiempo transcurrido desde el marcaje.

Dada la observación inicial de que las bandas de carácter aparentemente invernal (utilizadas como marcadores anuales) estarían constituidas por una serie de bandas menores de periodicidad inferior, y que el número de estos incrementos observados entre bandas invernales sucesivas es de entre doce a trece, fue posible postular la hipótesis de producción de bandas con periodicidad lunar (mensual para fines prácticos). La puesta a prueba de la hipótesis consistió en comparar el número total de estas bandas depositadas después de un evento de marcaje y el número esperado si la hipótesis fuera correcta. De existir correspondencia, una pendiente no distinta de uno caracterizaría la relación entre número de meses transcurridos desde el marcaje y el número de bandas depositadas. Los resultados fueron excelente, con valores de pendientes para todos los casos que no fueron distintos del valor uno (Tabla 5), sosteniendo la idea de un patrón periódico de depositación de incrementos circa-lunares. Dada esta correspondencia es posible entonces sostener que las formaciones más elementales de crecimiento que se han observado al interior de la concha de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii* son cercanas al mes, y por ende la disposición agregada que daría origen a las bandas de tipo invernal, servirían como un indicador directo de la edad del individuo. Con esto es posible validar de forma directa la utilidad de las bandas internas tipo anuales en ambas especies, confirmando los resultados obtenidos para los ajustes de edad y crecimiento entregados en los resultados.

iii) Coherencia con los patrones descritos para otras especies.

Es interesante notar que en la mayoría de los moluscos con concha es posible encontrar señales de ritmicidad en la acreción de sus exoesqueletos (Lutz & Rhoads 1980, Richardson 1993, Richardson 1996). Si bien la periodicidad es variable entre especies, los patrones periódicos desplegados son en general bastante robustos para cada especie, lo que les ha conferido una ventaja notable como biomonitores (Thompson *et al.* 1997).

En general, la periodicidad en los depósitos de incrementos de crecimiento en moluscos bivalvos marinos podría ser clasificada en dos grandes grupos: aquellos que presentan patrones de bandeo fuertemente mareales, y aquellos que presentan bandeos de

periodicidad lunar. Los primeros son comunes en animales intermareales, mientras que los últimos son por lo general exhibidos por animales del submareal somero y de profundidades medias, aunque estos últimos también pueden exhibir patrones mareales de depositación de incrementos de crecimiento (Richardson 1988, 1996). Esto es consistente con los hallazgos de una periodicidad lunar obtenidos para *E. macha* y *T. dombeii* en el presente estudio.

Los resultados expuestos anteriormente se entrelazan de la siguiente manera: tanto en *E. macha* como en *T. dombeii* es posible reconocer dos tipos de bandeos al interior de la concha. Por una parte, las estructuras de mínima resolución son bandas de periodicidad lunar ( $\cong$  mensual) y por otra parte es posible reconocer agregaciones conspicuas de estas bandas demarcando el período de crecimiento invernal, y por ende permitiendo reconocerlas como agregaciones de periodicidad anual.

Por otra parte, y ligado a lo antes citado, de los resultados de validación de la periodicidad de bandas anuales, se desprende que estas últimas están constituidas por agregados de doce bandas mensuales, con lo cual se justifica el uso de estas bandas anuales para la asignación de edades a los ejemplares muestreados durante el desarrollo del proyecto.

Considerando los elementos de discusión expuestos es posible asumir con certeza que tanto *Ensis macha* como *Tagelus dombeii*, muestran un patrón de incrementos de crecimiento básico de periodicidad mensual (lunar), lo que no descarta la existencia de otros ritmos fisiológicos, sino que sostiene que éste sería el más elemental de los observados por medio de los métodos aquí utilizados. Estas bandas de periodicidad mensual formarían agregados muy conspicuos como respuesta a las condiciones de invierno, constituyendo bandas invernales que pueden ser consideradas como marcadores año a año, pudiendo ser empleados como estimadores de edad en los individuos de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii*. No obstante, es importante tener en cuenta que en algunos organismos se han reportado variaciones latitudinales en la ritmicidad de registro de crecimiento interno de la concha (Tanabe & Oba 1988), por lo tanto, la extrapolación de los resultados descritos para las poblaciones de *T. dombeii* y *E. macha* aquí consideradas a otras poblaciones muy distantes de la zona de muestreo, debe realizarse con precaución.

### 5.3.-Relaciones longitud-peso

Los resultados obtenidos en las estimaciones de las relaciones somatométricas de ambas especies, permiten definir la relación alométrica entre ambas variables con una clara tendencia a la isometría, dado que en casi todos los casos el coeficiente “b” de la relación longitud-peso tuvo valores muy cercanos a 3.

Por otro lado, es importante señalar que el coeficiente de determinación que muestran el grado de asociación y relación entre ambas variables en todos los casos fue altamente significativo con valores en la mayoría de los casos mayores a  $R = 0,92$ , lo cual permite describir la relación entre ambas variables claramente por el modelo exponencial. Finalmente y dado el alto grado de asociación entre ambas variables, el crecimiento de ambas especies también pueden ser satisfactoriamente descritas en función del peso de acuerdo al modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

## 6.-CONCLUSIONES

- Los parámetros de crecimiento obtenidos mediante el análisis de frecuencia de talla, para la especie *Tagelus dombeii*, con valores de  $K= 0,88 \text{ año}^{-1}$  y  $L_{\infty}=10,8 \text{ cm LT}$  son indicadores de un crecimiento rápido y son relativamente superiores a los presentados por la lecturas de anillos de crecimiento.
- En *Ensis macha*, los valores de los parámetros de crecimiento mediante el análisis de frecuencia de talla con  $K=0,47 \text{ año}^{-1}$  y  $L_{\infty}=22,0 \text{ cm LT}$  indican un crecimiento relativamente lento y son concordantes con los obtenidos con el método de lectura de anillos especialmente respecto a las tasas de crecimiento, no obstante presenta una pequeña diferencia en la estimaciones de la longitud asintótica, la cual es levemente mayor según el método de distribución de frecuencia de tallas.
- En ambas especies, las curvas de crecimiento describen un crecimiento sin marcados cambios estacionales por cuanto los valores de las constantes  $C$  y  $t_s$ , que indican la estacionalidad del crecimiento, son muy cercanos a 1.
- La asignación de edad a un ejemplar dado se realizó como consenso entre el conteo de bandas internas a lo largo de concha, conteo de bandas del umbo y conteo de bandas externas (superficie) de la concha. En general, no se presentaron discrepancias entre las tres lecturas, pero de haberlas se optó por el descarte del ejemplar para evitar conflictos.
- Los parámetros de crecimiento obtenidos mediante el recuento de bandas o anillos anuales, para la especie *Tagelus dombeii*, entregó valores de  $K= 0,4 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{\infty}= 8,83 \text{ cm LT}$  y  $t_0 = -0,25$  que son indicadores de un crecimiento rápido y son relativamente similares a los obtenidos por el análisis de frecuencia de talla.

- En *Ensis macha*, los valores de los parámetros de crecimiento mediante el recuento de bandas o anillos anuales entregó un  $K = 0,4 \text{ año}^{-1}$  y  $L_{\infty} = 17,5 \text{ cm LT}$  señalando un crecimiento relativamente lento y son semejantes con los obtenidos por el método de distribución de frecuencia de tallas respecto a las tasas de crecimiento, no obstante presenta una longitud asintótica levemente mayor.
- La metodología y tratamiento aplicado a las valvas de huepo y navajuela, para evidenciar bandas microscópicas en cortes de concha ha entregado buenos resultados, tanto en navajuela como en huepo, lo que ha permitido considerarlas como de formación anual por su regularidad, la distancia entre si y disposición secuencial en la valva. Esto a la vez ha facilitado la obtención de réplicas en papel de acetato y a través de ambos procedimientos se ha determinado, para *E. macha* la ocurrencia de especímenes con 1 a 14 edades y para *T. dombeii*, ejemplares con edades entre 1 y 18 años.
- Los resultados de los experimentos de marcaje en jaula como en acuarios permiten concluir que tanto en *Ensis macha* como en *Tagelus dombeii* es posible reconocer dos tipos de bandeos al interior de la concha, unas son bandas de periodicidad mensual (lunar) y otras agregaciones conspicuas de estas bandas marcando el período de crecimiento invernal, y por ende permitiendo reconocerlas como agregaciones de periodicidad anual. Estas dos experiencias independientes permiten afirmar con seguridad el origen endógeno y la periodicidad en el depósito de bandas.
- Los resultados de marcaje y recapturas de los ejemplares mantenidas en jaula, tanto de huepo como de navajuela, permiten señalar el logro relativamente bajo de éxito, debido a predación, escape o muerte de los ejemplares. Sin embargo, el número de especímenes recapturados permitió constatar igual ritmo de depositación de bandas que aquellos mantenidos en los acuarios y por lo tanto respaldar la validez en cuanto a la periodicidad circalunar de las banda. No obstante, hay que tomar en consideración el alto costo que significa su implementación.

- De los resultados obtenidos del recuento del número de bandas lunares entre dos marcas anuales, con la finalidad de validar la periodicidad de las bandas anuales, se concluye que éstas últimas están constituidas por agregados de doce bandas mensuales, con lo cual se justifica el uso de estas bandas anuales para la asignación de edades a los ejemplares de huepo y navajuela.
- La función que representa la relación somatométrica longitud – peso para navajuela (*T. dombeii*) muestra un ajuste de tipo exponencial ( $R = 0,954$ ) y una tendencia a la isometría entre ambas variables ( $b \approx 3$ ).
- La función que representa la relación somatométrica longitud – peso para Huepo (*E. macha*) muestra un ajuste de tipo exponencial ( $R = 0,948$ ) y una tendencia a la isometría entre ambas variables ( $b \approx 3$ ).

## 7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Acuña, E., Ch. Guisado & M. Berríos. 1994. Ciclo reproductivo de *Tagelus dombeii* (Bivalvia: Heterodonta: Solecurtidae), provenientes de la Bahía la Herradura de Guayacán, IV Región. Resúmenes XIV Jornadas de Ciencias del Mar, Puerto Montt, Chile: pag: 131
- Becerra, J., R. Jaramillo, I. González & E. Clasing. 1994. Ciclo reproductivo y asentamiento de *Tagelus dombeii* (Lamarck 1818) en Bahía Coihuin, Puerto Montt. 135 págs.
- Begon, M. 1989. Ecología Animal. Modelos de cuantificación de poblaciones. Editorial Trillas. México. 134 pp.
- Beverton, R.J. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Lond. Ser. 2,19, 533 pp.
- Crenshaw, M., A. 1980. Mechanisms of shell formation and dissolution. En: Skeletal growth of aquatic organisms (Rhoads, D. & R. Lutz, Eds.). Plenum Press. pp: 115-132.
- Fierro, J. 1981. Estimación de los períodos de desove de *Tagelus dombeii* (Lamarck, 1818) en Caleta Leandro, Bahía Concepción, Chile (Lamellibranchia: Tellinacea). Tesis U. de Concepción. 32 pp.
- Jaramillo, E. Estudio biológico pesquero de los recursos almeja y huego en la VIII y X Regiones. 1996. Informe técnico FIP-IT/96-46. 106 p + anexos.
- Lopez, I., O. Aracena, A. Carmona, A. Espinoza, L. Fuentes, J. Sánchez & A. Cerda. 1997. “Caracterización bioeconómica de las pesquerías de huego (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región. Informe final Proyecto FIP 95-20A 86 pp + anexos.
- Lopez, I., O. Aracena, R. Quiñones, H. Arancibia, R. Roa, A. Carmona, C. Godoy & C. Rojas. 1998. “Caracterización bioeconómica de las pesquerías de huego (*Ensis macha*) y

navajuela (*Tagelus dombeii*) en la VIII Región. Informe final Proyecto FIP 95-20A  
106 pp + anexos.

- Kennish, M.J. 1980. Shell microgrowth analysis: *Mercenaria mercenaria* as a type example for research in population dynamics. En: Skelatal Growth of Aquatic Organisms (Rhoads, D. & R. Lutz, Eds.). Plenium Press. p 255-294.
- Lutz, R. & D. Rhoads. 1980. Growth patterns within the molluscan shell: an overview. En: Skelatal Growth of Aquatic Organisms (Rhoads, D. & R. Lutz, Eds.). Plenium Press. p 203-254.
- Macdonald, P. & T. Pitcher. 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analysing distribution mixtures. J. Fish. Res. Board Can. 36: 987-1001.
- Macdonald, P. & P. Green. 1988. User's Guide to Program MIX: An Interactive Program for Fitting Mixtures of Distributions. ICHTHUS DATA SYSTEMS. Ontario, Canada L9C 4M7, 65 p.
- Pauly, D. & P. Gaschütz. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. ICES CM G: 24-26 pp.
- Rhoads, D. & R. Lutz. 1980. Skelatal Growth of Aquatic Organisms. Plenium Press, N.Y.
- Richardson, C.A. 1987. Microgrowth patterns in the shell of the Malaysian cockle *Anadara granosa* (L.) and their use in age determination. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 111: 77-98.
- Richardson, C.A. 1988. Exogenous and endogenous rhythms of band formation in the shell of the clam *Tapes philippinarum* (Adams et Reeve 1850). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 122: 105-126.
- Richardson, C.A. 1989. An analysis of the microgrowth bands in the shell of the common mussel *Mytilus edulis*. Journal of the Marine Biological Association of the U.K. 69: 477-491.

- Richardson, C.A. 1993a. Bivalve shells: chronometers of environmental change. En: Proceedings of the First International Conference on the Marine Biology of Hong Kong and the South China Sea 1990 (B. Morton, Ed.), Hong Kong University Press, 419-434.
- Richardson, C.A., R. Seed & E. Naylor. 1990. Mussel shells: chronometers of environmental change. *Marinetech Reseach* 16: 1-4.
- Richardson, C.A., R. Seed, E.M.H. Al-roumaihi & L.M. Donald. 1993b. Distribution, shell growth and predation of the New Zealand oyster, *Tiostrea (=Ostrea) lutaria* Hutton, in the Menai Strait, North Wales. *Journal of Shellfish Research* 12: 207-214.
- Richardson, C.A., R. Seed, N.A. Brotohadikusumo & R. Owen. 1995. Age, growth and allometric relationships in *Septifer virgatus* (Bivalvia: Mytilidae). *Asian Marine Biology* 12: 39-52.
- Tanabe, K., Oba, T. 1988. Latitudinal variation in shell growth patterns of *Phacosoma japonicum* (Bivalvia: Veneridae) from the Japanese coast. *Marine Ecology Progress Series*. 47: 65-74.
- Thompson, I. S., Seed, R., Richardson, C., A., Hui, L., Walker, G. 1997. Effects of low level chlorination on the recruitment, behaviour and shell growth of *Mytilus edulis* Linnaeus in power station cooling water. *Scientia Marina*. 61: 77-85.
- SERNAPESCA, 1999. Anuario Estadística de Pesca 1999. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción Chile. 291 pp.
- Wilkinson, L. 1988. SYSTAT: The System for Statistics. Evanston, Illionois, SYSTAT Inc.

# TABLAS

Tabla 1.-Estadígrafos descriptivos para las principales medidas somatométricas de *T. dombeii* y *E. macha*: *Prom* = promedio aritmético, *d.e.* = desviación estándar, *min* = valor mínimo, *max* = valor máximo, *n* = tamaño muestra, *L.T.* = largo total, *An.V.* = ancho valvar, *Al.V.* = alto valvar, *P.T.* = peso total.

Mes	Estadígrafo	<i>Tagelus dombeii</i>				<i>Ensis macha</i>			
		<i>L.T.</i>	<i>An.V.</i>	<i>Al.V.</i>	<i>P.T.</i>	<i>L.T.</i>	<i>An.V.</i>	<i>Al.V.</i>	<i>P.T.</i>
		(cm)	(cm)	(cm)	(g)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)
Agosto	<i>prom.</i>	6,55	2,12	1,39	16,63	11,44	2,04	1,27	27,80
	<i>d.e.</i>	1,08	0,39	0,29	9,76	3,03	0,59	0,42	16,90
	<i>min.</i>	1,90	0,60	0,30	0,32	1,00	0,10	0,10	0,02
	<i>max.</i>	9,80	3,40	2,40	78,50	17,80	3,30	2,90	105,09
	<i>n</i>	936	936	936	934	765	765	765	765
Septiembre	<i>prom.</i>	7,66	2,52	1,53	25,90	11,35	2,02	1,20	28,49
	<i>d.e.</i>	1,05	0,42	0,31	12,31	2,90	0,55	0,38	16,51
	<i>min</i>	2,20	0,60	0,20	0,49	1,00	0,20	0,05	0,02
	<i>max</i>	10,40	3,60	2,90	63,30	17,80	3,20	2,50	94,80
	<i>n</i>	722	722	722	722	679	679	679	679
Octubre	<i>prom.</i>	7,51	2,51	1,57	28,70	11,63	2,04	1,16	29,92
	<i>d.e.</i>	1,53	0,56	0,43	14,52	2,30	0,44	0,33	18,49
	<i>min</i>	2,30	0,80	0,40	0,70	5,00	0,90	0,40	1,81
	<i>max</i>	10,20	3,60	2,80	93,50	19,20	3,60	2,50	121,70
	<i>n</i>	719	719	719	719	716	716	716	716
Noviembre	<i>prom.</i>	7,30	2,42	1,49	21,67	11,75	2,09	1,33	28,26
	<i>d.e.</i>	1,02	0,38	0,29	10,41	1,27	0,24	0,18	10,53
	<i>min</i>	4,10	1,20	0,60	3,60	7,40	1,20	0,70	6,20
	<i>max</i>	9,90	3,30	2,30	54,40	18,00	3,20	2,20	106,00
	<i>n</i>	702	702	702	702	585	585	585	585
Diciembre	<i>prom.</i>	7,80	2,54	1,64	29,30	12,24	2,14	1,38	33,48
	<i>d.e.</i>	1,18	0,44	0,34	13,25	1,63	0,31	0,21	15,83
	<i>min</i>	4,60	1,40	0,80	6,00	7,40	1,30	0,70	6,80
	<i>max</i>	10,30	3,50	2,90	67,10	19,60	3,60	2,40	139,10
	<i>n</i>	701	701	701	701	702	702	702	702
Enero	<i>prom.</i>	8,03	2,65	1,71	29,99	13,12	2,35	1,48	41,94
	<i>d.e.</i>	1,07	0,40	0,30	11,18	1,87	0,35	0,26	19,42
	<i>min</i>	2,50	1,50	0,90	5,80	9,90	1,50	1,00	16,70
	<i>max</i>	10,10	3,70	2,80	61,80	18,70	3,50	2,60	134,30
	<i>n</i>	701	701	701	701	537	537	537	537

Tabla 1.-Estadígrafos descriptivos para las principales medidas ..... .. continuación.

<i>Febrero</i>	<i>prom.</i>	8,68	2,81	1,87	36,93	13,77	2,46	1,45	42,05
	<i>d.e.</i>	0,85	0,33	0,27	11,08	1,83	0,38	0,26	16,85
	<i>min</i>	4,40	1,40	0,80	4,60	1,50	1,50	1,00	13,60
	<i>max</i>	11,50	4,00	2,50	88,00	17,50	3,20	2,70	100,90
	<i>n</i>	468	468	468	468	511	511	511	511
<i>Marzo</i>	<i>prom.</i>	8,58	2,91	1,88	36,94	13,87	2,48	1,51	44,57
	<i>d.e.</i>	0,47	0,20	0,20	7,26	1,39	0,27	0,20	14,55
	<i>min</i>	6,20	2,00	1,20	4,00	8,70	1,50	1,00	12,30
	<i>max</i>	10,00	3,50	2,60	87,50	18,00	3,30	2,50	109,70
	<i>n</i>	691	691	691	691	741	741	741	741
<i>Abril</i>	<i>prom.</i>	8,23	2,72	1,73	33,65	11,81	2,03	1,41	31,52
	<i>d.e.</i>	0,63	0,29	0,28	7,49	2,50	0,46	0,21	11,50
	<i>min</i>	3,80	1,00	0,50	2,40	1,20	0,20	0,05	0,05
	<i>max</i>	9,60	3,40	2,40	53,20	18,50	3,30	2,00	80,10
	<i>n</i>	653	653	653	653	528	528	528	528
<i>Mayo</i>	<i>prom.</i>	8,29	2,69	1,74	32,40	13,27	2,34	1,45	41,56
	<i>d.e.</i>	0,95	0,39	0,32	10,20	2,26	0,44	0,33	22,61
	<i>min</i>	2,20	0,60	0,30	0,44	6,20	1,00	0,50	2,20
	<i>max</i>	9,90	3,40	2,50	58,80	19,00	3,70	2,60	123,60
	<i>n</i>	586	586	586	586	546	546	546	546
<i>Junio</i>	<i>prom.</i>	7,14	2,32	1,46	20,50	13,09	2,27	1,48	39,13
	<i>d.e.</i>	0,68	0,27	0,20	6,45	1,21	0,26	0,18	11,13
	<i>min</i>	4,40	1,20	0,70	4,20	9,00	1,40	0,90	10,80
	<i>max</i>	10,00	3,50	2,40	56,70	18,40	3,40	2,10	108,10
	<i>n</i>	702	702	702	702	702	702	702	702
<i>Julio</i>	<i>prom.</i>	6,90	2,28	1,41	16,99	12,99	2,27	1,46	37,39
	<i>d.e.</i>	0,71	0,27	0,23	6,65	1,56	0,33	0,26	14,09
	<i>min</i>	5,30	1,60	0,90	6,00	8,00	1,20	0,70	6,70
	<i>max</i>	10,50	3,60	2,50	56,00	17,70	3,20	2,60	99,96
	<i>n</i>	702	702	702	702	702	702	702	702
<i>TOTAL</i>	<i>prom.</i>	7,7	2,5	1,6	26,8	12,50	2,20	1,38	35,27
	<i>d.e.</i>	1,2	0,4	0,3	12,3	2,25	0,43	0,33	17,03
	<i>min</i>	1,9	0,6	0,2	0,3	1,00	0,10	0,05	0,02
	<i>max</i>	11,5	4,0	3,1	88,0	19,60	3,70	13,00	139,10
	<i>n</i>	8283	8283	8283	8283	7714	7714	7714	7714

Tabla 2.-Estadígrafos descriptivos para los resultados de la lectura de anillos de crecimiento interno en la concha de *T. dombeii* y *E. macha*: Prom.= promedio aritmético, d.e.=desviación estándar, min.= valor mínimo, max.= valor máximo, n = tamaño.

<i>Mes</i>	<i>Estadígrafo</i>	<i>T. dombeii</i>	<i>E. macha</i>
<i>Agosto</i>	<i>prom.</i>	5,46	3,10
	<i>d.e.</i>	2,97	1,77
	<i>min.</i>	3	1
	<i>max.</i>	13	12
	<i>n</i>	155	147
<i>Septiembre</i>	<i>prom.</i>	5,72	2,66
	<i>d.e.</i>	3,18	1,84
	<i>min</i>	2	1
	<i>max</i>	15	12
	<i>n</i>	174	154
<i>Octubre</i>	<i>prom.</i>	6,49	3,99
	<i>d.e.</i>	4,35	2,75
	<i>min</i>	2	1
	<i>max</i>	14	14
	<i>n</i>	160	154
<i>Noviembre</i>	<i>prom.</i>	6,60	3,08
	<i>d.e.</i>	3,91	1,13
	<i>min</i>	2	2
	<i>max</i>	16	9
	<i>n</i>	160	153
<i>Diciembre</i>	<i>prom.</i>	8,52	2,87
	<i>d.e.</i>	3,94	1,77
	<i>min</i>	2	2
	<i>max</i>	15	12
	<i>n</i>	155	160
<i>Enero</i>	<i>prom.</i>	6,66	3,66
	<i>d.e.</i>	4,29	1,62
	<i>min</i>	2	2
	<i>max</i>	18	13
	<i>n</i>	160	163
<i>Febrero</i>	<i>prom.</i>	7,68	4,48
	<i>d.e.</i>	4,43	2,44
	<i>min</i>	2	2
	<i>max</i>	15	15
	<i>n</i>	164	163

Tabla 2.-Estadígrafos descriptivos .....continuación

<i>Marzo</i>	<i>prom.</i>	13,53	3,78
	<i>d.e.</i>	2,79	1,86
	<i>min</i>	3	2
	<i>max</i>	19	15
	<i>n</i>	160	161
<i>Abril</i>	<i>prom.</i>	10,63	2,52
	<i>d.e.</i>	4,20	1,07
	<i>min</i>	1	1
	<i>max</i>	17	10
	<i>n</i>	163	161
<i>Mayo</i>	<i>prom.</i>	7,70	3,16
	<i>d.e.</i>	4,95	1,40
	<i>min</i>	2	1
	<i>max</i>	20	8
	<i>n</i>	170	161
<i>Junio</i>	<i>prom.</i>	4,79	2,95
	<i>d.e.</i>	2,70	0,83
	<i>min</i>	2	2
	<i>max</i>	15	7
	<i>n</i>	169	131
<i>Julio</i>	<i>prom.</i>	5,82	3,52
	<i>d.e.</i>	3,15	1,09
	<i>min</i>	2	2
	<i>max</i>	15	7
	<i>n</i>	163	162
<i>TOTAL</i>	<i>prom.</i>	7,45	3,33
	<i>d.e.</i>	4,47	1,83
	<i>min</i>	1	1
	<i>max</i>	20	15
	<i>n</i>	1953	1870

Tabla 3.- Estadígrafos descriptivos y valores de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para *Ensis macha* y *Tagelus dombeii*. La información se presenta trimestralmente. N = número de datos (individuos) para el trimestre. LP = longitud promedio (cm) de la concha, los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. NAP = número de anillos promedio, los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. Li = longitud asintótica, k = constante metabólica de crecimiento.  $t_0$  = edad teórica a longitud cero.

Trimestre	año	<i>Ensis macha</i>						<i>Tagelus dombeii</i>					
		N	LP	NAP	Li	k	$t_0$	N	LP	NAP	Li	k	$t_0$
agosto septiembre octubre	2000	449	12,0 [3,4]	3,2 [2,08]	19,4	0,3	-0,86	471	7,6 [1,2]	5,9 [3,6]	9,39	0,3	-1,68
noviembre diciembre enero	2000-01	476	12,9 [2,07]	3,1 [1,38]	24,6	0,1	-3,57	466	7,6 [1,2]	7,2 [4,1]	9,05	0,3	-1,16
febrero marzo abril	2001	481	13,7 [1,7]	3,5 [1,71]	17,6	0,3	-1,71	466	8,4 [0,8]	10,6 [4,5]	8,77	0,6	-0,388
mayo junio julio	2001	450	13,3 [2,15]	3,2 [1,13]	26,4	0,1	-2,412	499	7,5 [1,2]	6,1 [3,9]	9,02	0,4	-0,32
Total	2000-01	1856	13,0 [2,51]	3,3 [1,83]	17,5	0,4	-0,456	1902	7,8 [1,20]	7,4 [4,5]	8,83	0,4	-0,25

Tabla 4.- Clave talla – edad establecida para hembras y machos juntos de Huepo para la zona de Tubul.

CLAVE TALLA - EDAD PARA HEMBRAS Y MACHOS DE HUEPO																								
Especie: Huepo		Sexo: Ambos						Zona: Tubul																
Talla	Frec.	Edades																						
CM	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
4,0 - 4,9																								
5,0 - 5,9	3	3	1.00																					
6,0 - 6,9	48	46	0.96	2	0.04																			
7,0 - 7,9	33	30	0.91	3	0.09																			
8,0 - 8,9	37	20	0.54	17	0.46																			
9,0 - 9,9	38	7	0.18	29	0.76	2	0.06																	
10,0 - 10,9	95	1	0.01	70	0.74	24	0.25																	
11,0 - 11,9	298		174	0.58	120	0.40	4	0.02																
12,0 - 12,9	383		170	0.44	204	0.53	9	0.03																
13,0 - 13,9	211		36	0.17	147	0.70	26	0.12	2	0.01														
14,0 - 14,9	243		7	0.03	72	0.30	127	0.52	28	0.12	6	0.02	3	0.01										
15,0 - 15,9	250		5	0.02	37	0.15	120	0.48	66	0.26	12	0.05	4	0.02	3	0.01	1	0.01	1	0.01	1	0.01		
16,0 - 16,9	111		2	0.02	5	0.05	27	0.24	46	0.41	12	0.11	8	0.07	2	0.02	2	0.02	1	0.01	5	0.05	1	0.01
17,0 - 17,9	42					3	0.07	12	0.29	10	0.24	4	0.10	3	0.07	4	0.10	2	0.05	1	0.02	3	0.07	
18,0 - 18,9	33					3	0.09	7	0.21	6	0.18	5	0.15	1	0.03	3	0.09	4	0.12	1	0.03	3	0.09	
19,0 - 19,9	6							1	0.17	1	0.17	1	0.17	1	0.17	1	0.17	1	0.17					
20,0 - 20,9																								
Totales	1831	107	515	611	319	162	47	25	10	11	9	8	7											

Tabla 5.- Clave talla – edad establecida para hembras y machos juntos de Navajuela para la zona de Tubul.

CLAVE TALLA - EDAD PARA HEMBRAS Y MACHOS DE NAVAJUELA																			
Especie Navajuela		Sexo:				Ambos				Zona: Tubul									
Talla	Frec.	Edades																	
cm	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3,0 - 3,9	5	1 0.20	4 0.80																
4,0 - 4,9	23		23 0.10																
5,0 - 5,9	95		46 0.48	35 0.37	14 0.15														
6,0 - 6,9	347		9 0.03	138 0.40	177 0.51	22 0.06				1 0.01									
7,0 - 7,9	490			95 0.19	273 0.56	58 0.12	1 0.01	3 0.01	8 0.02	3 0.01	12 0.03	7 0.02	6 0.01	9 0.02	8 0.02	5 0.01	2 0.01		
8,0 - 8,9	594			9 0.02	125 0.21	30 0.05	9 0.02	11 0.02	19 0.03	24 0.04	33 0.06	69 0.12	71 0.12	77 0.13	51 0.09	47 0.08	12 0.02	5 0.01	2 0.01
9,0 - 9,9	359				4 0.01		1 0.01	3 0.01	20 0.06	32 0.09	28 0.08	50 0.14	60 0.17	64 0.18	44 0.12	36 0.10	11 0.03	4 0.01	2 0.01
10,0 10,9	18									1 0.06	1 0.06	2 0.11	4 0.22	4 0.22	4 0.22	2 0.11			
<b>Totales</b>	1931	1	82	277	593	110	11	17	47	61	74	128	141	154	107	90	25	9	4

Tabla 6.- Estadígrafos descriptivos de los experimentos de marcaje para la determinación de la periodicidad en la depositación de las bandas de crecimiento de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii*. Se muestran los resultados para las experiencias en jaulas de terreno y acuarios en laboratorio. N = número de ejemplares muestreados. Esp = número de bandas esperadas. Moda = valor observado más característico. Prom = promedio

<b><i>Ensis macha</i></b>																
	<b>Jaulas (meses)</b>								<b>Acuarios (meses)</b>							
	un	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho	un	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho
N	11	-	9	1	1	-			12	10	12	12	12	8	7	3
Esp	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	7	8
Moda	1	-	3	4	5	-			1	2	3	4	5	5	7	8
Prom	0,7	-	3,0	4,0	5,0	-			0,8	1,6	2,7	3,9	4,4	5,4	6,6	7,7
Max	1	-	3	4	5	-			1	2	3	4	5	6	7	8
Min	0	-	3	4	5	-			0	1	2	3	3	5	6	7

<b><i>Tagelus dombeii</i></b>																
	<b>Jaulas (meses)</b>								<b>Acuarios (meses)</b>							
	un	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho	un	dos	tres	cuatro	cinco	seis	siete	ocho
N	31	17	11	7	4	15	3	14	12	12	11	12	12	8	7	1
Esp	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Moda	1	2	2	4	5	6	7	8	1	2	3	4	4	5	7	8
Prom	0,9	1,4	2,5	4,0	4,5	5,8	6,7	7,5	0,8	1,8	3,1	3,4	4,2	4,5	6,6	8,0
Max	2	2	3	4	5	6	7	8	1	2	4	4	5	5	7	8
Min	0	0	2	4	4	5	6	6	0	1	2	2	3	3	5	8

Tabla 7.-Ajustes regresión de Poisson para las relaciones entre número de bandas esperadas y observadas después del evento de marcaje por abrasión. Se muestran los resultados de los experimentos en jaulas y acuarios para ambas especies. Se indican los valores de varianza explicados por la regresión ( $R^2$ ) y el valor de pendiente (pend) utilizando como variables de respuesta tanto el valor modal (moda) como el promedio (prom) de bandas depositadas. En ningún caso la pendiente difiere significativamente de uno (ver texto para interpretación).

		<i>Ensis macha</i>		<i>Tagelus dombeii</i>	
		jaulas	acuarios	jaulas	acuarios
moda	$R^2$	1,00	0,97	1,03	0,95
	pend	1,00	0,96	0,98	0,96
prom	$R^2$	0,99	0,98	0,99	0,95
	pend	0,99	0,97	0,98	0,94

Tabla 8a.- (i) estadígrafos descriptivos del número de bandas mensuales contenidas dentro de una banda anual para diferentes tramos de edad de *Ensis macha*. **Prom** = promedio, **d.e.** = desviación estándar. (ii) Tabla de análisis de la varianza. **g.l.**= grados de libertad, **SC** = suma de cuadrados, **CM**= cuadrados medios, **F**= valor crítico de la distribución de Fisher, **p**= valor crítico de probabilidad.

(i)

	Tramo de edad				
	2	3	4	5	6
Prom.	12,4	12,6	12,8	12,3	12
d.e.	1,1	0,5	1,1	0,8	0,7
n	5	5	5	5	5

(ii)

Fuente de variación	<i>g.l.</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
entre grupos	4	1,81	0,45	0,57	0,68
dentro grupos	21	16,5	0,78		
total	25	18,3			
<i>Nº promedio bandas</i>	12,4				

Tabla 8b: (i) estadígrafos descriptivos del número de bandas mensuales contenidas dentro de una banda anual para diferentes tramos de edad de *Tagelus dombeii*. **Prom** = promedio, **d.e.** = desviación estándar. (ii) Tabla de análisis de la varianza. **g.l.**= grados de libertad, **SC** = suma

de cuadrados, **CM**= cuadrados medios, **F**= valor crítico de la distribución de Fisher, **p**= valor crítico de probabilidad.

(a)

(b)

	<b>Tramo de edad</b>								
	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>15</b>
Prom.	12,0	12,4	12,0	12,3	12,3	12,0	12,0	12,0	11,6
d.e.	0,7	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,8	0,7	1,1
n	5	5	5	4	3	5	5	5	5
<b>Fuente de variación</b>	<b><i>g.l.</i></b>		<b><i>SC</i></b>		<b><i>CM</i></b>		<b><i>F</i></b>		<b><i>p</i></b>
<b>entre grupos</b>	8		2,09		0,26		0,35		0,93
<b>dentro grupos</b>	34		24,7		0,72				
<b>total</b>	42		26,79						
<i>n° promedio bandas</i>	12,06								

Tabla 9.- Parámetros estimados de la relación longitud-peso por trimestre y total acumulado para la navajuela (*T. dombeii*). Se entregan los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , además del coeficiente de correlación (R), número de ejemplares analizados (N).

Parámetro	1 <sup>er</sup> trimestre	2 <sup>do</sup> trimestre	3 <sup>er</sup> trimestre	4 <sup>to</sup> trimestre	Total
$\alpha$	0,031542	0,041249	0,123349	0,0354437	0,041412
$\beta$	3,287318	3,13942	2,644443	3,184479	3,144201
R	0,96155	0,9536	0,85842	0,96	0,95426
N	2374	2105	1802	1987	8277

Tabla 10.- Parámetros estimados de la relación longitud-peso por trimestre y total acumulado para la huepo (*E. macha*). Se entregan los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , además del coeficiente de correlación (R), número de ejemplares analizados (N).

Parámetro	1 <sup>er</sup> trimestre	2 <sup>do</sup> trimestre	3 <sup>er</sup> trimestre	4 <sup>to</sup> trimestre	Total
$\alpha$	0,0170294	0,0235364	0,0316653	0,2601705	0,021126
$\beta$	2,98515	2,877026	2,744726	2,953165	2,905970
R	0,9593	0,9473	0,90361	0,95	0,94818
N	2152	1814	1773	1949	7709

# FIGURAS

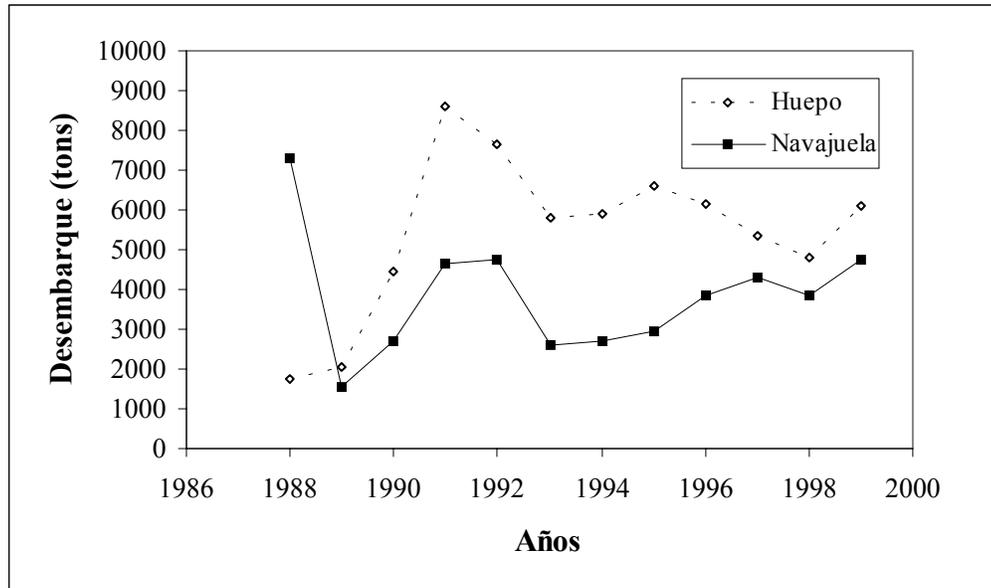


Figura 1. Desembarque total nacional para los recursos huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) durante el período 1988-1998.

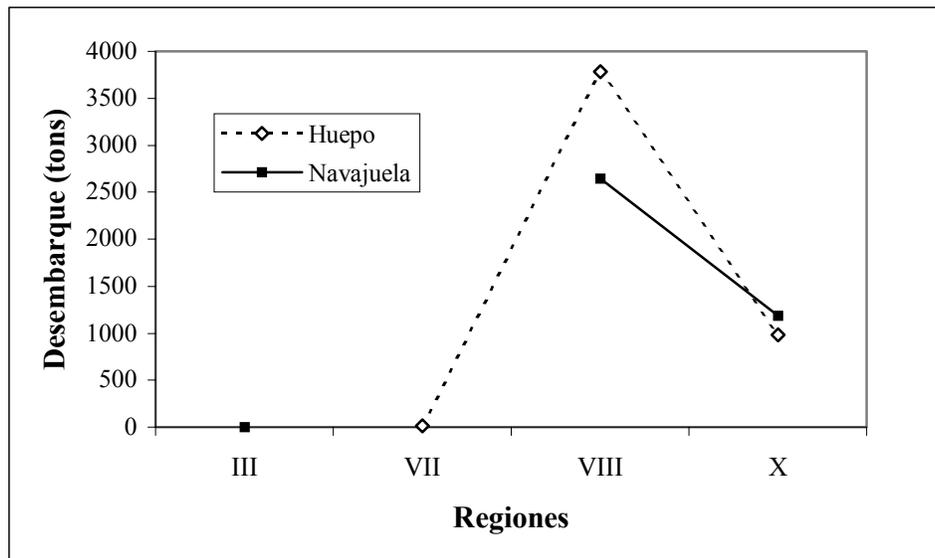


Figura 2. Desembarque total por regiones para los recursos huepo (*E. macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*), para el año 1998.

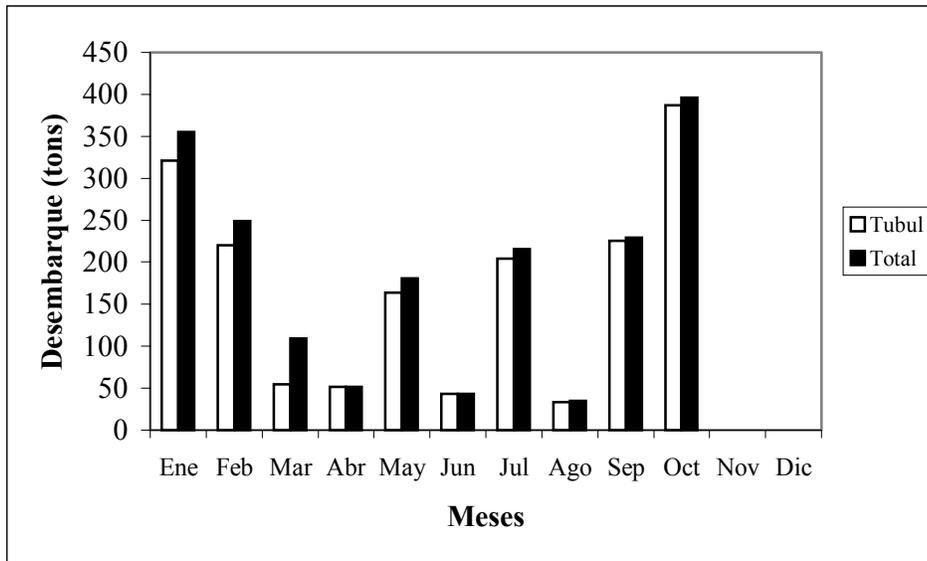


Figura 3. Desembarque registrado en la caleta Tubul en relación al desembarque total de la VIII región durante el año 1998 para el recurso huepo (*E. macha*).

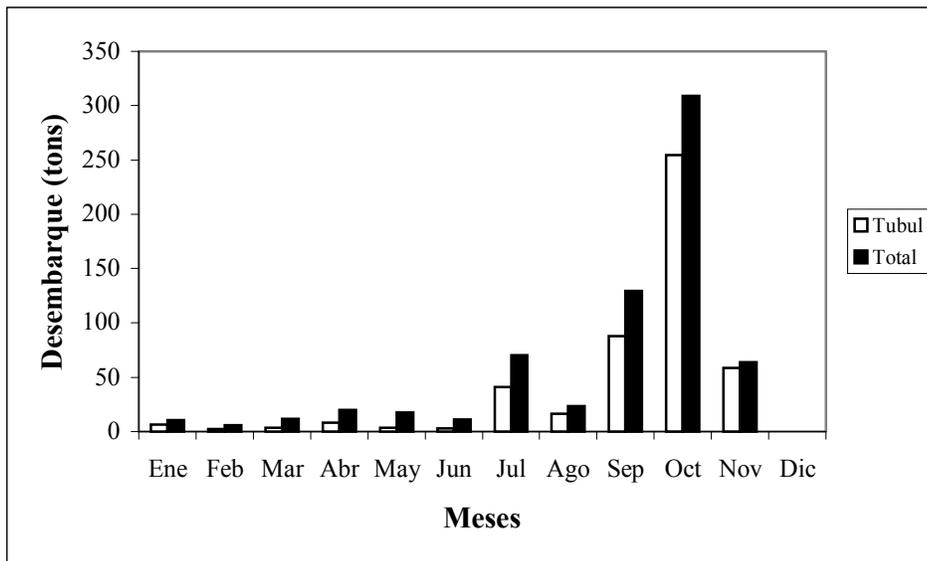


Figura 4. Desembarque registrado en la caleta Tubul en relación al desembarque total de la VIII Región durante el año 1998 para el recurso navajuela (*T. dombeii*).

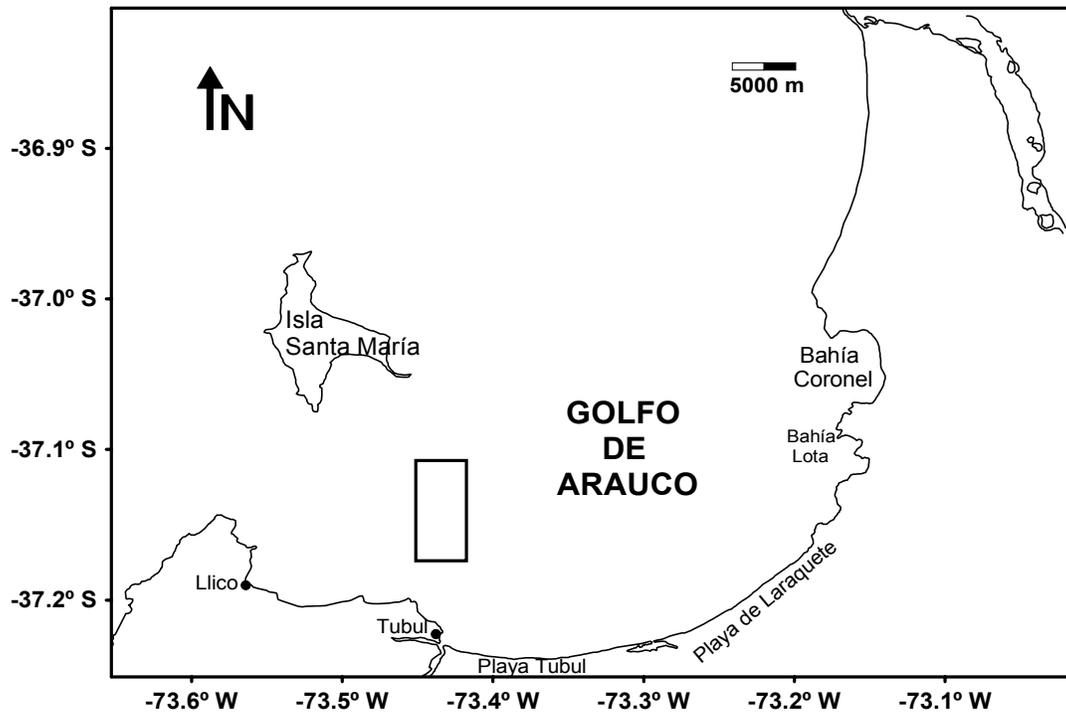


Figura 5 .- Ubicación del área donde se extraen las muestras mensuales de huepo y navajuela. La zona corresponde a los bancos ubicados entre Tubul y la Isla Santa María, donde normalmente se extraen estos recursos con fines comerciales.

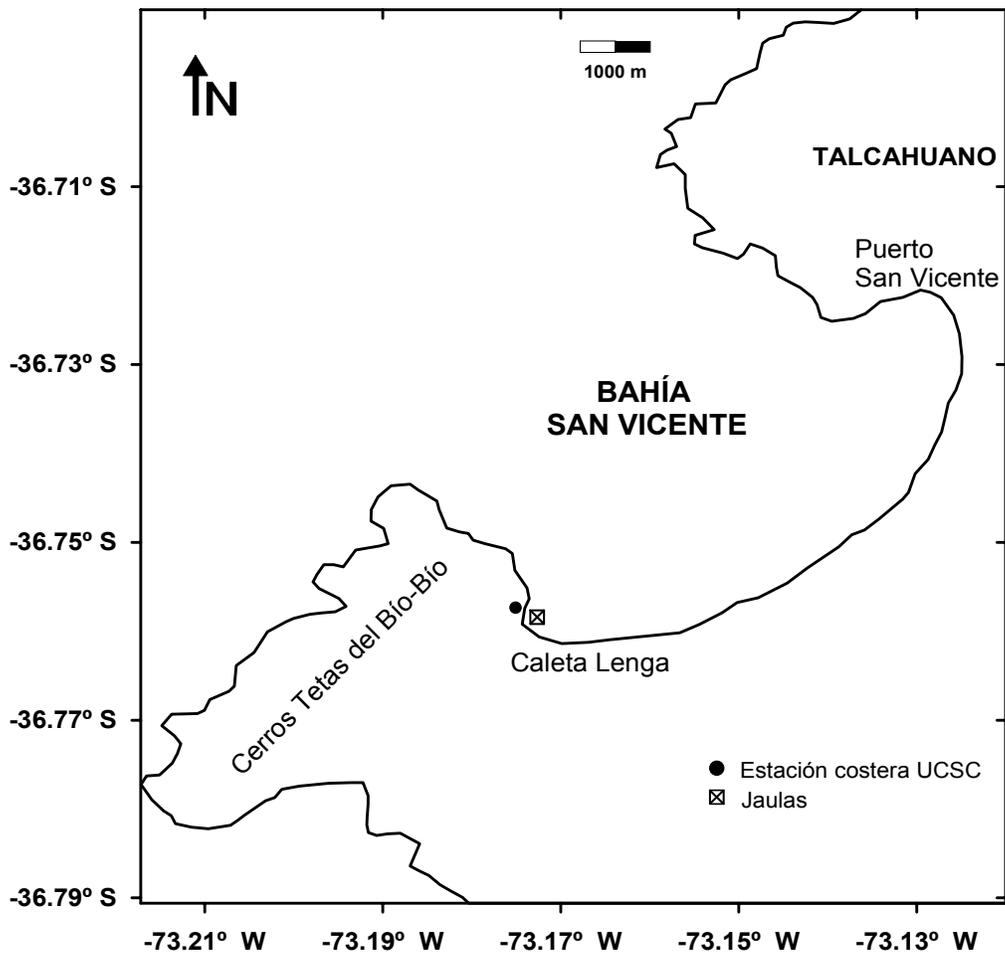
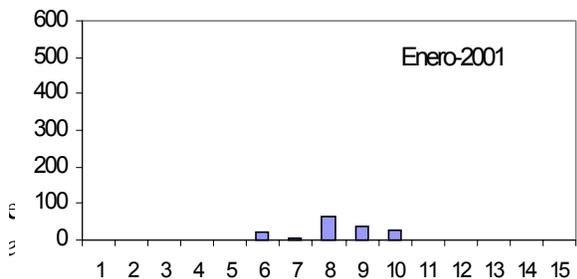
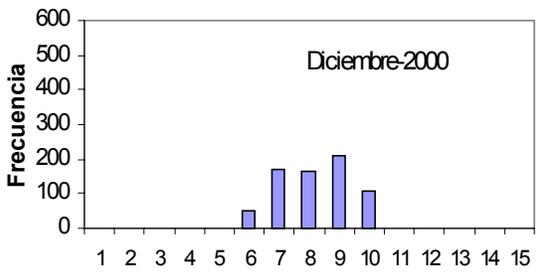
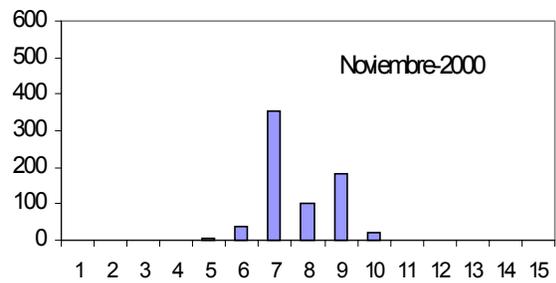
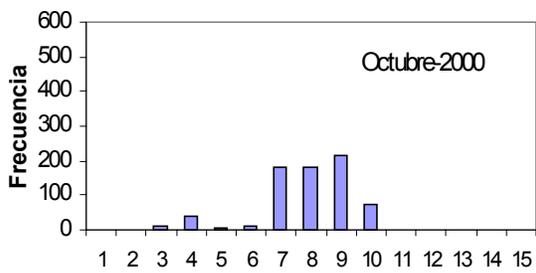
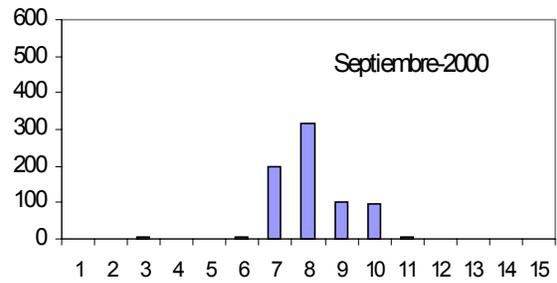
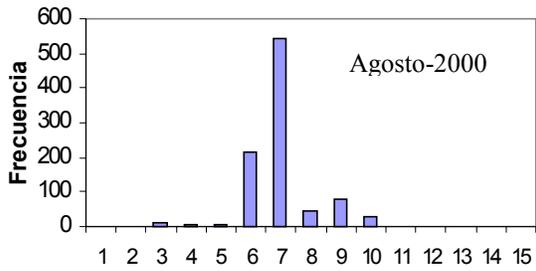
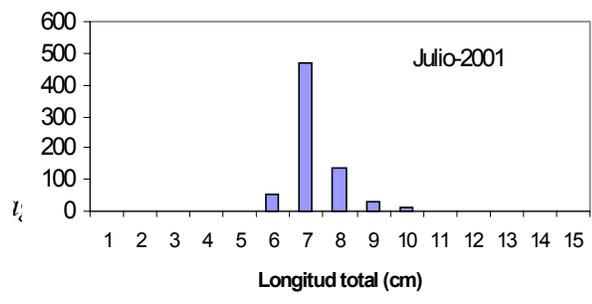
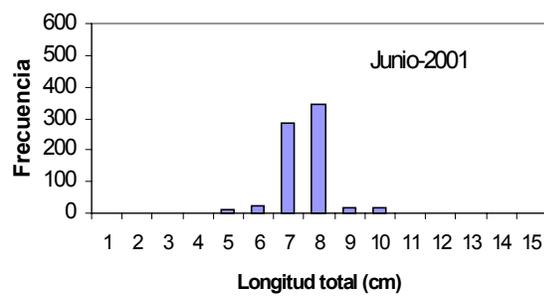
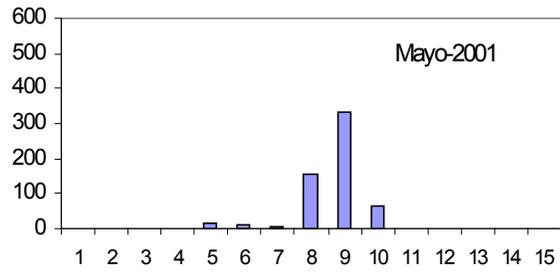
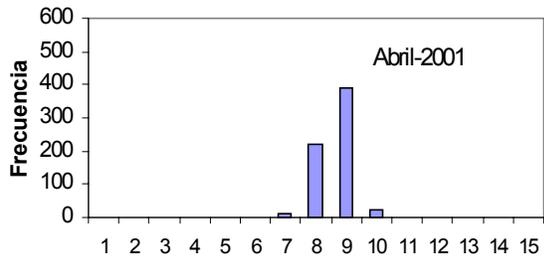
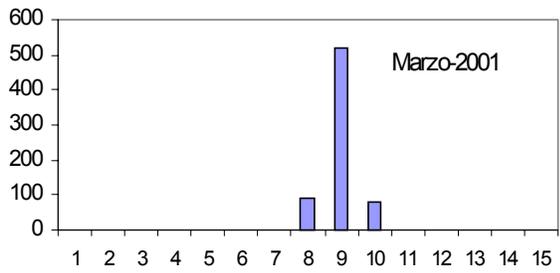
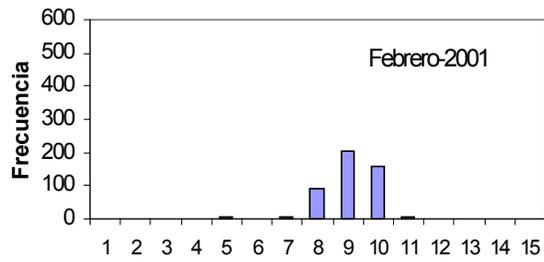


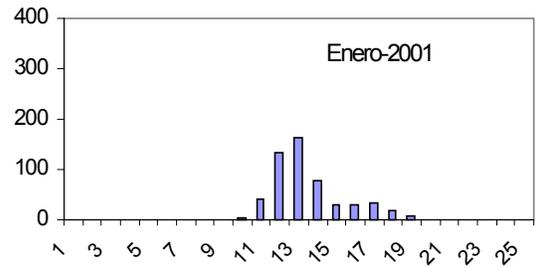
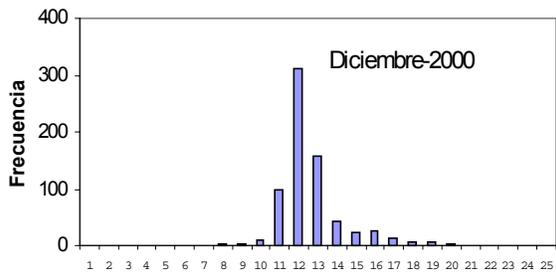
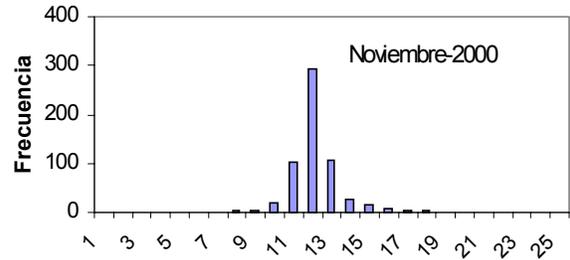
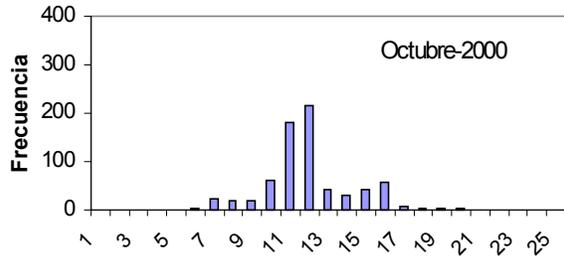
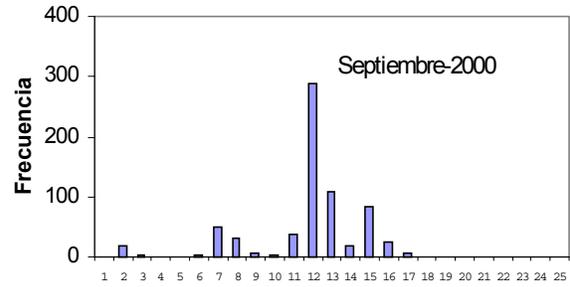
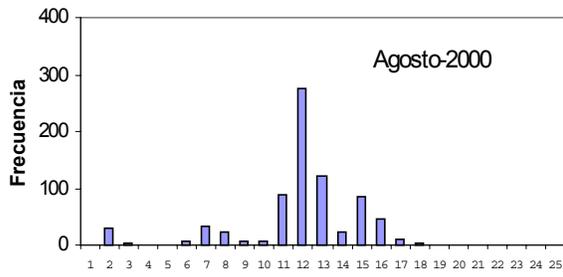
Figura 6.-Ubicación del Laboratorio Costero de Lenga perteneciente la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Se indica la posición de las jaulas experimentales de huepo y navajuela.

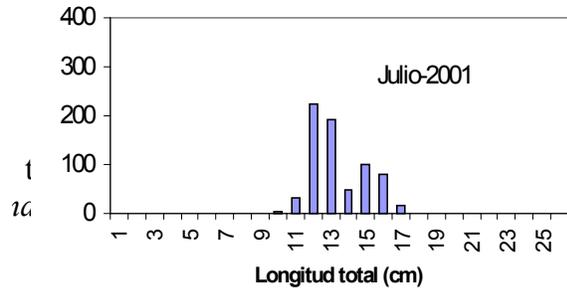
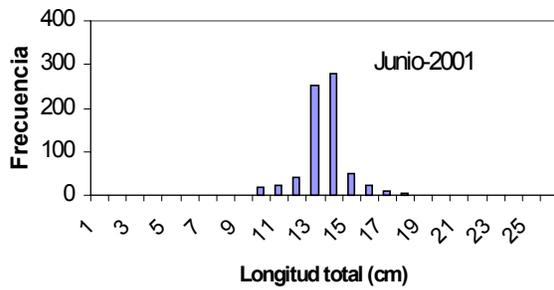
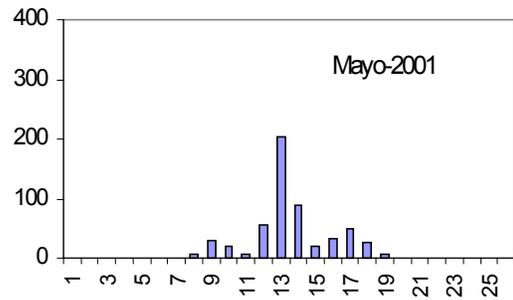
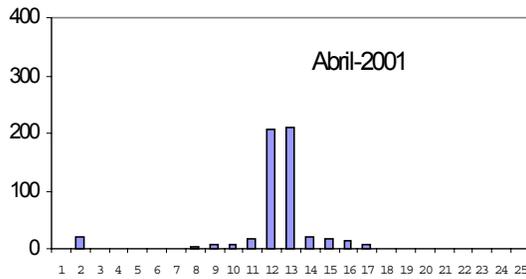
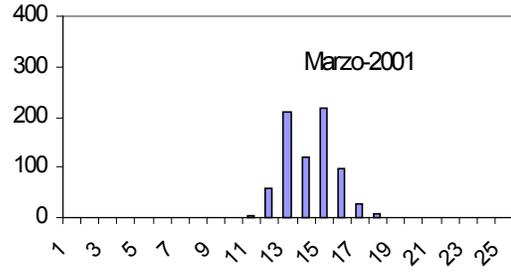
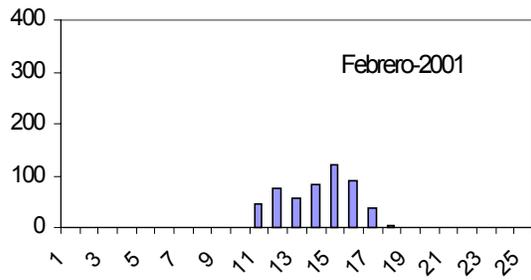


streo



estreo





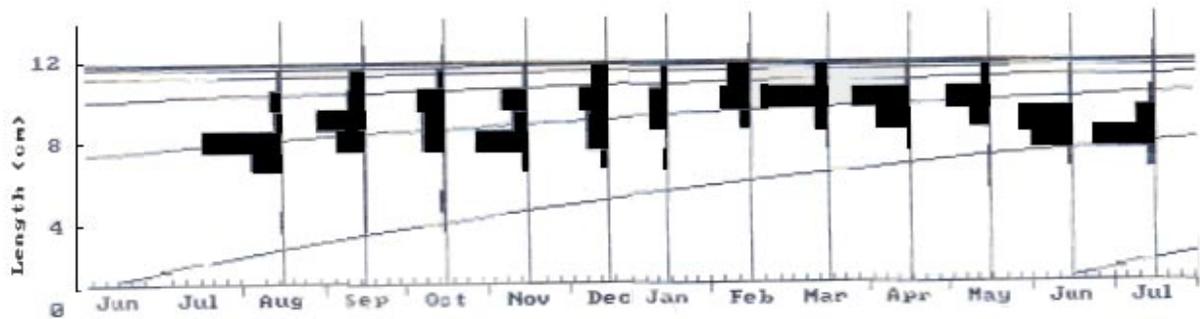


Fig. 9a.- Curva de crecimiento estacional de *Tagelus dombeii* (datos estructurados de Agosto de 2000 a Julio de 2001). Los datos representados en las barras negras corresponden a los datos de frecuencia de tallas que corresponden a las modas estacionales analizadas.

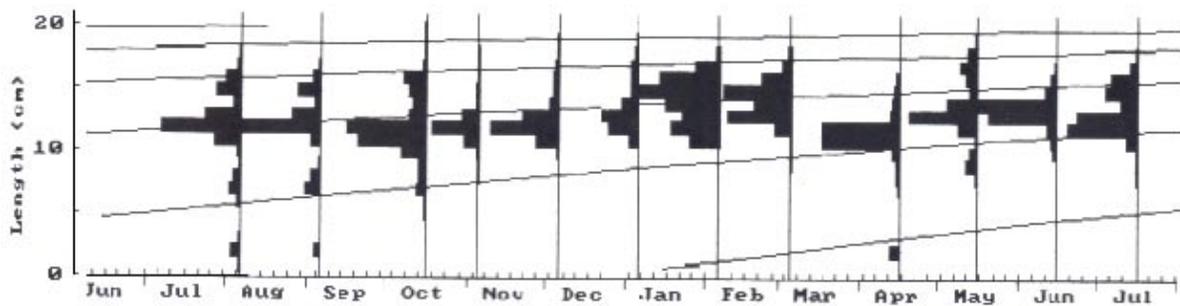


Fig. 9b.- Curva de crecimiento estacional de *Ensis macha* (datos estructurados de Agosto de 2000 a Julio de 2001). Los datos representados en las barras negras corresponden a los datos de frecuencia de tallas que corresponden a las modas estacionales analizadas.

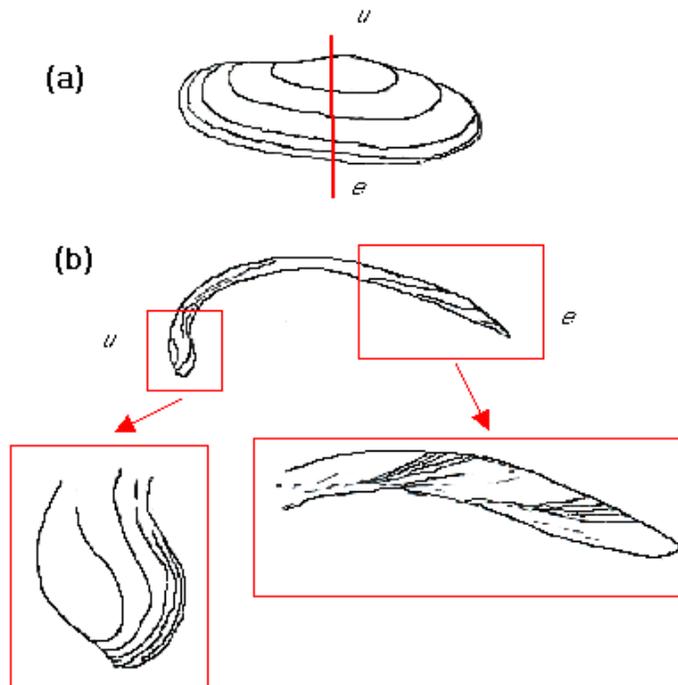


Figura 10a y b .- (a) esquematiza el lugar por donde se secciona la concha para realizar la lectura de anillos internos. La zona de corte se ubica de tal forma que abarca desde el umbo (*u*) hasta el borde de crecimiento del animal (*e*). (b) muestra la apariencia de la parte interna de la concha lateralmente. Las líneas internas representan bandas de crecimiento anuales. Los acercamientos ilustran la apariencia de estas bandas al ser leídas en el umbo y sobre el margen de crecimiento de la concha. El proceso es idéntico para ambas especies



Figura 10 c.- Fotografía que ilustra el tipo de corte aplicado a las valvas previa inclusión en resina.



Figura 10 d.- Fotografía que muestra el proceso de inclusión de las valvas en la resina



Figura 10 e.- Fotografía que muestra el corte de la valva incluida en la resina sobre el cual se aplica el proceso de replicación y posterior lectura de las bandas de crecimiento.

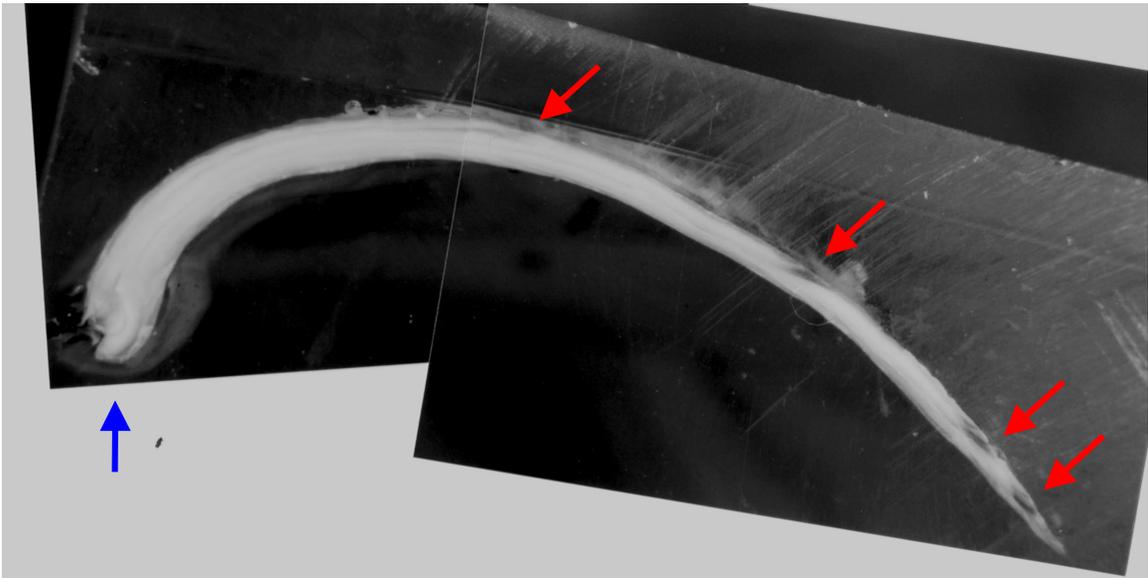


Figura 11: fotografía de la zona interna de una concha de una navajuela de cuatro años montada sobre un soporte de resina. Las flechas rojas indican bandas invernales. Flecha azul apunta al umbo. Fotografía en lupa estereoscópica con aumento 15X.



Figura 12: fotografía de la zona interna de una concha de un huepo de tres años montado sobre un soporte de resina. Las flechas rojas indican bandas invernales, la azul indica el umbo. Fotografía en lupa estereoscópica con aumento 7X.

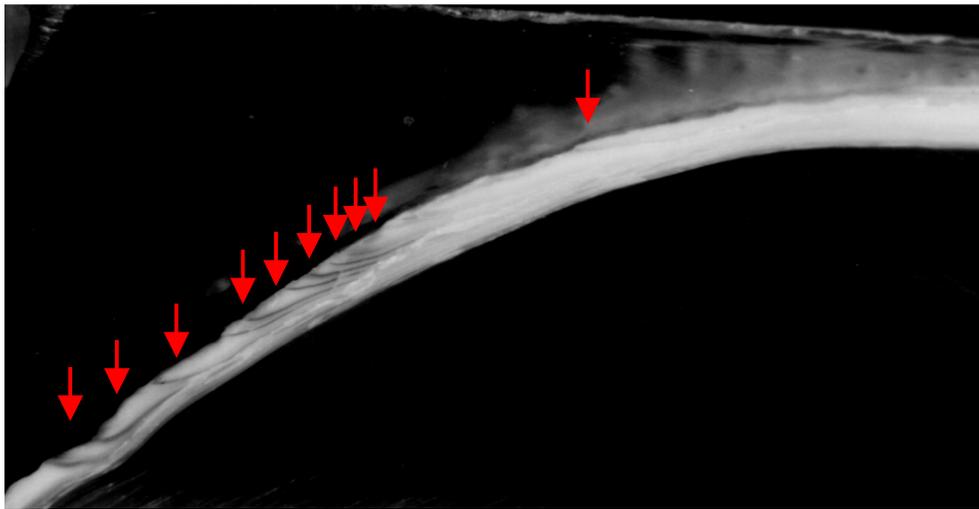


Figura 13: fotografía una sección de la zona interna de una concha de una navajuela de trece años montado sobre un soporte de resina (no todas las bandas son evidentes). Las flechas rojas indican bandas invernales. Fotografía en lupa estereoscópica con aumento 7X.

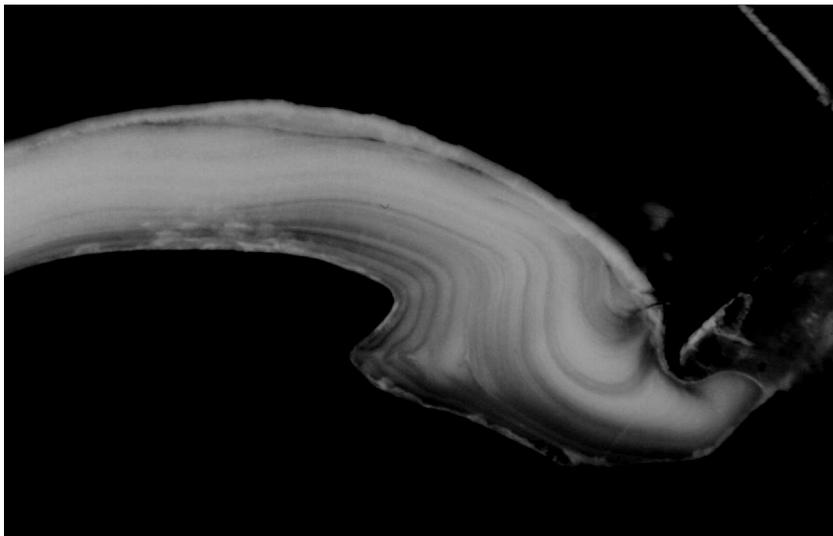


Figura 14: fotografía de las bandas invernales en el umbo de una concha de navajuela. Fotografía en lupa estereoscópica con aumento 7X. Cada línea oscura es un agregado de bandas de crecimiento de más corta duración. Las zonas más blanquecinas también están constituidas por bandas, aunque más tenues y más separadas entre sí.

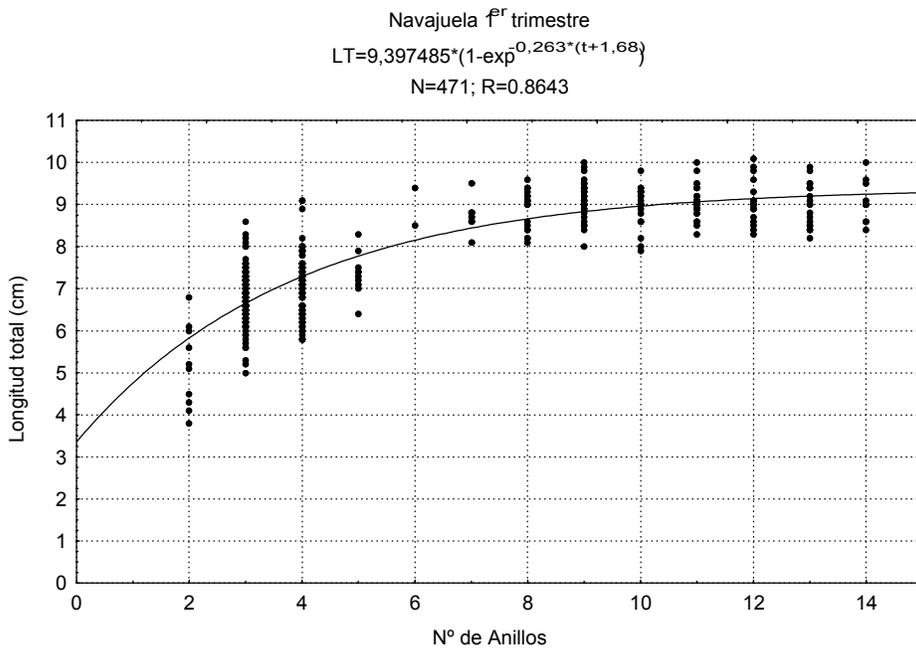


Figura 15 a.- Curva de Crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al primer trimestre (agosto-octubre de 2000)

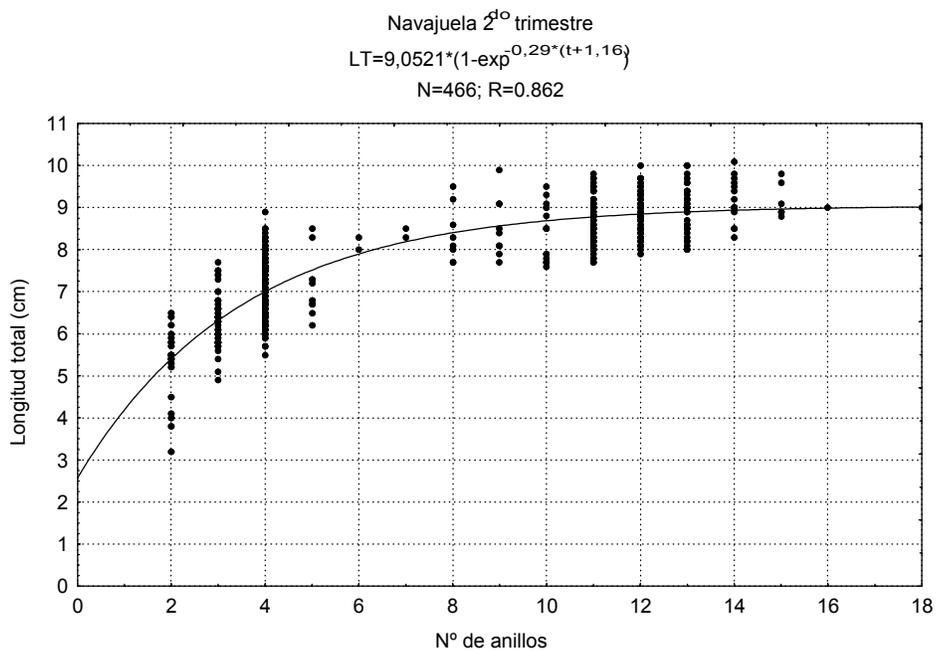


Figura 15 b.- Curva de Crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al segundo trimestre (noviembre de 2000-enero de 2001).

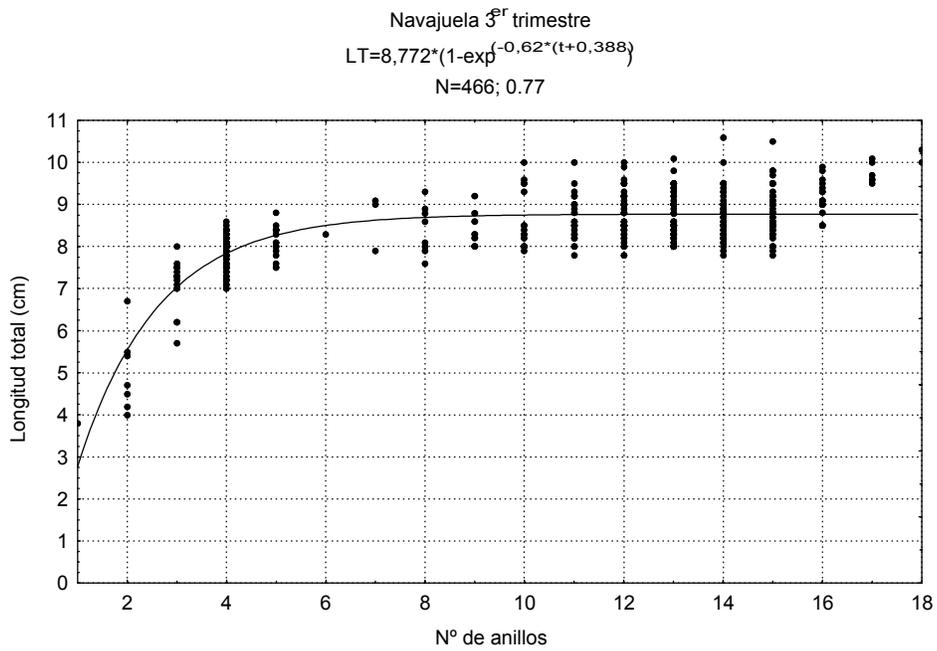


Figura 15 c.- Curva de Crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

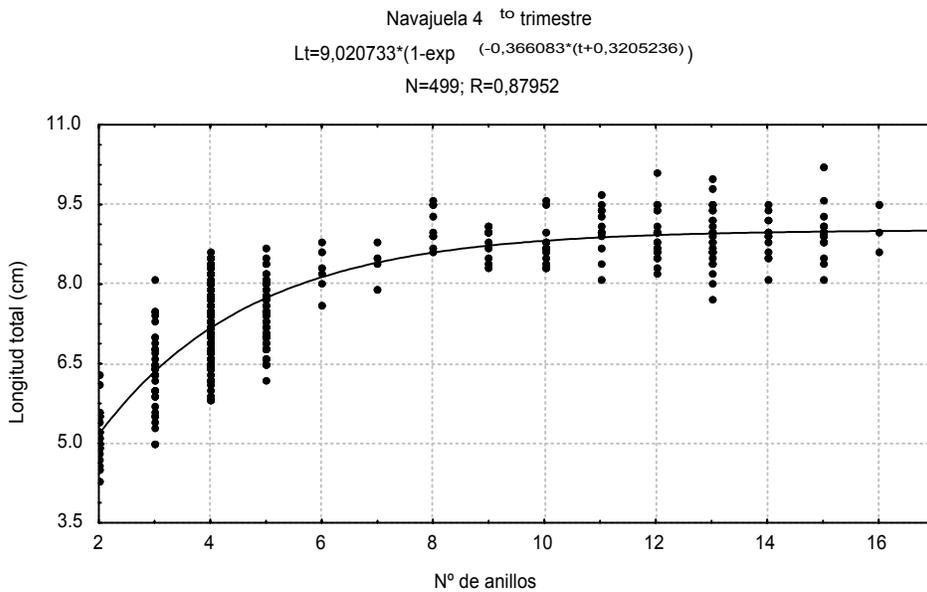


Figura 15 d.- Curva de Crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

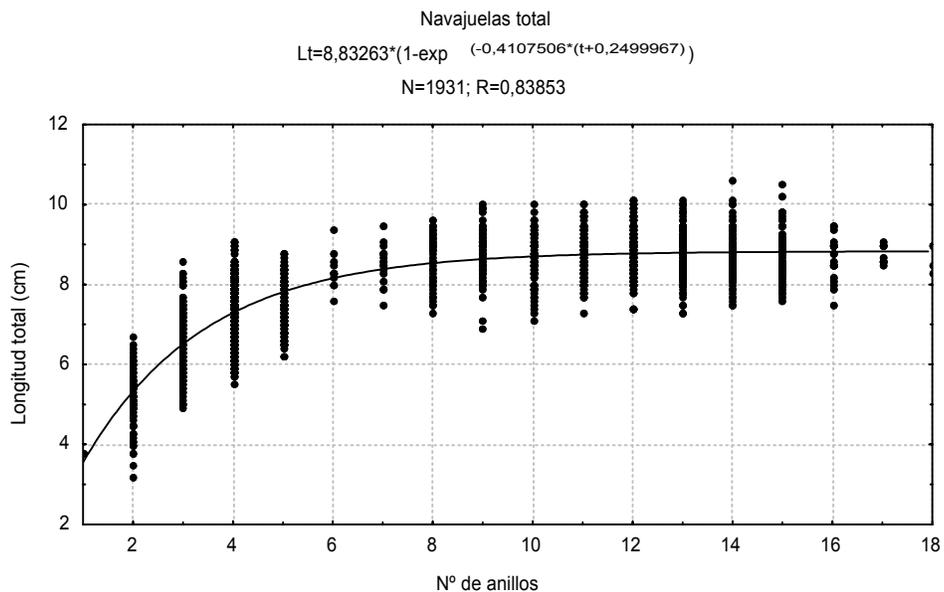


Figura 15 e.- Curva de Crecimiento para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al total del periodo de muestreo (agosto de 2000 - abril de 2001)

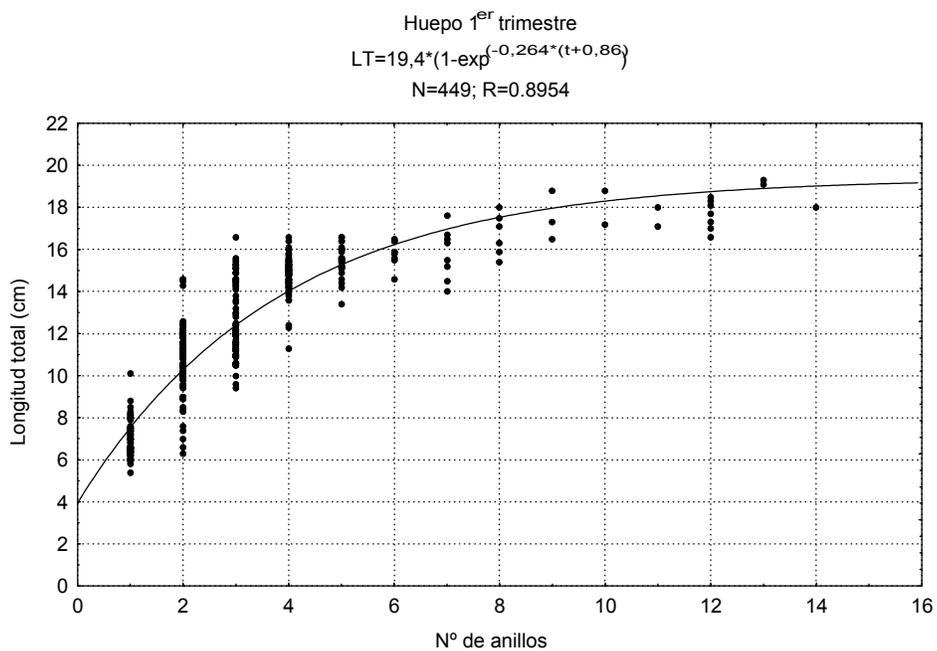


Figura 16 a.- Curva de Crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al primer trimestre (agosto-octubre de 2000)

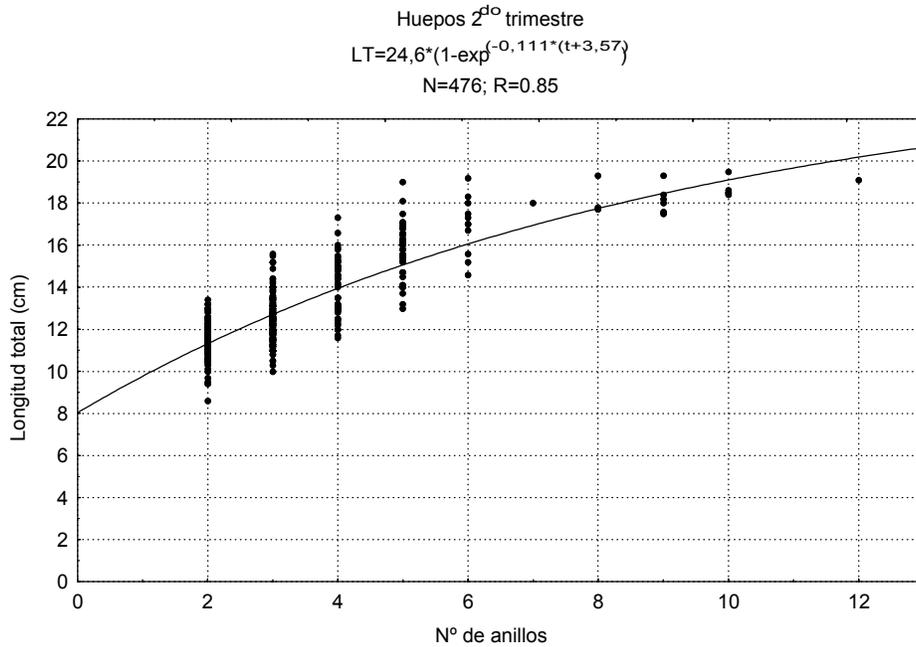


Figura. 16 b.- Curva de Crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al segundo trimestre (noviembre de 2000-enero de 2001)

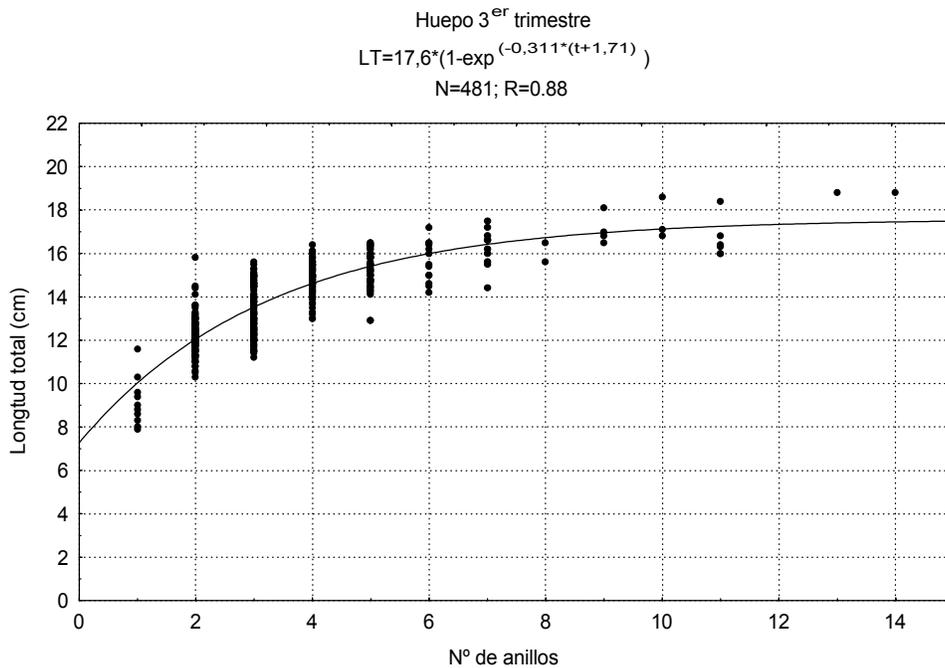


Figura 16 c.- Curva de Crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

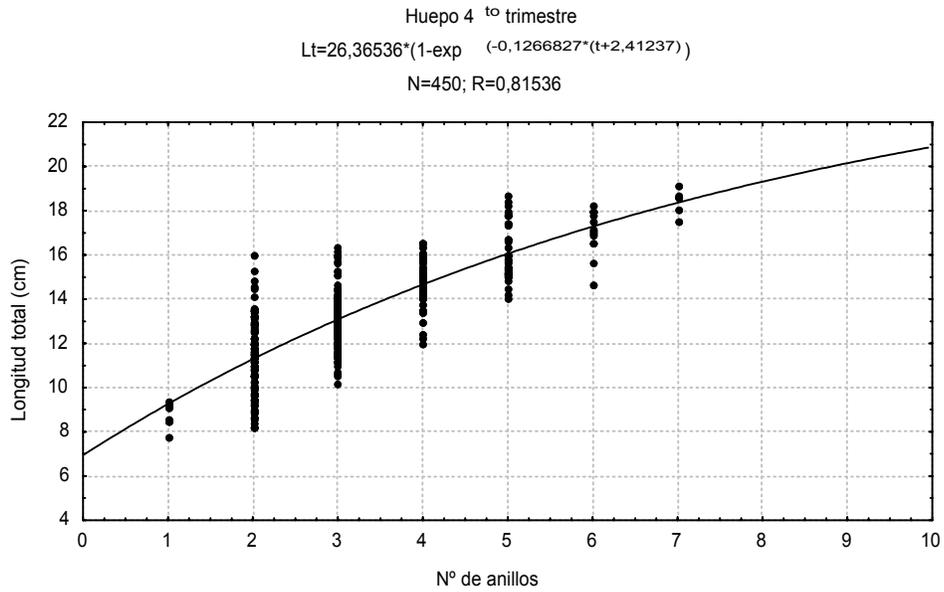


Figura 16 d.- Curva de Crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al cuarto trimestre (Mayo-Julio de 2001).

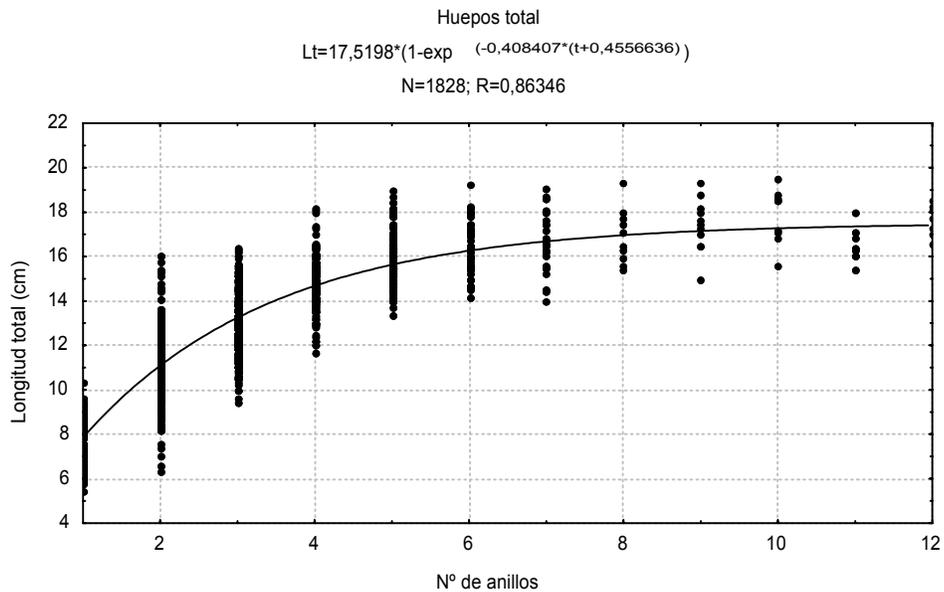


Figura 16 e.- Curva de Crecimiento para la especie *Ensis macha* correspondiente al total del periodo de muestreo (agosto de 2000 - abril de 2001)



Figura 17a.-Fotografía submarina de una de las jaulas de experimentación en terreno. Se observa algunos ejemplares de navajuela enterrados



Figura 17b.- Fotografía acuarios de laboratorio implementados en el laboratorio costero de Lenga.



Figura 17 c.- Fotografía acuática de un ejemplar de navajuela en uno de los acuarios de laboratorio



Figura 17 d.- Fotografía acuática de un ejemplar de huevo en uno de los acuarios de laboratorio

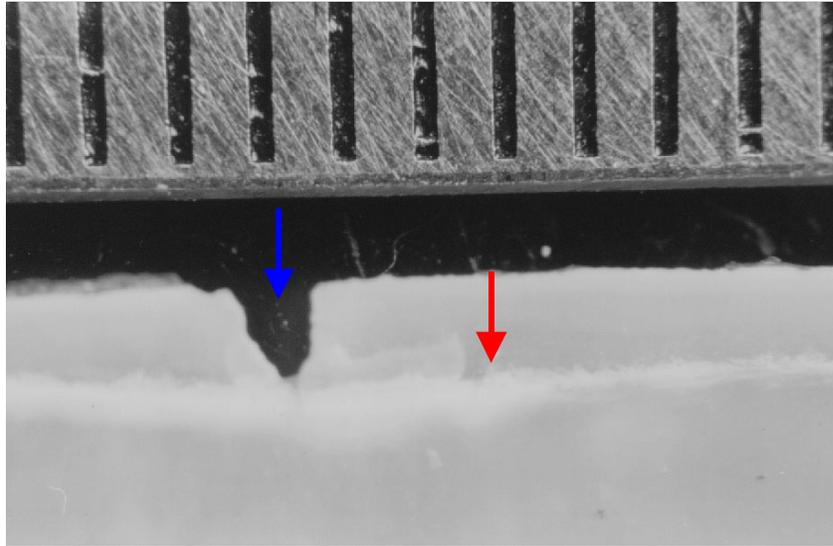


Figura 18: margen de crecimiento de la concha de una navajuela (parte baja de la fotografía). La flecha azul indica la abrasión dejada por la lima al momento del marcaje. La flecha roja indica la perturbación producida por el evento de marcaje y su propagación a lo largo de la concha. Escala en la parte superior de la fotografía son milímetros. (aumento 10X en lupa estereoscópica).

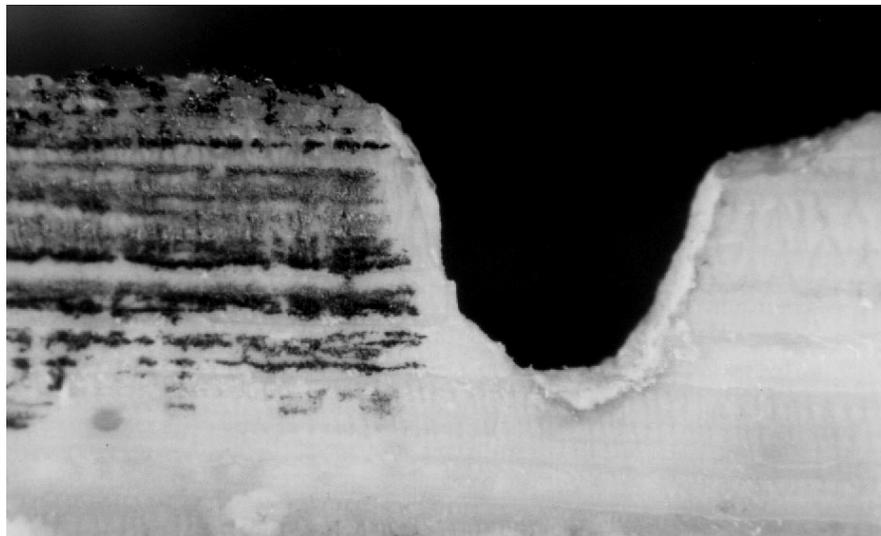
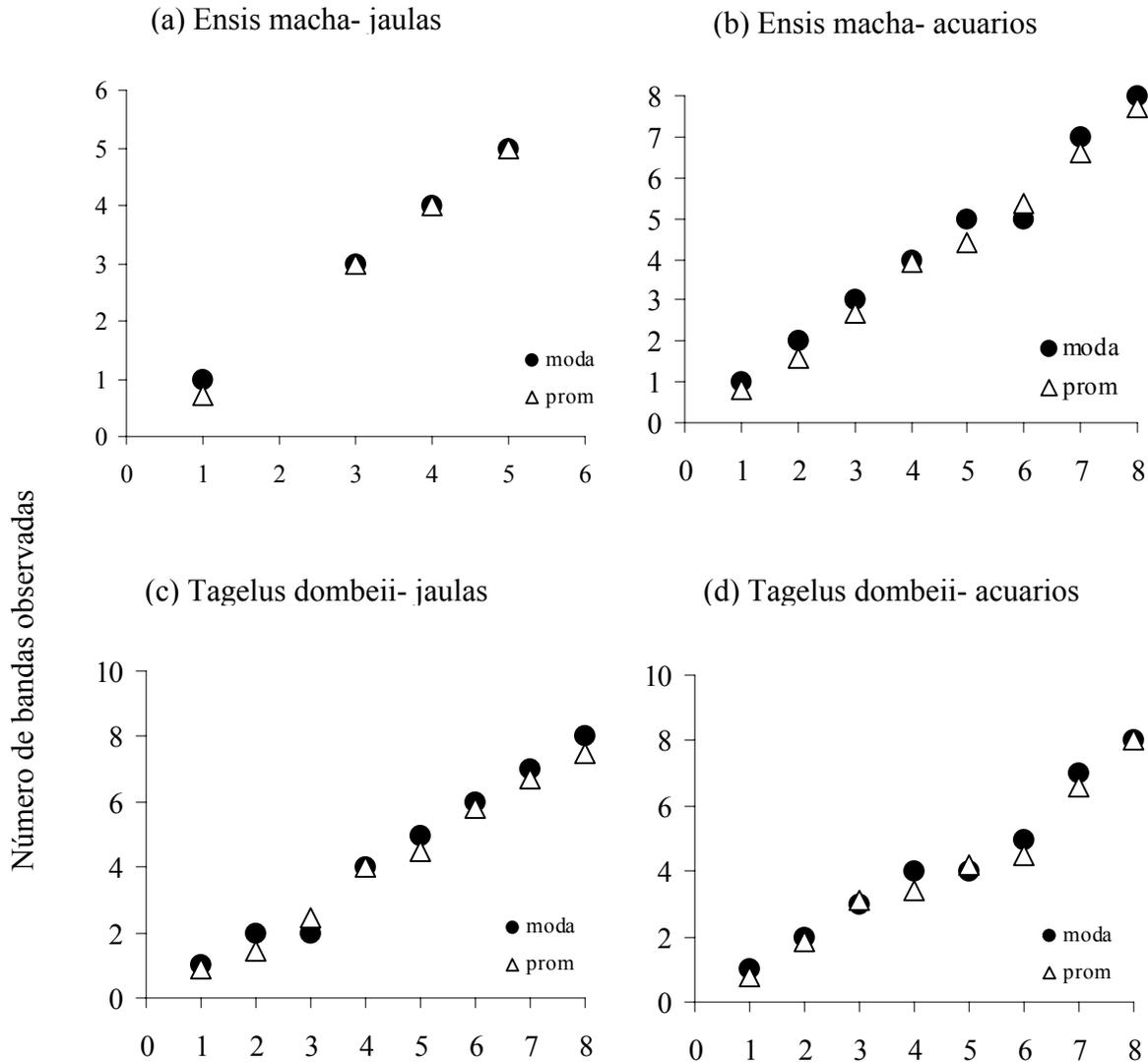


Figura 19: margen de crecimiento de la concha de una navajuela. La superficie de la concha ha sido pintada con grafito para resaltar la topografía y evidenciar las bandas depositadas después del marcaje. (aumento 20X en lupa estereoscópica).



Número de bandas esperadas (= número de meses después del marcaje)

Figura 20.- Relación entre el N° de bandas de crecimiento esperadas y observadas. Las bandas esperadas corresponden al tiempo (meses) que los ejemplares estuvieron en las jaulas o acuarios; las observadas, al N° promedio (y moda) de bandas depositadas después del evento de marcaje de la concha por abrasión. (a) y (b) muestran los resultados para *E. macha* en jaulas y acuarios respectivamente. (c) y (d) muestran los resultados para *T. dombeii* en jaulas y acuarios respectivamente.

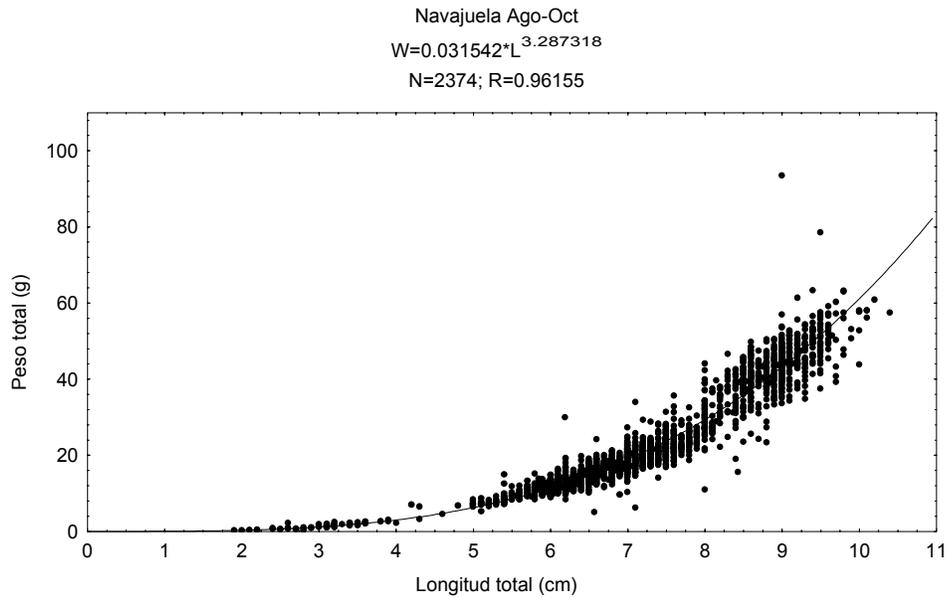


Figura 21 a.- Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al primer trimestre (agosto-octubre de 2000).

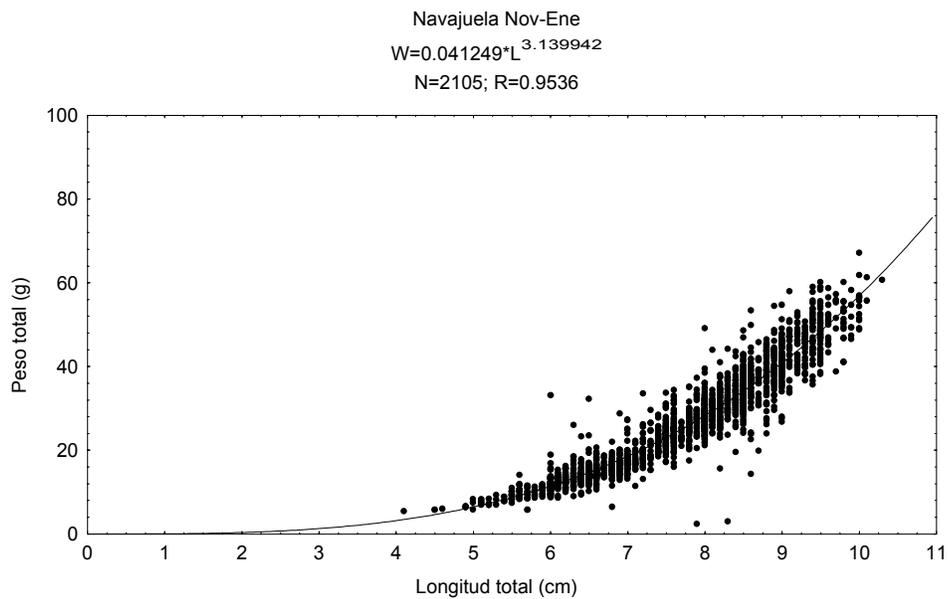


Figura 21 b.- Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al segundo trimestre (noviembre de 2000-enero de 2001).

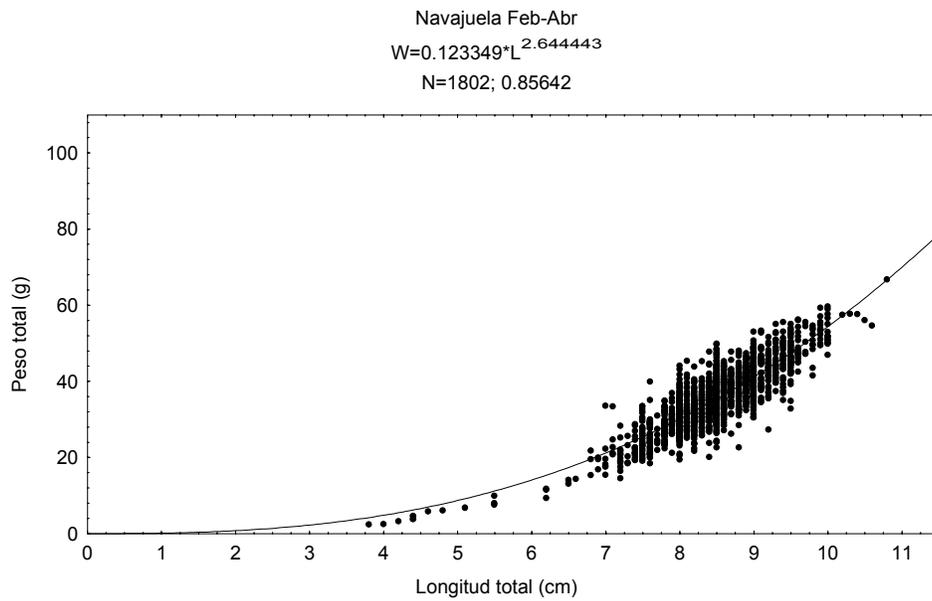


Figura 21 c.- Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

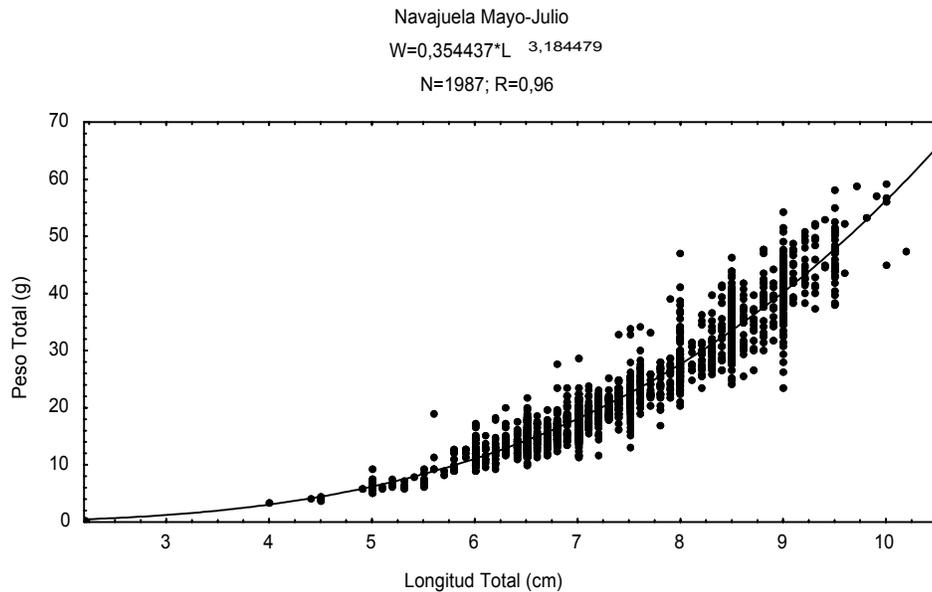


Figura 21 d.- Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al cuarto trimestre (Mayo-Julio de 2001).

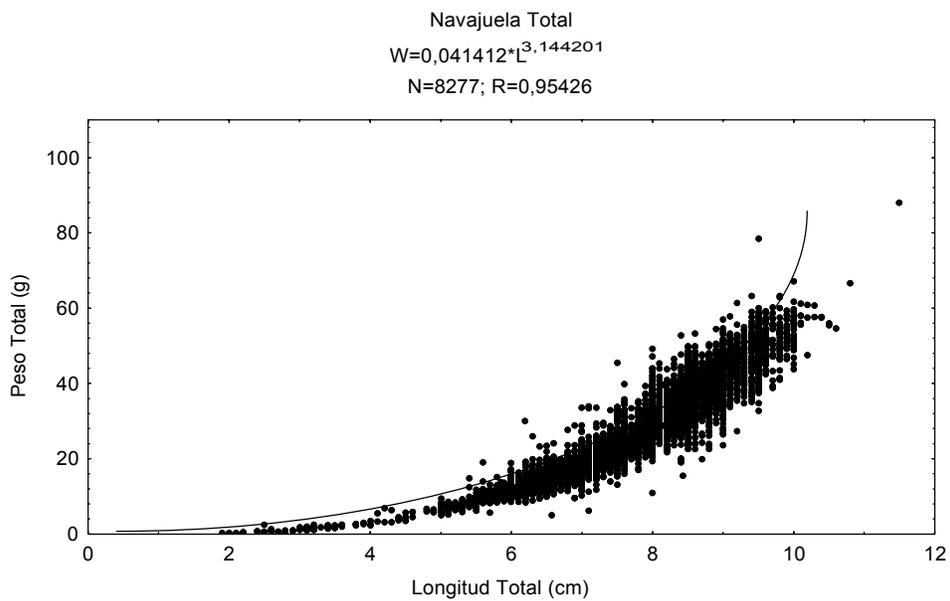


Figura 21 e.- Relación Longitud-Peso para la especie *Tagelus dombeii* correspondiente al período total de muestreo

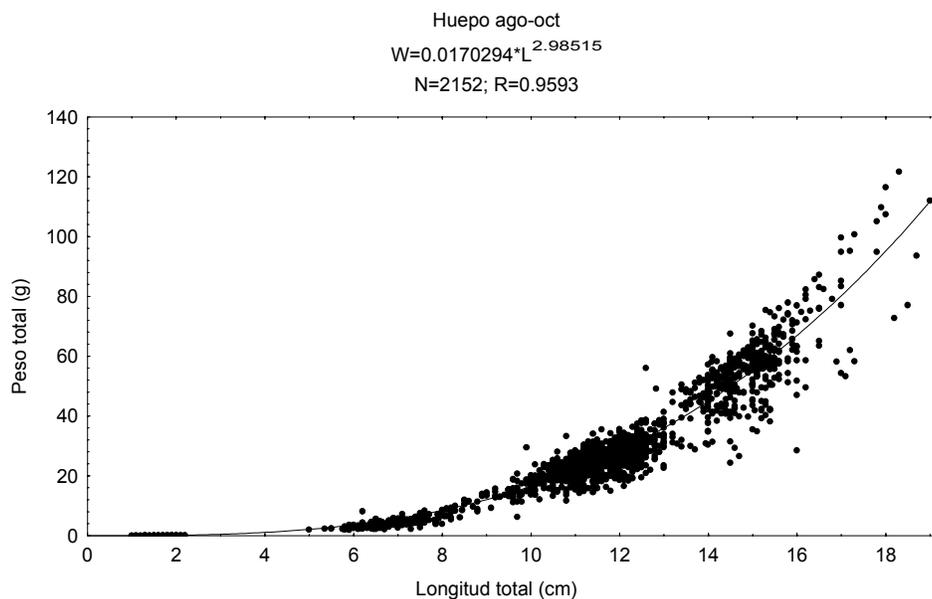


Figura 22 a.- Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al primer trimestre (agosto-octubre de 2000).

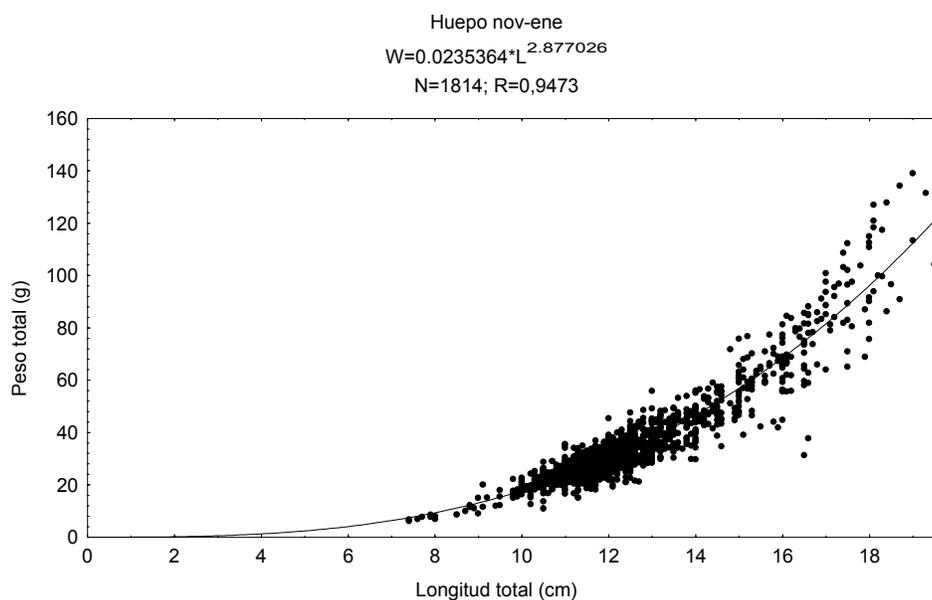


Figura 22 b.- Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al segundo trimestre (noviembre de 2000-enero de 2001).

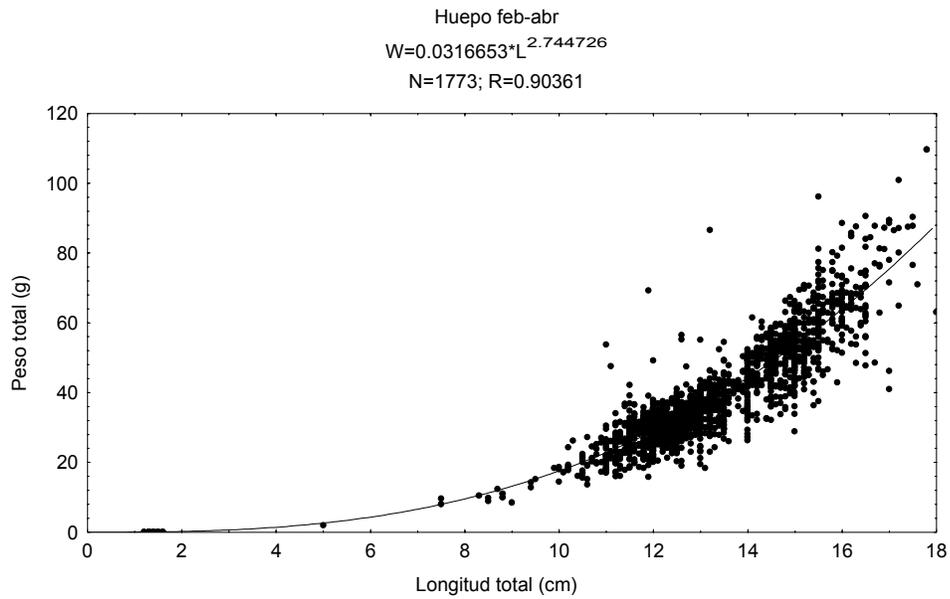


Figura 22 c.- Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al tercer trimestre (febrero-abril de 2001).

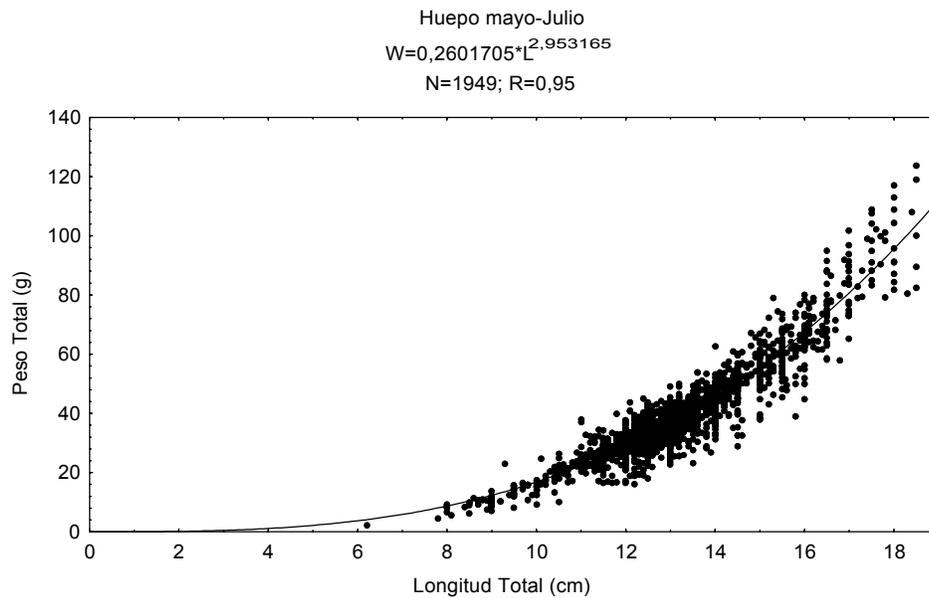


Figura 22 d.- Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al cuarto trimestre (Mayo-Julio de 2001).

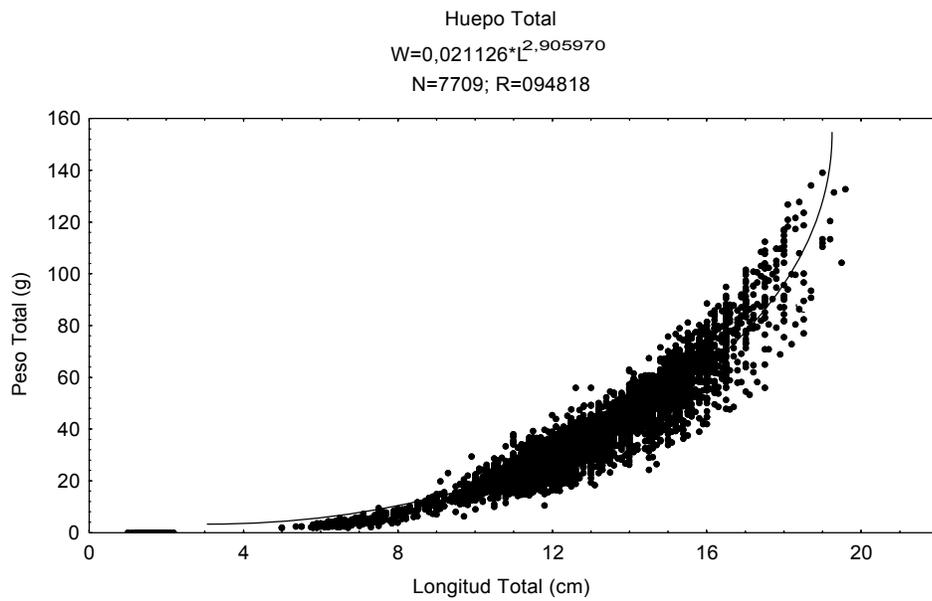


Figura 22 e.- Relación Longitud-Peso para la especie *Ensis macha* correspondiente al período total de muestreo