



INFORME FINAL

FIP Nº 97-27

# Investigación biológica pesquera en ostiones en la XII Región

diciembre

1 9 9 9

## **REQUIRENTE**

**CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA - CIP**  
**Presidente del Consejo: JUAN MANUEL CRUZ SANCHEZ**

## **EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP**  
**Director Ejecutivo: PABLO ALVAREZ TUZA**



## **JEFE DE PROYECTO**

LEONARDO GUZMÁN M.

## **AUTORES**

LEONARDO GUZMÁN M.  
DONALD BROWN G.  
MARCELO GONZÁLEZ N.  
SERGIO CORNEJO E.  
EDUARDO ALMONACID R.

## **COLABORADORES**

DEMETRIO DÍAZ M.  
MIGUEL VARGAS M.  
CHRISTIAN BETANCOURT G.  
LUIS OCAS G.  
GONZALO COLLADO I.  
RAÚL RAMÍREZ L.  
RODOLFO RIVERO F.  
KATHERINE VALDERRAMA R.

## **PERSONAL PARTICIPANTE**

### **INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

Leonardo Guzmán M.  
Marcelo González N.  
Sergio Cornejo E.  
Eduardo Almonacid R.  
Demetrio Díaz B.  
Miguel Vargas M.

### **UNIVERSIDAD DE VALPARAISO**

Donald Brown G.  
Christian Betancourt G.  
Luis Cocas G.  
Gonzalo Collado I.  
Raúl Ramírez L.  
Rodolfo Rivero F.  
Katherine Valderrama R.



## RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó un estudio biológico en dos especies de ostión que se encuentran en la Región de Magallanes y Antártica Chilena, *Chlamys patagonica* (ostión patagónico) y *C. vitrea* (ostión del sur) con información recolectada entre febrero de 1998 y enero de 1999. El estudio abarcó la zona norte, centro y sur de la región. Para *C. patagonica* se estudiaron bancos naturales ubicados en Bahía Simpson y Canal Santa María (norte), Bahía Parry (centro) y Ensenada Villarino (sur). En cambio, para *C. vitrea* los sectores fueron Estero Peel (norte), Bahía Brookes y Bahía Parry (centro) y Seno Ventisquero (sur). La actividad pesquera del ostión se ha sustentado históricamente, sobre la base de la explotación de la especie *C. vitrea*, que durante 1998 registró un desembarque de 3.670 toneladas.

El estudio contempló aspectos reproductivos, relación talla peso, estructura de talla, densidad y abundancia, crecimiento individual, mortalidad y estimadores de talla crítica. Los aspectos de ciclo reproductivo fueron abordados en el área sur (*C. patagonica*, E. Villarino; *C. vitrea*, S. Ventisquero) con muestreos mensuales durante un período anual, y los de primera madurez sexual con un muestreo anual en el área norte (*C. patagonica*, Bahía Simpson) y uno en el área Sur (*C. vitrea*, Seno Ventisquero). Con relación a los otros aspectos considerados en ambas especies en los otros sectores estudiados, éstos se efectuaron sobre la base de muestreos trimestrales. En ambos casos se iniciaron en febrero de 1998.

El ciclo reproductivo de ambas especies fue determinado sobre la base de un estudio histológico de las gónadas, índices cualitativo y cuantitativo, además de las estimaciones de las tasas de incremento (pendientes) de la relación longitud – peso, en los distintos meses de muestreo.



El ciclo reproductivo de *C. patagonica* es anual y se caracteriza por una sincronía de maduración gonadal para machos y para hembras, con: a) un período reproductivo entre enero y septiembre, en que los individuos después de un período de madurez o actividad gametogénica que ocurre entre enero y julio, presentan el período de evacuación de gametos que puede comenzar parcialmente en junio y ocurrir activamente entre julio y septiembre; y b) un período de reposo gonadal que ocurre entre octubre y diciembre.

Para *C. vitrea* el ciclo reproductivo también se caracteriza por una sincronía en los eventos reproductivos para ambos sexos que se manifiestan en un ciclo anual más acotado con un marcado período reproductivo y de reposo gonadal. El período reproductivo se extiende de marzo a octubre, con una etapa gametogénica de marzo a julio y evacuación de gametos entre agosto y octubre; el período de reposo ocurre entre noviembre y febrero.

Las estimaciones de talla de madurez sexual (TMS) revelaron que *C. patagonica* alcanza la TMS a los 22,5 mm (límites de confianza al 95%, 21,8 – 23,2) y *C. vitrea* a los 42, 1 mm de alto valvar (41,3 – 42,9 mm), que representan un 27% y 44%, respectivamente, de las expectativas de tamaño máximo (95% de la longitud infinita)

En cuanto a las densidades registradas para *C. patagonica*, el rango varió entre  $3,0 \pm 0,29$  y  $53,2 \pm 5,82$  individuos por metro cuadrado (promedio  $\pm$  error estándar) ( $\text{indm}^{-2}$ ), en los diferentes lugares de estudio, registrando los mayores valores en Bahía Parry; en Bahía Simpson las densidades son notablemente más bajas, en comparación con el resto de los sitios evaluados, con valores que variaron entre los  $3,0 \pm 0,29$  y  $5,0 \pm 0,43$   $\text{indm}^{-2}$ . Para *C. vitrea* no se observaron grandes variaciones entre las densidades de cada banco, el rango observado para esta especie fue de



$2,2 \pm 0,26$  a  $20,1 \pm 1,28$  indm<sup>-2</sup>, encontrando los mayores valores en Seno Ventisquero.

La abundancia de *C. patagonica* en los distintos sectores de muestreo varió entre  $42.000 \pm 3.785$  y  $3.298.400 \pm 374.214$  individuos (media  $\pm$  error estándar) (Bahía Simpson y Bahía Parry, respectivamente). En el caso de *C. vitrea* la abundancia estimada varió entre  $49.000 \pm 8.622$  y  $3.036.000 \pm 379.387$  individuos (Seno Ventisquero y Bahía Parry, respectivamente).

El rango de tallas (altura valvar) registrado para *C. patagonica* fue de 7 a 78 mm y para *C. vitrea* de 11 a 110 mm. Al analizar la distribución de frecuencia de tallas de ambas especies dentro de un mismo sector y entre sectores, se observó que no existen evidencias suficientes para rechazar la homogeneidad de distribuciones entre los diferentes sectores de estudio para una misma especie (Kruskall-Wallis;  $P < 0,05$ ). Por lo tanto se definió una estructura de tamaños global para cada especie.

*C. patagonica* mostró una distribución batimétrica entre los 12 y 22 m, más amplia mientras que la registrada para *C. vitrea* varió entre los 2 y 17 m de profundidad. Cuando ambas especies coexisten en un mismo sector, *C. patagonica* se distribuye a mayor profundidad que *C. vitrea*.

Para determinar los parámetros de crecimiento se utilizaron el análisis de la distribución de frecuencia de tallas y la lectura de anillos inscritos sobre la concha, siendo este último un método más robusto. Para *C. patagonica* los valores estimados para la longitud infinita y la constante de crecimiento fueron de 84,8 mm y 0,22, respectivamente, mientras que para *C. vitrea* de 101,1 mm y 0,27.



Para estimar la mortalidad natural se utilizaron métodos bioanalógicos, análisis de la composición de edades y de la curva de captura, este último en el caso de *C. patagonica*. Para ambas especies y basándose en un criterio de plausibilidad se escogió la mortalidad natural obtenida a través del criterio propuesto por Alagaraja (1984). Los valores de mortalidad natural estimados para *C. patagonica* y *C. vitrea* fueron de 0,34 y 0,41, respectivamente. Las estimaciones de edad crítica ( $I_{mb}$ ) y talla crítica ( $T_{mb}$ ) se obtuvieron sobre la base de la mortalidad natural estimados con este mismo criterio; la talla crítica alcanzó valores de 56,7 y 67,6 mm, para *C. patagonica* y *C. vitrea*, respectivamente.



## INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO-----	i
INDICE GENERAL -----	v
INDICE FIGURAS -----	xi
INDICE DE TABLAS-----	xvii
INDICE DE FOTOGRAFÍAS -----	xxiii
1. INTRODUCCION -----	1
2. OBJETIVOS -----	5
2.1 Objetivo general-----	5
2.2 Objetivos específicos-----	5
3. METODOLOGIA -----	7
3.1 Diseño y estrategia de muestreo -----	7
<b>Objetivo 1: Determinar y caracterizar el ciclo reproductivo                   (madurez gonádica, época y duración del desove)                   de ambas especies -----</b>	8
3.2 Ciclo reproductivo de los adultos-----	8
3.2.1 Análisis de índices gonadosomático, (IGS)-----	8
3.2.2 Análisis histológico cualitativo del ciclo reproductivo-----	11
3.2.2.1 Estados histológicos de la gónada en los machos -----	12
3.2.2.2 Estados histológicos de la gónada en las hembras-----	13
3.2.3 Análisis histológico cuantitativo del ciclo reproductivo-----	15



<b>Objetivo 2: Determinar la talla de primera madurez sexual al nivel poblacional e individual, para ambas especies</b> .....	<b>17</b>
3.3 Análisis de talla de primera madurez sexual .....	17
3.3.1 Ajuste del modelo logístico (función de madurez).....	19
<b>Objetivo 3: Estimar las relaciones longitud peso para ambas especies</b> .....	<b>20</b>
3.4 Relación longitud peso .....	20
<b>Objetivo 4: Determinación de la estructura de talla, densidades y niveles de abundancia para los principales bancos de ambas especies</b> .....	<b>22</b>
3.5 Estructura de talla, densidad y nivel de abundancia .....	22
3.5.1 Estructura de tallas .....	22
3.5.2 Densidad y abundancia .....	23
<b>Objetivo 5: Determinación de la distribución batimétrica de <i>C. patagonica</i> en la zona de estudio</b> .....	<b>26</b>
3.6 Distribución batimétrica .....	26
<b>Objetivo 6: Determinación del crecimiento individual y mortalidad para cada especie para los principales bancos en la zona de estudio</b> .....	<b>27</b>
3.7 Crecimiento individual y mortalidad.....	27
3.7.1 Estimación de parámetros de crecimiento .....	27
3.7.1.1 Estimación de crecimiento a partir de la distribución de frecuencia de tallas .....	27
3.7.1.2 Estimación de crecimiento a partir de la lectura de anillos inscritos sobre la concha .....	30
3.7.2 Estimación de mortalidades.....	32



3.7.2.1	Métodos bioanalógicos -----	32
3.7.2.2	Método basado en la curva de captura y composición de tallas -----	33
3.7.2.3	Método basado en la composición de edades -----	34
3.7.2.4	Selección de la estimación de M -----	35
	<b>Objetivo 7: Estimación de la talla crítica para ambas especies para los principales bancos en la zona de estudio -----</b>	<b>26</b>
3.8	Talla crítica -----	36
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS -----</b>	<b>39</b>
4.1	Antecedentes reproductivos de <i>Chlamys patagonica</i> y <i>Chlamys vitrea</i> -----	39
4.2	Ciclo reproductivo de los adultos -----	40
4.2.1	Indice gonadosomático (IGS) de <i>Chlamys patagonica</i> en Ensenada Villarino -----	40
4.2.2	Análisis histológico cualitativo para <i>Chlamys patagonica</i> en Ensenada Villarino -----	41
4.2.3	Análisis histológico cuantitativo para <i>Chlamys patagonica</i> en Ensenada Villarino -----	42
4.2.4	Indice gonadosomático (IGS) para <i>Chlamys vitrea</i> en Seno Ventisquero -----	43
4.2.5	Análisis histológico cualitativo de <i>Chlamys vitrea</i> en Seno Ventisquero -----	44
4.2.6	Análisis histológico cuantitativo para <i>Chlamys vitrea</i> en Seno Ventisquero -----	45
4.3	Talla mínima de primera madurez sexual -----	47
4.3.1	Indice gonadosomático (IGS) de <i>Chlamys patagonica</i> En Bahía Simpson -----	47
4.3.2	Análisis histológico de <i>Chlamys patagonica</i> en Bahía Simpson -----	48
4.3.3	Talla mínima de madurez sexual individual en <i>Chlamys</i> <i>patagonica</i> de Bahía Simpson -----	48
4.3.4	Talla mínima de madurez sexual poblacional de <i>Chlamys</i> <i>patagonica</i> en Bahía Simpson -----	49



4.3.5	Ajuste del modelo logístico (función de madurez) de <b><i>Chlamys patagonica</i></b> en Bahía Simpsons -----	51
4.3.6	Índice gonadosomático (IGS) de <b><i>Chlamys vitrea</i></b> en Seno Ventisquero-----	52
4.3.7	Análisis histológico de <b><i>Chlamys vitrea</i></b> en Seno Ventisquero-----	52
4.3.8	Talla mínima de madurez sexual individual de <b><i>Chlamys vitrea</i></b> en Seno Ventisquero-----	53
4.3.9	Talla mínima de madurez sexual poblacional de <b><i>Chlamys vitrea</i></b> en Seno Ventisquero-----	53
4.3.10	Ajuste de modelo logístico (función de madurez) -----	55
4.4	Relación longitud peso -----	56
4.5	Estructura de talla -----	61
4.6	Densidad y abundancia -----	62
4.7	Distribución batimétrica -----	64
4.8	Crecimiento individual y mortalidad-----	65
4.8.1	Crecimiento individual -----	65
4.8.1.1	Análisis de distribución de tallas-----	65
4.8.2	Mortalidad -----	67
4.9	Selección de la estimación de M -----	68
4.10	Talla crítica -----	69
5.	<b>DISCUSION</b> -----	<b>71</b>
5.1	Ciclo reproductivo -----	71
5.1.1	Ciclo reproductivo de los adultos -----	73
5.1.2	Ciclo reproductivo, <b><i>Chlamys patagonica</i></b> -----	75
5.1.3	Ciclo reproductivo, <b><i>Chlamys vitrea</i></b> -----	77
5.2	Talla mínima de primera madurez sexual-----	79
5.2.1	Talla de primera madurez, <b><i>Chlamys patagonica</i></b> -----	80
5.2.2	Talla de primera madurez, <b><i>Chlamys vitrea</i></b> -----	81
5.3	Estructura de talla, relación talla peso, abundancia y distribución batimétrica-----	83



5.3.1	Estructura de talla y relación longitud peso, <i>Chlamys patagonica</i> -----	84
5.3.2	Estructura de talla y relación talla peso, <i>Chlamys vitrea</i> -----	88
5.4	Crecimiento individual, mortalidad y talla crítica -----	91
5.4.1	Crecimiento individual, mortalidad y talla crítica, <i>Chlamys patagonica</i> -----	93
5.4.2	Crecimiento individual, mortalidad y talla crítica, <i>Chlamys vitrea</i> -----	95
5.4.3	Análisis comparativo del crecimiento individual, talla de madurez sexual y longevidad -----	96
6.	<b>CONCLUSIONES</b> -----	<b>99</b>
6.1	<i>Chlamys patagonica</i> -----	99
6.2	<i>Chlamys vitrea</i> -----	100
7	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> -----	<b>103</b>
<b>FIGURAS</b>		
<b>TABLAS</b>		
<b>FOTOGRAFÍAS</b>		
- Fotomicrografías de secciones gonadales de ejemplares de <i>Chlamys patagonica</i> y <i>Chlamys vitrea</i>		
<b>BASE DE DATOS</b>		
- Índice base de datos (incluye diskette)		



## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo para *Chlamys patagonica* y *Chlamys vitrea* en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.
- Figura 2. Gráfico de los valores predichos *versus* los valores residuales para el análisis de regresión sin ponderar (ejemplo para *Chlamys vitrea* de Seno Ventisquero del mes de febrero).
- Figura 3. *Chlamys patagonica*. Ensenada Villarino. Índice gonadosomático (IGS) mensual (promedio, desviación estándar (D. E.) y error estándar (E. E.)). Total poblacional.
- Figura 4. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo cualitativo. Frecuencia porcentual de estados gonadales. (A): Machos; (B): Hembras.
- Figura 5. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo cualitativo. Frecuencia porcentual de estados gonadales totales.
- Figura 6. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo cuantitativo. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Machos. (A): Línea germinal temprana (LGT); (B): Línea germinal avanzada (LGA); (C): Otros tejidos.
- Figura 7. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo cuantitativo. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Hembras. (A): Gonias; (B): Ovocitos previtelogénicos (OPV); (C): Ovocitos vitelogénicos adheridos (OVA); (D): Ovocitos vitelogénicos libres (OVL).
- Figura 8. *Chlamys vitrea*, Seno ventisquero. Índice Gonadosomático (IGS) mensual (promedio, desviación estándar (D. E.) y error estándar (E. E.)). Total poblacional.



- Figura 9. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo cualitativo. Frecuencia porcentual de estados gonadales. (A): Machos; (B): Hembras.
- Figura 10. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo cualitativo. Frecuencia porcentual de estados gonadales totales.
- Figura 11. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo cuantitativo. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Machos. (A): Línea germinal temprana (LGT); (B): Línea germinal avanzada (LGA); (C): Otros tejidos.
- Figura 12. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo cuantitativo. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Hembras. (A): Gonias; (B): Ovocitos previtelogénicos (OPV); (C): Ovocitos vitelogénicos adheridos (OVA); (D): Ovocitos vitelogénicos libres (OVL).
- Figura 13. ***Chlamys patagonica***. Bahía Simpson. Madurez sexual. Índice gonadosomático (IGS) (promedio, desviación estándar (D. E.) y error estándar (E. E.)) por rangos de talla.
- Figura 14. ***Chlamys patagonica***, Bahía Simpson. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Machos.
- Figura 15. ***Chlamys patagonica***, Bahía Simpson. Talla de primera madurez sexual en machos.
- Figura 16. ***Chlamys patagonica***, Bahía Simpson. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Hembras.
- Figura 17. ***Chlamys patagonica***, Bahía Simpson. Talla de primera madurez sexual en hembras.
- Figura 18. ***Chlamys patagonica***. Bahía Simpson. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Total poblacional.
- Figura 19. ***Chlamys patagonica***. Bahía Simpson. Talla de primera madurez sexual poblacional.



- Figura 20. ***Chlamys patagonica***, Bahía Simpson. Curva de Madurez y talla de primera madurez sexual (TMS).
- Figura 21. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Madurez sexual. Índice gonadosomático (IGS) (promedio, desviación estándar (D. E.) y error estándar (E. E.)) por rangos de talla.
- Figura 22. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Machos.
- Figura 23. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Talla de primera madurez sexual en machos.
- Figura 24. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Hembras.
- Figura 25. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Talla de primera madurez sexual en hembras.
- Figura 26. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Estados de madurez sexual poblacional por rangos de talla.
- Figura 27. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Talla de primera madurez sexual poblacional.
- Figura 28. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Curva de madurez y talla de primera madurez sexual (TMS).
- Figura 29. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para ***Chlamys patagonica*** en los distintos sectores en estudio.
- Figura 30. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para ***Chlamys patagonica*** en los distintos sectores en estudio.
- Figura 31. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para ***Chlamys vitrea*** en los distintos sectores en estudio.

- Figura 32. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para *Chlamys vitrea* en los distintos sectores en estudio.
- Figura 33. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para *Chlamys vitrea* en los distintos sectores en estudio.
- Figura 34. *Chlamys patagonica*: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple *a posteriori* de la pendiente (b) de la relación alto peso. Se incluyen valores estimados de (b).
- Figura 35. *Chlamys vitrea*: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple *a posteriori* de la pendiente (b) de la relación alto peso. Se incluyen valores estimados de (b).
- Figura 36a. Distribución de *frecuencia global por sector estudiado para Chlamys patagonica y C. vitrea*.
- Figura 36b. Frecuencia y frecuencia acumulada de *Chlamys patagonica* y *C. vitrea* en todos los sectores de muestreo.
- Figura 37. Densidad de *Chlamys patagonica* en los distintos sitios de muestreo. Se presenta la mediana, mínimo y máximo, cuartil 25%, desviación estándar, error estándar y media.
- Figura 38. Densidad de *Chlamys vitrea* en los distintos sitios de muestreo. Se presenta la mediana, mínimo y máximo, cuartil 25%, desviación estándar, error estándar y media.
- Figura 39. Grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple *a posteriori* (Dunn) de las densidades medias mensuales (ejemplares x m<sup>-2</sup>) en los bancos estudiados de *Chlamys patagonica*. Se incluye los promedios mensuales.
- Figura 40. Grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple *a posteriori* (Dunn) de las densidades medias mensuales (ejemplares x m<sup>-2</sup>) en los bancos estudiados de *Chlamys vitrea*. Se incluye los promedios mensuales.



- Figura 41a. Perfiles de temperatura y salinidad registrados en los sectores estudiados en junio y noviembre de 1998.
- Figura 41b. Perfiles de densidad registrados en los sectores estudiados en junio y noviembre de 1998.
- Figura 42. Curva de la relación longitud al tiempo  $t$  **versus** longitud al tiempo  $t+1$  obtenida de los datos de lectura de anillos inscritos sobre la valva agrupando Bahía Simpson y Ensenada Villarino para ***Chlamys patagonica***; y Estero Peel, Bahía Brookes, Bahía Parry y Seno Ventisquero para ***C. vitrea***. Se incluye la bisectriz de los ejes de coordenadas para mostrar el punto en que se obtuvo la longitud infinita.
- Figura 43. Curva del incremento marginal de los anillos de crecimiento de las valvas para muestras mensuales de ***Chlamys patagonica*** y ***C. vitrea*** de cada uno de los lugares en estudio. Los números para los meses corresponden a: 1= febrero, 2= marzo, 3= abril, 4= mayo, 5= junio, 6= julio, 7= agosto, 8= septiembre, 9= octubre, 10= noviembre, 11= diciembre y 12 = enero.
- Figura 44. Curva de crecimiento según el modelo de von Bertalanffy para ambas especies estudiadas; A (***Chlamys patagonica***) y B (***C. vitrea***). Se incluye: talla de madurez sexual (TMS), talla crítica (Tmb), talla mínima legal, tamaño máximo, longitud infinita ( $L_{\infty}$ ), constante de crecimiento (K) y edad teórica al tamaño cero.





## INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Sectores de muestreo para *Chlamys patagonica* y *C. vitrea* en la Región de Magallanes y Antártica Chilena. Para cada uno de los sectores se indican las coordenadas geográficas aproximadas. Además, se señala con (m) los sectores en que se realizó muestreos mensuales y con (t) aquellos en que se realizó muestreos trimestrales.
- Tabla 2. Índice gonadosomático (IGS) mensual de *C. patagonica*, Ensenada Villarino. Se incluye promedio y desviación estándar(D.E.). Total poblacional N=30.
- Tabla 3. *Chlamys patagonica*. Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales. Machos.
- Tabla 4. *Chlamys patagonica*. Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales. Hembras.
- Tabla 5. *Chlamys patagonica*. Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales totales.
- Tabla 6. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Machos. LGT: Línea Germinal Temprana. LGA: Línea Germinal Avanzada. \* Corresponde al número de animales cuantificados.
- Tabla 7. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Hembras. OPV: Ovocitos Previtelogénicos. OVA: Ovocitos Vitelogénicos Adheridos. OVL: Ovocitos Vitelogénicos Libres. \* Corresponde al número de individuos cuantificados.
- Tabla 8. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Índice gónada-glándula digestiva (IGGD) y gonádico (IG) (promedio y desviación estándar, DE) total, por muestreo. En todas se usó n = 30.



- Tabla 9. ***Chlamys vitrea***. Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales. Machos. D1: Desarrollo inicial (Madurez inicial). D2: Desarrollo avanzado (Madurez avanzada). D3: Desarrollo total (Maduro). R1: Regresión inicial (Evacuación parcial). R2: Regresión total (Evacuación total o vacío).
- Tabla 10. ***Chlamys vitrea***. Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales. Hembras. D1: Desarrollo inicial (Madurez inicial). D2: Desarrollo avanzado (Madurez avanzada). D3: Desarrollo total (Maduro). R1: Regresión inicial (Evacuación parcial). R2: Regresión total (Evacuación total o vacío).
- Tabla 11. ***Chlamys vitrea***. Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales totales. D1: Desarrollo inicial (Madurez inicial). D2: Desarrollo avanzado (Madurez avanzada). D3: Desarrollo total (Maduro). R1: Regresión inicial (Evacuación parcial). R2: Regresión total (Evacuación total o vacío).
- Tabla 12. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Machos. LGT: Línea Germinal Temprana. LGA: Línea Germinal Avanzada. \* Corresponde al número de animales cuantificados.
- Tabla 13. ***Chlamys vitrea***, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Hembras. OPV: Ovocitos Previtelogénicos. OVA: Ovocitos Vitelogénicos Aderidos. OVL: Ovocitos Vitelogénicos Libres. \* Corresponde al número de individuos cuantificados.
- Tabla 14. Índice gonadosomático (IGS) por rango de talla para ***C. patagonica***, Bahía Simpson. Se incluye promedio y desviación estándar(D.E.).
- Tabla 15. ***Chlamys patagonica***, Bahía Simpson. Variaciones de las frecuencias porcentuales de los ejemplares en los diferentes estados histológicos de la gónada por rango de talla.
- Tabla 16. Índice gonadosomático (IGS) por rango de talla para ***C. vitrea***, Seno Ventisquero. Se incluye promedio y desviación estándar(D.E.).



- Tabla 17. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Variaciones de las frecuencias porcentuales de los ejemplares en los diferentes estados histológicos de la gónada por rango de talla.
- Tabla 18. Estadísticos mensuales de tamaño y peso húmedo de *Chlamys patagonica* en el sector de Bahía Simpson (A), Canal Santa María (B), Bahía Parry (C) y Ensenada Villarino (D). D.E.= desviación estándar. n= tamaño muestra.
- Tabla 19. Estadísticos mensuales de la distribución de tamaño y peso húmedo de *Chlamys vitrea* en el sector de Estero Peel (A), Bahía Brookes (B), Bahía Parry (C) y Seno Ventisquero (D). D.E.= desviación estándar. n= tamaño muestra.
- Tabla 20. Coeficientes de regresión y determinación ( $r^2$ ) por muestreo, del ajuste de un modelo potencial a la relación talla peso húmedo para *Chlamys patagonica* en Bahía Simpson (A), Canal Santa María (B), Bahía Parry (C) y Ensenada Villarino (D). n= tamaño de muestra; e.e.= error estándar. Se incluye prueba t de Student para evaluar isometría (b=3) (prueba bilateral)  $t_c$ =calculado;  $t_t$ =tabulado; \*=diferencia significativa; P=alometría positiva; I=isometría; N=alometría negativa.
- Tabla 21. Coeficientes de regresión y determinación ( $r^2$ ) por muestreo, del ajuste de un modelo potencial a la relación talla peso húmedo para *Chlamys vitrea* en Estero Peel (A), Bahía Brookes (B), Bahía Parry (C) y Seno Ventisquero (D). n= tamaño de muestra; e.e.= error estándar. Se incluye prueba t de Student para evaluar isometría (b=3) (prueba bilateral)  $t_c$ =calculado;  $t_t$ =tabulado; \*=diferencia significativa; P=alometría positiva; I=isometría; N=alometría negativa.
- Tabla 22. Estimaciones de abundancia obtenidas en los muestreos estacionales para *Chlamys patagonica* en los sectores de muestreo. Se presenta área del banco (AB), número de cuadrantes (n), densidad promedio (DP) y su error estándar (e.e.), abundancia (A), límites de confianza al 95 % (límite inferior LI y límite superior LS) y coeficiente de variación de Karandinos (C). \* Muestreo con rastra.



- Tabla 23. Estimaciones de abundancia obtenidas en los muestreos estacionales para *Chlamys vitrea* en los sectores de muestreo. Se presenta área del banco (AB), número de cuadrantes (n), densidad promedio (DP) y su error estándar (ee), abundancia (A), límites de confianza al 95 % (límite inferior LI y límite superior LS) y coeficiente de variación de Karandinos (C).
- Tabla 24. Rango batimétrico de los bancos de *Chlamys patagonica* y *C. vitrea* en los distintos sectores de muestreo.
- Tabla 25. Parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, obtenidos a partir del análisis de distribución de frecuencia de talla. Estimación global para *C. patagonica* (A) y *C. vitrea* (B).  $L_{\infty}$ = longitud infinita; K= coeficiente de Brody; n= tamaño de muestra.
- Tabla 26. **Chlamys patagonica**. Parámetros de la regresión predictiva de la lectura de anillos inscritos sobre la valva. b = pendiente, a = intercepto, e.e. = error estándar,  $r^2$  = coeficiente de determinación y n = número de pares de datos. A= Parámetros estimados agrupando los datos de Bahía Simpson y Ensenada Villarino.
- Tabla 27. **Chlamys vitrea**. Parámetros de la regresión predictiva de la lectura de anillos inscritos sobre la valva. b = pendiente, a = intercepto, e.e. = error estándar,  $r^2$  = coeficiente de determinación y n = número de pares de datos. A= Parámetros estimados agrupando los datos de los cuatro sectores.
- Tabla 28. **Chlamys patagonica**. Parámetros de crecimiento estimados a partir de la lectura de anillos inscritos en la valva.  $L_{\infty}$  = longitud infinita (mm), K = constante de crecimiento ( $\text{mm año}^{-1}$ ), e.e. = error estándar y  $t_0$  = edad teórica cuando la longitud es cero. A = Parámetros estimados agrupando los datos de Bahía Simpson y Ensenada Villarino.
- Tabla 29. **Chlamys vitrea**. Parámetros de crecimiento estimados a partir de la lectura de anillos inscritos en la valva.  $L_{\infty}$  = longitud infinita (mm), K = constante de crecimiento ( $\text{mm año}^{-1}$ ), e.e. = error estándar y  $t_0$  = edad teórica cuando la longitud es cero. A= Parámetros estimados agrupando los datos de los cuatro sectores.



- Tabla 30. Estimadores de mortalidad natural (M) y mortalidad total (Z) obtenidos para *Chlamys patagonica* y *C. vitrea*. M1= estimada según Rikhter & Efanov; M2= estimada según Taylor; M3= estimada según Alagaraja; M4= estimación basada en la composición de edades; Z = estimada a partir de la curva de captura; Z/K y  $L_{\infty}$  estimadas con el método de Wetherall. \* se debe considerar como mortalidad total (Z). \*\* se debe considerar como mortalidad natural (M).
- Tabla 31. Resultados del análisis de plausibilidad de la mortalidad natural determinada con distintos criterios, para *C. patagonica* y *C. vitrea*. M/K1= estimada según Rikhter & Efanov; M/K2= estimada según Taylor; M/K3= estimada según Alagaraja; M/K4= estimación basada en la composición de edades; M/K= estimada a partir de la curva de captura. \* valores dentro del rango de plausibilidad.
- Tabla 32. Estimadores globales de talla (mm) y edad (años) crítica para *Chlamys patagonica* y *C. vitrea*. Se utiliza la mortalidad estimada según Alagaraja.





## INDICE DE FOTOGRAFIAS

- Foto 1 y 2. **Chlamys patagonica**. Hermafroditismo intracinar
- Foto 3. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Masculino estado 1).
- Foto 4. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Femenino estado 1).
- Foto 5. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Masculino estado 2).
- Foto 6. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Femenino estado 2).
- Foto 7. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Masculino estado 3).
- Foto 8. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Femenino estado 3).
- Foto 9. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Regresión, Masculino estado 1).
- Foto 10. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Regresión, Femenino estado 1).
- Foto 11. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Regresión, Masculino estado 2).
- Foto 12. **C. patagonica**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Regresión, Femenino estado 2).
- Foto 13 y 14. **C. patagonica**. Estados en la adquisición de la madurez sexual (Indeterminado, línea germinal incompleta, estado 1).



- Foto 15 a 18. **C. patagonica**. Estados en la adquisición de la madurez sexual (masculino, línea germinal incompleta, estado 2).
- Foto 19 a 22. **C. patagonica**. Estados en la adquisición de la madurez sexual (Femenino, línea germinal incompleta, estado 3).
- Foto 23. **Chlamys vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Masculino estado 1).
- Foto 24. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Femenino estado 1).
- Foto 25. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Masculino estado 1).
- Foto 26. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Femenino estado 1).
- Foto 27. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Masculino estado 2).
- Foto 28. **C.vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Femenino estado 2).
- Foto 29. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Masculino estado 3).
- Foto 30. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Desarrollo, Femenino estado 3).
- Foto 31. **C.vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Regresión, Masculino estado 1).
- Foto 32. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Regresión, Femenino estado 1).
- Foto 33. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Regresión, Masculino estado 2).



- Foto 34. **C. vitrea**. Estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (Regresión, Femenino estado 2).
- Foto 35 y 36. **C. vitrea**. Estados en la adquisición de la madurez sexual (Indeterminado, línea germinal incompleta, estado 1).
- Foto 37 a 40. **C. vitrea**. Estados en la adquisición de la madurez sexual (masculino, línea germinal incompleta, estado 2).
- Foto 41 a 44. **C. vitrea**. Estados en la adquisición de la madurez sexual (Femenino, línea germinal incompleta, estado 3).







## 1. INTRODUCCION

El proceso de explotación de recursos debe ir acompañado del conocimiento de las características dinámicas de las poblaciones naturales y de los procesos biológicos básicos que regulan su distribución y abundancia. Esta información asociada a aspectos pesqueros y de mercado permite pronosticar la capacidad de respuesta de una pesquería sujeta a cambios de orden biológico y económico para de esta manera proyectar el desarrollo del sector pesquero artesanal, junto con la red productiva que éstos sustentan.

Actualmente en la Región de Magallanes y Antártica Chilena los moluscos después de los equinodermos (erizo exclusivamente) representan en volumen el grupo de mayor importancia comercial. Ambos, junto a los crustáceos (principalmente centolla y centollón) sustentan la base sobre la cual opera la flota pesquera artesanal. Esta actividad reviste importancia no sólo por su carácter productivo, sino por el fuerte componente social que involucra. A continuación se detallan los desembarques entre 1992 y 1998 (toneladas), para los recursos pesqueros más importantes en la XII Región:

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Luga-Luga	57	36		189	957	2953	3.892
Merluza del sur	1.741	835	974	689	1000	758	858
Raya			179	273		233	234
Almeja	21	96	96	162	214	376	472
Caracol piquilhue	461	125	198	57	174	93	21
Caracol trophon	446	228	555	570	605	601	134
Cholga	3.113	3.709	5.715	2.796	3.523	2.989	2761
Chorito	1.857	1.198	1.145	1.155	1.217	1.330	526
Huepo		20				18	1
Lapa			61			9	1
Loco		83	108	1	40	80	74
Ostión del sur	864	1.332	1.225	1.365	1.577	2.598	3.670
Centolla	1.184	1.292	1.078	1.038	1.199	1.440	2.163
Centollón	1.326	965	2.220	1.316	1.273	1.477	1.482
Erizo	287	9.559	16.204	26.998	26.491	28.010	30.054

Fuente: SERNAPESCA



La actividad extractiva de recursos bentónicos se ha incrementado en los últimos años y la dinámica con que opera la flota se caracteriza por un constante desplazamiento entre áreas de extracción orientado según el rendimiento de los recursos en explotación. Entre los moluscos, la cholga (*Aulacomya ater*), el chorito (*Mytilus chilensis*) y el ostión del sur (*Chlamys vitrea*), son recursos sobre los que históricamente se ha centrado el esfuerzo pesquero artesanal, y en menor grado sobre el recurso loco (*Concholepas concholepas*). Recientemente, se ha incorporado la extracción de caracoles tales como, trophon (*Trophon geversianus*), piquilhue (*Adelomelon ancilla*) y picuyo (*Odontocymbiola magellanica*) diversificando la actividad extractiva.

Desde comienzos de la década del setenta, el recurso ostión del sur ha formado parte de los desembarques pesqueros de la Región de Magallanes y Antártica Chilena. De acuerdo con las estadísticas del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA, 1998), éstos han ido aumentando en los últimos 10 años, de 318 toneladas en 1988 a 3.670 toneladas en 1998. Para el año 1999 hasta el mes de febrero, se ha registrado un desembarque de 1.112 ton, de ostión del sur, lo que representa el 70 % del desembarque total de moluscos para el mismo período (1.583 ton) en la Región.

Desde sus inicios, esta pesquería ha estado sustentada por un recurso cuya identificación se asoció a un taxón denominado *C. patagonica* (King & Broderip, 1831). Consecuentemente, el Estado determinó medidas de regulación entre las que se incluyen una talla mínima de captura de 75 mm de alto de la concha (D.S. N°146/86), el establecimiento de un período de veda comprendido entre el 1° de septiembre al 31 de enero (D.S. N°383/81), amén de la obligatoriedad de manifestar la intencionalidad por acceder al recurso, en el momento en que el usuario se inscribe en el registro de Pescadores Artesanales que mantiene SERNAPESCA. En la actualidad, la pesquería corresponde a una de libre acceso, no obstante que determinados sectores geográficos han experimentado una presión pesquera



importante y aportado la mayor parte de la materia prima que ha sido procesada hasta la fecha.

Por otro lado, estudios realizados durante la década de los noventa, han permitido constatar que en la Región existen al menos dos especies de ostión que pueden sustentar pesquerías comerciales. Las especies reconocidas para el sistema de fiordos y canales de la Región de Magallanes y Antártica Chilena corresponden a ***C. patagonica*** (King & Broderip, 1831) (ostión patagónico) y ***C. vitrea*** (King & Broderip, 1831) (ostión del sur). Es importante precisar que la segunda especie es la que ha sustentado hasta ahora a la pesquería de ostión, que erróneamente había sido identificada como ***C. patagonica***. Hoy, se reconoce que ***C. patagonica*** existe en la Región, pero corresponde a un taxón distinto y que por lo mismo presenta una serie de rasgos biológicos (e.g. forma y color de la concha, crecimiento individual) y distribución diferente a la especie que ha sustentado hasta ahora los desembarques regionales. El Estado ha determinado a su vez, medidas de regulación para esta especie entre las que se incluyen una talla mínima de captura de 55 mm de alto de la concha (D.S. N°586/96), el establecimiento de un período de veda comprendido entre el 1° de septiembre al 31 de enero (D.S. N°383/81) .

Desde el punto de vista del conocimiento biológico pesquero, el ostión del sur (***C. vitrea***) cuenta con mayor información, aunque la mayor parte de los antecedentes aparecen como ***C. patagonica***. Entre los antecedentes para ***C. vitrea*** se incluyen datos sobre densidad y abundancia, talla de madurez sexual, crecimiento individual, estructura de tallas, entre otros (González, 1977; Orellana, 1979a, 1979b; Santa Cruz, *et al.* 1979; Trautmann, 1979; Ríos *et al.* 1980; Hernández, 1982; Guzmán *et al.* 1987; Valladares, 1992a, 1992b; Guzmán *et al.*, 1998) y para ***C. patagonica*** están referidos a aspectos taxonómicos, reproductivos y crecimiento individual (Waloszek, 1984, 1987, 1991; Waloszek & Waloszek, 1986; Valladares y Stotz, 1996). Recientemente en ambas especies se han efectuado evaluaciones de



crecimiento individual, repoblamiento y adaptación en cultivos suspendidos (Andrade, 1990, 1991, 1996).

La información de las características biológico pesqueras de las dos especies de ostiones que existen en la Región de Magallanes y Antártica Chilena, constituye una necesidad al momento de planificar estrategias que aseguren la sustentabilidad de la pesquería. Conocer la dinámica de los principales bancos regionales de *C. patagonica* (osti3n patag3nico) y *C. vitrea* (osti3n del sur) junto con sus aspectos reproductivos, biol3gicos y pesqueros proporciona informaci3n importante con proyecciones no s3lo de car3cter normativo, sino con aplicaciones en actividades de administraci3n de ambos recursos como 3reas de manejo y explotaci3n de recursos bent3nicos, adem3s de la acuicultura.

En el presente informe se presentan los resultados obtenidos entre febrero de 1998 y enero de 1999 referidos a densidad y abundancia, distribuci3n batim3trica, crecimiento individual, mortalidad, talla cr3tica, relaci3n talla peso y estructura de tama3os, adem3s del ciclo reproductivo y estimaciones de madurez sexual de ambas especies de osti3n para sectores selectos de la Regi3n de Magallanes.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Recopilar antecedentes biológico pesqueros para los recursos *Chlamys patagonica* y *C. vitrea* en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

### 2.2 Objetivos específicos

- 2.2.1 Determinar y caracterizar el ciclo reproductivo (madurez gonádica, época y duración del desove) para ambas especies.
- 2.2.2 Determinar la talla de primera madurez sexual a nivel poblacional e individual, para ambas especies.
- 2.2.3 Estimar las relaciones longitud peso para ambas especies.
- 2.2.4 Determinar la estructura de tallas, densidades y niveles de abundancia para los principales bancos de ambas especies en forma estacional.
- 2.2.5 Determinar la distribución batimétrica de *C. patagonica* en la zona de estudio.
- 2.2.6 Determinar el crecimiento individual y mortalidad para cada especie para los principales bancos en la zona de estudio.
- 2.2.7 Estimar la talla crítica para ambas especies para los principales bancos en la zona de estudio.





### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Diseño y estrategia del muestreo

Los ejemplares tanto de *C. patagonica* como *C. vitrea* utilizados para establecer el ciclo reproductivo, talla de primera madurez sexual, relación talla peso y distribución de frecuencia de talla, entre otros, se recolectaron de bancos naturales distribuidos en el área norte, centro y sur de la región de Magallanes y Antártica Chilena (Figura 1). La recolección de información tuvo una cobertura anual a partir de febrero de 1998, el régimen de muestreo fue trimestral, a excepción de los lugares en que se realizó el estudio de ciclo reproductivo en donde la información se recogió mensualmente. Los bancos fueron elegidos según su importancia comercial o potencial, se consideraron siete sectores en que ocurren labores extractivas o presencia significativa de las especies de ostiones en la XII Región. Estos sectores correspondieron a los de mayores perspectivas en el caso de *C. patagonica* o de mayor importancia histórica en el caso de *C. vitrea* (Tabla 1).

Los lugares seleccionados para *C. patagonica*, correspondieron en el sector norte a Bahía Simpson y Canal Santa María, en el sector central a Bahía Parry y en el sector sur a Ensenada Villarino. En el caso de *C. vitrea*, el sector norte correspondió a Estero Peel, la zona central a Bahía Parry y Bahía Brookes y en el sector sur a Seno Ventisquero (Figura 1).

El desplazamiento a las distintas localidades de estudio, se realizó a bordo de embarcaciones del tipo artesanal (10 a 12 metros de eslora). La obtención de cada muestra se realizó mediante buceo semiautónomo, con excepción del sector del Canal Santa María, en donde se utilizó una "rastra", ya que fuertes corrientes, impidieron fondear la embarcación y mantener con seguridad al buzo en las maniobras de muestreo.



Los aspectos reproductivos de ambas especies fueron abordados en Ensenada Villarino y Seno Ventisquero, sitios para los cuales se dispuso además de información sobre estructura de tamaños y relación talla-peso sobre la base de muestreos mensuales, por cuanto otros aspectos fueron abordados con el criterio de muestreo trimestral señalado previamente. Los aspectos reproductivos fueron abordados en estas localidades del área sur, por cuanto eran los únicos para los cuales se disponía de información sobre presencia simultánea de ambos recursos, de utilidad para fines comparativos. De acuerdo a los antecedentes generados en este estudio, en Bahía Parry se registra la presencia de ambas especies, una zona de mayor accesibilidad que los sectores de la zona sur.

**Objetivo 1: Determinar y caracterizar el ciclo reproductivo (madurez gonádica, época y duración del desove) de ambas especies.**

## **3.2 Ciclo reproductivo de los adultos**

### **3.2.1 Análisis de índices gonadosomáticos (IGS)**

En estudios de ciclos reproductivos de moluscos los índices gonadosomáticos (IGS) y la técnica histológica constituyen metodologías rutinarias, siendo la primera más rápida y de menor costo. En general, la técnica histológica es más precisa, puesto que refleja directamente la actividad gametogénica a través de la evolución citomorfológica de la organización gonadal y de la línea germinal (Brown & Guerra, 1979; Brown, 1995; Brown *et al.*, 1993,1997). En este estudio se utilizaron tanto la metodología de IGS como parámetro del crecimiento gonadal macroscópico, como el estudio histológico cualitativo y cuantitativo del ciclo reproductivo como parámetro citomorfológico, y se discuten los resultados obtenidos suponiendo su consecuente correlación con la expresión del patrón de ciclo reproductivo y de madurez sexual.



Para el estudio del ciclo reproductivo, se procesaron muestras mensuales de ejemplares adultos (que correspondan a la misma cohorte sobre el tamaño mínimo legal) de ambas especies de ostiones.

Para el cálculo de Índice Gonadosomático (IGS), se han utilizado regularmente las relaciones de peso o gravimétricas (Creese, 1980; Tarifeño, 1980; Cañas, 1989; Brown & Guerra, 1980,1982; Jaramillo & Navarro, 1995; Dibacco *et al.*, 1995; Reyes *et al.*, 1994; Brown *et al.*, 1997) y las relaciones somatométricas o de área correspondiente a la gónada respecto del resto de las partes blandas o específicamente de la glándula digestiva (Hayashi, 1980). En este estudio se aplica la metodología gravimétrica (Brown *et al.*, 1996). Las relaciones somatométricas entre el área ocupada por tejido gonádico y el área ocupada por los tejidos somáticos, especialmente glándula digestiva, ha sido descartada puesto que la gónada y la glándula digestiva son órganos conspicuos separados topográficamente, y por el distinto volumen y nivel anatómico, lo que impide obtener secciones histológicas representativas que contengan ambos órganos y que permitan una determinación confiable de áreas.

Mensualmente se procesaron 30 ejemplares adultos elegidos al azar, a pesar de considerar 15 machos y 15 hembras en la propuesta original, suponiendo que ambas especies tienen una expresión de sexualidad gonocórica o dioica. Este cambio se justifica en el hecho que el muestreo dirigido por sexo es impracticable cuando hay ejemplares en regresión gonadal total, en los cuales no es posible determinar el sexo por análisis macroscópico en vivo; además de no permitir una aproximación a la proporción de sexos periódica, aún cuando el tamaño de la muestra es pequeño.

Los muestreos se iniciaron en febrero de 1998 para *C. patagonica* de Ensenada Villarino y para *C. vitrea* de Seno Ventisquero. Los 30 ejemplares de cada especie fueron transportados a Punta Arenas para su procesamiento inicial en vivo en los



laboratorios del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Una vez medidos, se abrieron por corte del músculo aductor, se escurrieron y pesaron. Una vez disecadas las partes blandas de las valvas, se determinó el peso escurrido para cada ejemplar en una balanza digital con una precisión de 0,1g. Las partes blandas completas fueron fijadas en Bouin Hollande por al menos 48 horas (para el posterior procesamiento histológico de la gónada, según se detalla más adelante) y enviadas a Valparaíso, para su procesamiento histológico final. En el Laboratorio de Biología de la Reproducción y del Desarrollo, de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Valparaíso, las muestras fueron lavadas en agua corriente por 24 horas. Las partes blandas fijadas de cada ejemplar nuevamente fueron pesadas, disecadas para la obtención de la gónada separada de la glándula digestiva. La gónada fue pesada con el objeto de hacer el cálculo de IGS según se especifica en la fórmula.

En la propuesta técnica del estudio se propuso como metodología rápida de estudio del ciclo reproductivo en las especies comprometidas, la estimación de índices gonadosomáticos (IGS) de acuerdo con la siguiente relación:

$$IGS = \frac{PGF}{PPBF} \times 100$$

Donde:

PGF = Peso gónada fijada  
PPBF = Peso partes blandas fijadas

Los resultados para cada muestreo son expresados en un gráfico como el promedio  $\pm$  la desviación estándar ( $\bar{X} \pm DE$ ) de machos y hembras.



### 3.2.2 Análisis histológico cualitativo del ciclo reproductivo

Para el estudio histológico cualitativo del ciclo reproductivo, dada las limitaciones económicas y de tiempo requerido en este tipo de análisis, la gónada de los 30 ejemplares fijados para el cálculo de IGS, se procesó por técnica histológica de rutina (López *et al.*, 1982). Trozos gonadales transversales de la región media de la gónada y de 5 mm de espesor fijadas en Bouin Hollande se deshidrataron en etanol, se aclararon en butanol (Gabe, 1968), y se incluyeron en Paraplast Plus (PF= 57-60 °C). Después de ser cortados en micrótopo rotatorio, las secciones de 5-8  $\mu\text{m}$  obtenidas de diferentes niveles gonadales con un distanciamiento de al menos 500  $\mu\text{m}$  se montaron en portaobjetos albuminizados, desparafinados en xilol, hidratados en etanol a concentraciones decrecientes y teñidas con el método tricrómico de ARTETA. Finalmente, las preparaciones se deshidrataron en etanol y se aclararon en xilol para su montaje definitivo con bálsamo de Canadá (López *et al.*, 1982).

Considerando los acinos gametogénicos como la organización gonadal morfofuncional básica en la gónada compartimentalizada de los ostiones, suponiendo variaciones en el compartimiento interacinar, y considerando el grado de evolución citomorfológica de la línea germinal asociada a éstos; la gónada de cada animal de los muestreos mensuales se clasificó cualitativamente en uno de los siguientes 5 estados histológicos del tejido gonadal, de acuerdo con la siguiente escala (Brown, 1995; escala modificada de Lucas, 1965):

- D1** = Desarrollo inicial (Madurez inicial)
- D2** = Desarrollo avanzado (Madurez avanzada)
- D3** = Desarrollo total (Maduro)
- R1** = Regresión inicial (Evacuación parcial)
- R2** = Regresión total (Evacuación total o vacío)



### 3.2.2.1 Estados histológicos de la gónada en los machos

- **MD1:** (Masculino, Desarrollo estado 1). Madurez inicial

Acinos gonadales pequeños. La línea germinal puede estar representada por grupos de espermatogonias en proliferación próximas a las paredes de los acinos (o basales); espermatocitos en diferentes fases de la meiosis; y hasta las primeras espermátidas en escasa cantidad. Estas generaciones de células están comúnmente organizadas en una banda continua. Este estado incluye desde línea germinal incompleta hasta completa con escasas espermátidas de núcleo compacto (Fotos 3, 23 y 25).

- **MD2:** (Masculino, Desarrollo estado 2). Madurez avanzada

Acinos gonadales de mayor tamaño. Es característica la línea germinal completa con un notable incremento de espermátidas, especialmente aquellas diferenciadas de núcleo compacto basófilo. Los cúmulos de células germinales han repoblado los acinos casi totalmente, organizándose una banda ancha de espermatogonias y espermatocitos, mientras las espermátidas forman columnas alargadas con sus colas hacia el centro del acino (Fotos 5 y 27).

- **MD3:** (Masculino, Desarrollo estado 3). Maduro

Acinos de gran tamaño, de aspecto lobulado. La repoblación de los acinos por las células germinales es completa. Las espermatogonias y espermatocitos están limitados a una estrecha banda basal en los acinos. Estos están repletos de espermátidas organizadas en bandas radiales hacia el centro de cada acino, o de espermatozoides desorganizados colmando el lumen del acino (Fotos 7 y 29).



- **MR1:** (Masculino, Regresión estado 1). Regresión inicial

Signos de evacuación de gametos. Acinos de aspecto estrellado por los límites ligeramente colapsados, con espermatozoides en menor cantidad que el estado anterior, desorganizados de las bandas radiales y semejando corrientes de evacuación. En algunos casos presencia de amebocitos (Fotos 9 y 31).

- **MR2:** (Masculino, Regresión estado 2). Regresión final o evacuación total

Acinos de pequeño tamaño. La línea germinal está representada por espermatogonias troncales basales y sólo escasos espermatozoides residuales, que permiten diferenciar el sexo en este estado. Eventualmente pueden existir amebocitos en grupos dentro de algunos acinos (Fotos 11 y 33).

### 3.2.2.2 Estados histológicos de la gónada en las hembras

- **FD1:** (Femenino, Desarrollo estado 1). Madurez inicial

Acinos gonadales pequeños. La línea germinal característica está representada por ovogonias en proliferación, ovocitos previtelogénicos en profase meiótica, ovocitos previtelogénicos que han detenido su evolución meiótica con vesícula germinativa circular pequeña, nucléolo evidente y escaso citoplasma. La presencia de algunos ovocitos de mayor tamaño por crecimiento de la vesícula germinativa y aumento del citoplasma, son evidencia del comienzo de la vitelogénesis. Estas células germinales están ampliamente adheridas a las paredes de los acinos gonadales; y ocasionalmente ovocitos vitelogénicos libres hacia el final de este estado (Fotos 4, 24 y 26).



- **FD2:** (Femenino, Desarrollo estado 2). Madurez avanzada

Acinos gonadales de mayor tamaño. Aumento evidente de la cantidad de ovocitos vitelogénicos adheridos y pedunculados asociados a las paredes acinares. Aún cuando predominan los elementos celulares de la línea germinal temprana, en el lumen de los acinos hay numerosos ovocitos vitelogénicos libres (Fotos 6 y 28).

- **FD3:** (Femenino, Desarrollo estado 3). Maduro

Acinos gonadales de gran tamaño y lobulados, con células germinales que los han repoblado completamente. La generación de células germinales predominantes corresponde a los ovocitos vitelogénicos libres totalmente desarrollados que, al llenar los acinos, en algunos casos adoptan formas poliédricas por compresión (Fotos 8 y 30).

- **FR1:** (Femenino, Regresión estado 1). Regresión inicial

Evidencia de inicios de la evacuación de gametos. Acinos gonadales de menor tamaño. Disminución de la cantidad de ovocitos vitelogénicos libres, algunos de ellos con signos de degeneración. En algunos casos presencia de amebocitos (Fotos 10 y 32).

- **FR2:** (Femenino, Regresión estado 2). Regresión final o evacuación total de gametos.

Acinos de pequeño tamaño. Asociadas a las paredes acinares sólo permanecen las ovogonias troncales y algunos ovocitos previtelogénicos residuales. Eventualmente se pueden observar ovocitos vitelogénicos libres, que no fueron evacuados y pueden existir amebocitos en grupos dentro de algunos acinos (Fotos 12 y 34).



Los resultados para cada muestreo se expresan en un histograma como frecuencia porcentual de:

- Machos en cada estado
- Hembras en cada estado
- Machos y hembras en cada estado

### 3.2.3 Análisis histológico cuantitativo del ciclo reproductivo

Para la determinación cuantitativa del ciclo reproductivo, se aplicaron dos técnicas histológicas cuantitativas mediante la observación de las mismas preparaciones histológicas utilizadas para determinar el ciclo reproductivo cualitativo.

Como respuesta a la dificultad que ofrece el recuento de los tipos celulares de la línea germinal masculina, debido a su pequeño tamaño, se utilizó una metodología estereológica (Briarty, 1975; Weibel, 1979) mediante la superposición de un retículo Weibel (Weibel, 1979) sobre imágenes aleatorias de porciones microscópicas de planos histológicos transversales del complejo gónada-glándula digestiva (CGGD). Estas imágenes fueron captadas usando un equipo de videomicroscopía (cámara de video Cohu Mod. 4812 5000 0000; microscopio óptico Leitz Orthoplan) y posteriormente, se visualizaron y analizaron en un computador (Power Macintosh 7500 100) con la ayuda del programa de uso público NIH Image 1.60 (desarrollado en el U.S. National Institutes of Health y disponible en Internet en el <http://rsb.info.nih.gov/nih-image/>). Luego de una observación de "barrido" de la sección histológica mejor conservada usando el mismo aumento (~1000X), según recomendación de Die *et al.* (1995), se escogieron al azar tres campos microscópicos que presentaban tejido gonádico. Con el fin de expresar cuantitativamente la representación del tejido gonadal en relación con los distintos tipos de tejido presentes en las secciones histológicas, se registró el número de impactos de los "puntos de prueba" de la grilla Weibel (100 puntos por campo microscópico), que



incidían sobre estos. La sumatoria de las áreas de recuento correspondió a  $\sim 0,011 \text{ mm}^2$ . En las lecturas se registró el número de impactos de los “puntos de prueba” por cada tipo celular según el criterio sugerido por Christiansen *et al.* (1972, 1973), tomando en cuenta los elementos ubicados dentro del retículo utilizado inclusive aquellos situados en la periferia del margen superior e izquierdo, con centros de gravedad en las líneas de borde del sistema. En los machos ésto correspondió a: espermatogonias y espermatocitos que se encuentran formando parte de la línea germinal temprana (LGT); espermatidas y espermatozoides en la línea germinal avanzada (LGA) y “otros” en que se incluyen amebocitos, gonoductos, tubo digestivo, vasos sanguíneos, trazas de músculo y células interacinarias. Posteriormente, se calculó el promedio de impactos de cada tipo celular por individuo, que se transformó a “fracción de volumen” (FV, %) y presentada en tablas y gráficos de cada tipo celular por muestreo.

En hembras, no se utilizó el método estereológico debido a la sobreestimación de la proporción de los tipos celulares presentes en cada sección, a consecuencia de su mayor tamaño. Por consiguiente, la cinética de la línea germinal respondió al recuento del número de ovocitos realizados mediante la superposición de un marco de área conocida ( $0,0052 \text{ mm}^2$ ), a un aumento de 625X, sobre la porción microscópica de un plano histológico transversal del complejo gónada-glándula (CGGD). Para efectuar los recuentos, se adoptó el criterio de Christiansen *et al.*, (1972; 1973). Se escogieron al azar tres campos microscópicos por individuo. En cada campo se registró el número total de ovogonias, ovocitos previtelogénicos, ovocitos vitelogénicos adheridos al acino y ovocitos vitelogénicos libres maduros, como una selección de los tipos celulares representativos para la caracterización del ciclo reproductivo. El área total de recuento correspondió a  $\sim 0.0156 \text{ mm}^2$ . Los resultados se presentaron en tablas y gráficos expresados como promedios mensuales por tipo celular.



**Objetivo 2: Determinar la talla de primera madurez sexual al nivel poblacional e individual, para ambas especies.**

**3.3 Análisis de talla de primera madurez sexual**

En los estudios de madurez sexual rutinariamente se han utilizado los IGS determinados por las relaciones de peso o gravimétricas en especies en que la gónada es un órgano conspicuo o forma un complejo con la glándula digestiva, aún discernible en individuos inmaduros (*C. (Argopecten) purpurata*, Guerra & Brown, 1980; *Haliotis rufescens*, Brown, 1981; *Concholepas concholepas*, Brown *et al.*, 1997; *Fissurella latimarginata*, *F. cumingi*, Brown *et al.* 1997). Bajo estas mismas condiciones anatómicas el IGS determinado por las relaciones de medidas o somatométricas, ha resultado ser apropiado (Brown *et al.*, 1997). Sin embargo, como en los estudios de ciclo reproductivo, la metodología más útil y objetiva sigue siendo la técnica histológica.

En este estudio se utilizó:

- a) El IGS determinado por las relaciones de medida o somatométricas como para el estudio de ciclo reproductivo de los adultos, asumiendo que con la adquisición de la madurez habrá un aumento en el peso de la gónada que se expresará en un quiebre notorio de aumento en las curvas de los respectivos IGS.
- b) El método histológico por determinación de estados gonadales

La estimación de la talla de primera madurez sexual requiere de ejemplares de todo el espectro de tamaños. Para *C. patagonica* la muestra fue extraída de Bahía Simpson (sector norte) en agosto de 1998, por cuanto en Ensenada Villarino, lugar donde se realizó el estudio de ciclo reproductivo, la estructura de talla estuvo compuesta sólo por ejemplares maduros con un rango de tamaños restringido. Esta



modificación se hizo suponiendo que en la región, las variaciones en los patrones reproductivos y de madurez sexual ocurren con poca variabilidad. La muestra para el análisis de madurez sexual de *C. vitrea* fue extraída de Seno Ventisquero, en septiembre de 1998.

Se intentó procesar tratando de completar 30 ejemplares para cada rango de talla, hasta la talla máxima muestreada para cada población, de acuerdo con el detalle de número de ejemplares por rangos de talla indicado en las tablas respectivas. La metodología fue la siguiente:

- a) IGS: se determinó IGS1 utilizando una metodología similar a la descrita para el estudio del ciclo reproductivo.
- b) Método histológico: La región gonadal o los trozos sagitales en el eje dorsoventral de la gónada, según corresponda con el tamaño de los animales, se procesaron por la técnica histológica de rutina descrita para el estudio del ciclo reproductivo. De acuerdo con el grado de evolución morfológica de la línea germinal, los animales en cada rango de talla fueron clasificados cualitativamente en dos categorías generales (Brown, 1995):

A. Línea germinal incompleta (LGI)

B. Línea germinal completa (LGC)

Los ejemplares con línea germinal incompleta se clasificaron de la forma siguiente:

- INDET o iLGI1: Sólo presencia de células germinales troncales o gonias (Fotos 13-14 y 35-36).
- MLGI 2: Machos: presencia de espermatozoides (Fotos 15-16 y 37-38).



- FLGI 2 : Hembras: presencia de ovocitos previtelogénicos (Fotos 19-20 y 41-42).
- MLGI 3: Machos: presencia de espermátidas tempranas (Fotos 17-18 y 39-40).
- FLGI 3: Hembras: presencia de ovocitos vitelogénicos adheridos y pedunculados (Fotos 21-22 y 43-44).

Los resultados para cada rango de talla se expresaron en tablas y gráficos como:

- a) Frecuencia porcentual de ejemplares con LGI y LGC.
- b) Frecuencia porcentual de ejemplares en cada condición de madurez sexual.

Este análisis gráfico permitió visualizar la forma de la relación entre talla y madurez de machos y hembras en cada estado, así como para la muestra total poblacional.

### 3.3.1 Ajuste del modelo logístico (función de madurez)

Para estimar la talla de madurez sexual ( $I_{50\%}$ ) en ambas especies se aplicó una regresión no lineal para estimar la bondad de ajuste del modelo logístico:

$$P(I) = \frac{1}{1 + e^{\beta_1 + \beta_2 I}}$$

donde  $P(I)$  es la proporción sexualmente madura a la talla  $I$  y  $\beta_1$  y  $\beta_2$  son parámetros de posición y pendientes respectivamente. Este modelo se considera apropiado para una variable (madurez sexual) que se comporta dicotómicamente (individuos maduros e inmaduros) como función de una variable continua (talla). Los errores de este modelo presentan una distribución binomial (Hosmer & Lemeshow, 1989) (para detalles de la teoría que respalda este enfoque y análisis alternativos; ver Welch &



Foucher, 1988; Roa, 1993), por lo que los parámetros se estimaron a través de un ajuste de máxima verosimilitud binomial:

$$U(\beta_1, \beta_2) = -C \sum [ h \ln(P(l)) + (1 - h) \ln(1 - P(l)) ]$$

donde  $h$  es la variable ya descrita con valores de  $h=0$ , inmaduro y  $h=1$ , maduro,  $P(l)$  es la ecuación logística y  $\sum$  sobre todas las observaciones.

### Objetivo 3: Estimar las relaciones longitud peso para ambas especies

#### 3.4 Relación longitud peso

El diseño general y la estrategia utilizada para la obtención de muestras para estimar la relación talla-peso, se describen en el punto 3.1.

Con la finalidad de estimar el número mínimo mensual de ejemplares para la relación talla peso, se tomó una muestra aleatoria de al menos 1.000 ejemplares para cada recurso en cada sitio de muestreo (muestra piloto). Con esta información se estimó la media y la varianza para cada intervalo de clase de 3 mm para *C. patagonica* y de 5 mm para *C. vitrea* y mediante un procedimiento de asignación óptima se estimó el número mínimo de ejemplares por muestra. Se calculó que el número mínimo de ejemplares que asegura una relación talla peso confiable es de aproximadamente 100 ejemplares ( $n$  global). Cabe destacar que a pesar de esto, en la mayoría de los casos el tamaño de muestra superó los 400 individuos.

Un análisis preliminar de los errores residuales de la relación talla peso, permitió mostrar que la dispersión de éstos en función del valor predicho es similar a lo largo de todo el rango de tallas analizado (Figura 2), de tal manera que no fue necesario aplicar una regresión ponderada.



Las muestras se obtuvieron en forma aleatoria del área de distribución del banco, teniendo el cuidado de abarcar todo el rango de tamaños. De cada ejemplar, se registró el alto de la concha, que corresponde a la distancia entre el umbo y el extremo distal, utilizando un pie de metro (precisión 1 mm). El peso húmedo total se obtuvo utilizando una balanza digital de 1 g de precisión. Para realizar el pesaje se eliminaron los epibiontes (algas, choritos y picorocos), cuando éste no fue posible, el ejemplar fue descartado. Como se mencionó en cada muestreo se registró información de más de 400 ejemplares a excepción de Ensenada Villarino donde los muestreos estuvieron condicionados por la disponibilidad de ejemplares. El tamaño de muestra mensual en esta localidad varió entre 88 y 181 ejemplares entre los meses de julio-diciembre. No se dispone de información para los meses previos debido a que no se encontraron suficientes ejemplares de **C. patagonica**, por lo que sólo se extrajo la muestra para los aspectos reproductivos (ver 3.2.).

Los datos de alto de la concha (alto total) y peso (peso total), se utilizaron para ajustar la función potencial linealizada mediante el método de los cuadrados mínimos, que tiene la expresión siguiente:

$$Wt = a * Lt^b$$

donde:

- Wt = peso húmedo en g
- Lt = talla en mm
- a y b = coeficientes de regresión

El crecimiento relativo del peso en función del alto de la valva (alometría) fue evaluado con una prueba de t de Student, suponiendo que éste incrementa según una función cúbica (b=3).



Por otro lado, las tasas de incremento de la pendiente del modelo potencial y de los pesos medios de la relación talla-peso húmedo, determinados trimestralmente por sector, fueron comparadas entre sí, a través de un análisis de covarianza (ANDECOVA), ponderando en el último caso la influencia de la variable independiente (talla). Las comparaciones múltiples a posteriori de los pesos medios se realizaron mediante la prueba de Scheffé, en tanto que las comparaciones de las estimaciones de pendientes (a posteriori) se hicieron entre todos los pares de muestras posibles, suponiendo igualdad de pendientes.

#### **Objetivo 4. Determinación de la estructura de talla, densidades y niveles de abundancia para los principales bancos de ambas especies.**

### **3.5 Estructura de talla, densidad y nivel de abundancia**

#### **3.5.1 Estructura de tallas**

Para confeccionar la estructura de talla, se utilizó la información recopilada para la relación talla-peso. La metodología aplicada para el muestreo se describió en los puntos 3.1 y 3.4.

Los datos se agruparon en intervalos de talla de 3 mm para *C. patagonica* y 5 mm para *C. vitrea*, y representados como histogramas de frecuencia (expresado en porcentaje). Además, se efectuaron estimaciones de la proporción de ejemplares sobre la talla mínima legal.

Las distribuciones de frecuencia de tallas obtenidas trimestralmente en cada banco estudiado, fueron comparadas con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los resultados mostraron que no fue necesario aplicar a posteriori una prueba de Dunn para comparaciones múltiples.



### 3.5.2 Densidad y abundancia

El diseño general y la estrategia aplicada para la determinación de la densidad y abundancia, se describe en el punto 3.1.

Para obtener estos estimadores, se aplicó un método de estimación que considera el tipo de distribución espacial de cada uno de los recursos. Previo a la estimación de la densidad y abundancia, se recorrió cada uno de los sectores de muestreo seleccionados a fin de identificar los bancos de ostiones (buceo semiautónomo). Una vez efectuado el reconocimiento se seleccionó el banco sobre el cual se desarrolló el trabajo de terreno. Para cada banco elegido se definió el rango batimétrico de su distribución, extensión y ubicación geográfica. Los bancos para ambos recursos en estudio presentan límites naturales, es decir, existe discontinuidad entre el banco y hábitat adyacente, por lo tanto, se utilizó este rasgo apoyándose en accidentes geográficos costeros con el objeto de definir sus límites. La extensión fue determinada mediante información recogida con un posicionador geográfico mediante satélite (GPS).

Para estimar la densidad y abundancia de ambas especies se evaluaron tres criterios de muestreo: área de barrido, aleatorio estratificado y aleatorio simple. Teniendo en cuenta la distribución, densidad y extensión de los bancos, caracterizados por una clara discontinuidad entre el banco y el hábitat adyacente y una densidad relativa elevada (e.g. > 3-5 ejemplares m<sup>-2</sup>) permitieron descartar al área de barrido, modalidad que es más aplicable a situaciones de bancos muy extensos y con bajas densidades, además que demanda un gran esfuerzo en terreno. En cuanto a los otros criterios de muestreo, se optó finalmente por un muestreo aleatorio simple, decisión que estuvo sustentada en información recogida de estudios previos (e.g. Guzmán *et al.*, 1987).y muestreos preliminares, cuyos resultados se presentan a continuación. El esfuerzo mayor en este sentido se aplicó en Bahía Parry, para ambas especies, por cuanto se disponía de información previa



que señalaba que constituía uno de los bancos más extensos de la región (Schipmann, 1996). Además una evaluación similar efectuada en Seno Ventisquero para *C. vitrea* arrojó idénticos resultados (Guzmán et al., 1998), en cuanto a que no existen diferencias significativas en la distribución de los ejemplares de ostión, entre estratos considerados verticalmente o a lo largo del banco, ya sea para *C. patagonica* ( $P > 0,05$ , Kruskal Wallis). o *C. vitrea* ( $P > 0,05$ , Kruskal Wallis).

<b><i>Chlamys patagonica</i></b>							
Muestreo vertical (E) u horizontal (T).							
Estratos (E) o Transectas (T)	E <sub>1</sub> 15-20 m	E <sub>2</sub> 20-25 m	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Nº cuadrantes	25	25	10	10	9	10	10
Densidad (individuos m <sup>-2</sup> )	4,8	6,1	9,2	7,6	3,5	2,3	4,9
Varianza	6,2	18,4	84,1	34,9	3,7	2,0	6,7

<b><i>Chlamys vitrea</i></b>							
Muestreo vertical (E) u horizontal (T).							
Estratos (E) o Transectas (T)	E <sub>1</sub> 5-10 m	E <sub>2</sub> 10-15 m	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Nº cuadrantes	30	25	12	12	12	12	12
Densidad (individuos m <sup>-2</sup> )	1,3	1,1	1,6	0,3	1,7	1,6	0,9
Varianza	1,0	0,8	4,5	0,2	6,3	1,1	1,4

En cada banco se procedió a trabajar de la siguiente forma. Una vez identificado el banco y definido su rango batimétrico y extensión, se estableció en forma aleatoria un muestreo con un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>. La excepción la constituyen Estero Peel (*C. vitrea*) y Bahía Parry (*C. patagonica*), en que se utilizaron cuadrantes de 0,25 y 0,5 m<sup>2</sup>, respectivamente. Ello estuvo sustentado en la densidad de ambos, ya que cuadrantes más pequeños permitían incrementar la confiabilidad de las estimaciones de la media y de la varianza. El tamaño óptimo de muestra (número de cuadrantes) se estableció según un muestreo piloto en el que se consideraron 30 cuadrantes, usando un criterio definido según el coeficiente de variación (Karandinos, 1976):



$$n = \left( \frac{s}{\bar{x} C} \right)^2$$

donde:

- n = número de cuadrantes
- s = desviación estándar
- $\bar{x}$  = densidad media
- C = coeficiente variabilidad

Por la experiencia previa en estudios de este tipo, se utilizó un  $C \leq 0.20$ , teniendo el cuidado que toda la superficie del banco tuviera las mismas probabilidades de ser muestreada. Cuando la dispersión ( $s^2$ ) fue alta, se incrementó el número de cuadrantes para lograr un estimador de la abundancia dentro de los límites estadísticos establecidos y ponderando el costo involucrado en la generación de la información. La información recogida se ordenó en tablas de distribución de frecuencia del número de ejemplares por cuadrante y se estimó la densidad media expresada en individuos por  $m^2$  y su respectivo error estándar. La abundancia  $X_b$  se estimó con la siguiente expresión:

$$X_b = A * d$$

donde:

- A = superficie total del banco en  $m^2$
- d = densidad media expresada en  $m^2$

Para estimar los límites del estimador de abundancia se utilizó la siguiente expresión:

$$X_b \pm t_{(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}}$$



donde:

$X_b$	=	abundancia
$t_{(n-1)}$	=	t de Student con n-1 grados de libertad
s	=	desviación estándar
n	=	número de cuadrantes

Para comparar las densidades mensuales por sector, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis y en el caso en que se detectaran diferencias significativas, se utilizó una prueba no paramétrica a posteriori de Dunn (Zar, 1974), que permitió definir grupos homogéneos dentro de cada sector.

**Objetivo 5: Determinación de la distribución batimétrica de *C. patagonica* en la zona de estudio.**

### 3.6 Distribución batimétrica

Mediante un ecosonda se definió la batimetría del sector en el cual se distribuye el banco. El uso de rastra estuvo condicionado por: la distribución del banco, la topografía del fondo marino y por las condiciones oceanográficas del lugar. Se utilizó rastra (1 m de ancho) en Canal Santa María, debido a que las condiciones oceanográficas particulares, fuertes corrientes, impidieron la definición de los límites del banco mediante buceo semiautónomo. Además, se utilizó en Ensenada Villarino con el objeto de verificar la presencia de ejemplares ubicados a profundidades superiores a los 22 metros. En este lugar, se realizaron dos arrastres (20-40 y 40-60). La topografía del fondo marino impidió efectuar arrastres a profundidades mayores en los sectores estudiados.

En forma complementaria, para el mes de junio y noviembre, se registraron perfiles de salinidad, temperatura y densidad en el rango de 0-20 m de profundidad en cada



localidad estudiada con un sensor electrónico STD Sensor Data 202. Uno de los perfiles fue registrado sobre el banco, el que fue definido como “interior” y el otro aproximadamente a 200 metros del banco, el que fue definido como “exterior”.

Los registros de salinidad, temperatura (junio) y densidad (junio y noviembre) para Bahía Parry y Bahía Brookes no fueron presentados debido al mal funcionamiento de los sensores del equipo, al igual que los perfiles de oxígeno para todos los sectores.

**Objetivo 6: Determinación del crecimiento individual y mortalidad para cada especie para los principales bancos en la zona de estudio.**

### **3.7 Crecimiento individual y mortalidad**

#### **3.7.1 Estimación de parámetros de crecimiento**

Para la estimación del crecimiento individual se aplicaron dos criterios de análisis: uno basado en el análisis de la distribución de frecuencia de tallas y el otro a partir de la lectura de anillos inscritos sobre la concha.

##### **3.7.1.1 Estimación de crecimiento a partir de la distribución de frecuencia de tallas**

Para estos fines se utilizó la información recopilada del muestreo de estructura de talla (ver 3.5.1). Se aplicó el criterio computacional de análisis de distribución de frecuencia de tallas desarrollado por MacDonald & Pitcher (1979), usando el soporte lógico MIX 2.3 (MacDonald & Green, 1988). Este permite determinar número de clases de edad, participación de cada una de ellas, las tallas medias y sus varianzas. El ajuste del modelo de von Bertalanffy se logró a partir de un análisis de



las mezclas distribucionales restringido para que las tallas medias pasen por una curva de crecimiento asintótica (MacDonald & Pitcher, 1979). Este método consiste en utilizar datos estructurados por talla y reconocer componentes normales dentro de la distribución de tallas muestreada. El total de clases anuales que componen la estructura de tallas es entonces una mezcla de curvas normales y el problema es encontrar los parámetros que mejor satisfacen la evidencia muestral acerca de la mezcla distribucional. Los parámetros que intervienen en esta mezcla son las medias y varianzas de las curvas normales y las proporciones de participación de cada curva normal, de acuerdo con la ecuación general:

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

donde existen k curvas normales en la mezcla distribucional, x es la proporción de participación en la mezcla, y  $\mu$  y  $\sigma$  son la media y la desviación estándar de cada curva normal, respectivamente.

Uno de los procedimientos más ampliamente utilizados en descomponer la estructura de tallas en clases anuales es el método basado en el principio de máxima verosimilitud de MacDonald y Pitcher (1979), conocido como MIX. En este procedimiento la función de máxima verosimilitud a maximizar es:

$$\log L(\theta/\beta) = n \sum p_j \log p_j(\theta)$$

donde L es la función de máxima verosimilitud,  $\theta$  es el vector de parámetros proporción, media y desviación estándar de las clases anuales,  $p'$  es el vector de frecuencias relativas observadas de cada clase de talla j,  $p'$  y p es la frecuencia relativa esperada (MacDonald y Pitcher, 1979). El método requiere una estimación a priori del número de clases anuales que intervienen en la mezcla distribucional, lo que puede hacerse mediante inspección del histograma. Las estructuras de tamaño se ordenaron en intervalos de 3 y 5 mm de alto de la concha para **C. patagonica** y



*C. vitrea*, respectivamente. A fin de suavizar las respectivas curvas se utilizaron promedios móviles usando series de 5 puntos según una de las opciones que incorpora el programa FISAT diseñado también para evaluar crecimiento individual a partir de análisis de distribución de frecuencia de tallas (Pauly & David, 1980; Brey & Pauly, 1986; Brey *et al.*, 1988). Este programa ajusta los datos mediante el modelo de crecimiento de von Bertalanffy y fue utilizado también como apoyo complementario. La opción usada (análisis progresivo de clases modales, MPA) corresponde al método de Bhattacharya (1967) que permite separar con un criterio gráfico, los componentes de una muestra, lográndose estimadores de tamaño medio de las distintas clases, su desviación estándar y el número de ejemplares presente en cada una de ellas, además de aplicar una prueba de  $\chi^2$  a la curva generada con las distintas clases segregadas en comparación con la muestra en estudio. El tamaño medio y la desviación estándar de las clases modales, se usaron para realizar las primeras estimaciones mediante el programa MIX.

Además, se utilizó el método conocido por Powell-Wetherall de la opción ELEFAN I, del soporte lógico FISAT. Este método permite la estimación de  $L_\infty$  y  $Z/K$ , a partir de la identificación gráfica de la longitud más pequeña de un reclutamiento completo ( $L'$ , o longitud de corte), según la función:

$$(\bar{L} - L') = a + b * L'$$

donde:

$$\bar{L} = \left( \frac{L_\infty + L'}{1 + (Z/K)} \right)$$

de los cuales,

$$\begin{aligned} L_\infty &= -a/b \\ Z/K &= -(1+b)/b \end{aligned}$$



El modelo de von Bertalanffy ha sido ampliamente utilizado para estudiar el crecimiento en invertebrados marinos y su expresión es la siguiente:

$$L_t = L_\infty [1 + e^{-K(t-t_0)}]$$

donde:

- $L_t$  = longitud a la edad  $t$
- $K$  = coeficiente de crecimiento
- $L_\infty$  = longitud infinita
- $t_0$  = edad teórica cuando la longitud es igual a cero

### 3.7.1.2 Estimación de crecimiento a partir de la lectura de anillos inscrito sobre la concha

La lectura de anillos inscritos sobre la concha permitió aplicar el método del anillo de crecimiento, el cual requiere el establecimiento de anillos anuales en la concha (annuli verdaderos) (Wilbur & Owen, 1964, fide Guzmán *et al.* 1987). En la superficie externa de la valva derecha de ambas especies se inscriben marcas. Se supuso que cada una de éstas, corresponden perfectamente a annuli verdaderos, por lo que fueron utilizados para estimar la edad. Debido a las dificultades para leer los primeros 3 o 4 anillos, las mediciones de anillos consecutivos no fueron asignados a edades específicas.

Para estos efectos se recolectaron conchas de a lo menos 50 ejemplares adultos de *C. patagonica* y *C. vitrea*, en las distintas localidades estudiadas en cada período de muestreo. Se midió con un pie de metro (precisión 0,1 mm) el alto máximo de cada anillo consecutivo que corresponde a la distancia entre el umbo y el extremo distal del anillo.



Por lo tanto, la determinación de los parámetros de crecimiento fue inferida graficando los correspondientes pares de anillos sucesivos de cada espécimen siguiendo el método de Walford (1946). El que consiste básicamente en una relación lineal del tamaño a la edad  $t$ , contra el tamaño a la edad  $t+1$ , según la siguiente expresión:

$$L_{t+1} = b * L_t + a$$

donde:

- $L_{t+1}$  = longitud al tiempo  $t+1$
- $L_t$  = longitud al tiempo  $t$
- $b$  = pendiente de recta
- $a$  = intercepto de la recta en el eje  $L_{t+1}$

La relación se estimó aplicando una regresión predictiva, aunque en la propuesta original se sugirió el ajuste mediante una regresión funcional según Ricker (1975). Lo anterior se justifica en que las estimaciones de longitud infinita a partir de la regresión funcional se alejan demasiado de las tallas máximas muestreadas para las dos especies en estudio. La edad fue inferida de acuerdo al modelo de von Bertalanffy. Los parámetros  $K$  (coeficiente de Brody o de crecimiento) y  $L_\infty$  (longitud infinita) fueron derivados del coeficiente de regresión del gráfico de Ford-Walford, en tanto que  $t_0$  (edad teórica cuando la talla es igual a 0) se estimó según el criterio descrito por Gulland (1955).

Con el objeto de evidenciar la formación periódica de los anillos, se utilizó el criterio de determinación de la banda de incremento marginal de las valvas. Para esto se recolectaron mensualmente valvas de *C. patagonica* y *C. vitrea*, en Ensenada Villarino y Seno Ventisquero, respectivamente, durante febrero de 1998 y enero de 1999. El incremento marginal (Samamé & Okada, 1973) se expresó como la longitud total menos la longitud del último anillo, dividido por la longitud del último anillo menos la longitud del penúltimo anillo, según:



$$IM = \left( \frac{L - L_{n1}}{L_{n1} - L_{n2}} \right)$$

donde:

- IM = incremento marginal
- L = Longitud total
- L<sub>n1</sub> = Longitud último anillo
- L<sub>n2</sub> = Longitud penúltimo anillo

### 3.7.2 Estimación de mortalidades

Para realizar las estimaciones de mortalidad se utilizaron los parámetros de crecimiento, de *C. patagonica* y *C. vitrea*, determinados a partir de la lectura de anillos inscritos sobre la concha.

La tasa instantánea de mortalidad puede estimarse a partir de la razón de las abundancias de los individuos de una cohorte a través de las clases de edad, como también a partir de la razón de los individuos de una cohorte a través de las clases de tamaño cuando se ha corregido por el crecimiento. Ambos enfoques corresponden a dos teorías para abordar el problema de la estimación de tasas de mortalidad.

#### 3.7.2.1 Métodos bioanalógicos

La mortalidad natural (M) para *C. vitrea* fue estimada indirectamente mediante el método desarrollado por Rikhter & Efanov (1976) para stocks de recursos de alta latitud, que está basado en una relación teórica y empírica entre mortalidad natural y edad mediana de madurez sexual (ver 3.3). Se estimó de la siguiente manera:



$$M = \frac{1,521}{t_{50\%}^{0,72}} - 0,155 \text{ Rikhter \& Efanov (1976)}$$

donde  $t_{50\%}$  es la edad mediana de madurez sexual y los restantes términos son constantes con un cierto error según presentan Rikhter & Efanov.

Además, se aplicaron otros métodos que se basan en la relación entre mortalidad natural y procesos biológicos básicos como el crecimiento individual y la longevidad. Estos corresponden a los criterios de Taylor (1958) y Alagaraja (1984) cuyas estimaciones se calcularon a partir de las expresiones siguientes:

$$M = \frac{2,996 \times K}{2,996 - K \times t_0} \quad \text{Taylor (1958)}$$

$$M_{t\%} = \frac{-\ln(0,01)}{Tm} \quad \text{Alagaraja (1984)}$$

donde en la primera expresión  $K$  y  $t_0$  son los parámetros del modelo de von Bertalanffy y en la segunda,  $Tm$  representa la longevidad en años, la cual fue estimada usando un tamaño equivalente al 95% de la longitud infinita (edad teórica límite).

### 3.7.2.2 Método basado en la curva de captura y composición de tallas

Para *C. patagonica* se dispuso de información de poblaciones vírgenes, por lo que se aplicó el método de estimación basada en la curva de captura según Pauly (1990), para estimar en forma directa la mortalidad natural ( $M$ ), suponiendo que  $F=0$ , por lo que  $Z=M$ . Ante la inexistencia de stocks vírgenes de *C. vitrea*, la estimación de la mortalidad natural ( $M$ ) debió considerar también la mortalidad por pesca ( $F$ ), de tal forma que se obtuvieron estimadores de la mortalidad total ( $Z$ ).



Para *C. patagonica* y *C. vitrea*, la tasa instantánea de mortalidad total (Z), se estimó mediante el método de la curva de captura, a partir de las proporciones de participación de cada clase anual y la estructura de tallas de la población. La estimación de Z se obtuvo del análisis de las estructuras de tamaños mediante la opción "Mortalidad" que ofrece el soporte lógico FISAT. Para esto se utilizaron como parámetros de entrada las estimaciones obtenidas para la longitud infinita ( $L_{\infty}$ ), la constante de Brody (K) y la edad teórica a un alto cero ( $t_0$ ) según se indicó previamente.

### 3.7.2.3 Método basado en la composición de edades

Se supone que la tasa de mortalidad per capita en una cohorte sin explotación es una constante (Beverton & Holt, 1957):

$$\frac{1}{N} \frac{dN}{dt} = -M$$

donde:

- N = abundancia
- t = tiempo o edad
- M = tasa de mortalidad natural

Esta teoría supone que la tasa de mortalidad es constante a través de las edades. Reordenando variables e integrando de manera indefinida se obtiene:

$$\ln N = A - Mt$$

donde A es una constante de integración. Exponenciando y haciendo t igual a cero, se observa que la constante de integración corresponde al reclutamiento, al número inicial de individuos en la cohorte, por lo que finalmente:



$$N = N_0 e^{-Nt}$$

o bien:

$$\ln N = \ln(N_0) - Mt$$

Por lo tanto, se aplicó una regresión lineal entre el logaritmo natural de la abundancia contra la edad, la pendiente estimada correspondió a la mortalidad natural  $M$ , y la varianza de la pendiente es la varianza de la estimación de  $M$ . Esta estimación como considera la fracción derecha de la curva (pendiente negativa) supone trabajar con las abundancias de los individuos de mayor tamaño. Esto ocasiona que en el caso de una población sujeta a explotación, se estime tanto la mortalidad natural más la mortalidad por pesca ( $M+F$ ), ésto es, mortalidad total ( $Z$ ). Por lo tanto, para *C. vitrea*, este análisis entrega estimadores de  $Z$ .

La estimación de la edad se basó en la lectura de anillos de crecimiento. Por lo que los datos de frecuencia a la talla del muestreo poblacional fueron convertidos en datos de frecuencia a la edad.

#### 3.7.2.4 Selección de la estimación de $M$

Las estimaciones de  $M$  difieren producto de las diferencias en sus métodos de determinación, por lo que el valor de mortalidad más probable se definió basándose en las consideraciones biológicas del recurso y mediante un análisis de plausibilidad que considera todos los valores pertenecientes al dominio propuesto por Beverton & Holt (1959):

$$1.5 < \frac{M}{K} < 2.5$$



**Objetivo 7: Estimación de la talla crítica para ambas especies para los principales bancos en la zona de estudio.**

### 3.8 Talla crítica

La determinación se realizó considerando los distintos valores de mortalidad natural obtenidos para cada especie.

La talla crítica se estimó a partir de los parámetros de crecimiento y de mortalidad natural considerando la expresión propuesta por Alvenson & Carney (1975).

$$t_{mb} = t_0 + \frac{1}{K} \ln \left( \frac{bK}{M} + 1 \right)$$

donde  $t_{mb}$  representa la edad crítica,  $t_0$  y  $K$  son los parámetros de crecimiento en longitud del modelo de von Bertalanffy,  $M$  es la tasa de mortalidad natural y  $b$  la pendiente de la relación talla peso. La ecuación permite estimar la edad en la que se expresa la máxima biomasa de una cohorte en ausencia de explotación pesquera.

Es decir, el momento en que el incremento en peso de la cohorte se iguala con el decremento debido a la mortalidad natural de los individuos.

La talla crítica ( $L_{mb}$ ) se estimó reemplazando la edad crítica ( $t_{mb}$ ) en la función de crecimiento en longitud:

$$L_{mb} = L_{\infty} (1 - e^{-k(t_{mb} - t_0)})$$

Los parámetros del modelo de crecimiento fueron estimados según los criterios señalados previamente (lectura de anillo), los valores de  $M$  fueron obtenidos mediante criterios: bioanalógicos (Taylor, 1958; Rikhter & Efanov, 1976; Alagaraja,



1984), basado en la curva de captura (en el caso de *C. patagonica*) y basados en la composición de edades. El valor de la pendiente de la relación talla peso (b) corresponde a la estimación promedio para cada especie estudiada por sector, según información recogida mensualmente.





## 4 RESULTADOS

### 4.1 Antecedentes reproductivos de *Chlamys patagonica* y *Chlamys vitrea*

*Chlamys patagonica* y *C. vitrea* evidentemente como todos los pectínidos presenta una gónada conspicua compartimentalizada, separada topográficamente de la glándula digestiva. El compartimiento gametogénico esta organizado en acinos lobulados como unidades morfofuncionales básicas, rodeado por el compartimiento periacinar y un compartimiento interacinar donde se encuentran vasos del sistema circulatorio, tubos del sistema digestivo, septos musculares y un importante tejido conectivo, cuya cantidad varía de acuerdo al estado de madurez de los ejemplares (Fotos 1-44). En las muestras analizadas, este tejido es abundante en aquellos ejemplares inmaduros (Fotos 13-22 y 35-44) y en los adultos que durante el ciclo reproductivo están en la condición de regresión total (R2; Fotos 11-12 y 33-34) y desarrollo inicial (D1; Fotos 3-4 y 23-26), especialmente en *C. vitrea*. Los acinos gonadales desembocan en gonoductos, constituidos por epitelio simple ciliado y generalmente cúbico (Fotos 3, 10, 12, 16, 18, 23, 25, 26, y 41).

Asimismo, se evidencia que ambas especies tienen una sexualidad de tipo gonocórica o dioica; es decir, en las muestras poblacionales analizadas hay ejemplares machos y ejemplares hembras en proporción cercana al 50 %, con fluctuaciones mensuales. Sin embargo, en la muestra del mes de marzo de *C. patagonica* se encontró un animal adulto hermafrodita (Foto 1) en que cada acino gonadal contiene línea germinal masculina representada por espermátidas y espermatozoides residuales adluminales propios de la condición R2, y línea germinal femenina predominante representada por ovogonias y ovocitos previtelogénicos como en la condición D1; y un animal juvenil con las mismas características (Foto 2).



## 4.2 Ciclo reproductivo de los adultos

### 4.2.1 Índice gonadosomático (IGS) de *Chlamys patagonica* en Ensenada Villarino

La Tabla 2 resume los resultados de IGS para los ejemplares totales de las muestras poblacionales, sin considerar el sexo. Los promedios y las respectivas desviaciones estándar se muestran en la Figura 3.

Los valores de IGS expresados en los promedios varían notoriamente entre cifras cercanas a 3 y 24. De acuerdo con la tendencia en éstos, el patrón que se evidencia es claro: valores bajos en el período febrero-abril, luego un incremento sostenido para alcanzar valores máximos en junio-agosto; finalmente, un período de decremento notorio desde septiembre que se mantiene bajo hasta enero en que hay un incremento a valores medios. Estas variaciones, como se analizará más adelante, tienen una estrecha correlación con las variaciones en los estados gonadales y con los recuentos de células germinales.

De acuerdo con la propuesta técnica, también se calcularon los IGS empleando la gónada o el complejo gónada-glándula digestiva para las relaciones gravimétricas y además volumétricas del material fijado; considerando para este cálculo el peso o volumen total de las partes blandas en fresco y fijadas. Los resultados que se han excluido de este informe indican que cualquiera sea la forma del cálculo de IGS, estos siguen una misma tendencia de variación durante el año de estudio y no hay grandes diferencias cuando se considera el complejo gónada-glándula digestiva o sólo la gónada fijada, o el peso fresco o el peso o volumen fijado de las partes blandas en el cálculo, validando su aplicación metodológica.



#### 4.2.2 Análisis histológico cualitativo para *Chlamys patagonica* en Ensenada Villarino

Los resultados de número y frecuencias porcentuales de los distintos estados histológicos de la gónada para los ejemplares machos se muestran en la Tabla 3 y para las hembras en la Tabla 4. Los resultados de número y frecuencias porcentuales de los distintos estados histológicos de la gónada para la muestra total sin considerar el sexo se muestran en la Tabla 5. La distribución de las frecuencias porcentuales de los distintos estados histológicos de la gónada para los ejemplares machos se presentan en el Figura 4A, y para las hembras en la Figura 4B. Los porcentajes totales para los distintos estados gonadales en las muestras poblacionales, sin considerar el sexo, están representados en la Figura 5. Las Fotos 3-12 (fotomicrografías de secciones histológicas) muestran los distintos estados histológicos de la gónada en los machos y hembras adultos.

Para esta población de ostiones se puede apreciar que en machos y hembras hay una tendencia general similar de aparición de los estados gonadales, que es más evidente en las variaciones porcentuales de la condición de madurez total D3. En general, aún cuando a nivel poblacional pueden estar representados hasta los cinco estados histológicos de la gónada (al menos cuatro estados en ocho meses) en un mismo mes, durante el período mayo-julio la mayor parte de los ejemplares (sobre el 70 %) presenta la condición de desarrollo o madurez total D3. Si bien el estado de regresión o evacuación inicial R1 se presenta casi todos los meses, la regresión o evacuación total de gametos R2 se presenta desde agosto coincidiendo con el primer decremento en ovocitos vitelogénicos libres (como se verá más adelante), llegando al 100 % en diciembre. Es interesante destacar la recuperación observada en enero en que sobre un 35 % de los ejemplares están maduros (D3) y cerca del 25 % está en desarrollo o madurez avanzada (D2). Como se puede apreciar estas variaciones tienen una estrecha correlación con las variaciones en los IGS



(comparar Tablas 2 con 5, y Figuras 3 con 4-5), y con los recuentos de células germinales como se verá más adelante.

#### **4.2.3 Análisis histológico cuantitativo para *Chlamys patagonica* en Ensenada Villarino**

Los resultados de los recuentos mensuales de tipos celulares en los machos se muestran en la Tabla 6. La distribución de los promedios de células de la línea germinal temprana (LGT) se presentan en la Figura 6A, de la línea germinal avanzada (LGA) en la Figura 6B y de otros tipos celulares se presentan en la Figura 6C. Los resultados de los recuentos mensuales de tipos celulares en las hembras se muestran en la Tabla 7. La distribución de los promedios de ovogonias se presentan en la Figura 7A, de ovocitos previtelogénicos (OPV) en la Figura 7B, de ovocitos adheridos (OVA) en la Figura 7C y de ovocitos vitelogénicos libres (OVL) en la Figura 7D.

Tanto en machos como en hembras, los valores de recuento en células de la línea germinal temprana y otros tienen una estrecha correlación recíproca con los valores de recuento de células de la línea germinal avanzada, al mismo tiempo que hay una correlación directa con los estados histológicos de madurez gonadal. Consecuentemente, en machos, los promedios altos de LGT en febrero y septiembre-octubre corresponden inversamente con los promedios bajos de LGA (comparar Figura 6A con 6B), al mismo tiempo que se correlacionan directamente con la presencia de porcentajes altos de ejemplares en la condición de desarrollo inicial y avanzado (D1-D2; Figura 4A). Por otra parte, en los machos los valores máximos de LGA representados por espermatidas y espermatozoides, corresponden estrechamente con las frecuencias máximas de machos en el estado gonadal de desarrollo total o maduro (D3), en el período mayo-julio, como también la recuperación en enero (comparar Figura 4A con 6B). Por el contrario, si bien en septiembre-octubre hay un repunte en LGT, este no va seguido de un aumento de



LGA que presenta sus valores más bajos en noviembre-diciembre, y que corresponde con los valores máximos de recuento en elementos de otros tejidos (Figura 6C) y de machos en regresión o evacuación total R2 (Figura 4A).

Esta correlación también se presenta en las hembras en que los promedios bajos de gonias, OPV y/o OVA corresponden con promedios altos de OVL del período mayo-julio; así como valores altos de gonias, OPV y OVA corresponden con valores bajos de OVL en el período febrero-abril (comparar Figura 7A-C con 7D) cuando se presentan altas frecuencias de hembras en la condición gonadal D1 y D2 (ver Figura 4B); al respecto, es interesante destacar también esta correlación en septiembre-octubre, sin embargo no se observa el consecuente aumento de OVL en noviembre-diciembre, meses de recuentos celulares bajos en toda la línea germinal. Consecuentemente, en las hembras los valores máximos de ovocitos vitelogénicos libres, OVL, corresponden con los valores máximos del estado D3 de mayo-julio, y con la recuperación evidenciada en enero (comparar Figura 7D con 4B).

Cabe destacar que el patrón de recuento es bastante evidente y guarda una correlación estrecha con los estados histológicos de la gónada y con los IGS, con un período de recuentos bajos entre septiembre y abril (descartando el repunte de enero), en que la LGA en los machos es apenas el 2 % y el promedio de 1 OVL en diciembre; y un período de valores altos entre mayo y agosto en que hay un incremento notorio y sincrónico alcanzando su máxima expresión con alrededor de un 90 % de LGA y un promedio de 23 OVL en julio (Tablas 6 y 7, respectivamente).

#### **4.2.4 Índice gonadosomático (IGS) para *Chlamys vitrea* en Seno Ventisquero**

La Tabla 8 resume los resultados de IGS para los ejemplares totales de las muestras poblacionales, sin considerar el sexo. Los promedios y las respectivas desviaciones estándar se representan en la Figura 8.



Al igual que *Chlamys patagonica*, en *Chlamys vitrea* los IGS calculados expresados en los promedios varían notoriamente entre cifras cercanas a 3 y 17, valor que no es tan alto como en *C. patagonica* (24). De acuerdo con la tendencia en éstos, el patrón es muy evidente: valores bajos en el período febrero-mayo, luego un incremento sostenido para alcanzar el máximo en agosto; finalmente, un período de decremento notorio hacia septiembre, manteniéndose bajo hasta enero. Como se analizará más adelante, también en esta especie las variaciones de IGS tienen una estrecha correlación con las variaciones en los estados gonadales y especialmente con los recuentos de células germinales. Al mismo tiempo, es interesante destacar que en ambas especies el patrón de variaciones presenta fluctuaciones similares.

De acuerdo con la propuesta técnica, también se calcularon los IGS empleando la gónada o el complejo gónada-glándula digestiva para las relaciones gravimétricas y además volumétricas del material fijado; considerando para este cálculo el peso o volumen total de las partes blandas en fresco y fijadas. Los resultados que se han excluido de este informe indican que cualquiera sea la forma del cálculo de IGS, estos siguen una misma tendencia de variación durante el año de estudio y no hay grandes diferencias cuando se considera el complejo gónada-glándula digestiva o sólo la gónada fijada, o el peso fresco o el peso o volumen fijado de las partes blandas en el cálculo.

#### **4.2.5 Análisis histológico cualitativo de *Chlamys vitrea* en Seno Ventisquero**

Los resultados de número y frecuencias porcentuales de los distintos estados histológicos de la gónada para los ejemplares machos se muestran en la Tabla 9 y para las hembras en la Tabla 10. Los resultados de número y frecuencias porcentuales de los distintos estados histológicos de la gónada para la muestra total sin considerar el sexo se muestran en la Tabla 11. La distribución de las frecuencias porcentuales de los distintos estados histológicos de la gónada para los ejemplares machos se presentan en la Figura 9A, y para las hembras en la Figura 9B. Los



porcentajes totales para los distintos estados gonadales en las muestras poblacionales, sin considerar el sexo, están representados en la Figura 10. Las Fotos 23-34 (fotomicrografías de secciones histológicas) muestran los distintos estados histológicos de la gónada en los machos y hembras adultos.

Para **C. vitrea** también en machos y hembras hay una tendencia general similar en el patrón de variación de los estados gonadales, que se puede apreciar por las fluctuaciones porcentuales de la condición de madurez total D3 y de regresión o evacuación total R2, estados gonadales más evidentes. Aún cuando en el ámbito poblacional pueden estar representados varios estados histológicos de la gónada en un mismo mes, en julio la mayor parte de los ejemplares (alrededor del 80 %) presenta la condición de desarrollo o madurez total D3, estado que no se presenta con tanta frecuencia como en **C. patagonica**. Asimismo, el estado R2 y desarrollo inicial D1 tienen una frecuencia superior al 80 % durante el período noviembre-marzo. Si bien el estado de regresión o evacuación inicial R1 se presenta casi todos los meses, la regresión o evacuación total de gametos R2 se presenta desde septiembre y llegando al 100 % en diciembre-enero, a diferencia de la recuperación observada en enero en **C. patagonica** en que hay un número importante de animales maduros (D3) y en desarrollo o madurez avanzada (D2).

Estas observaciones tienen una estrecha correlación con las variaciones en los IGS, aún cuando éstos tienen sus valores mayores en agosto (comparar Tablas 8 con 11, y Figuras 8 con 9-10), y especialmente con los recuentos de células germinales como se verá más adelante.

#### **4.2.6 Análisis histológico cuantitativo para *Chlamys vitrea* en Seno Ventisquero**

Los resultados de los recuentos mensuales de tipos celulares en los machos se muestran en la Tabla 12. La distribución de los promedios de células de la línea



germinal temprana (LGT) se presentan en la Figura 11A, de la línea germinal avanzada (LGA) en la Figura 11B y de otros tipos celulares se expresan en la Figura 11C. Los resultados de los recuentos mensuales de tipos celulares en las hembras se muestran en la Tabla 13. La distribución de los promedios de ovogonias se expresan en la Figura 12A, de ovocitos previtelogénicos (OPV) en la Figura 12B, de ovocitos adheridos (OVA) en la Figura 12C y de ovocitos vitelogénicos libres (OVL) en la Figura 12D.

También en esta especie en machos y en hembras, los valores de recuento en células de la línea germinal temprana y otros tienen una estrecha correlación recíproca con los valores de recuento de células de la línea germinal avanzada, y hay una clara progresión en el tiempo en los recuentos desde las células germinales tempranas hacia los elementos más avanzados. Al mismo tiempo que hay una evidente correlación directa con los estados histológicos de madurez gonadal. Consecuentemente, en machos, los promedios altos de LGT en marzo-abril preceden al incremento notorio de LGA hacia abril-julio, que a su vez va acompañado con el consecuente decremento e incremento en el recuento de otros elementos tisulares en su correlación inversa (comparar Figura 11A con 11B y 11B con 11C). Como se señaló anteriormente, los altos recuentos de LGT se correlacionan directamente con la presencia de porcentajes altos de ejemplares en la condición de desarrollo inicial y avanzado (D1-D2; Figura 9A) y los incrementos en LGA representados por espermátidas y espermatozoides, corresponden estrechamente con el incremento en las frecuencias de machos en el estado gonadal de desarrollo total o maduro (D3) hacia julio (comparar Figura 9A con 11B). Evidentemente los recuentos de LGA tampoco revelan un incremento como el observado en enero para *C. patagonica* (comparar Figura 6B con 11B). En septiembre-octubre hay un leve repunte en LGT que no va seguido de un aumento de LGA, que presenta sus valores más bajos desde noviembre hasta marzo, y que corresponde inversamente con el incremento y los valores máximos de recuento en elementos de otros tejidos (Figura 11C) y de machos en regresión o evacuación total R2 (Figura 9A).



La correlación inversa también se evidencia claramente en las hembras en que los promedios bajos de gonias, OPV y/o OVA corresponden con promedios altos de OVL del período junio-agosto, si bien las gonias son numerosas en junio-julio. Sin embargo, cabe destacar que como en los machos, durante el primer período (febrero-julio) valores altos de células germinales tempranas como gonias, OPV y OVA; tienen una clara progresión en el tiempo desde febrero, que corresponden con valores bajos de OVL y que culmina con el recuento máximo de OVL en julio (comparar Figura 12A-C con 12D) cuando se dan frecuencias altas de hembras en la condición gonadal D1 y D2. Consecuentemente, en las hembras los valores máximos de ovocitos vitelogénicos libres, OVL, corresponden con los valores máximos del estado D3 de julio-agosto (comparar Figura 12D con 9B).

Por lo tanto, el patrón de recuento es bastante claro aunque más acotado que en *C. patagonica*: guarda una correlación estrecha con los IGS y especialmente con los estados histológicos de la gónada, con un período de recuentos bajos entre septiembre y mayo, en que la LGA en los machos puede ser apenas el 4 % en diciembre y la ausencia OVL en diciembre-marzo; y un período de incremento y de valores altos entre junio y agosto en que hay un incremento notorio y sincrónico alcanzando su máxima expresión con alrededor de un 75 % de LGA y un promedio de 27 OVL en julio (Tablas 12 y 13, respectivamente).

### 4.3 Talla mínima de primera madurez sexual

#### 4.3.1 Índice gonadosomático (IGS) de *Chlamys patagonica* en Bahía Simpson

La Tabla 14 resume los resultados de IGS para los ejemplares totales de las muestras poblacionales sin considerar el sexo, extraídas por rango de talla para el análisis de madurez sexual. Los promedios de IGS y sus respectivas desviaciones estándar se presentan en la Figura 13.



El IGS se calculó desde el rango 30,1-35,0 mm, ya que en los rangos anteriores no se separó la gónada de la glándula digestiva y por lo tanto no se registró el peso de la gónada. Los IGS variaron entre valores cercanos a 5 y 7. El IGS disminuye desde los valores más altos en los primeros rangos de talla considerados y no hay una tendencia clara que indique un aumento marcado desde un determinado rango, que muestre una correlación con la adquisición de la primera madurez sexual (Figura 13).

#### **4.3.2 Análisis histológico de *Chlamys patagonica* en Bahía Simpson**

La Tabla 15 resume los resultados de estados histológicos de madurez sexual de las muestras poblacionales extraídas para cada rango de talla y se expresan como frecuencias porcentuales para cada sexo, así como las frecuencias porcentuales totales de ejemplares en cada estado de Línea Germinal Incompleta, LGI (INDET, LGI1, LGI2, LGI3), y de ejemplares con Línea Germinal Completa, LGC (LGCD1, LGCD2, LGCD3, LGCR1, LGCR2). La Figura 14 muestra las frecuencias de estados gonadales de madurez sexual y la Figura 15 las frecuencias en que se presentan los ejemplares con LGC como expresión de primera madurez sexual para los machos, y las Figuras 16 y 17 para las hembras respectivamente. La Figura 18 muestra la frecuencia de estados gonadales de madurez sexual poblacional y la Figura 19 la frecuencia con que se presenta la primera madurez sexual poblacional. Las Fotos 13-22 (fotomicrografías de secciones histológicas) muestran los distintos estados histológicos de la gónada en ejemplares indeterminados y en machos y hembras inmaduros con LGI.

#### **4.3.3 Talla mínima de madurez sexual individual en *Chlamys patagonica* de Bahía Simpson**

El ejemplar macho de menor tamaño que presentó Línea Germinal Completa, LGC, correspondió al rango 10,1-15,0 mm y midió 14,1 mm de longitud. La gónada



presenta un estado homogéneo de los acinos gonadales como en los adultos en estado de regresión o evacuación inicial de gametos MR1 (aunque de menor tamaño), caracterizado por la presencia de espermatozoides desorganizados en el lumen acinar y en los gonoductos donde están junto a algunos espermatoцитos; la línea germinal temprana, LGT, está representada por espermatogonias y espermatoцитos en escasa cantidad. Esto indica que ha alcanzado el estado con línea germinal completa de regresión o evacuación inicial masculina LGCR1.

El ejemplar hembra de menor tamaño que presentó LGC correspondió al rango 15,1-20,0 mm y midió 17,4 mm de longitud. Esta hembra presentó acinos gonadales de aparente menor tamaño que en los adultos con LGT integrada por ovogonias, ovocitos previtelogénicos 1 y 2 y algunos ovocitos vitelogénicos adheridos, con signos de citolisis, y abundante LGA integrada fundamentalmente por ovocitos vitelogénicos libres. Esto indica que ha alcanzado el estado con línea germinal completa de desarrollo o madurez total femenino LGCD3 propio de los adultos.

#### **4.3.4 Talla mínima de madurez sexual poblacional de *Chlamys patagonica* en Bahía Simpson**

En este trabajo se considera como la talla mínima de madurez sexual de la muestra poblacional, aquella correspondiente al rango de talla en que la frecuencia porcentual de ejemplares con línea germinal completa, es igual o mayor al 50 %,  $LGC_{50\%}$ , y en que los ejemplares son capaces de experimentar la primera evacuación de gametos durante el ciclo propio de los adultos.

Para los machos que son siete en el primer rango de talla 10,1-15,0 mm, además del ejemplar de menor tamaño con LGC, el estado de línea germinal incompleta, LGI, propia de los ejemplares inmaduros, está representado por alrededor del 85 % (6 machos) de LGI3 caracterizado por el desarrollo heterogéneo de los acinos gonadales, que presentan preferentemente línea germinal temprana y la aparición



esporádica de espermátidas avanzadas. Aún cuando ya en el rango 15,1-20,0 mm hay un 50 % de machos con LGC en desarrollo inicial LGCD1, desarrollo avanzado LGCD2, desarrollo total LGCD3 y el estado regresión o evacuación inicial de gametos LGCR1; en el rango 20,1-25,0 mm el 63,3 % corresponde a machos con LGI. Al rango siguiente hay un notorio decremento de machos con LGI y el consecuente aumento de ejemplares con LGC representados por LGCD1; LGCD2 y LGCR1.

Así la condición LGC representativa de la talla de primera madurez sexual ya se establece en el rango de talla 25,1-30,0 mm con un 73,3 % de los ejemplares con LGCD1 y LGCD2 (Tabla 15, Figura 14); por lo tanto, correspondería a la talla mínima de madurez sexual poblacional en los machos (Figura 15).

La misma tendencia se observa en las hembras; sin embargo, a los 10,1-15,0 mm no se presentan ejemplares caracterizables como hembras, ya sea con LGI o con LGC. Al rango de talla siguiente, de las tres hembras identificadas, dos presentan LGI2 (66,7%) en que la línea germinal temprana incluye hasta ovocitos previtelogénicos 2, OPV2, con vesícula germinativa grande, y la otra tiene LGC propia del desarrollo o madurez total, LGCD3. A los 20,1-25,0 mm se mantiene el alto porcentaje de hembras con LGI en los estados LGI1, LGI2 y LGI3.

Como en los machos, la LGC ya se establece sobre el 80 % con ejemplares que presentan los estados de desarrollo gonadal inicial LGCD1 y avanzado LGCD2 propio de los adultos, en el rango de talla 25,1-30,0 mm (Tabla 15, Figura 16), que correspondería a la talla mínima de madurez sexual poblacional en las hembras (Figura 17).

Consecuentemente la talla mínima de madurez sexual poblacional, sin considerar el sexo se presenta en el rango de talla 25,1-30,0 mm en que cerca del 80 % de los animales ha alcanzado la condición de LGC (Tabla 15, Figura 19) y los estados



gonadales propios de los adultos (LGCD1 y LGCD2), están representados en la muestra poblacional (Figura 18).

Es necesario aclarar que la condición iLGI1 está representada en este caso por ejemplares clasificados como indeterminados (INDET) con gonias que no permiten identificar el sexo, que se presentan con una frecuencia baja en la Figura 18 entre los 10,1 y los 35,0 mm. Excepcionalmente fue posible caracterizar a una hembra de 22,2 mm en la condición LGI1 por la distribución de las ovogonias y por el inicio de profase meiótica en algunos ovocitos previtelogénicos.

Es interesante destacar que aunque algunos rangos tienen un bajo número de ejemplares, la frecuencia de machos normalmente excede el 50 %.

#### 4.3.5 Ajuste de modelo logístico (función de madurez) de *Chlamys patagonica* en Bahía Simpson

Los coeficientes y sus respectivos errores de un modelo logístico se muestran a continuación ( $\beta_1$  y  $\beta_2$  = parámetros de posición y pendiente, respectivamente) a partir de los cuales fue posible estimar la talla de madurez sexual (TMS) al 50% ( $l_{50\%}$ ). La curva de la proporción de ejemplares maduros en función del tamaño y la talla de primera madurez se muestran en la Figura 20.

	<i>Chlamys patagonica</i>
- log	71,924
$\beta_1$	5,17 ± 0,841
$\beta_2$	0,23 ± 0,034
$r^2$ ( $\beta_1, \beta_2$ )	0,94
$l_{50\%}$	22,5 mm
Limites de confianza al 95%	21,8 –23,2 mm



#### 4.3.6 Índice gonadosomático (IGS) de *Chlamys vitrea* en Seno Ventisquero

La Tabla 16 resume los resultados de IGS para el total de ejemplares de las muestras poblacionales sin considerar el sexo, extraídas por rango de talla para el análisis de madurez sexual. Los promedios de IGS y sus respectivas desviaciones estándar se presentan en la Figura 21.

El IGS se calculó desde el rango 30,1-35,0 mm, ya que en los rangos anteriores no se separó la gónada de la glándula digestiva y por lo tanto no se registró el peso de la gónada. Los IGS variaron entre valores cercanos a 4 y 8; prácticamente manteniéndose hasta el rango 50.1-55 mm, y evidenciándose un incremento desde el rango siguiente (Figura 21).

#### 4.3.7 Análisis histológico de *Chlamys vitrea* en Seno Ventisquero

La Tabla 17 resume los resultados de estados histológicos de madurez sexual de las muestras poblacionales extraídas para cada rango de talla y se expresan como frecuencias porcentuales para cada sexo, así como las frecuencias porcentuales totales de ejemplares en cada estado de Línea Germinal Incompleta, LGI (INDET, LGI1, LGI2, LGI3), y de ejemplares con Línea Germinal Completa, LGC (LGCD1, LGCD2, LGCD3, LGCR1, LGCR2). La Figura 22 muestra las frecuencias de estados gonadales de madurez sexual y la Figura 23 las frecuencias en que se presentan los animales con LGC como expresión de primera madurez sexual para los machos, y las Figuras 24 y 25 para las hembras respectivamente. La Figura 26 muestra la frecuencia de estados gonadales de madurez sexual poblacional y la Figura 27 la frecuencia con que se presenta la primera madurez sexual poblacional. Las Fotos 35-44 (fotomicrografías de secciones histológicas) muestran los distintos estados histológicos de la gónada en ejemplares indeterminados y en machos y hembras inmaduros con LGI.



#### **4.3.8 Talla mínima de madurez sexual individual de *Chlamys vitrea* en Seno Ventisquero**

El ejemplar macho de menor tamaño que presentó Línea Germinal Completa, LGC, correspondió al rango 30,1-35,0 mm y midió 33,7 mm de longitud. La gónada presenta una maduración homogénea de los acinos gonadales como en los adultos en estado de desarrollo inicial MD1, con línea germinal temprana, LGT, representada por espermatogonias, espermátocitos, y espermátidas redondas iniciales, escasas espermátidas elongadas y espermatozoides residuales hacia el lumen acinar indicando una evacuación previa de gametos. Esto indica que ha alcanzado el estado de desarrollo o madurez inicial masculina LGCD1, propio de los machos adultos.

El ejemplar hembra de menor tamaño que presentó LGC también correspondió al rango 40,1-45,0 mm y midió 40,9 mm de longitud. Esta hembra presentó acinos gonadales con escasa LGT, integrada por ovogonias y algunos ovocitos previtelogénicos 1 y 2; la LGA está integrada por ovocitos vitelogénicos pedunculados y abundantes ovocitos vitelogénicos libres, OVL. Esto indica que ha alcanzado el estado de desarrollo o madurez total femenino LGCD3 propio de las hembras adultas.

#### **4.3.9 Talla mínima de madurez sexual poblacional de *Chlamys vitrea* en Seno Ventisquero**

En esta especie no se encontraron ejemplares identificables como machos en el rango 15,1-20,0 mm. Al rango siguiente la mayor parte de la muestra presenta LGI2 hasta grupos de espermátocitos que permiten identificar el sexo, aún cuando hay ejemplares en la condición LGI3 con un desarrollo heterogéneo de los acinos en que esporádicamente aparecen espermátidas elongadas, la línea germinal se caracteriza por su discontinuidad. Sin embargo, a los 25,1-30,0 mm la condición LGI2 es



evidente en todos los animales. Al rango siguiente hay un decremento en este estado, al mismo tiempo que aumentan los machos con LGI3 y se manifiesta la condición de línea germinal completa propia de la adquisición de la madurez, representada en este caso por el desarrollo inicial y avanzado D1 y D2; aunque la LGI excede el 50% hasta el rango 35,1-40,0 mm. Es en el rango 40,1-45,0 mm que predominan los machos con LGC por sobre el 70%. La condición LGI1 sólo se presentó en un macho en el rango 35,0-40,0 mm, en que por el agrupamiento especial de las células germinales que correspondieron a espermatogonias, fue posible identificar el sexo.

Así la condición LGC representativa de la talla de primera madurez sexual ya se establece en el rango de talla 40,1-45,0 mm con un 70,6 % de los animales con LGCD1, LGCD2 y LGCR1 (Tabla 17, Figura 22); por lo tanto, correspondería a la talla mínima de madurez sexual poblacional en los machos (Figura 23).

Aunque excepcionalmente hay ejemplares LGI2 en el rango 15,1-20,0 mm; la misma tendencia en la expresión de la línea germinal se observa en las hembras. Aunque todos los ejemplares presentan la condición de LGI hasta los 35,1-40,0 mm (Figura 24), LGI2 siempre predominante disminuye en los rangos siguientes, al mismo tiempo que aparece el estado más avanzado LGI3. Al rango siguiente hay un decremento marcado de LGI, apareciendo como predominante la condición de LGC de desarrollo inicial, avanzado y total D1-D2 y D3, respectivamente. Consecuentemente, la LGC propia de los adultos ya se establece con el 53,4% en el rango de talla 40,1-45,0 mm (Figura 24), que correspondería a la talla mínima de madurez sexual poblacional en las hembras (Figura 25), a un rango similar que en los machos.

En esta especie la condición INDET (iLGI1), se presenta con mayor frecuencia que en *Chlamys patagonica*, variando desde más del 60% en el rango 15,1-20,0 mm hasta sobre el 40% a los 25,1-30,0 mm, y está acompañada por animales LGI2 que



completan el 100% hasta este rango. Consecuentemente aumenta la condición de LGI2-LGI3, los animales indeterminados (INDET) ya no están presentes y aparecen animales con LGC que ya se establece por sobre el 60% en el rango 40,1-45,0 mm con ejemplares en la condición de desarrollo D1-D2 y D3, y en regresión inicial R1 (Figura 26). Por lo tanto la condición LGC representativa de la talla de primera madurez sexual poblacional ya se establece en el rango de talla 40,1-45,0 mm (Figura 27).

Consecuentemente la talla mínima de madurez sexual poblacional, sin considerar el sexo se presenta en el rango de talla 40,1-45,0 mm en que sobre el 60% de los animales ha alcanzado la condición de LGC (Tabla 17, Figura 27) y los estados gonadales propios de los adultos, desarrollo (D1-D2-D3), y regresión inicial (R1), están representados en la muestra poblacional (Figura 26).

#### 4.3.10 Ajuste de modelo logístico (función de madurez)

Los coeficientes y sus respectivos errores de un modelo logístico se muestran a continuación ( $\beta_1$  y  $\beta_2$  = parámetros de posición y pendiente, respectivamente) a partir de los cuales fue posible estimar la talla de madurez sexual (TMS) al 50% ( $I_{50\%}$ ). La curva de la proporción de ejemplares maduros en función del tamaño y la talla de primera madurez se muestran en la Figura 28.

	<b>Chlamys vitrea</b>
- log	48,920
$\beta_1$	11,37 ± 2,19
$\beta_2$	0,27 ± 0,53
$r^2$	0,99
$I_{50\%}$	42,1 mm
Limite de confianza al 95%	41,3 – 42,9 mm



#### 4.4 Relación longitud peso

Los resultados corresponden al período febrero de 1998 a enero de 1999 para los distintos lugares de estudio. En el caso de *Chlamys patagonica* se presenta la información recopilada bajo un régimen trimestral a partir de febrero en los sectores de Bahía Simpson, Canal Santa María, Bahía Parry y Ensenada Villarino. Para *C. vitrea* la información fue recopilada en Estero Peel, Bahía Brookes, Bahía Parry y Seno Ventisquero. Para Ensenada Villarino (*C. patagonica*) se obtuvo información para los meses de julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre. En el caso de Seno Ventisquero (*C. vitrea*) la información corresponde a un período anual, sobre la base de un muestreo mensual.

Los estadísticos de la distribución de tamaño y peso húmedo de *C. patagonica* en los distintos sectores de estudio se presentan en la Tabla 18. Los promedios de talla y peso para Bahía Simpson, Santa María y Bahía Parry, son semejantes y más bajos que aquellos estimados para Ensenada Villarino. Sin embargo, los mayores rangos de talla y peso se observan en Bahía Simpson y Ensenada Villarino. En general, los valores promedios de talla y peso húmedo se mantienen relativamente constantes por localidad durante el período analizado. Los valores más altos de estos estimadores, se registraron en Ensenada Villarino, con un valor máximo en el mes de noviembre ( $61,7 \pm 0,52$  mm y  $37,3 \pm 0,98$  g).

Al analizar en detalle los estadísticos descriptivos para la talla y el peso húmedo de *C. patagonica* por sector, se aprecia que en Bahía Simpson las estimaciones más altas se determinaron en mayo y agosto ( $47,0 \pm 0,38$  -  $44,3 \pm 0,63$  mm y  $21,0 \pm 0,43$  -  $17,6 \pm 0,66$ g) (promedio  $\pm$  error estándar), mientras que el mayor rango de talla y peso se observaron en noviembre (10-78 mm) y en febrero (1-73 g), respectivamente. Con respecto al muestreo efectuado en julio, en Canal Santa María los promedios de talla y peso aumentaron en diciembre de  $38,5 \pm 0,42$  a  $45,7 \pm 0,28$  mm y de  $9,8 \pm 0,22$  a  $13,3 \pm 0,18$  g, respectivamente, no obstante que el rango de



talla y peso se mantuvieron relativamente constantes durante los meses para los cuales se dispuso de información (entre 7-59 mm y 1-32 g). En Bahía Parry, la talla no registró grandes variaciones durante el período de muestreo ( $45,3 \pm 0,24$  -  $47,6 \pm 0,27$  mm), mientras que el peso medio de los individuos varió entre  $8,9 \pm 0,14$  -  $11,4 \pm 0,11$  g, registrándose una disminución de éste en agosto. La mayor amplitud de tallas se registró en noviembre (11-63 mm), en tanto que el rango de peso se mantuvo relativamente constante durante todo el período. En Ensenada Villarino los promedios mensuales de tamaño variaron entre  $61,7 \pm 0,52$  y  $55,9 \pm 0,49$  mm en noviembre y diciembre, respectivamente, mientras que para el peso promedio se apreció una disminución en el mes de octubre ( $37,2 \pm 1,15$  a  $24 \pm 1,14$  g) y diciembre ( $37,3 \pm 0,98$  a  $29,1 \pm 0,81$  g), con respecto al muestreo anterior.

Los estadísticos descriptivos de talla y peso de los ejemplares de *C. vitrea* correspondiente a cada sector estudiado se presentan en la Tabla 19. Los promedios mayores de talla y peso húmedo se registraron en Estero Peel, mientras que los más bajos en Seno Ventisquero. La talla y peso promedio varió entre  $41,9 \pm 0,60$  -  $79,7 \pm 0,38$  mm y  $7,9 \pm 1,27$  -  $84,8 \pm 1,11$  g, respectivamente, dependiendo de la localidad. El peso promedio no muestra una misma tendencia de variación entre sectores.

Por otra parte, al analizar por sectores las tallas y pesos medios de *C. vitrea* se aprecia que en Estero Peel la talla se mantuvo relativamente constante entre  $69,7 \pm 0,46$  y  $72,3 \pm 0,55$  mm. El peso húmedo promedio total varió entre  $48,1 \pm 0,37$  y  $70,4 \pm 1,46$  g, con un valor notablemente más alto en agosto  $70,4 \pm 1,46$  g. En este mismo mes, se observaron los rangos de talla y peso más amplios, de 36 a 98 mm y de 6 a 160 g, respectivamente. En Bahía Brookes la talla y el peso promedio de los individuos muestreados se mantuvieron relativamente constantes, con excepción de febrero en que los valores medios fueron notoriamente mayores ( $79,7 \pm 0,38$  mm y  $84,8 \pm 1,11$  g), en tanto que el mayor rango de talla y peso se observaron en febrero



con valores entre 30 - 110 mm y 6 - 206 g, respectivamente. En Bahía Parry la talla promedio de los ejemplares varió entre  $64,5 \pm 0,33$  y  $70,8 \pm 0,49$  mm, mientras que el peso promedio mostró valores entre  $30,4 \pm 0,59$  y  $49,8 \pm 0,88$  g, respectivamente. El rango de talla y peso variaron entre 21-100 mm y 1-138 g. En Seno Ventisquero la talla promedio varió entre  $41,9 \pm 0,60$  y  $70,9 \pm 0,42$  mm, registrando los mayores valores en junio y julio ( $70,9 \pm 0,42$  y  $70,8 \pm 0,42$  mm). El peso húmedo promedio varió entre  $7,9 \pm 1,27$  y  $47,5 \pm 0,65$  g, con los mayores valores, al igual que la talla, en los meses de junio y julio ( $47,5 \pm 0,65$  y  $47,4 \pm 0,65$  g).

Los coeficientes de regresión y de determinación del ajuste de un modelo potencial a la relación talla peso húmedo para el ostión patagónico (*C. patagonica*) son presentados en la Tabla 20 y Figuras 29 y 30. Se aprecia que en todos los sectores estudiados el modelo empleado da cuenta de las variaciones del peso en función de la talla, según los valores tomados por el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) que en todos los casos superó el 83%, con excepción de marzo en Bahía Parry en que se registró un valor ligeramente más bajo ( $r^2 = 0,78$ ). En el ostión del sur (*C. vitrea*) la situación es similar, el modelo da cuenta de las variaciones de la variable dependiente (peso) en función de la talla ( $r^2 > 0,81$ ) (Tabla 21 y Figuras 31-33), con excepción de noviembre en Estero Peel, en que el coeficiente de determinación es notoriamente más bajo ( $r^2 = 0,70$ ).

En relación con la interpretación de las tasas de incremento (pendientes) con respecto de una función cúbica ( $b=3$ ) (prueba de alometría) para el ostión patagónico (*C. patagonica*) (ver Tabla 20), se observa en general, que en todos los sectores, el peso de los individuos de mayor talla disminuye en noviembre y diciembre (primavera-verano), a excepción de Santa María en donde no se observa un cambio temporal y se caracteriza por una condición alométrica negativa durante todo el período de estudio.



Al analizar por sector el comportamiento alométrico en Bahía Simpson los ejemplares en los tres primeros meses presentan un crecimiento alométrico positivo, es decir, los individuos de mayor talla presentan un peso relativo mayor, con respecto a los de tallas menores, a diferencia del mes de noviembre en el cual la tendencia es isométrica; en Canal Santa María en los tres períodos de muestreo los individuos mostraron una alometría negativa, que indica que los individuos de mayor tamaño presentan un peso relativo menor que los de tallas inferiores; en Bahía Parry se aprecia una alometría positiva en febrero y agosto, en cambio en mayo y noviembre ocurre lo contrario; en Ensenada Villarino durante todos los meses de muestreo los individuos mostraron un crecimiento alométrico positivo, a excepción de julio en que se observa alometría negativa.

Con respecto a *C. vitrea* en los distintos sectores de estudio (ver Tabla 21), se puede observar, que en términos generales, no hay una tendencia clara respecto de la alometría. No obstante, en agosto en Bahía Parry, Bahía Brookes y Seno Ventisquero se observa alometría positiva. Además, en Seno Ventisquero, localidad para la cual se dispone de información para un período más extenso, se observa una tendencia alométrica negativa en los períodos de muestreo de otoño e invierno.

Al analizar por sector, en Estero Peel los individuos de tallas mayores presentan un menor peso relativo que los de tallas inferiores durante febrero, agosto y noviembre (alometría negativa), a diferencia de mayo en que la tendencia es alométrica positiva; en Bahía Brookes existe una disminución del peso relativo de los individuos de mayores tallas en febrero, lo que se revierte en abril, en que se observa isometría; en Bahía Parry el peso de los individuos de tallas mayores se incrementa en febrero manteniéndose en mayo y aumentando nuevamente en agosto; en Seno Ventisquero hay una marcada disminución del peso de los individuos de tallas mayores que comienza en mayo y termina en agosto, incrementándose notoriamente a partir del mes de noviembre.



Al comparar los pesos medios, considerando la influencia del tamaño de *C. patagonica*, se aprecia que dentro de cada sector existen diferencias significativas (ANDECOVA;  $P < 0,05$ ). De la evaluación de estas diferencias (Scheffé) resultó que en Bahía Simpson todos los periodos de muestreo difieren significativamente; en Canal Santa María se identificó un grupo homogéneo formado por los ejemplares muestreados en los meses de mayo y julio (ambos con un promedio de 9,8 g); en Bahía Parry, un grupo homogéneo que agrupa a los individuos muestreados en febrero y noviembre (10,7 y 10,9 g); en Ensenada Villarino, un homogéneo conformado por los ejemplares registrados en julio, agosto y noviembre (36,1; 37,2; 37,3 g).

Se compararon las tasas de incremento en función de la talla (pendientes) estimadas para cada período de muestreo dentro de cada sector, existiendo evidencias que muestran que en todas los casos se aprecian diferencias significativas (ANDECOVA;  $P < 0,05$ ). Los resultados de una evaluación a posteriori se representan en forma gráfica en la Figura 34 (conformación de grupos homogéneos). En Bahía Simpson y Bahía Parry, se observó una alta heterogeneidad entre los distintos meses. En el Canal Santa María y en Ensenada Villarino se conformaron 2 y 3 grupos homogéneos, respectivamente.

En cuanto a los pesos medios de *C. vitrea* dentro de cada sector existen evidencias que muestran diferencias significativas entre los distintos períodos de muestreo (ANDECOVA;  $P < 0,05$ ). Al analizar estas diferencias (Scheffé), los resultados indican que en Estero Peel se presenta como grupo homogéneo los individuos muestreados en febrero, mayo y noviembre (48,1; 49,8 y 48,9 g); en Bahía Brookes existe una alta heterogeneidad; en Bahía Parry se identificó un grupo homogéneo representado por los organismos registrados en noviembre y febrero (37,3 y 30,4 g); en Seno Ventisquero se identificaron tres grupos homogéneos, representado por los individuos registrados en: febrero-mayo (32,3 y 32,0 g), junio-julio (47,5 y 47,4 g) y noviembre-diciembre (31,6 y 30,6 g), reflejando en cada uno la condición de los



ejemplares como consecuencia de la dinámica de acumulación y gasto de materiales y energía.

Respecto de la comparación de las tasas de incremento en función de la talla entre períodos de muestreo para cada sector estudiado, se aprecia que en todos los sectores existen diferencias significativas (ANDECOVA;  $P < 0,05$ ). El resultado de la evaluación de estas diferencias (prueba a posteriori), se muestra gráficamente en la Figura 35. En el caso de Estero Peel y Bahía Parry se identificó un grupo homogéneo conformado por los ejemplares registrados en los períodos de agosto–febrero y febrero–noviembre, respectivamente. En el sector de Bahía Brookes se observó alta heterogeneidad entre los distintos meses y Seno Ventisquero se identificaron siete grupos homogéneos (ver Figura 35).

#### 4.5 Estructura de talla

La información de estructura de talla, corresponde a la recopilada trimestralmente en los distintos sectores en estudio, para *C. patagonica* y *C. vitrea*. Para Seno Ventisquero se dispone de información mensual para un período anual.

Los estadísticos descriptivos de la talla, tanto para *C. patagonica* como para *C. vitrea*, fueron presentados en el punto anterior (Tablas 18-19). Al comparar las distribuciones de frecuencia de talla de cada período de muestreo, dentro de cada sector, para *C. patagonica* y *C. vitrea*, se observó que en todos los casos, no existen diferencias significativas (Kruskal-Wallis;  $P > 0,05$ ), sobre esta base se definió una estructura de tamaños global para cada sector (Figura 36a). De la misma forma se compararon las distribuciones de frecuencias de talla globales entre sectores de muestreo, por especie, no existiendo diferencias significativas en ambos casos ( $p = 0,71$  y  $p = 0,96$ , respectivamente). Por lo que es factible disponer de una estructura de tamaño global por especie para todos los sectores estudiados (Figura 36b).



Al observar la distribución global de frecuencia de talla de *C. patagonica* en los sectores de estudio, apreciamos que en Santa María y Bahía Simpson se distingue una distribución bimodal y en los otros unimodal. Lo mismo ocurre en Seno Ventisquero en el caso de *C. vitrea* (ver figura 36a). Además, se determinó la fracción explotable de cada recurso en los distintos sectores estudiados: Para *C. patagonica* se observó que en Santa María y Bahía Brookes la fracción explotable no supera el 6% (0,8 y 5,4 %, respectivamente), en Bahía Simpson alcanza el 26,8% y que Ensenada Villarino logra el valor más alto de 78,1%; para *C. vitrea* en Estero Peel y Bahía Brookes la fracción es de 38,6 y 35,9 %; en Bahía Parry y Seno Ventisquero de 23,6 y 20,6 %, respectivamente

#### 4.6 Densidad y Abundancia

Los estimados de densidad y abundancia para *C. patagonica* y *C. vitrea* de los distintos bancos estudiados se presentan en las Tablas 22-23 y Figuras 37-38. En ambas especies se evaluó un banco por sector. Para *C. patagonica* el rango de densidades promedio varió entre 3,0 y 53,2 indm<sup>-2</sup>, en los diferentes lugares de estudio, registrando los mayores valores en Bahía Parry. En Bahía Simpson las densidades son notablemente más bajas, en comparación con el resto de los sitios, con valores que variaron entre los 3,0 y 5,0 indm<sup>-2</sup>. Debido a la escasa disponibilidad de éste en el banco de Ensenada Villarino (rendimiento de 13 ind/hora buceo) se desistió estimar el nivel de abundancia. En el caso de *C. vitrea* no se observaron grandes variaciones entre las densidades de cada banco. El rango observado en esta especie fue de 2,2 a 20,1 indm<sup>-2</sup>, encontrando los mayores valores en Seno Ventisquero. En Bahía Brookes los promedios de cada período de muestreo van disminuyendo paulatinamente a partir de febrero (7,5 indm<sup>-2</sup>) hasta llegar a noviembre registrando el valor más bajo para esta especie de 2,2 indm<sup>-2</sup>.

Al comparar las densidades de *C. patagonica* dentro de cada sector, se observó que en Bahía Simpson y Bahía Parry existen diferencias significativas entre



períodos de muestreo (Kruskall-Wallis;  $P < 0,05$ ), en cambio en Santa María la densidad no varía significativamente durante el período de estudio ( $P > 0,05$ ). De la misma forma, al comparar las densidades para *C. vitrea* dentro de cada sector, se observó que en Bahía Brookes, Bahía Parry y Seno Ventisquero existen diferencias significativas entre períodos de muestreo ( $p=6,7 \times 10^{-12}$ ;  $7,68 \times 10^{-10}$  y  $4,3 \times 10^{-7}$ , respectivamente).

Al evaluar las diferencias para *C. patagonica*, con una prueba a posteriori (Dunn) se observa que en Bahía Simpson se identifican dos grupos homogéneos formado por los ejemplares muestreados en febrero, mayo y noviembre, y el otro con los individuos de mayo y agosto, este último registrando los mayores valores ( $4,9$  y  $5,0$  indm<sup>-2</sup>). En Bahía Parry, se observó que las densidades obtenidas en febrero, mayo y noviembre, no presentan diferencia significativa ( $30,4$ ;  $30,5$  y  $26,9$  indm<sup>-2</sup>)(Figura 39). En *C. vitrea* de Estero Peel sólo existen diferencias significativas entre los meses de mayo y agosto ( $5,5$  y  $10,4$  indm<sup>-2</sup>), en Bahía Brookes se identificaron dos grupos homogéneos constituidos por los ejemplares muestreados en febrero, abril y agosto y otro por los registrados en agosto y noviembre, con la mayor densidad en febrero ( $7,5$  indm<sup>-2</sup>); en Bahía Parry la densidad de noviembre difiere significativamente del resto; en Seno Ventisquero se definieron 2 grupos homogéneos conformados por los individuos muestreados en febrero, mayo y agosto y otro en mayo y noviembre (Figura 40).

La abundancia está directamente relacionada con el tamaño de los bancos y su densidad. La extensión de los bancos naturales de *C. patagonica* varió entre  $4.000$  y  $62.000$  m<sup>2</sup>. Las mayores abundancias se registraron en el sector de Bahía Parry ( $1.667.800$  y  $3.298.400$  ind), lugar en donde la superficie del banco y la densidad son las más altas registradas para esta especie. Lo mismo sucede para el recurso *C. vitrea* en el mismo sector. La superficie total de este banco es de  $220.000$  m<sup>2</sup>, la densidad promedio varió entre  $3,0$  y  $13,8$  indm<sup>-2</sup> y la abundancia se encuentra entre  $660.000$  a  $3.036.000$  individuos.



#### 4.7 Distribución batimétrica

La distribución batimétrica de los bancos de *C. patagonica* y *C. vitrea* en los distintos lugares de muestreo se presenta en la Tabla 24. La primera se distribuye bajo los 15 metros, mientras que la segunda se encuentra principalmente entre los 2 y 17 metros.

El uso de rastra en los bancos de *C. patagonica*, estuvo condicionado por el rango batimétrico del recurso. En todos los sectores a excepción de Ensenada Villarino fue posible determinar este último, a través de buceo semiautónomo. Es por esta razón y debido a la escasa disponibilidad de especímenes registrada hasta los 20 metros, es que en esta localidad se empleó rastra a veriles de profundidades en el rango de los 20-40 y 40-60 metros, sin que se detectará la presencia de *C. patagonica* bajo los 20 metros.

En la Figura 41a y 41b, se presentan perfiles de temperatura y salinidad registrado en los distintos sectores de estudio en junio y noviembre de 1998. En general el rango de temperatura registra valores menores en junio a excepción de Bahía Simpson. La temperatura varió entre 4,0 y 9,7°C en junio y entre 3,0 y 8,7°C en noviembre. En Seno Ventisquero se aprecia una marcada termoclina a los 7 metros de profundidad en noviembre, en el resto de las localidades se observa una isoterma hasta los 20 metros, en ambos períodos de muestreo. La salinidad varía entre 13 y 31 PSU, con los menores valores en junio, atribuibles a los procesos de deshielo (aportes de agua dulce) ocurridos en primavera. Particular es el caso de Bahía Simpson en invierno y Bahía Brookes en primavera, donde la salinidad aumenta bruscamente de los 20 a 28 PSU. Estero Peel, Bahía Brookes, Bahía Parry y Seno Ventisquero, son fiordos asociados a glaciares. Los cambios en la densidad del agua se ajustan a las variaciones de la salinidad en ambos períodos en los distintos sectores de muestreo, por cuanto son parámetros que están estrechamente relacionados entre sí.



## 4.8 Crecimiento individual y mortalidad

### 4.8.1 Crecimiento individual

Para la estimación de estos parámetros se aplicaron dos criterios: análisis de distribución de frecuencia de tallas y lectura de anillos inscritos sobre la concha.

#### 4.8.1.1 Análisis de distribución de tallas

En *C. patagonica*, la desagregación de la mezcla de clases de tamaños efectuada con el soporte lógico MIX, logró recomponer apropiadamente las estructuras de tallas globales por especie ( $P > 0,05$ ), identificando 3 clases de tamaño, mientras que para *C. vitrea* no fue posible identificar los distintos componentes normales ( $P < 0,05$ ).

Estos resultados impiden estimar los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, a partir de la descomposición de las estructuras de tallas en clases anuales basado en el principio de máxima verosimilitud (MIX), ya que el modelo requiere de a lo menos cuatro componentes normales dentro de la distribución de frecuencia de tallas.

Al descomponer las estructuras de tallas globales de *C. patagonica* y *C. vitrea* con el método gráfico de Bhattacharya, se logró recomponer la estructura de las tallas logrando la separación de 3 componentes normales.

Realizando ajustes de los parámetros de crecimientos con las distintas opciones de ELEFAN, la longitud infinita ( $L_{\infty}$ ) estimada sobrepasaba en ambas especies, considerablemente la talla del individuo de mayor tamaño capturado y la constante de crecimiento estimada ( $K$ ) era de grado muy bajo.



Debido a lo anterior, las estimaciones de los parámetros de crecimiento del modelo von Bertalanffy se realizaron, utilizando el soporte lógico FISAT con la opción "Powell-Wetherall", que permite la estimación de  $L_{\infty}$  y  $Z/K$ , a partir de la identificación gráfica de la longitud más pequeña de un reclutamiento completo. Los valores de  $K$  (coeficiente de crecimiento) se ajustaron con la opción ELEFAN I, apoyado en las determinaciones de  $Z$  a partir de la curva de captura. Los resultados de este análisis, para ambas especies, se presentan en la Tabla 25. La longitud infinita para *C. patagonica* y *C. vitrea* fue de 83,6 y 105,3 mm respectivamente, mientras que el coeficiente de Brody ( $K$ ) fue de 0,26 y 0,27.

### Lectura de anillos inscritos sobre la concha

Los análisis de los resultados de la lectura de los anillos inscritos sobre la valva permitieron estimar parámetros globales de la longitud infinita ( $L_{\infty}$ ), de la constante de crecimiento ( $K$ ) y de la edad teórica cuando longitud es cero ( $t_0$ ), que agrupan la información de los diferentes sectores estudiados tanto para *C. patagonica* como para *C. vitrea*.

En las Tablas 26 y 27 se presentan los parámetros de las regresiones estimados a partir de la lectura de anillos de crecimiento inscritos sobre la valva para cada uno de los sectores en estudio y para la regresión global por recurso,

Al aplicar un análisis de covarianza para comparar las pendientes de las regresiones de la longitud de los anillos de la valva al tiempo  $t$  sobre la longitud de los anillos al tiempo  $t+1$  entre los sectores estudiados se encontró que no existían diferencias significativas para *C. patagonica* y *C. vitrea* ( $P > 0,05$ ). Con estos antecedentes, se agruparon los datos de lectura de anillos de los diferentes sectores para los recursos estudiados, con el objeto de determinar una ecuación global para cada caso. En *C. patagonica*, se agruparon los datos de Bahía Simpson y Ensenada Villarino, que presentaron las estimaciones más altas del coeficiente de determinación y errores



estándar más bajos para la pendiente y el intercepto a fin de lograr estimaciones más precisas de los parámetros de crecimiento (ver Tabla 26). Para *C. vitrea*, se optó por agrupar los datos de todos los sectores en estudio, ya que presentaron una variabilidad similar.

Las regresiones globales de la longitud al tiempo  $t$  sobre la longitud al tiempo  $t+1$  para los sectores agrupados de *C. patagonica* y *C. vitrea* se presentan en la Figura 42.

En las Tablas 28 y 29 se presentan los parámetros del modelo de von Bertalanffy estimados a partir de los parámetros de las regresiones recién indicadas. Los parámetros de crecimiento de la estimación global de los sectores en estudio para *C. patagonica* son: longitud infinita ( $L_{\infty}$ ), 84,8 y constante de crecimiento ( $K$ ), 0,22; y para *C. vitrea* son: longitud infinita, 101,1 y constante de crecimiento, 0,27.

Los resultados de la determinación del incremento marginal de los anillos de crecimiento de las valvas para muestras mensuales de *C. patagonica* y *C. vitrea* de Ensenada Villarino y Seno Ventisquero respectivamente se presentan en la Figura 43. La información disponible para *C. patagonica* no permite identificar el período en que se produce la formación del anillo de crecimiento. Para *C. vitrea*, sin embargo, es posible identificar dos períodos en la serie anual en los que se formaría un anillo de crecimiento y corresponden a los meses de abril y octubre, siendo el valor del incremento marginal mínimo más bajo aquel que se presenta en el mes de octubre.

#### 4.8.2 Mortalidad

Los estimadores de mortalidad natural ( $M$ ) y total ( $Z$ ) para *C. patagonica* y *C. vitrea*, se presentan en la Tabla 30. Para *C. patagonica*, los valores de  $M$  determinados a partir de los métodos bioanalógicos ( $M_1$ ,  $M_2$  y  $M_3$ ), son más bajos que los inferidos



a través de la composición de edades y no difieren mayormente, a excepción de  $M_1$  (Rikhter & Efanov) que logra un valor de 1,04. La mortalidad natural  $M_4$  (composición de edades) es menor que la obtenida a partir de la curva de captura. La mortalidad natural más baja se logró con el criterio propuesto por Taylor (1958) (0,22), que considera los valores de la constante de crecimiento ( $K$ ) y  $t_0$ .

Con relación a los estimadores de mortalidad natural ( $M$ ) y total ( $Z$ ) determinados para *C. vitrea* (ver Tabla 30) se aprecia que la mortalidad natural, dependiendo del criterio utilizado para su determinación, varió entre 0,23 y 0,84. Cabe mencionar, que no obstante la estimación de mortalidad basada en la composición de edades es un criterio utilizado para determinar mortalidad natural, en este caso representa un estimador de mortalidad total ( $Z$ ). Este resultado se obtiene ajustando aplicando una regresión lineal al logaritmo natural de la abundancia contra la edad, criterio que se aplica en el segmento derecho de la curva, donde la pendiente es negativa, por lo que considera las abundancias por edad de los individuos de tallas mayores, los que están sujetos a explotación. Por esta razón que se consideró incluida la mortalidad por pesca ( $F$ ) dentro del valor estimado de mortalidad natural, por lo que en términos prácticos representa un estimador de la mortalidad total ( $Z$ ).

#### 4.9 Selección de la estimación de $M$

Las estimaciones de  $M$  difieren producto de las diferencias de los métodos de determinación, por lo que la mortalidad más probable se definió basándose en un análisis de plausibilidad (Beverton & Holt 1959) (Tabla 31). De los resultados se observa que las mortalidades naturales estimadas para *C. patagonica* y *C. vitrea* con el método propuesto por Alagaraja (1984), se encuentran en el límite inferior del rango de plausibilidad ( $1,5 < M/K < 2,5$ ).



#### 4.10 Talla crítica

El estimador de talla crítica obtenido con la M seleccionada (ver 4.9.) fue de 56,69 y 67,57 mm para *C. patagonica* y *C. vitrea*, respectivamente (Tabla 32).





## 5. DISCUSION

Como se mencionó anteriormente el ostión del sur, especie que erróneamente había sido identificada como *Chlamys patagonica*, hoy se reconoce que corresponde a *C. vitrea*. No obstante, *C. patagonica* existe en la Región, pero corresponde a un taxón distinto y que por lo mismo presenta una serie de rasgos biológicos (e.g. forma y color de la concha, crecimiento individual) y de distribución diferente a la especie con que se había asociado anteriormente.

Los nombres específicos de estos taxa están bien derivados, ya que el género *Chlamys* de raíz latina, es femenino, por lo tanto, la derivación específica debe ser femenina. No corresponde por tanto declinar los nombres específicos siguiendo la nomenclatura propia de un género masculino (terminación *us*).

### 5.1 Ciclo reproductivo

En la historia de vida de los moluscos, el ciclo reproductivo puede considerarse como un carácter de la expresión del sexo en el nivel gonadal, al cual se incorporan los animales juveniles de una población una vez experimentada la primera madurez sexual. Giese (1959) lo define como la serie de eventos que ocurren en la gónada, desde el momento de la activación, crecimiento y gametogénesis, hasta la emisión de gametos y regresión de la actividad gonadal a un nivel de reposo relativamente sostenido. Consecuentemente, se correlaciona con la actividad o ciclo gametogénico en los individuos de una población (Sastry, 1979), que determina un período reproductivo de gametogénesis y evacuación de gametos y, eventualmente, un período de reposo gonadal en que la línea germinal está inactiva. De acuerdo con su duración, el ciclo reproductivo de las especies es una respuesta al ambiente,



genéticamente controlada y que puede expresar los eventos reproductivos con patrones anuales, semianuales o continuos (Giese, **op. cit.**). En el nivel poblacional, estos períodos pueden ser sincrónicos si todos los adultos de la población se reproducen simultáneamente o asincrónicos cuando los individuos tienen ciclos gametogénicos desfasados, determinando un mosaico de individuos en diferentes estados de actividad gametogénica (Sastry, **op. cit.**).

Entre los factores ambientales, la temperatura ha mostrado una estrecha correlación con el desarrollo de la gametogénesis. En los moluscos bivalvos que se distribuyen en varias zonas climáticas, el patrón reproductivo puede variar en relación con el ambiente local. Es así como en las especies de origen tropical que extienden su distribución hasta zonas frías, las poblaciones que habitan en estas últimas latitudes presentan una actividad gametogénica durante los meses cálidos. En cambio, en aquellas especies cuyo origen se encuentra en latitudes frías pero que se distribuyen hasta las zonas cálidas, el período reproductivo tiende a ocurrir en los meses fríos (Sastry **op. cit.**).

El ciclo reproductivo de las almejas adopta diversos patrones de expresión. Por ejemplo, en el Hemisferio Sur, hay especies con una amplia distribución geográfica (Callao en Perú al Archipiélago de Chonos en Chile), que presentan un ciclo reproductivo anual con diferencias interespecíficas atribuidas a su distribución latitudinal, como por ejemplo *Gari solida* y *Semele solida* (Brown *et al.*, 1993). Sin embargo, hay especies que escapan al análisis latitudinal considerando su centro de origen. Si bien hay especies que en su distribución norte tienen actividad gametogénica continua, con varias evacuaciones de gametos durante el año, como es el caso de *Protothaca thaca* (Barboza *et al.*, 1980), hay otras especies con este patrón, para sus poblaciones de distribución sur, como ocurre en *Venus antiqua* (Lozada & Bustos, 1984).



Es necesario destacar que estos períodos de reproducción y el número de emisiones pueden variar con la latitud y consecuentemente con la temperatura, adelantándose la madurez gonádica y produciéndose una segunda emisión de gametos en las poblaciones que habitan en bajas latitudes y mayor temperatura. Este hecho es de gran importancia en el manejo de las especies que se distribuyen en un amplio rango como la mayoría de los bivalvos de la costa chilena, ya que diferencias en la temperatura crítica pueden determinar patrones de ciclo reproductivo diferentes en el gradiente latitudinal.

Tal variabilidad ocurre en pectínidos en la expresión de la sexualidad como tal con especies gonocóricas, hermafroditas simultáneas (“funcionales”) y hermafroditas alternativas (“sucesivas”) (Reddiah, 1962), y en los patrones de ciclo reproductivo. Así por ejemplo, *Aequipecten irradians* tiene un patrón de ciclo anual en el hemisferio norte con diferencias entre subespecies y diferencias latitudinales (Sastry, 1963, 1966) y *Argopecten purpuratus* el ostión del norte de Chile tiene ciclo reproductivo continuo con desfase en los períodos de madurez y evacuación máxima entre poblaciones muy próximas de la IV Región de Chile (Brown & Guerra, 1982).

### 5.1.1 Ciclo reproductivo de los adultos

*C. patagonica* y *C. vitrea*, especies objeto de este estudio, de acuerdo con los resultados tienen una sexualidad gonocórica; es decir, hay animales de sexo masculino y animales de sexo femenino en una proporción de 1/1, si bien las muestras mensuales tienen un n= 30. Sin embargo, en *C. patagonica* hay una tendencia a un mayor número mensual de hembras y en *C. vitrea* a un mayor número de machos. Hay antecedentes de diferencias en la proporción de sexo y que están asociadas a diferencias en la talla de ambos sexos (Guzmán *et al.*, 1987).



Aún cuando ambas especies son gonocóricas, en *C. patagonica* se presentaron dos casos de hermafroditismo en el nivel gonadal intraacinar con el desarrollo de línea germinal masculina y femenina en un mismo acino en un ejemplar adulto y un juvenil con línea germinal completa. Este patrón de expresión gonadal del sexo hermafrodita intraacinar considerado casual, ha sido descrito en *Chlamys varia* de la rada de Brest en Francia pero en el contexto de la sexualidad hermafrodita sucesiva (alternativa) propia de esa especie (Lucas, 1965) y de *Chlamys distorta* y otras especies de bivalvos, que pueden experimentar varios cambios de sexo de manera alternativa no rítmica (comprobada en el seguimiento de algunos ejemplares marcados), con diferencias significativas entre la talla de machos y de hembras, y en que la frecuencia de animales hermafroditas al análisis directo de miles de ejemplares es muy baja. Tal patrón difiere totalmente del ostión del Norte *Argopecten purpuratus*, cuya sexualidad natural es hermafrodita simultánea en todos los animales, y se expresa en el nivel gonadal como hermafroditismo interacinar, con la separación topográfica de una región de acinos gonadales masculinos o espermatogénicos y una región de acinos gonadales femeninos u ovogénicos, con un dimorfismo sexual marcado de coloración cuando los animales están maduros (región masculina blanco crema y región femenina anaranjada); sexualidad que también es propia de *Aequipecten irradians* (Sastry, 1963).

La sexualidad hermafrodita alternativa (sucesivo) cuando se presenta es evidente como ocurre con *Tiostrea chilensis*; los dos casos encontrados en *C. patagonica* se consideran casuales, la excepción a la regla. Si bien no se descarta tal sexualidad para la especie, su comprobación requeriría el marcaje y seguimiento en el tiempo de un gran número de ejemplares, para poner a prueba que tal cambio ocurre regularmente en la población.



En las poblaciones de ostiones estudiadas en este estudio, durante el período de muestreo analizado es posible observar que la maduración intragonadal individual es homogénea puesto que un estado histológico es generalizado a todos los acinos. Si bien hay un grado de variación intrapoblacional que se manifiesta por la heterogeneidad de estados gonadales encontrados en un mismo mes de muestreo y que se expresa en las distintas frecuencias de estados gonadales mensuales, la población tiende a sincronizarse hacia el final de la etapa gametogénica del período reproductivo, puesto que casi la totalidad de los animales están absolutamente maduros (D3) previo a la etapa de emisión o evacuación de gametos. Esta es muy evidente durante el período de reposo gonadal en que el 100 % de los animales se mantienen en la condición de regresión o evacuación total de gametos (R2) También el patrón de distribución de estados gonadales es similar y sigue la misma tendencia en machos y hembras, por lo que hay una estrecha sincronía en los eventos reproductivos de ambos sexos.

### **5.1.2 Ciclo reproductivo, *Chlamys patagonica***

Como se señaló anteriormente, cuando se hace el análisis histológico cualitativo, la tendencia similar de aparición de estados gonadales revelan una sincronía de maduración gonadal para machos y hembras para la población estudiada de esta especie. La sincronía intrapoblacional se manifiesta en un patrón de ciclo reproductivo anual con un marcado período reproductivo y un período de reposo gonadal. El período reproductivo se podría extender desde enero a septiembre con:

- una etapa gametogénica de enero a julio, caracterizada por una inicial heterogeneidad de estados gonadales en los acinos, mostrando en los primeros meses la progresión propia de la cinética de la línea germinal temprana los estados iniciales y avanzados de madurez (D1-D2), y sincronizándose hacia el final en la adquisición de la madurez total (D3); y
- una etapa de evacuación o emisión de



gametos que puede empezar parcialmente en junio y ocurrir activamente entre julio y septiembre, en que se observan los decrementos más importantes en los IGS, la disminución en la condición de madurez total D3 con la aparición y aumento de los animales en regresión o evacuación inicial y total R1-2, y el consecuente decremento en los recuentos de línea germinal avanzada. El corto período de reposo gonadal ocurriría de octubre a diciembre, y estaría caracterizado por las altas frecuencias de animales en regresión total en que los acinos gonadales están vacíos, lo que se refleja en los IGS bajos y los recuentos bajos de línea germinal avanzada representada por espermátidas, espermatozoides y ovocitos vitelogénicos libres. La recuperación observada en enero en que hay animales en desarrollo o madurez avanzada y maduros en una frecuencia no despreciable, acompañado por un incremento en la línea germinal avanzada y que se refleja también en un incremento en el IGS, aunque sin alcanzar los niveles de mayo-julio, puede significar un evento reproductivo menor que no tiene una proyección en el tiempo y en el patrón principal de ciclo reproductivo anual que caracterizaría a esta población de *C. patagonica*. Por otra parte, son interesantes las fluctuaciones en el compartimiento interacinar representado por los recuentos considerados como otros tejidos en los machos, cuyo aumento acompaña a la condición de regresión R2 y en menor grado el desarrollo inicial D1; sin embargo este tejido conectivo que sustenta los acinos gonadales, el tubo digestivo y vasos hemolinfáticos, no adquiere las características propias de un tejido de reserva con células vesiculosas interacinares acumuladoras de glicógeno como en mitílidos (Lubet, 1959) y gastrópodos (Brown, 1990), o intrafoliculares como en el bivalvo "macha" *Mesodesma donacium* (Brown, 1995); sino más laxo.



### 5.1.3 Ciclo reproductivo, *Chlamys vitrea*

Al igual que en *C. patagonica*, en esta población de *C. vitrea* hay una estrecha sincronía en los eventos reproductivos para ambos sexos y la sincronía intrapoblacional también se manifiesta en un patrón de ciclo reproductivo anual más acotado con un marcado período reproductivo y un período de reposo gonadal. El período reproductivo se podría extender desde marzo a octubre con: a) una etapa gametogénica de marzo a julio, y b) una etapa de evacuación o emisión de gametos entre agosto y octubre. El período de reposo gonadal ocurriría de noviembre a febrero. En esta especie no se presenta la recuperación observada en enero en *C. patagonica*. Por tanto, un patrón de ciclo reproductivo anual también caracterizaría a esta población de *C. vitrea*, más claro y más acotado, en que los eventos del ciclo ocurren desfasados al menos un mes más tarde que en *C. patagonica*.

Si bien la etapa de evacuación o emisión de gametos es determinada por el período de tiempo en que ocurre la caída más marcada desde los valores máximos del estado de madurez total D3, del recuento de células germinales maduras y consecuentemente del IGS; durante el período reproductivo pueden superponerse varios eventos de emisión parcial de gametos que culminan en el de mayor importancia, señalado anteriormente y que caracteriza el patrón anual de ambas especies. Sin embargo, la asignación de estados histológicos de la gónada en una escala de estados tiene el grado de arbitrariedad o subjetividad propia de la separación y caracterización de la actividad gametogénica dinámica y continua, que se ha traducido universalmente en 5 estados: 3 de desarrollo o madurez gonadal y 2 de regresión o evacuación gonadal; por lo tanto no es extraño encontrar que en los límites de cada estado se encuentre la superposición de tipos o generaciones de células germinales correspondientes a los eventos que ocurren en los estados contiguos. En este riguroso trabajo de investigación hay un refuerzo consistente con



el análisis de la cinética de la línea germinal expresada en los promedios de los distintos tipos celulares que aclara la progresión de estos en el tiempo para configurar el claro patrón de ciclo reproductivo de los adultos de las especies estudiadas. Este es un aporte objetivo como respaldo citológico expresado por los recuentos celulares, a la correlación estrecha según corresponda, con la determinación del ciclo reproductivo por los parámetros de IGS y la escala de estados histológicos de la gónada

Antecedentes previos indican que la población de “ostión” *Chlamys (Zygochlamys) patagonica* de Seno Ventisquero tendría una evacuación prolongada y masiva de gametos entre agosto y noviembre de cada año (Orellana, 1979a). Los resultados obtenidos en el presente trabajo si bien son concordantes, en este estudio la etapa de evacuación o emisión de gametos es más acotada en el tiempo; sin descartar que pueden existir diferencias interanuales e interpoblacionales, como de hecho ocurre en el “ostión del norte” *Argopecten purpuratus* de Bahía La Herradura y Tongoy de la IV Región de Chile (Brown & Guerra, 1982), que por otra parte es una especie con sexualidad hermafrodita simultánea con ciclo reproductivo continuo en que la máxima madurez ocurre hacia febrero.

Es interesante que el período enero-abril corresponde a las temperaturas más altas y estables, alrededor de los 9 °C (Guzmán *et al.*, 1999), coincidiendo con la etapa gametogénica de ambas especies, aún cuando no hay información de temperatura en mayo y junio. En julio se observa un brusco descenso en la temperatura a alrededor de 6 °C, que culmina con las más bajas en agosto y septiembre a alrededor de los 5 °C, coincidiendo con la etapa de evacuación de gametos. Desde octubre se observa un alza de temperatura que coincide con el período de reposo gonadal, hasta enero que alcanza los 8 °C. La temperatura regularmente se ha considerado un factor importante en los eventos reproductivos y en el ciclo de vida



de las especies de invertebrados marinos. Si bien los requerimientos de temperatura son diferentes para el ostión hermafrodita simultáneo “funcional” *Aequipecten irradians* y sus subespecies en el Hemisferio Norte, Florida, Estados Unidos, hay una clara correlación entre la adquisición de la máxima madurez y las altas temperaturas en julio, y con la evacuación de gametos y el descenso de las temperaturas en agosto (Sastry, 1963). En Beaufort, North Carolina, se corrobora un ciclo reproductivo anual para esta especie en que la maduración además de coincidir con el alza de temperatura, corresponde con un alza en el fitoplancton, con un desfase en la evacuación de gametos (respecto de Florida) hacia septiembre y una duración de dos meses (Sastry, 1966) con temperaturas ambientales que fluctúan alrededor de los 10 y 25 °C; al mismo tiempo que experimentalmente se prueba la influencia directa de la temperatura dependiendo del estado gonadal de los animales. Entonces, por lo expuesto es interesante que aunque *C. patagonica* esta sometido a fluctuaciones de alrededor de 5 a 9 °C, que aparentemente influyen los eventos del ciclo reproductivo de manera similar que en *Aequipecten irradians* del Hemisferio Norte, a pesar que las altas se dan en otoño con brusca caída en invierno en el extremo sur de América del Sur. Sería entonces de esperar la correlación con la abundancia de fitoplancton, y no se descarta la influencia de cambios de salinidad (Guzmán *et al.*, 1999) en los eventos reproductivos, como por ejemplo el estímulo para la evacuación de gametos.

## 5.2 Talla mínima de primera madurez sexual

Los bivalvos alcanzan la madurez sexual a diferentes edades aunque por lo general se considera un proceso que ocurre precozmente en el ciclo de vida de estos organismos (Eversole *et al.*, 1980). Quayle & Bourne (1972) han sugerido que la madurez sexual sería función de la talla más que de la edad del individuo. En dos poblaciones de machas, *Mesodesma donacium*, separadas latitudinalmente (Bahía



Peñuelas en la IV Región y Bahía Longotoma en la V Región) se han observado diferencias marcadas en la expresión de la talla mínima de primera madurez sexual (50-55 mm y 65-70mm, respectivamente), siendo los machos quienes aparentemente alcanzan primero el estado de madurez total propio de los adultos; así como en el desarrollo del patrón de organización de la unidad morfofuncional básica productora de gametos, el folículo gonadal (Brown, 1995). En las almejas gonocóricas, los machos tienden a madurar a una talla inferior y a una edad más temprana que las hembras probablemente debido al mayor gasto energético en la ovogénesis. Por otra parte, la edad a la cual se alcanza la madurez sexual en los bivalvos difiere dependiendo de la localidad geográfica debido principalmente a las condiciones ambientales tales como temperatura, productividad, fotoperíodo, entre otras, propias de cada lugar. Eversole (*op. cit.*) sostiene además, que muchas especies de almejas alcanzan la primera madurez cuando tienen una talla cercana al 25 % de la talla máxima de la especie. Sin embargo, los venéridos chilenos en los cuales hay algún antecedente respecto a la talla de la primera madurez, esta se alcanzaría entre el 33 y el 38% de la talla máxima registrada.

### **5.2.1 Talla de primera madurez, *Chlamys patagonica***

En esta especie si bien no hay diferencias marcadas en la expresión de la madurez sexual entre machos y hembras; de acuerdo con los resultados los machos son más precoces, puesto que entre los 15,1 y los 25,0 mm de alto valvar es menor el porcentaje de animales inmaduros con línea germinal incompleta. Además que a los 10,1-15,0 mm sobre el 80 % están en la condición LGI3 con presencia de escasas espermátidas en un desarrollo heterogéneo propio de maduración virginal o "sexualidad juvenil", descrita como un fenómeno fugaz y difícil de detectar (Lucas, 1975), y un macho de 14,1 mm que presenta LGC en la condición de regresión o evacuación inicial R1. Pero lo más resaltante es que ya se presentan animales con



línea germinal completa, LGC, cercana al 50 %, y más aún que corresponden a la condición de desarrollo total o maduros D3, regresión gonadal o de evacuación de gametos R2. La hembra más precoz midió 17,4 mm de alto valvar correspondiendo al rango siguiente que en los machos, y presentó LGC en la condición de madurez total D3 con ovocitos vitelogénicos libres un desarrollo acinar homogéneo.

En esta muestra colectada en agosto de 1998, la primera madurez sexual individual está representada por el macho de 14,1 mm y por la hembra de 17,4 mm; esta diferencia puede representar precocidad masculina; sin embargo, en este estudio no se obtuvo ejemplares hembras del rango inferior. Estos ejemplares están por debajo del rango de talla de primera madurez sexual poblacional sin considerar el sexo que ocurre a los 25,1-30,0 mm.

### 5.2.2 Talla de primera madurez, *Chlamys vitrea*

Como en *C. patagonica*, en esta especie se manifiesta la precocidad masculina en forma más evidente; ya en el rango 20,1-25,0 mm es posible identificar animales con línea germinal incompleta LGI3 con escasas espermatidas y espermatozoides, aunque con línea germinal discontinua y de maduración heterogénea entre los acinos, característico de una maduración virginal sin llegar a establecerse en forma permanente; y en el rango 30,1-35,0 mm ya han aparecido animales con línea germinal completa, LGC, que corresponden a la condición de desarrollo inicial y avanzado D1-2. Por el contrario, en las hembras la línea germinal completa LGC recién se establece en el rango 40,1-45,0 mm, muy bien representada por animales en desarrollo inicial D1, avanzado D2 y total o maduros D3. Sin embargo, hasta el rango 35,1-40,0 mm, el 100% de los animales están con línea germinal incompleta LGI por lo que son inmaduros. A diferencia de *C. patagonica* el porcentaje de animales en que no fue posible identificar el sexo, por lo tanto indeterminados, es



alto hasta el rango 25,1-30,0 mm, lo que refuerza el hecho que en *C. vitrea* la adquisición de la talla de primera madurez poblacional ocurra a un rango superior.

En la muestra colectada en septiembre de 1998, la primera madurez sexual individual está representada por el macho de 33,7 mm y por la hembra de 43,1 mm, por lo que se sigue expresando la precocidad masculina. Sin embargo, la primera madurez sexual poblacional ocurre en el rango 40,1-45,0 mm.

Resultados anteriores indican que la primera madurez sexual poblacional de ostiones de Seno Ventisquero corresponde a 40-45 mm (Orellana, 1979a), 37 mm para machos y 42 mm para hembras de *Chlamys (Zygochlamys) patagonica* (ahora *Chlamys vitrea*) de la provincia de Ultima Esperanza (Guzmán *et al.*, 1987), suponiendo diferencias interpoblacionales. Estos antecedentes concuerdan más con la estimación de talla de primera madurez poblacional de 40,1-45,0 mm correspondiente a *C. vitrea* de Seno Ventisquero, obtenida en este estudio. Por otra parte, en *Argopecten purpuratus* a los 45 a 50 mm se establece gradualmente la línea germinal, y sobre esta talla, los ejemplares presentan sus acinos gonadales repletos de gametos maduros (Guerra & Brown, 1980); aun cuando se deduce que individuos de tallas inferiores a 50 mm son juveniles inmaduros que están completando la línea germinal, hay antecedentes de ostiones de 21 a 27 mm cultivados artificialmente podrían ser inducidos a desovar (DiSalvo *et al.* 1984) y también se reporta desoves en individuos de 40 a 60 mm (Navarro *et al.* 1991).

En cuanto a los IGS, se hubiera esperado un claro aumento correlacionado con la adquisición de la primera talla de madurez; sin embargo los resultados no evidencian claramente tal cambio, aparentemente porque en ambas especies es bajo el porcentaje de ejemplares con línea germinal completa LGC en la condición de madurez total D3 dentro de aquellos que han alcanzado la primera madurez, y por lo



tanto no se expresan en promedios altos de IGS en cada rango de talla desde la adquisición de la primera madurez poblacional por sexo o total, que permitan visualizar la diferencia de IGS con los rangos inferiores de inmaduros.

Finalmente, el ajuste de la función de madurez muestra una buena aproximación a la talla de primera madurez sexual poblacional calculada por análisis histológico.

### **5.3 Estructura de talla, relación talla peso, abundancia y distribución batimétrica.**

Para *C. patagonica* y *C. vitrea*, se observó una constancia temporal y geográfica de las estructuras de tallas, atribuible a que la distribución de tamaños dentro de la población se comportaría en forma densodependiente. No obstante que *C. vitrea* se encuentra sometida a explotación comercial. Lo anterior supone también procesos de inmigración los cuales ocurrirían una vez alcanzada una determinada talla edad. Los datos muestran que los juveniles presentan una distribución segregada de los individuos adultos, observaciones de terreno muestran que el reclutamiento ocurre al menos en frondas de huiro (*Macrocystis pyrifera*), sin embargo no existen antecedentes del hábitat de juveniles de un tamaño intermedio previo a la incorporación al banco. Esta información muestra además que juveniles y adultos tienen requerimientos ambientales diferentes, rasgo que caracteriza a ambas especies de pectínidos estudiados. La información disponible muestra además que los bancos están asociados a sedimento de tipo limo-arcilla lo que sugiere que la dinámica del cuerpo de agua en dichos sectores no es de magnitud. Es posible también que la presencia del banco incremente las probabilidades de retención de estos sedimentos de tipo fino, de manera similar a lo que ha sido señalado para bancos de *Mytilus californianus* (Paine & Levin, 1981) y *M. chilensis* (Guzmán,



1996), fundamentalmente por un incremento de la heterogeneidad espacial determinada por los individuos que componen el banco.

Por otro lado, en ambas especies de *Chlamys*, las variaciones de la tasa de incremento (pendiente) de la relación talla-peso muestran una buena concordancia con la dinámica de acumulación, gasto de materiales y energía, vinculados con el ciclo reproductivo según se ha mostrado en otros puntos de este informe.

*C. patagonica* se distribuye a profundidades mayores que *C. vitrea* y el tipo de sustrato al que están asociados los bancos para ambas especies es principalmente roca y limo-arcilla. En Guzmán *et al.*, (1987) se señaló como un rango específico de los bancos de *C. vitrea* del área norte de Magallanes la asociación con ambientes finos de limo-arcilla coincidente con la información que señala Valladares y Stotz (1996), para *C. patagonica*.

En este estudio no se lograron mayores antecedentes acerca del rango batimétrico de estas especies, ello por las características particulares de los bancos estudiados. Sin embargo, se debe tener presente que parte importante de los bancos de *C. patagonica* se distribuyen a profundidades superiores a las que se presentan en este informe. Esto a su vez tiene implicancia respecto del arte de pesca utilizado artesanalmente, i.e. buceo semiautónomo.

### 5.3.1 Estructura de talla y relación longitud peso, *Chlamys patagonica*

Esta especie se distribuye en toda la Región con una mayor predominancia en el sector norte y centro. Los sectores en que se realizó este estudio presentan características geográficas diferentes. Bahía Simpson se encuentra ubicada en la zona norte, es una bahía poco profunda con una gran diversidad de recursos



bentónicos (*Lithodes antarcticus*, *Paralomis granulosa*, *Cancer edwardsii*, *Choromytilus chorus*, *Aulacomya ater*, *Mytilus chilensis*, *Adelomelon ancilla*, *Trophon geversianus*). Santa María es un canal ubicado en las cercanías de fiordos asociados a glaciares, Bahía Parry es un fiordo asociado a ventisqueros, lugar en donde se distribuyen tanto *C. patagonica* como *C. vitrea* y Ensenada Villarino se ubica en la costa sur del Canal Beagle, con una escasa diversidad de recursos bentónicos (*Lithodes antarcticus*, *Aulacomya ater*, *Mytilus chilensis*, *Adelomelon ancilla*, entre los más importantes). Pese a las diferencias ambientales que presentan los distintos lugares de muestreo, los resultados obtenidos para *C. patagonica*, no presentan grandes diferencias entre sí. Ello se aprecia en variables como distribución de frecuencia de tallas, rango de tallas, tallas y pesos medios.

Los resultados muestran que la distribución de tamaños dentro de cada sector estudiado no presentó diferencias significativas a lo largo del período estudiado, lo que permitió confeccionar una estructura global por sector. Al comparar la distribución entre los sitios de muestreo, se observó nuevamente una alta homogeneidad. Esta constancia temporal y geográfica sugiere que la dinámica que regularía la distribución de tamaños y por lo tanto de edades dentro de la población, estaría claramente balanceada respecto de los procesos de mortalidad y/o emigración como de inmigración y reclutamiento. Esto hace suponer, que estos procesos serían densodependientes.

Un aspecto importante de destacar en el análisis de la estructura de tallas, es que en todos los sectores, se registró una baja proporción de ejemplares de tallas pequeñas entre (10 y 15 mm), lo que indicaría que los individuos de menor tamaño ocuparían un hábitat diferente, ya que la mayor parte de los bancos se encuentran ubicados en sectores con fondo constituido principalmente por limo-arcilla. Un ejemplo lo constituye Bahía Simpson en donde existe la presencia de esta especie en la costa



norte y sur de la bahía; en la costa norte, el fondo es de tipo limo-arcilla, y presentó individuos de tallas mayores a diferencia del sector sur el que presenta un sustrato de tipo roca y gravilla, con una gran proporción de individuos de tallas pequeñas (<30 mm). Esto sugiere también que las migraciones locales son un rasgo que caracteriza el ciclo de vida de esta especie.

Otro ejemplo claro de este tipo de distribución lo constituye el sector de Ensenada Villarino en que existe una ausencia de ejemplares de tallas menores (<32 mm), lo que determina un banco con ejemplares adultos, ya que todos los individuos están sobre la talla mínima de madurez sexual. No se dispone de antecedentes acerca de la presencia de bancos naturales de *C. patagonica* formado por individuos de tallas pequeñas en ese sector. Trabajos realizados en la zona que comprenden prospecciones de recursos bentónicos en la mayor parte del sector norte de la Isla de Navarino, indican la ausencia de ejemplares de esta especie (Guzmán, *et al.*, 1998). En Bahía Eugenia ubicada a 3,5 horas de navegación de E. Villarino, se encontró en 1995, un banco de *C. patagonica* con ejemplares juveniles a 40 metros de profundidad (SERNAPESCA, com. pers.), que actualmente no existe.

Respecto de la distribución batimétrica se observó que esta especie se distribuye a mayores profundidades que *C. vitrea* (hasta 17 m) y que cuando ambas especies coexisten, el banco de *C. patagonica* se distribuye en forma colindante con el banco de *C. vitrea*, a una mayor profundidad. Valladares (1992) registró la presencia de *C. patagonica* en el Fiordo Silva Palma entre los 5 y 25 m de profundidad.

La abundancia numérica más alta se registró en Bahía Parry ( $3.298.400 \pm 733.460$  ind), con una densidad de  $53,2 \pm 11,83$  ind  $m^{-2}$  y una superficie de  $62.000$   $m^2$ . En todos los sectores se observó un aumento de la densidad en agosto, lo que sugiere para este período una inmigración, que afecta la estructura de talla, Opero no lo



suficientemente como para que sea detectada en términos estadísticos, no obstante que durante ese período, la estructura de tamaño muestra una curva bimodal, caracterizada por la aparición de una moda ubicada entre 20 y 35 mm.

En otro aspecto, el modelo potencial linealizado da cuenta en todos los casos de las variaciones del peso en función del tamaño. En este sentido, se observa que la tasa de incremento (pendiente) en la mayoría de los sectores disminuye en el mes de noviembre, pasando de una condición alométrica positiva a una negativa. Esta disminución se debe a que los individuos se encuentran en un estado de reposo gonadal post desove, por el comportamiento mostrados por el reducido valor tomado por el IGS e IG, por lo que los pesos de los ejemplares adultos se encuentran disminuidos. Las tasas de incremento aumentan en enero, coincidentemente con el comienzo del proceso de almacenamiento de energía y materia acopladas a la gametogénesis. Pese a que el desove se produce en los meses de junio a septiembre, no se aprecia un decaimiento brusco de la tasa de incremento en estos meses, probablemente atribuible a que el proceso de evacuación se realiza en forma parcializada en el primer mes, para ocurrir en forma más intensa al final de este período (septiembre). Por lo tanto, no obstante las limitaciones que presenta un muestreo trimestral las estimaciones de las tasas de incremento reflejan la dinámica de los procesos de almacenamiento de materia y energía, maduración reproductiva y eliminación de gametos. Esto también se percibe en la heterogeneidad que exhibió la tasa de incremento en la relación talla-peso, lo que queda de manifiesto en la cantidad y estructuración de grupos homogéneos definidos en cada sector, según el valor que toma este coeficiente de regresión (pendiente).



### 5.3.2 Estructura de talla y relación talla peso, *Chlamys vitrea*

Este recurso ha sustentado históricamente la pesquería del ostión en la región de Magallanes y Antártica Chilena. En estos últimos años ha estado sometido a una fuerte presión extractiva, lo que se refleja en el aumento de los desembarques (ver Introducción). Los sectores estudiados corresponden a lugares en donde la actividad extractiva se ha desarrollado con principal interés en este último período. En Estero Peel por ejemplo, en la temporada 1998 de acuerdo a antecedentes proporcionado por los mismos pescadores, en el fiordo se encontraban trabajando alrededor de 200 embarcaciones del tipo artesanal.

Al observar los resultados se aprecia que en todos los sectores estudiados, las distribuciones de tamaño no presentaron diferencias significativas durante los 4 períodos de muestreo, lo que supone una constancia en la estructura de talla durante el período comprendido entre febrero y noviembre de 1998. Cabe mencionar que el período de explotación comienza el 1° de febrero hasta el 31 de agosto. Esta constancia de la distribución de tamaños se podría explicar por procesos de inmigración de ejemplares adultos y juveniles a los espacios abiertos por la actividad pesquera extractiva. Guzmán *et al.*, (1987), determinaron diferencias entre las distribuciones de frecuencia de talla entre sexos y sectores de estudio (Kruskal-Wallis), resultado que no concuerda con el obtenido en este estudio. Las causas de esta diferencia no se pueden precisar con la información disponible, pero podrían ser atribuidas a que el estudio realizado por Guzmán *et al.* (1987) se efectuó después de un prolongado período de explotación, lo que ocasionaría serias alteraciones en la distribución de tamaños, sobre todo en los ejemplares adultos.

Por otro lado los promedios de talla y las tallas mayores que se señalan en este estudio resultaron ser similares a aquellos presentados por González (1977) y Santa



Cruz *et al.* (1979) para poblaciones ubicadas en el sector sur de la región e inferiores a las encontradas por Guzmán *et al.* (1987) en el norte de la región. Estas diferencias, se podrían atribuir a dos factores relacionados con la explotación comercial; por un lado el mes en que se realizó el estudio (octubre) es posterior al período de explotación (febrero y agosto), y por otra parte la intensa actividad extractiva que se registró en ese sector entre 1983 y 1986 (Guzmán, *et al.* 1987), estos factores podrían ocasionar una disminución numérica de los individuos de tallas mayores, tal como se mencionó en el punto anterior.

Al igual que *C. patagonica*, la distribución espacial de esta especie es diferencial, debido a que en todos los bancos estudiados la proporción de ejemplares de tallas pequeñas es baja, puesto que los individuos juveniles (<20 mm) ocupan un hábitat diferente. Un ejemplo de esta situación la constituye Seno Ventisquero, en que la parte terminal del fiordo se encuentran bancos naturales con individuos de talla pequeñas (<30 mm) asociados a sedimentos del tipo gravas (M. González obs. pers.). Es necesario recordar que el banco estudiado en Seno Ventisquero se ubica en el segmento medio del fiordo. Los factores que determinan esta segregación por tamaños en la distribución de estas especies no han sido estudiadas. Sin embargo para otras especies de pectínidos del Hemisferio Norte se han presentado evidencias de los factores que determinan una distribución diferencial, entre ellos se incluye el sedimento del tipo gravas y cantos que esta asociado a juveniles de *Placopecten magellanicus* y por otro lado el movimiento espacial de los ejemplares ocurre en función de la edad y está relacionado con las corrientes de marea (Thouzeau *et al.*, 1991).

Por otro lado, el modelo potencial linealizado da cuenta en todos los sectores de las variaciones del peso en función de la talla. Se aprecia que las variaciones durante el período de muestreo de la tasa de incremento (pendiente), coinciden totalmente con



los resultados del análisis histológico de las gónadas, además de los valores tomados por los índices cualitativo y cuantitativo empleados. En todos los sectores se observa una disminución de la tasa de incremento en el mes de noviembre y en algunos casos en febrero, lo que coincide con los menores IGS. Esto se explica, debido a que los individuos muestreados se encuentran en un estado de reposo (post desove) en ese lapso. Al mismo tiempo se observa un aumento paulatino (principalmente en Seno Ventisquero) de la tasa de incremento a partir de mayo hasta el mes de agosto, para disminuir en noviembre. Lo que concuerda con el período en que los ejemplares se encuentran en el proceso de recuperación (gametogénesis) (marzo a julio), preparándose para el desove que ocurre entre agosto y octubre.

Las densidades estimadas para Estero Peel ( $5,5 - 10,4 \text{ indm}^{-2}$ ) son inferiores a las determinadas por Guzmán, *et al.* (1987) en ese mismo sector. Cabe mencionar que estos autores estudiaron un banco ubicado específicamente en Estero Amalia (al interior de Peel), y que en este estudio se realizó la investigación sobre un banco ubicado a la entrada del fiordo. En general, considerando las densidades de los distintos sectores, entre  $2,2$  y  $20,1 \text{ indm}^{-2}$ , se aprecia que son inferiores a las determinadas por (González, 1977) en Seno Ventisquero y similares a las determinadas por Santa Cruz *et al.*, (1979), para la misma localidad, además de las estimadas por González (1977) en Seno Owen, Bahía Brookes, Bahía Ainsworth, Canal Pomar y Seno España.

En relación con la abundancia numérica, los mayores valores fueron determinados en la localidad de Bahía Parry ( $3.036.000 \pm 743.600 \text{ ind}$ ) en una superficie de  $220.000 \text{ m}^2$ , mientras que los menores se registraron en Seno Ventisquero ( $49.000 \pm 16.900 \text{ ind}$ ) en un área total de  $5.000 \text{ m}^2$ . Es necesario tener en cuenta que la abundancia está determinada por la extensión de los bancos, de tal manera que un banco con



una gran superficie muestra una mayor abundancia numérica, pero no necesariamente una gran diferencia en la densidad de los individuos.

Actualmente las diferencias en densidad y abundancia que existen entre los distintos sectores estudiados surgen como consecuencia de los diferentes niveles de explotación a que está expuesta la población de ostión del sur.

La distribución batimétrica de *C. vitrea* en las distintas áreas de estudio, comprendida entre los 2 y 15 m de profundidad, concuerda con los resultados entregados por Guzmán *et al.*, (1987), González (1977) y Santa Cruz *et al.* (1979). Sin embargo, se ha señalado que la distribución vertical del recurso se extiende entre 2-50 m (Grau, 1959, *fide* Guzmán, 1987). En todos los sectores estudiados las poblaciones estuvieron distribuidas sobre sustrato rocoso y limo-arcilla, y confinados a sectores asociados a glaciares. En este sentido, González (1977), Orellana (1979a) y Guzmán *et al.*, (1987) han señalado que los ejemplares pueden habitar sobre diversos tipos de sustrato (roca, conchuela o fango), coincidiendo con lo observado en este estudio.

#### 5.4 Crecimiento individual, mortalidad y talla crítica

La identificación de las clases de tamaño no logró recomponer por completo la estructura global de talla de cada especie. La desagregación de la mezcla de clases fue insuficiente para estimar los parámetros de crecimiento, a partir del análisis de distribución de frecuencia de talla. Esta limitación se atribuye a que ambas especies presentan una distribución espacial diferenciada en función de la talla. Los bancos evaluados en este estudio (bancos comerciales de ejemplares adultos), agrupan clases de tallas superiores a 35 mm en ambas especies, lo genera una estructura global acotada a un rango determinado, compuesto por un reducido número de



componentes normales difícil de segregar con los criterios metodológicos propuestos.

De acuerdo a lo anterior, el crecimiento individual fue determinado a través del análisis de lectura de anillos formados sobre la concha. Debido al tipo de información recopilada en terreno y a las características biológicas de la especie, la lectura de anillos fue efectuada sin considerar el sexo, lo que limita en cierta medida la proyección de los resultados. Por otro lado, como consecuencia de inexistencia de diferencias significativas entre las pendientes de las regresiones de la longitud de los anillos de la valva al tiempo  $t$  sobre la longitud de los anillos al tiempo  $t+1$  entre los diferentes sectores para ambas especies (ANDECOVA;  $P > 0,05$ ), la determinación de los parámetros de crecimiento se realizó sobre la base de una ecuación global para cada especie. De esto se infiere que el crecimiento individual por especie no presentaría diferencias significativas entre distintos sectores geográficos de la XII Región. Si bien este resultado difiere con los presentados por otros autores (Rios, *et al.*, 1980; Guzmán *et al.*, 1987; Valladares & Stotz, 1996; Waloszek, 1984; 1987; 1991), en el caso de *C. patagonica* es necesario tener presente que los muestreos se realizaron sobre bancos ubicados entre los 15 y 25 metros (limitación impuesta por el buceo semiautónomo) sabiendo que la gran parte de estos se distribuyen a profundidades mayores, de tal manera que las características en relación con el crecimiento podrían variar al disponer de información de individuos que habitan mayores profundidades; en el caso de *C. vitrea* el crecimiento individual uniforme en la Región se atribuye a que los ambientes en que se encuentra la mayor parte de los bancos naturales de este recurso son similares, caracterizándose por ser fiordos asociados a glaciares, que presentan un sistema de corrientes dinámico, bajas temperaturas y un gran aporte de agua dulce.



Según lo señalado por Trautmann (1979), los anillos de crecimiento de *C. vitrea*, pueden representar efectivamente marcas anuales, sin embargo, en este estudio el análisis del incremento marginal de las valvas, para ambas especies, no logró identificar adecuadamente el período específico de la formación del anillo de crecimiento. Lo anterior, se atribuye a que la mayor proporción de conchas analizadas correspondió a ejemplares adultos de mediano a gran tamaño que facilitaban la lectura de los anillos principales, pero que impedían identificar la formación del anillo marginal, principalmente por la estrecha distancia entre los últimos anillos, el deterioro de los bordes y el desgaste de la superficie de la valva. Por otra parte, al utilizar conchas de menor tamaño (30 mm) no fue posible diferenciar los anillos principales de los secundarios, un ejemplo de esto lo constituye el hecho que en conchas de *C. vitrea* de entre 30 a 40 mm de alto valvar, se podían identificar 5 a 8 anillos de similares características. Cabe destacar que para mejorar las condiciones de lectura, las conchas fueron tratadas con ácido clorhídrico a diferentes concentraciones, situación que no alteró significativamente la condición inicial.

#### 5.4.1 Crecimiento individual, mortalidad y talla crítica, *Chlamys patagonica*

Los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$  y  $K$ ) obtenidos en este estudio para *C. patagonica*, si bien no son coincidentes con aquellos reportados por Valladares & Stotz (1996) ( $L_{\infty}=63$  y  $K=0,75$ ), representan apropiadamente la longitud infinita (84,8 mm) dado que el ejemplar de mayor talla capturado en este estudio fue de 78 mm. No obstante, en la Plataforma Continental Argentina, se determinó para esta misma especie un rango para la longitud infinita entre 54,4 y 74,6 mm (Waloszek, 1984; 1987; 1991); las diferencias con las obtenidas en este estudio, se podrían atribuir a los distintos factores ambientales que presenta la Plataforma Argentina con respecto al Sistema de Fiordos y Canales Chileno. El coeficiente de Brody determinado en este estudio (0,22), parece



estar subestimado si se le compara con el presentado por Valladares & Stotz (1996), sin embargo, al relacionar los parámetros de crecimiento con la talla mínima de madurez sexual obtenida en este estudio (22,5 mm) se estimó que la edad de madurez lograda mediante la función de crecimiento de von Bertalanffy se alcanza a los 1,4 años valor que se aproxima al obtenido por Waloszek (1987 y 1991) en la Plataforma Continental Argentina (2 años). El mismo análisis con los valores presentados por Valladares & Stotz (1996), considerando la talla de madurez determinada en este estudio, muestra que la edad de madurez se alcanzaría a los 0,8 años, lo que parece inconsistente para especies con una expectativa de vida superior a 5 años. No obstante, el coeficiente de Brody (K) podría estar subestimado, los parámetros determinados parecen ajustarse apropiadamente y representan de manera adecuada el crecimiento individual de esta especie, esto se ve apoyado por resultados que relacionados entre sí otorgan mayor certidumbre a las estimaciones, como es el caso de la edad y talla de madurez sexual con respecto a las expectativas de tamaño.

Es conocida la relación entre crecimiento individual y tasa de mortalidad natural, en el sentido que un crecimiento de grado bajo estará asociado a una mortalidad natural también baja y viceversa (Charnov, 1991; Charnov & Berrigan, 1991). En base a esto se puede indicar que al igual que el coeficiente de Brody, la mortalidad estaría subestimada. En este sentido, la mortalidad natural obtenida a partir del método propuesto por Alagaraja (1984) se ajustaría de mejor manera al criterio utilizado para la selección de este, ya que los valores se encuentran en el límite inferior del rango de plausibilidad.

Al analizar distintos valores del coeficiente de Brody (K) para determinar la talla crítica, se aprecia que ésta no es muy sensible a las variaciones de K, lo que hace suponer que el hecho de tener un K subestimado no altera mayormente la estimación de la talla crítica. Basado en lo anterior se puede decir que el valor



obtenido en este estudio para la talla crítica de *C. patagonica* (56,7 mm) concuerda con las medidas de administración pesquera establecidas para este recurso, ya que la talla mínima legal es 55 mm.

#### 5.4.2 Crecimiento individual, mortalidad y talla crítica, *Chamys vitrea*

Los parámetros de crecimiento para *C. vitrea* obtenidos en este estudio ( $L_{\infty}=101,1$  y  $K= 0,27$ ) son similares a los determinados a través de lectura de anillos por Trautmann (1979) en Seno Ventisquero, siendo la longitud infinita levemente menor y el coeficiente de Brody mayor que el de este autor ( $L_{\infty}=104,7$ ;  $k=.,20$ ); al comparar los resultados con los de Guzmán *et al.* (1987) en la Provincia de Ultima Esperanza, se aprecian diferencias principalmente en torno al coeficiente de Brody, el que muestra valores entre 0,07 y 0,1; con los estimados por Ríos *et al.* (1980) en Seno Ventisquero, se observan marcadas diferencias en ambos parámetros. A su vez, Guzmán *et al.* (1987) con el criterio computacional de Pauly *et al.* (1980), determinó valores sensiblemente mayores que los de este estudio. Las diferencias entre los distintos estimadores, se pueden atribuir a los diferentes criterios metodológicos utilizados en las determinaciones de los parámetros de crecimiento a partir del análisis de distribución de frecuencia de tallas.

Las comparaciones muestran que la longitud infinita presentada en este informe podría estar subestimada, sin embargo, el coeficiente de Brody se encuentra dentro del rango de valores determinados por los autores recién citados (0,07-0,50). Tomando la talla de madurez sexual obtenida en este estudio (41,2 mm), se realizaron estimaciones de la edad de madurez con los distintos valores de los parámetros de crecimiento obtenidos por los diferentes autores mencionados en el párrafo anterior, empleando la función de crecimiento de von Bertalanffy. En este estudio se estimó que la edad de madurez se alcanza a los 1,9 años, mientras que



la determinada a partir de los datos presentados por Guzmán *et al.* (1987) de Estero Calvo y Trautmann (1979) de Seno Ventisquero, fueron de 1,6 y 3,2 años. Estos valores parecen representar apropiadamente las expectativas de vida para esta especie, si la comparamos con la obtenida para otra especie de pectínido de alta latitud en la Plataforma Argentina (*C. patagonica*) (Waloszek, 1987 y 1991), que alcanza la edad de madurez a los 2 años. Utilizando los estimadores de crecimiento presentados por otros autores, para determinar la edad de madurez sexual de *C. vitrea*, a partir de la talla de madurez sexual obtenida en este estudio (41,2 mm), se observó que variaron entre 1 año, con los parámetros presentados por Guzmán *et al.* 1987 (Estero Peel; criterio de Pauly *et al.* 1980) y 47 años con los valores estimados por Ríos *et al.* 1980 (Seno Ventisquero; lectura de anillos). De lo anterior, se puede precisar que los parámetros de crecimiento obtenidos en este estudio, parecen ajustarse apropiadamente al crecimiento individual de *C. vitrea*, apoyado en las relaciones entre el crecimiento, la edad y talla de primera madurez sexual.

Por otro lado, se observa que la talla crítica es muy sensible a las variaciones de la longitud infinita ( $L_{\infty}$ ); suponiendo que el valor de  $L_{\infty}$  obtenido en este estudio estuviese subestimado, la talla crítica determinada (67,6 mm), se encontraría levemente por debajo del valor real. Por lo anterior, se puede decir que la talla mínima legal establecida para *C. vitrea* (75 mm), se ajustaría adecuadamente a los procesos biológicos propios de esta especie.

#### **5.4.3 Análisis comparativo del crecimiento individual, talla de madurez sexual y longevidad.**

La estimación de la talla de madurez sexual lograda mediante el ajuste de una curva logística (22,5 mm) muestra que ésta se alcanza en *C. patagonica* a los 17 meses (1,4 años) según la estimación de crecimiento individual que se presenta en este



estudio. Este tamaño corresponde a 0,27 del 95% de la expectativa máxima de tamaño (longitud infinita), que en términos de edad equivale a una proporción de 0,11 de la edad máxima alcanzable (edad al 95% de la longitud infinita). En otras palabras, esta especie presenta un extenso lapso para participar en el proceso reproductivo, del orden del 90% de su vida, el que sin embargo, por tratarse de un proceso anual, participa en 12 ocasiones a lo largo de su ciclo de vida. Desde el punto de vista práctico, estas oportunidades reproductivas se reducen a 3-4, entre la madurez sexual y la talla mínima de captura (i.e. 55 mm), previo a constituirse en un individuo susceptible de ser capturado comercialmente. Estos resultados muestran que **C. patagonica**, ha acomodado muy tempranamente la madurez sexual, como una forma de compensar las pocas oportunidades en que participará en el proceso reproductivo a lo largo de su vida (Fig. 44).

En **C. vitrea** la madurez sexual se alcanza a los 42,1 mm, tamaño que corresponde a 0,44 del tamaño máximo alcanzable, cifra que es del orden de 1,5 veces superior a aquella estimada para su congénere, en tanto que las edades al tamaño máximo alcanzable, son muy similares (13,6 y 11,1 años), no obstante que **C. patagonica** tiene una mayor longevidad. Asimismo la edad de 23 meses (1,9 años) a la cual se alcanza la madurez sexual es superior, puesto que la proporción (0,17) a la cual se logra este hito con respecto a la expectativa de longevidad estimada (11,1 años) es ligeramente más alta, lo que reduce la participación en el proceso reproductivo aproximadamente a un 80% de su período de vida (Fig. 44). Por lo tanto, tiene un lapso reproductivo inferior a **C. patagonica** y dispondría del orden de 8 oportunidades para participar en el proceso reproductivo a lo largo de su vida (un desove anual), estimación que es claramente inferior a la estimada para su congénere. Con respecto a los ejemplares comerciales, éstos tendrían del orden de 3-4 ocasiones de participar en el proceso reproductivo, previo a alcanzar la talla mínima legal.



Los resultados muestran la necesidad de contar con estimaciones de la fecundidad y aporte teórico de crías que efectuaría cada especie, como así también respecto del éxito y variabilidad del reclutamiento, tanto con relación a variaciones locales como interanuales, puesto que éste ocurre en un hábitat diferencial con respecto a los sectores en los cuales se desarrollan los bancos comerciales. De los antecedentes disponibles, por su menor tamaño, **C. patagonica**, al menos compensaría un probable menor aporte teórico de crías, con una mayor cantidad de oportunidades para participar en el proceso reproductivo.

Por otro lado, los resultados acerca del crecimiento individual y estimaciones de edad al lograr el tamaño máximo alcanzable, permiten señalar que éstas pueden ser calificadas en términos relativos como especies con un crecimiento intermedio, pero de una longevidad relativamente corta.



## 6. CONCLUSIONES

### 6.1 *Chlamys patagonica*

- Muestra un ciclo reproductivo anual en que hay un claro período reproductivo con: a.- una etapa gametogénica de enero a julio y b.- una etapa de evacuación o emisión de gametos de julio a septiembre; y un marcado período de reposo gonadal de octubre a diciembre, determinado en Ensenada Villarino.
- Presenta una talla mínima de primera madurez sexual individual masculina en el rango 10,1-15,0 mm con un macho de 14,1 mm de longitud; y la primera madurez sexual femenina en el rango 15,1-20,0 mm con una hembra de 17,4 mm de longitud, determinada en Bahía Simpson.
- Expresa la talla mínima de primera madurez sexual poblacional sin considerar el sexo, en el rango 25,1-30,0 mm de longitud.
- De acuerdo con la función de madurez, alcanza la talla de primera madurez sexual ( $I_{50\%}$ ) a los 22,5 mm.
- La tasa de incremento de la relación talla peso, muestran una sincronía con el ciclo reproductivo.
- La distribución de tamaño fue homogénea entre los distintos períodos de muestreo y entre sectores.
- La densidad y la abundancia en los distintos lugares de muestreo variaron entre 3,0 y 53,2 ind  $m^{-2}$  y 42.000 y 3.298.400 ind., respectivamente.



- Los bancos de esta especie se distribuyen separadamente en función del tamaño de los ejemplares.
- Los bancos de esta especie se distribuyen a profundidades superiores a los 15 m, sobre sustratos duros y blandos, principalmente limo arcilla, conchuelas y bloques.
- Los parámetros de crecimiento de esta especie obtenidos a partir de la lectura de anillos inscritos en la concha son:  $L_{\infty} = 84,804$  mm,  $K = 0,218$  mm año<sup>-1</sup> y  $t_0 = 1,89 \times 10^{-4}$  año.
- La mortalidad natural determinada para esta especie es  $M = 0,34$  y su talla crítica de  $L_{mb} = 56,69$  mm.

## 6.2 *Chlamys vitrea*

- Presenta un ciclo reproductivo anual en que hay un claro período reproductivo con: a.- una etapa gametogénica de marzo a julio y b.- una etapa de evacuación o emisión de gametos de agosto a octubre; y un marcado período de reposo gonadal de noviembre a febrero, determinado en Seno Ventisquero.
- Presenta una talla mínima de primera madurez sexual individual masculina en el rango 30,1-35,0 mm con un macho de 33,7 mm de longitud; y la primera madurez sexual femenina en el rango 40,1-45,0 mm con una hembra de 40,9 mm de longitud, determinada en Seno Ventisquero.
- Expresa la talla mínima de primera madurez sexual poblacional sin considerar el sexo, en el rango 40,0-45,0 mm de longitud.



- De acuerdo con la función de madurez, alcanza la talla de primera madurez (I<sub>50%</sub>) a los 42,1 mm.
- La tasa de incremento de la relación talla peso, muestran una sincronía con el ciclo reproductivo.
- La distribución tamaños fue homogénea entre los distintos períodos de muestreo y entre sectores.
- La densidad y abundancia varió entre 2,2 y 20,1 ind m<sup>-2</sup> y entre 49.000 y 3.036.000 ind., respectivamente.
- Los bancos de esta especie se distribuyen separadamente en función del tamaño de los ejemplares.
- Los bancos de distribuyen entre los 2 y 17 m sobre sustratos duros y blandos, principalmente limo arcilla, conchuelas y bloques.
- Los parámetros de la función de crecimiento son:  $L_{\infty} = 101,079$  mm,  $K = 0,268$  mm año<sup>-1</sup> y  $t_0 = 1,98 \times 10^{-4}$  año.
- La mortalidad natural determinada para esta especie fue  $M = 0,41$  y la talla crítica es  $L_{mb} = 67,57$  mm.





## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alagaraja, K. 1984. Simple Methods for Estimation of Parameters for Assessing Exploited Fish Stocks. *J. Fish.*, 31:177-308.
- Alverson, D. & M. Carney. 1975. A Graphic Review of Growth and Decay of Populations Cohorts. *J. Int. Explor. Mer.*, 36: 133-143.
- Andrade, S. 1990. Repoblamiento de Ostiones en la XII Región. Informe Final Proyecto FNDR. 180 pp.
- Andrade, S. 1991. Cultivo de Ostiones del Sur. Informe Final Proyecto Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD. 5 Volúmenes. 650 pp.
- Andrade, S. 1996. Cultivo Mixto y Manejo Biológico de Dos Especies de Ostiones del Sur en las Cercanías de Puerto Natales, XII Región. Canal Señoret - Puerto Natales. Sergio Andrade, Biólogo Marino, Consultor. Patrocinante: Comercial Mac Lean y Cía. Ltda. 90 pp.
- Barboza, P.; R. Ramos; E. Tapia & C. Toro. 1980. Ciclo Reproductivo de la Almeja *Protothaca thaca* (Molina, 1782). Mollusca, Bivalvia. Análisis Histológico. Antofagasta. Universidad de Chile (manuscrito). 85 pp.
- Beverton, R. & S. Holt. 1959. A Review of the Lifespans and Mortality Rates of Fish in Nature, and their Relation to Growth and other Physiological Characteristics. In: CIBA Foundation, Colloquia on ageing. Vol 5. The lifespan of Animals, Edited by G.E.W. Wolstenholme and M. O'Connor. London. Churchill, Vol 5: 142-180.



- Bhattacharya, C. 1967. A Simple Method of Resolution of Distribution into Gaussian Components. *Biometrics*, 23: 115-135.
- Brey, T. & D. Pauly. 1986. A User's Guide to ELEFAN 0, 1, and 2 (Revised and Expanded Version). *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel*. N° 149. 77 pp.
- Brey, T.; M. Soriano, & D. Pauly. 1988. Electronic Length Frequency Analysis. A Revised Expanded User's Guide to ELEFAN 0, 1 and 2 (2nd Edition). *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel*. N° 177. 31 pp.
- Briarty, L. 1975. Stereology: Methods for Quantitative Light and Electron Microscopy. *Science Progress, Oxford* 62: 1-32.
- Brown, D. & R. Guerra. 1979. Etapas en el Desarrollo Gonadal de la "Macha", *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) en las Bahías de Guanaqueros y Coquimbo. Informe Serplac IV Región. Centro de Investigaciones Submarinas, Universidad del Norte, Sede Coquimbo. 23 pp.
- Brown, D. & R. Guerra. 1980. Recuperación Gonadal en "Ostión" *Chlamys (Argopecten) purpurata* (Lamarck, 1819) Luego de Evacuación de Gametos. *Arch. Biol. Med. Exp.*, 13(3): R363.
- Brown, D. 1981. Madurez Sexual del "Abalón Rojo de California" *Haliotis rufescens* (Gastropoda: Prosobranchia) Nacido y Cultivado en Coquimbo, Chile. *Arch. Biol. Med. Exp.* 14(3): R253.
- Brown, D. & R. Guerra. 1982. Ciclo Reproductivo en Dos Poblaciones de *Chlamys (Argopecten) purpurata* (Mollusca: Bivalvia). *Arch. Biol. Med. Exp.* 15(2): R111.



- Brown, D. 1990. Cambios Morfofuncionales en las Células Somáticas de los Compartimientos Gonadales Durante la Expresión Gonadal de la Sexualidad de *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Mollusca: Mesogastropoda). Tesis de Magister en Ciencias Biológicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. 133 pp.
- Brown, D. 1995. Aspectos Reproductivos y Madurez. En: Informe Final, Proyecto: "Monitoreo de la Pesquería del Recurso Macha en la IV y V Regiones, 1994". Fondo de Investigación Pesquera (FIP), Subsecretaría de Pesca. 101 pp., figuras, tablas y anexos.
- Brown, D.; B. Campos; R. Guerra & C. Olivares. 1993. Ciclo Reproductivo de *Semele solida* (Almeja) y *Gari solida* (culengue) (Mollusca: Bivalvia) Provenientes de Bancos Naturales Separados Geográficamente. Libro de Resúmenes XIII Jornadas de Ciencias del Mar: p 109.
- Brown, D.; L. Durán; G. Collado & C. Betancourt. 1997. Ciclo Reproductivo de las "Lapas" *Fissurella latimarginata* y *F. cumingi* (Mollusca, Archaeogastropoda) en Punta Coloso (II Región) y Los Vilos (IV Región). Libro de Resúmenes XVII Congreso de Ciencias del Mar. 13-16 mayo, 1997, Santiago Chile. Universidad de Chile, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar. p. 84.
- Brown, D.; R. Ramírez & L. Cocas. 1996. Madurez Sexual en el "Loco" *Concholepas concholepas* (Mollusca, Neogastropoda) de Los Molles y El Algarrobo. Libro de Resúmenes XVII Congreso de Ciencias del Mar. 13-16 mayo, 1997, Santiago Chile. Universidad de Chile, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar. p. 85.



- Brown, D.; B. Campos & R. Rivero. 1997. Sexualidad y Ciclo Reproductivo de la Almeja *Eurhomalea lenticularis* (Bivalvia: Veneridae) de la Rada de Algarrobo, V Región. Libro de Resúmenes XVII Congreso de Ciencias del Mar. 13-16 mayo, 1997, Santiago Chile. Universidad de Chile, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar. p. 175.
- Cañas, P. & M. Schuffeneger. 1989. Determinación del Estado de Madurez de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1978), por Medio de la Aplicación de Índices Gonádicos. Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número Especial): 349-354.
- Carcelles, A. R. 1950. Catálogo de los moluscos marinos de la Patagonia. Anales Museo Nahuel Huapi, 2: 41-100.
- Charnov, E. L. 1991. Pure numbers, invariants and symmetry in the evolution of life histories. *Evolutionary Ecology*, 5:339-342.
- Charnov, E. L. & D. Berrigan. 1991. Dimensionless numbers and the assembly rules for life histories. *Phil. Trans. R. Soc. London. (Ser.B)*, 332: 41-48.
- Christiansen, H.; M. Cabrera, & S. Brodsky. 1972. Posibilidades de Aplicación de una Técnica Estereométrica en la Determinación de la Fecundidad y en los Cálculos de los Procesos de Reabsorción Ovocitaria en Invertebrados Marinos. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 194: 279-298.
- Christiansen, H.; S. Brodsky & M. Cabrera. 1973. Aplicación de una Técnica Histométrica en la Determinación de la Fecundidad en Invertebrados Marinos. *Physis a Buenos Aires*, 32(84): 121-135.



- Creese, R. 1980. Reproductive Cycles and Fecundities of Four Common Eastern Australian Archaeogastropod Limpets (Mollusca: Gastropoda). *Aust. J. Freshwater Res.*, 31: 49-59.
- DiSalvo L.; E. Alarcón; E. Martínez & e: Uribe. 1984. Progress in mass Culture of ***Chlamys (Argopecten) purpurata*** with Notes on its Natural History. *Revista Chilena de Historia Natural* 57: 35-45.
- Dibacco, C.; G. Robert & J. Grant. 1995. Reproductive Cycle of the Sea Scallop, ***Placopecten magellanicus*** (Gmelin, 1791), on Northeastern Georges Bank. *J. Shellfish Res.*, 14(1): 59-69.
- Die, D.; J. McGilvray; A. Courtney & M. Cosgrove. 1995. A Quantitative Method for Staging Penaid Prawn Ovaries Using Image Analysis. *Invertebrate Reproduction and Development.*, 28 (3): 177-183.
- Eversole, A.; W. Michener & P. Eldrige. 1980. Reproductive Cycle of ***Mercenaria mercenaria*** in a South Carolina Estuary. *Proceedings of the National Shellfisheries Association.*, 70(1): 22-30.
- Gabe, M. 1968. *Techniques Histologiques* (París: Masson et Cie.). 1.113 pp.
- Giese, A. 1959. Comparative Physiology: Annual Reproductive Cycles of Marine Invertebrates. *Annual Review of Physiolog*, 21: 547-576.
- González, L. 1977. Informe Proyecto Prospección del Recurso Ostión XII Región. Informe Instituto de Fomento Pesquero a SERPLAC XII Región. 12 pp.
- Guerra, R. & D. Brown. 1980. Aspectos de la Madurez Sexual en ***Chlamys (Argopecten) purpurata*** de Bahía Tongoy. *Arch. Biol. Med. Exp.*, 13(3): R365.



- Gulland, J. 1965. Manual of Method for Fish Stock Assessment. Part 1. Fish Population Analysis. FAO Fish. Tech. Pap. 40, Rev. 1. 68 pp.
- Guzmán, L. 1996. Derrames Experimentales de Petróleo crudo y Dispersantes en un Ambiente de Bloques y Cantos, Estrecho de Magallanes: efectos biológicos y destino del petróleo. Informe de Investigación. Inf. Inst. Pat. 79: 333 pp.
- Guzmán, L; C. Ríos; M. Ibarra & S. Oyarzún. 1987. Investigación Bancos de Ostiones y Locos. I "Loco" *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). Informe Final. Informe Instituto de la Patagonia, 37: 94 pp.
- Guzmán, L; G. Pizarro; J.C. Uribe; O. Oyarzo; R. Victoriano; E. Barticevic; C. Alarcón; S. Cuevas; A. Atalah; V. Chacón & M. Santana. 1999. Difusión Programa Marea Roja en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, II Etapa. Inf. Final. 4 tomos. FNDR. Tomo I, 176 pp. + figuras + anexos.
- Hayashi, Y. 1980. The Reproductive Biology of the Ormer *Haliotis tuberculata*. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 60: 415-430.
- Hernández, J. 1982. Antecedentes Sobre Crecimiento del Ostión de Magallanes *Chlamys (Zygochlamys) patagonica* (King y Broderip, 1831) en Cultivo Suspendido. II Jornadas de Ciencias del Mar. Concepción, Nov. de 1982, Chile. p. 30 (resumen).
- Hosmer, D. & S. Lemeshow. 1989. Applied Logistic Regression. Wiley & Sons, NY.
- Jaramillo, R. & J. Navarro. 1995. Reproductive Cycle of the Chilean Ribbed Mussel *Aulacomya ater* (Molina, 1782). J. Shelfish Res., 14(1): 165-171.



- Karandinos, M. 1976. Optimum Sample Size and Coments on Some Published Formulae. Bull. Etom. Soc. Amer., 22 (4): 417-421.
- López, M.; C. Leyton & M. Graf. 1982. Técnicas de Citología e Histología. Depto. de Biología Celular y Genética. Facultad de Medicina. U. de Chile (eds.). 242 pp.
- Lozada, E. & H. Bustos. 1984. Madurez Sexual y Fecundidad de *Venus antiqua antiqua* King & Broderip, 1835 en la Bahía de Ancud (MOLLUSCA: BIVALVIA: VENERIDAE). Revista de Biología Marina, Valparaíso. 20(2): 91-112.
- Lubet, P. 1959. Recherches Sur le Cycle Sexuel et 'Émission des Gametes chez les Mytilidés et les Pectinidés (Moll. Bivalves). Revue des Ttravaux de l'Office (Scientifique et Technologique) des Pêches Maritimes, 23: 397-548.
- Lucas, A. 1965. Recherche Sur le Sexualité des Mollusques Bivalves. Theses Doctorat. Fac. Science. L' Université de Rennes. Francia.
- Lucas, A. 1975. Sex Differentiation and Juvenile Sexuality in Bivalves Molluscs. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 39 Suppl.: 532-541.
- Macdonald, P. & T. Pitcher. 1979. Ages-groups from Size-frecuency Data: a Versatile an Efficient Method of Analysing Distribution Mixtures. J. Fish. Res. Board Can., 36: 987-1.001.
- Macdonald P. & P. Green. 1988. User's Guide to Program MIX: An Interactive Program for Fitting Mixtures of Distributions. ICHTHUS DATA SYSTEMS. Canadá. 58 pp.



- Navarro R; L. Sturla; O. Cordero & M. Avendaño 1991. Chile pp:1001-15. In: Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. S.E. Shummway (ed). Elsevier Amsterdam.
- Orellana, A. 1979a. Aspectos Biológicos del Ostión de Magallanes (*Chlamys (Zygochlamys) patagonica*). Informe Instituto de Fomento Pesquero a SERPLAC, XII Región. s/n. 23 pp.
- Orellana, A. 1979b. Ostión de Magallanes (*Chlamys (Zygochlamys) patagonica*) (King & Broderip) (Lamellibranchia, Anysomyaria, Pectinidadae). En: Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases Para un Desarrollo Pesquero. Capitulo Moluscos. 20 pp.
- Paine, R.T. & S.A. Levin. 1981. Intertidal Larval scapes: Disturbances and the Dynamics of Pattern Ecological Monograph 5:145-178.
- Pauly, D. 1990. Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. ICLARM Fishbyte. 8(3): 33-38.
- Pauly, D. & N. David. 1980. An Objective Method for Determining Fish Growth from Length Fecuecy Data. ICLARM Newsletter., 3 (3): 13-15.
- Quayle, D. & N. Bourne. 1972. The Clam Fisheries of British Columbia. Bull. Fish. Res. Board Can., 179: 1-70.
- Reddiah, K. 1962. The Sexuality and Spawning of Manx Pectinids. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 42: 683-703.
- Reyes, A.; N. Barahona; A. Carmona; C. Rojas; E. Arias; J. Arias & V. Pezo. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas III, IV y V Región 1993. Informe Técnico CORFO-IFOP, 33 pp.



- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bulletin N°. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 328pp.
- Rikhter, V. & V. Efanov. 1976. On the approaches to estimation of natural mortality of fish population. ICNAF Research Document Doc. 76/VI/8: 12 pp.
- Ríos, C.; L. Guzmán & I. Campodónico. 1980. Antecedentes Sobre Crecimiento y Morfometría del Ostión de Magallanes. ***Chlamys (Zygochamys) patagonica*** (King y Broderip, 1831). Informe Instituto de la Patagonia, Punta Arenas. 10 pp.
- Roa, R. 1993. Annual Growth and Maturity Function of the Squat Lobster ***Pleuroncodes monodon*** in Central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser., 97: 157-166.
- Samamé, M. K. Okada. 1973. Determinación de la Edad, Crecimiento y Dinámica de la Población de la Cachema, ***Cynoscion analis***, Jenyns, de la Costa Norte del Perú. Bulletin of Tokai Regional Fisheries Research Laboratory. Tokyo, Japan.
- Santa Cruz, S.; L. González; J. Hernández & G. Montero. 1979. Estudio, Manejo y Propagación de Ostiones XII región. Informe de Proyecto, Convenio SERPLAC XII Región-IFOP. 34 pp.
- Sastry, A. 1963. Reproduction of the Bay Scallop, ***Aequipecten irradians*** Lamarck. Influence of Temperature on Maturation and Spawning. The Biological Bulletin. Mar. Biol. Lab. Woods Hole, 125: 146-153.
- Sastry, A. 1966. Temperature Effects in Reproduction of the Bay scallop, ***Aequipecten irradians*** Lamarck. The Biological Bulletin. Mar. Biol. Lab. Woods Hole, 130: 118-133.



- Sastry, A. 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae). pp. 113-292. In: A. Giese & J. Pearse (eds.), *Reproduction of Marine Invertebrates*. Vol V. Academic Press: New York.
- SERNAPESCA, 1998. Anuario Estadístico de Pesca.
- SERNAPESCA, 1999. Anuario Estadístico de Pesca.
- Tarifeño, E. 1980. Studies on the Biology of the Surf-Clam *Mesodesma donacium* (Bivalvia: Mesodesmatidae) from Chilean Sandy Beaches. Doctoral Thesis, University of California, Los Angeles. 229 pp.
- Taylor, C. 1958. Cod Growth and Temperature. J. CIEM., 23(3): 366-370.
- Thouzeau, G.; Robert, G. and Smith, S.J. 1991. "Spatial variability in distribution and growth of juvenile and adult sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin) on eastern Georges Bank (Northwest Atlantic). MAR. ECOL. PROG. SER. Vol. 74, nº 2-3, pp. 205 –218.
- Trautmann, S. 1979. Estudio Preliminar de Edad y Crecimiento en Ostión (*Chlamys patagonica*, King, 1831) en Base a Lectura de Anillos. Informe Práctica Profesional. Universidad de Chile. 23 pp.
- Van Sickle, J. 1977. Mortality Rates from Size Distributions. The Application of a Conversation Law. *Oecologia*, 27: 311-318.
- Valladares, C. 1992a. Contradicciones en las Descripciones del Crecimiento del Ostión de Magallanes: ¿Coexistencia de Varias Especies?. XII Jornadas Ciencias del Mar. Santiago, (resumen). p. 30.



- Valladares, C. 1992b. "Crecimiento de *Chlamys patagonica* (Bivalvia: ectinidae) en dos Localidades de la Región de Magallanes". Tesis de Grado. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. 57 pp.
- Valladares, C. & W. Stotz. 1996. "Crecimiento de *Chlamys patagonica* (Bivalvia: Pectinidae) en dos localidades de la Región de Magallanes, Chile". Revista Chilena de Historia Natural. 69: 321-338
- Waloszek, D. 1984. Variabilität, Taxonomie und Verbreitung von *Chlamys patagonica* (King & Broderip, 1832) und Anmerkungen Zu weiteren *Chlamys*-Arten von der Sudspitze Sud-Amerikas. (Mollusca, Bivalvia, Pectinidae). Ver. naturwiss. Ver. Hamburg (N. F.), 27: 207-276.
- Waloszek, D. 1987. Notes on *Chlamys patagonica* (King & Broderip, 1832) from the Argentinian Shelf. In: The Sixth International Pectinid Workshop. Menai Bridge, Wales. p 28.
- Waloszek, D. 1991. *Chlamys patagonica* (King & Broderip, 1832), a Long "Neglected" Species from the Shelf off. The Patagonia Coast. World Aquaculture Workshops. S. Shumway & P. Sandifer (Eds.). 1: 156-263.
- Waloszek, D. & G. Waloszek. 1986. Ergebnisse der Forschungsreisen des FFS "Walter Herwing" nach Sudamerika. LXV Vorkomen. Reproduktion, Wachstum und Mogliche Ntzbarkeit von *Chlamys patagonica* (King & Broderip, 1831) (Bivalvia, Pectinidae auf den Schlf vor Argentinien. Arch. FishWiss., 37 1/2: 69-99.
- Walford, L.A. 1946. A new graphic method of describing the grow of animals. Biological Bulletin. Marine Biology Laboratory Woods Hole 90: 141 – 147.



- Weibel, E. 1979. Stereological Methods. Vol. 1: Practical Methods for Biological Morphometry. Academic Press. London, 415 pp.
- Welch, D. & R. Foucher. 1988. A Maximum Likelihood Methodology for Estimating Length-at-Maturity with Application to Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) Population Dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 45: 333-343.
- Wetherall, J. 1986. A New Method for Estimating Growth and Mortality Parameters from Length Frequency Data. Fishbyte, 4(1): 12-14.
- Zar, J. 1974. Biostatistical analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. 620 pp.



# FIGURAS

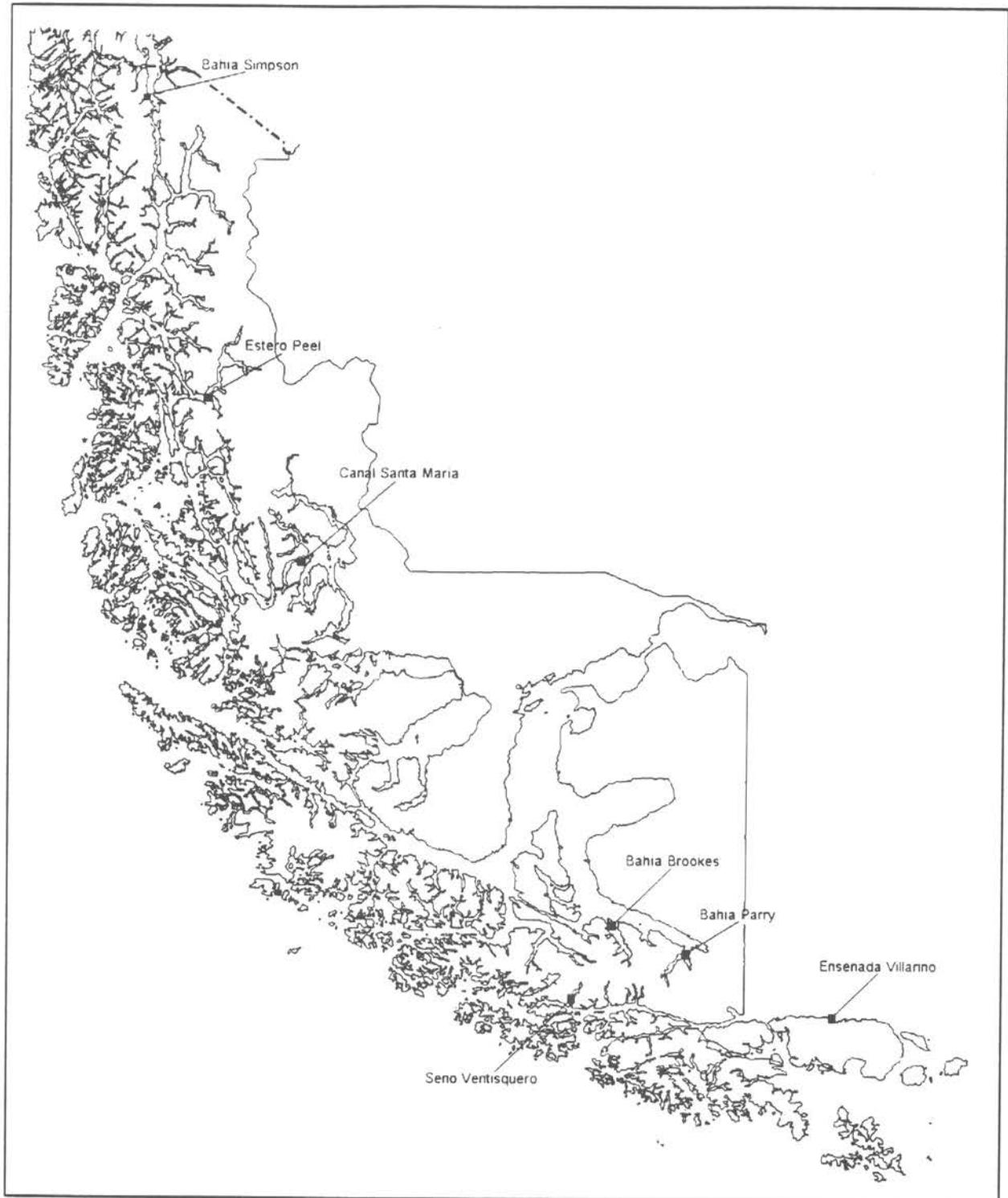


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo para ***Chlamys patagonica*** y ***Chlamys vitrea*** en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

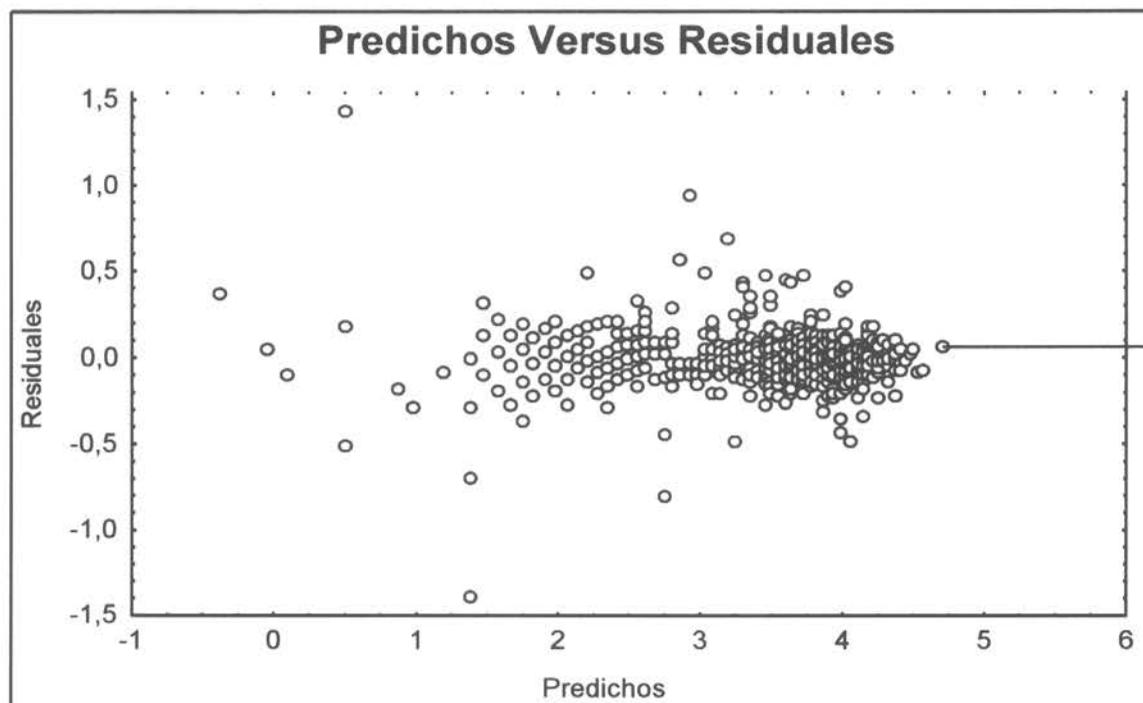


Figura 2. Gráfico de los valores predichos *versus* los valores residuales para el análisis de regresión sin ponderar (ejemplo para *Chlamys vitrea* de Seno Ventisquero del mes de febrero).

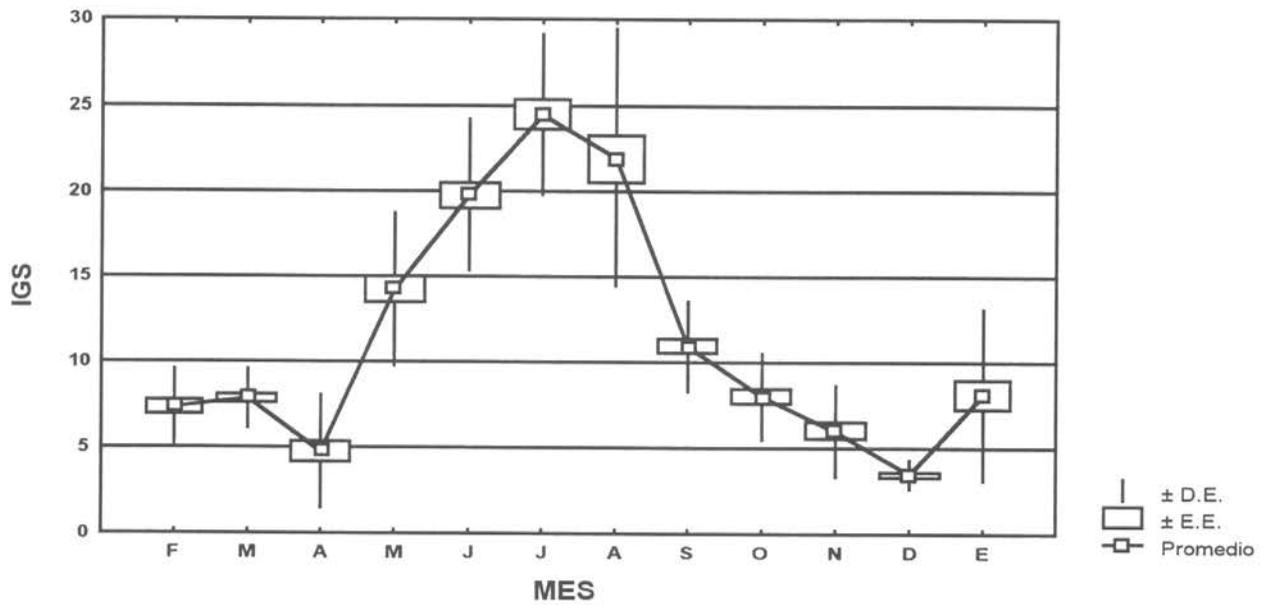


Figura 3. *Chlamys patagonica*. Ensenada Villarino. Índice gonadosomático (IGS) mensual (promedio, desviación estándar (D. E.) y error estándar (E. E.)). Total poblacional.

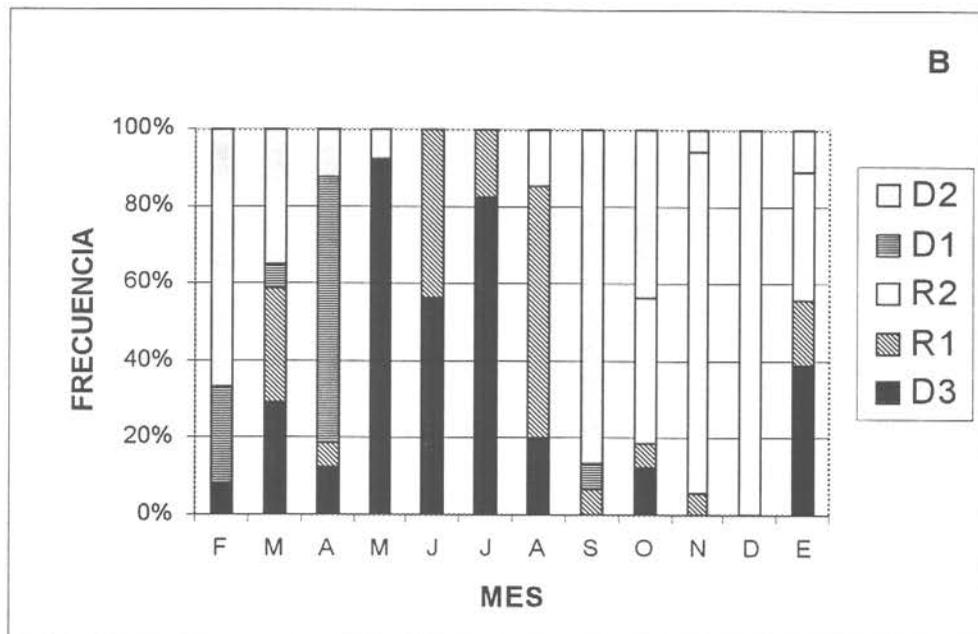
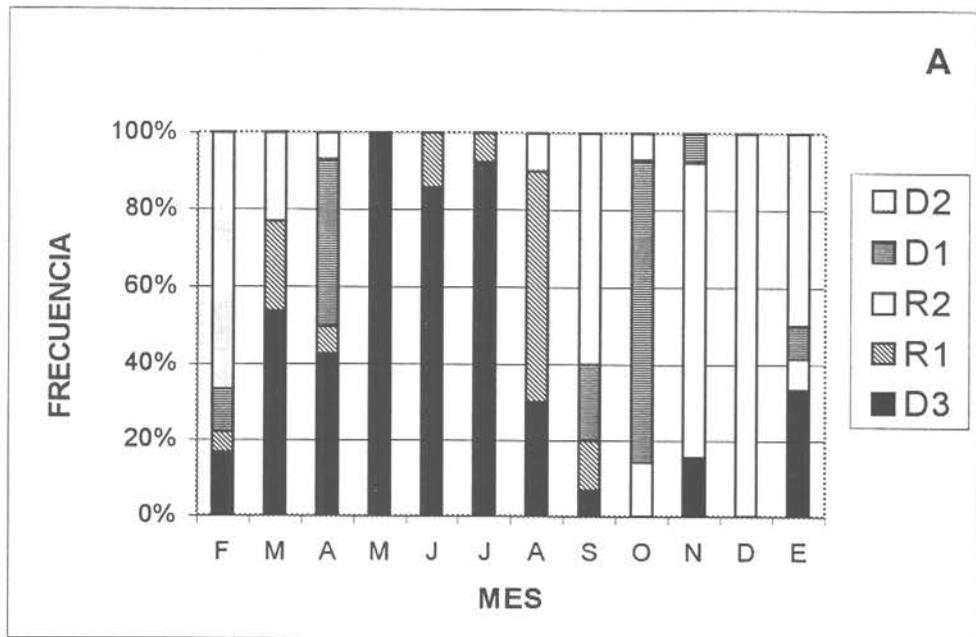


Figura 4. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo cualitativo. Frecuencia porcentual de estados gonadales. (A): Machos; (B): Hembras.

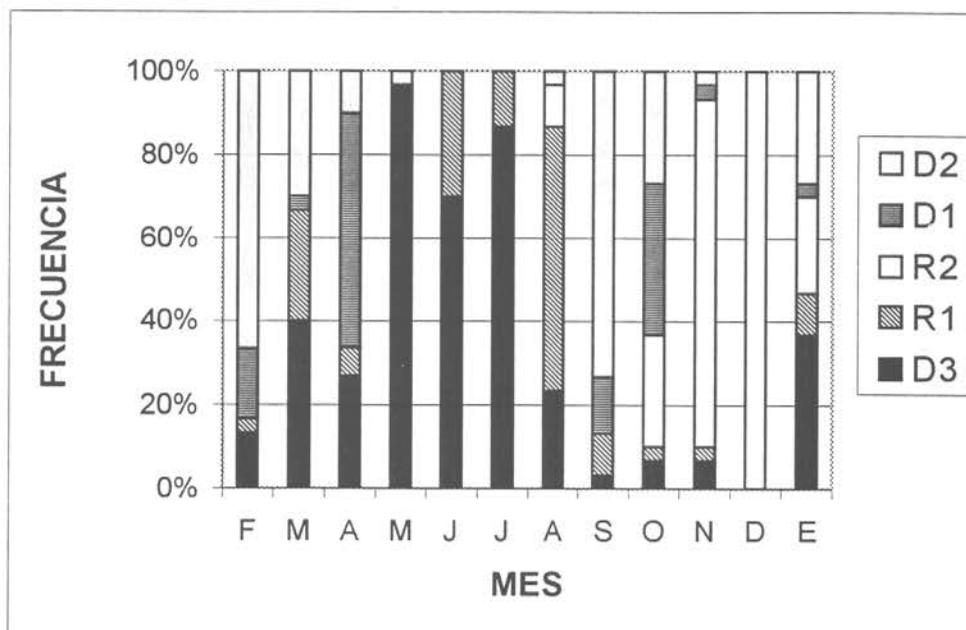


Figura 5. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo cualitativo. Frecuencia porcentual de estados gonadales totales.

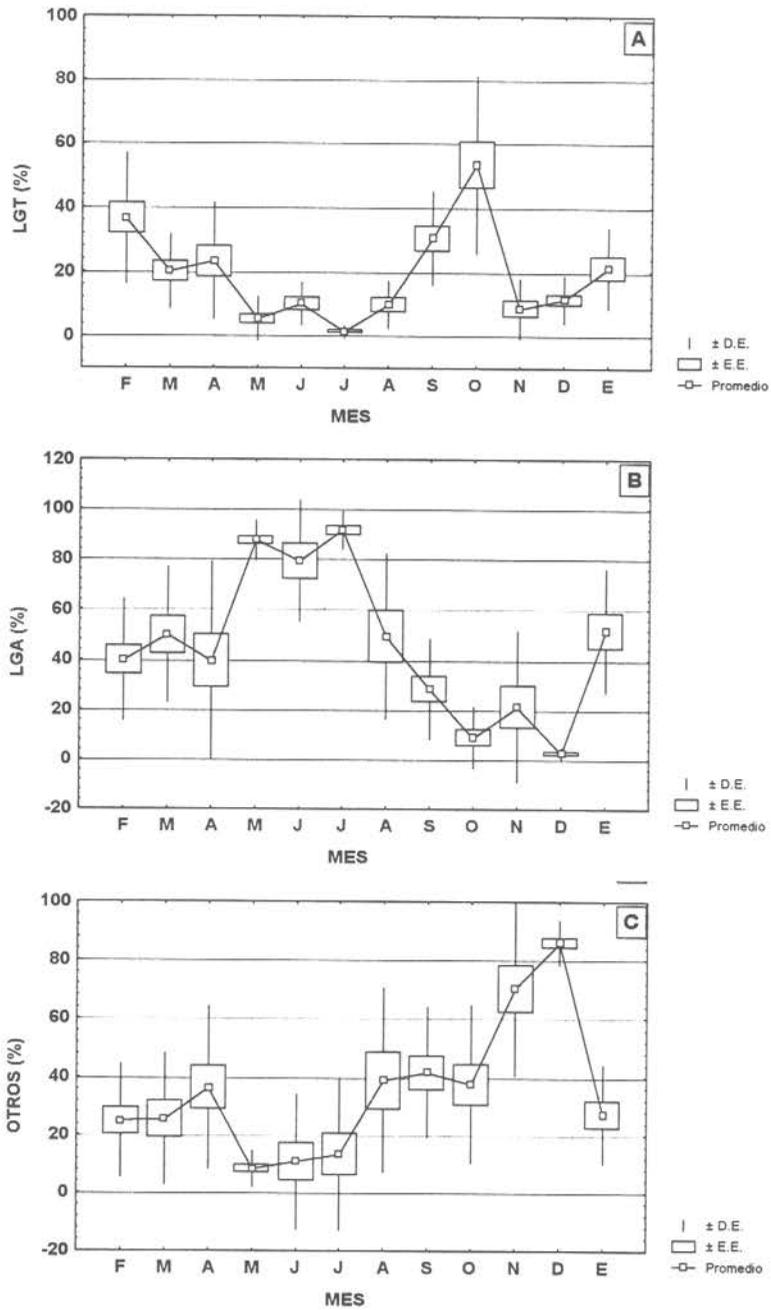


Figura 6. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo cuantitativo. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Machos. (A): Línea germinal temprana (LGT); (B): Línea germinal avanzada (LGA); (C): Otros tejidos.

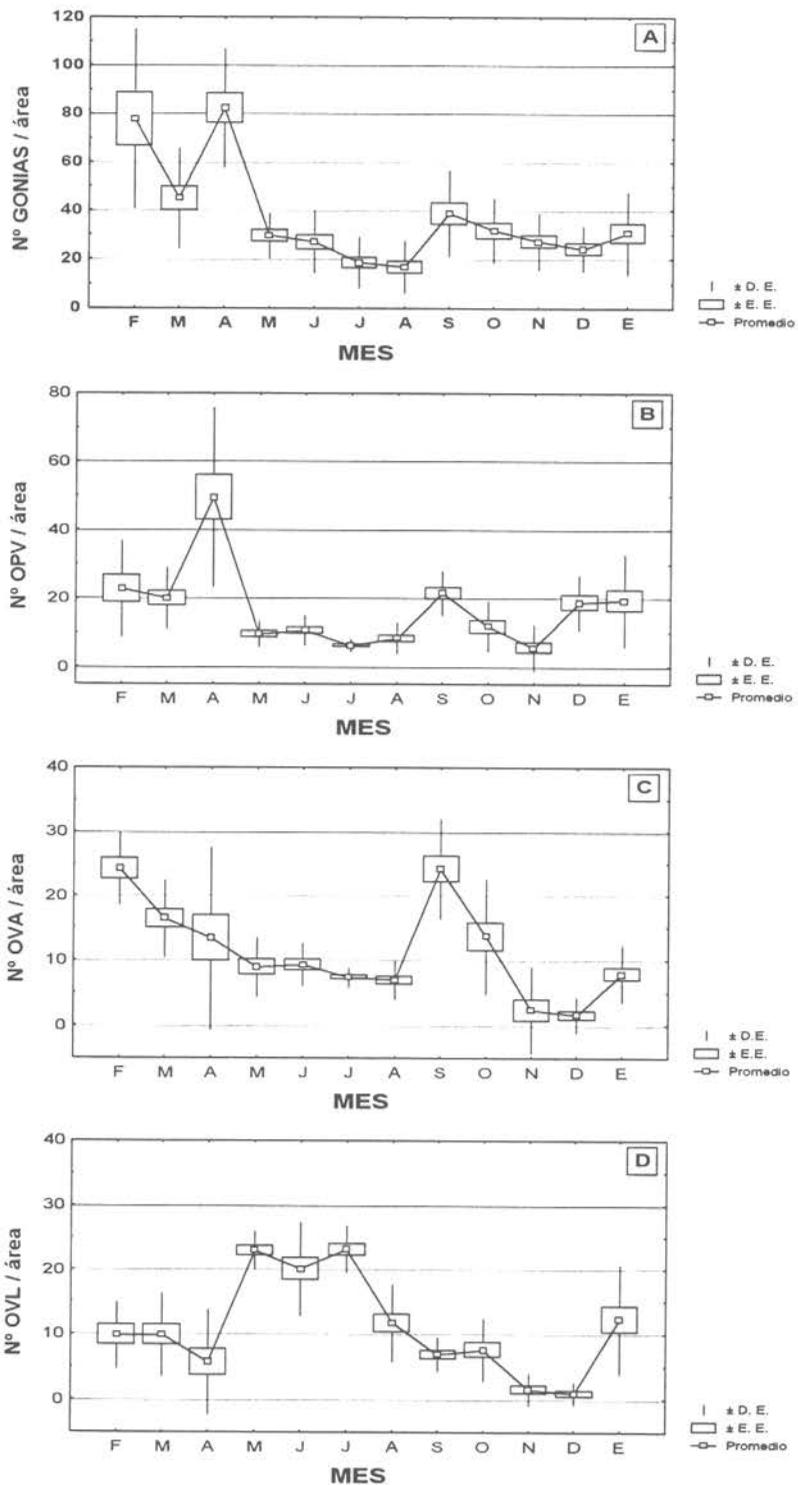


Figura 7. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo cuantitativo. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Hembras. (A): Gonias; (B): Ovocitos previtelogénicos (OPV); (C): Ovocitos vitelogénicos adheridos (OVA); (D): Ovocitos vitelogénicos libres (OVL).

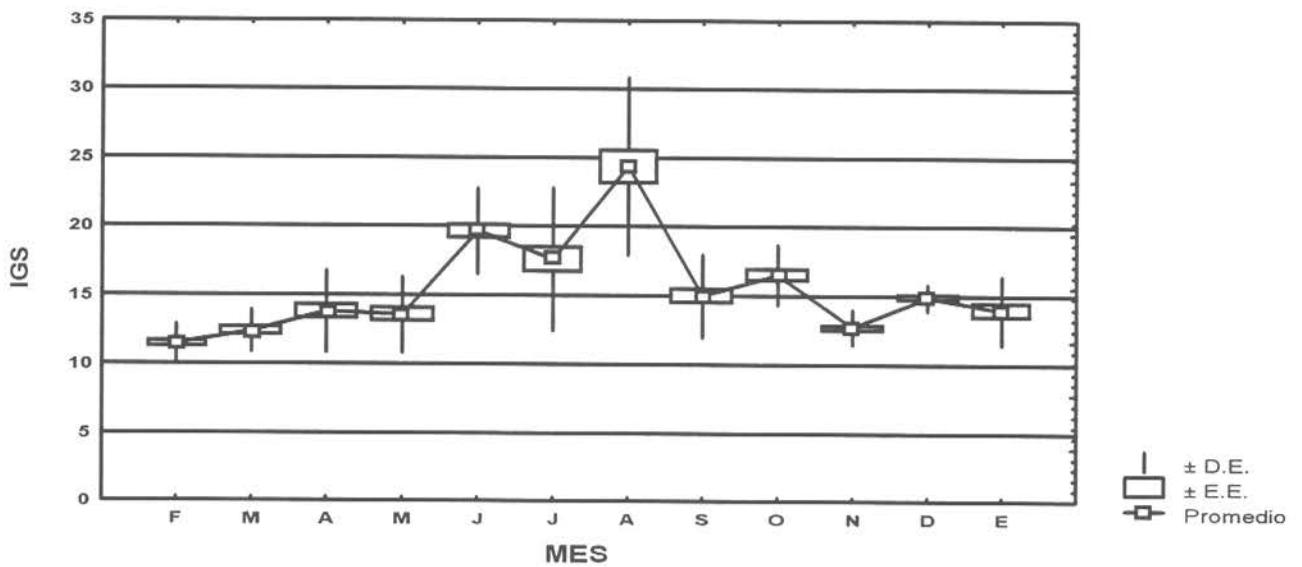


Figura 8. *Chlamys vitrea*, Seno ventisquero. Índice Gonadosomático (IGS) mensual (promedio, desviación estándar (D. E.) y error estándar (E. E.)). Total poblacional.

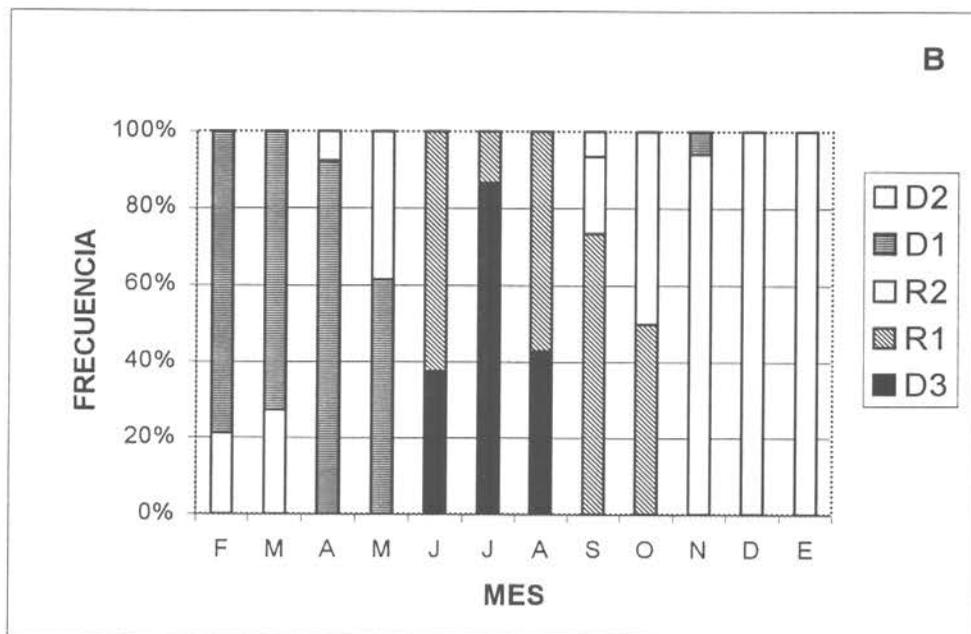
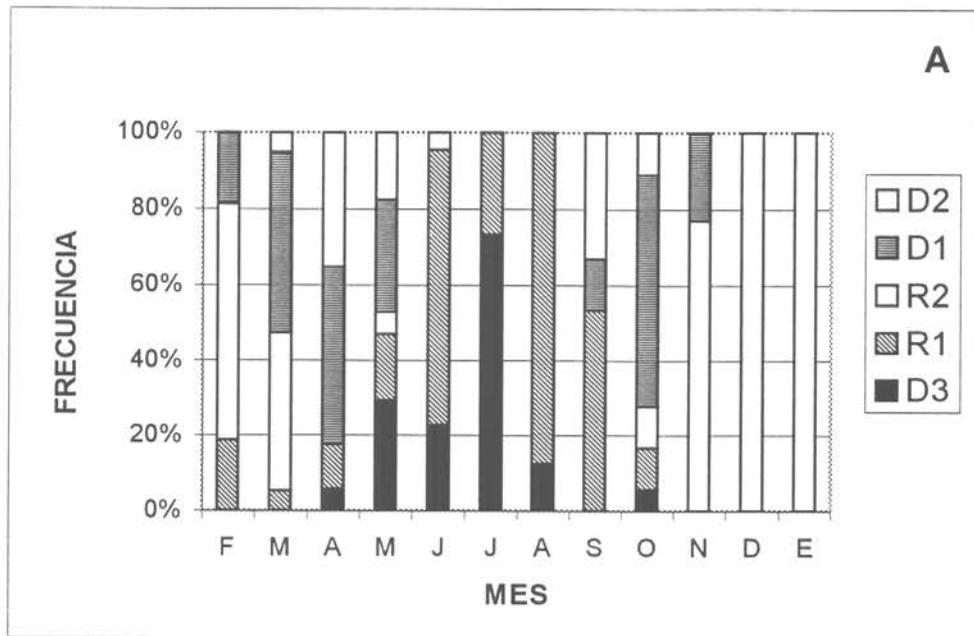


Figura 9. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo cualitativo. Frecuencia porcentual de estados gonadales. (A): Machos; (B): Hembras.

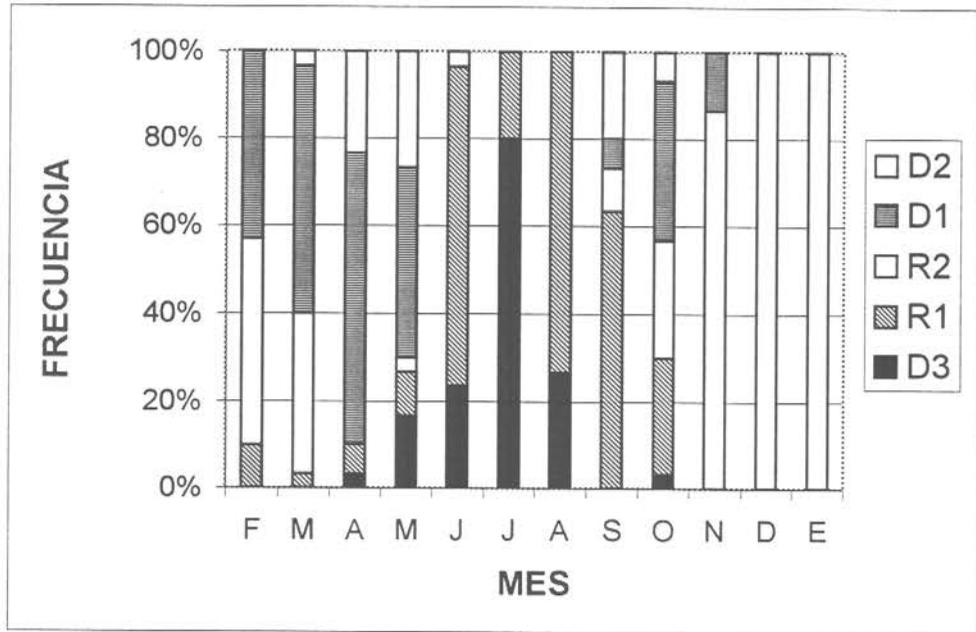


Figura 10. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo cualitativo. Frecuencia porcentual de estados gonadales totales.

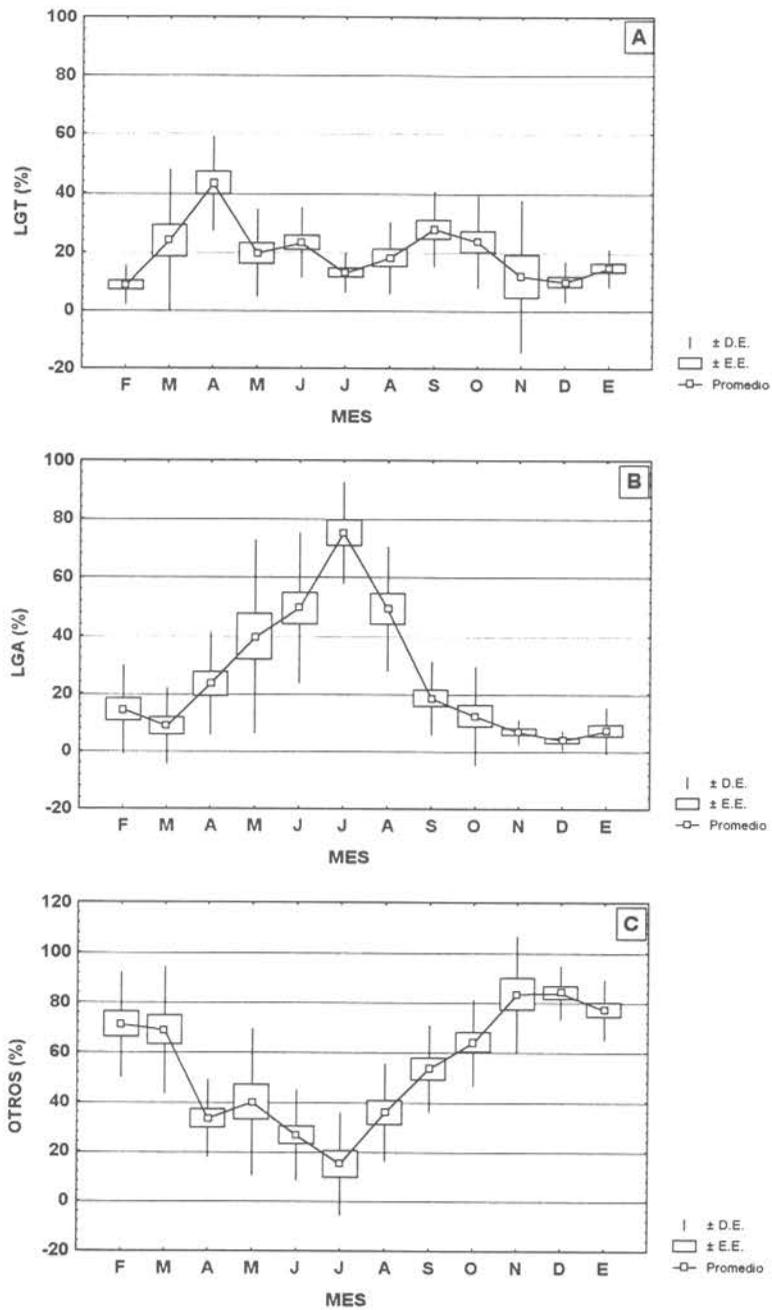


Figura 11. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo cuantitativo. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Machos. (A): Línea germinal temprana (LGT); (B): Línea germinal avanzada (LGA); (C): Otros tejidos.

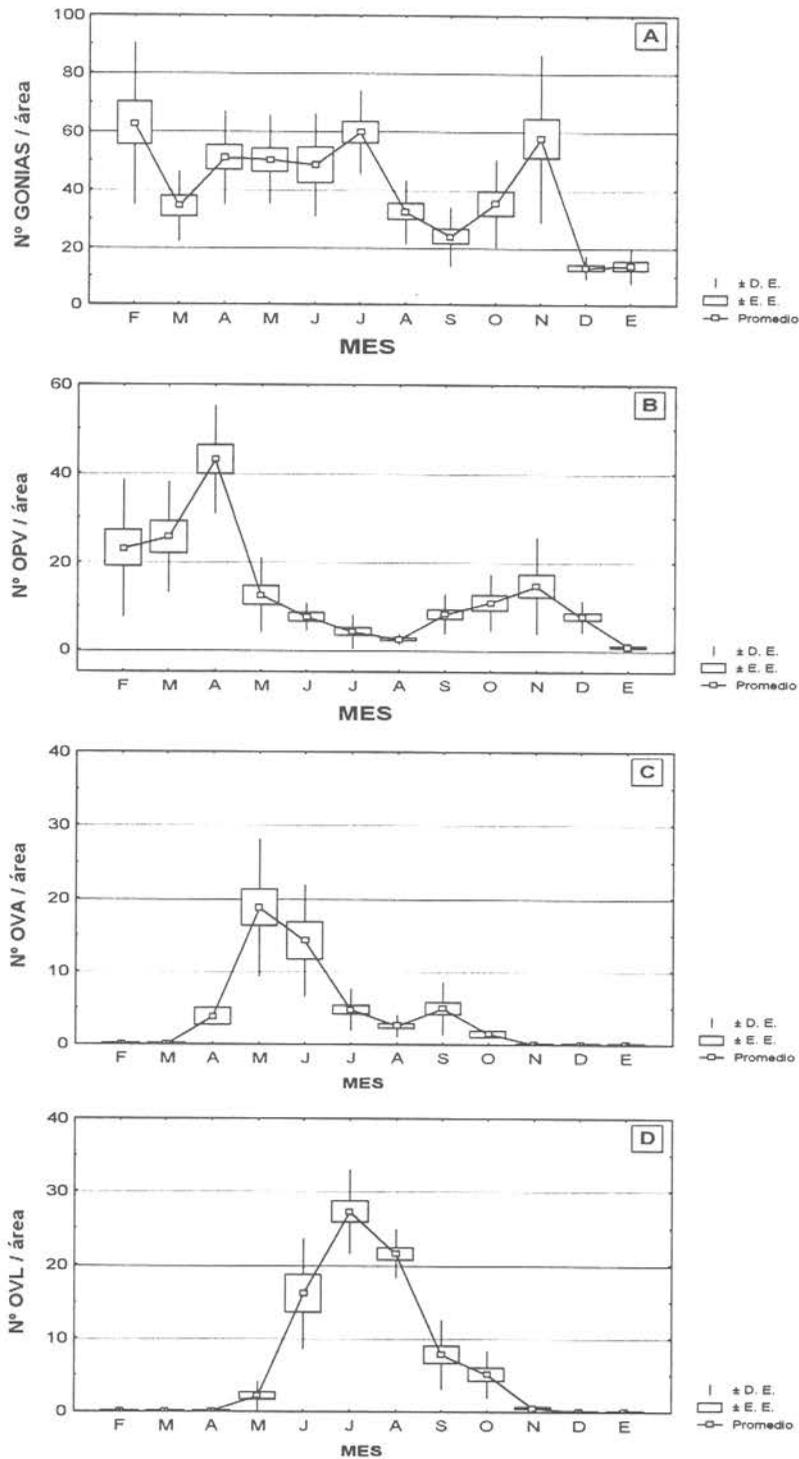


Figura 12. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo cuantitativo. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Hembras. (A): Gonias; (B): Ovocitos previtelogénicos (OPV); (C): Ovocitos vitelogénicos adheridos (OVA); (D): Ovocitos vitelogénicos libres (OVL).

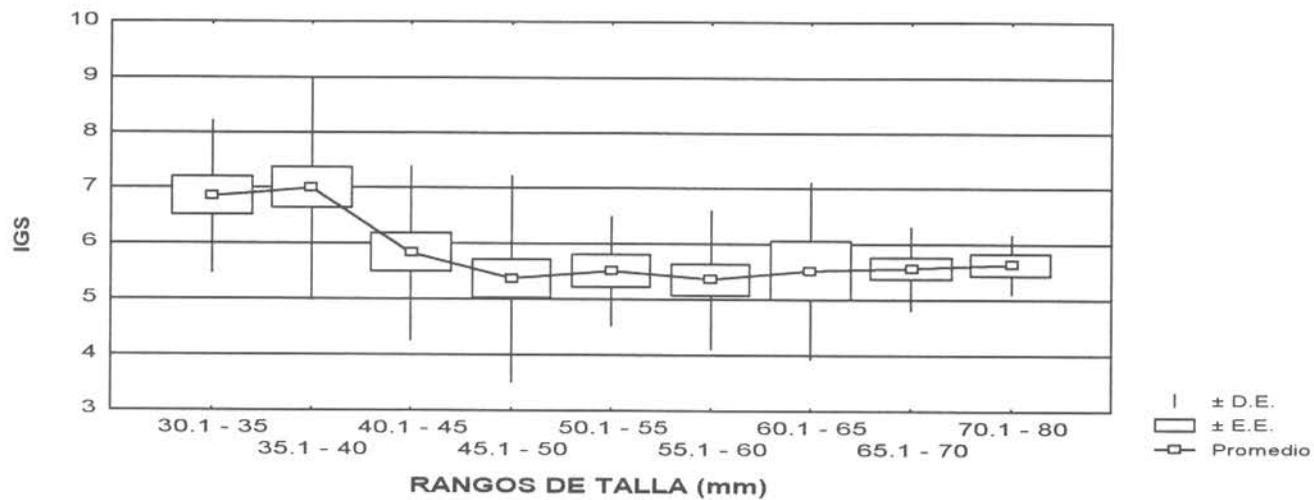


Figura 13. *Chlamys patagonica*. Bahía Simpson. Madurez sexual. Índice gonadosomático (IGS) (promedio, desviación estándar (D. E.) y error estándar (E. E.)) por rangos de talla.

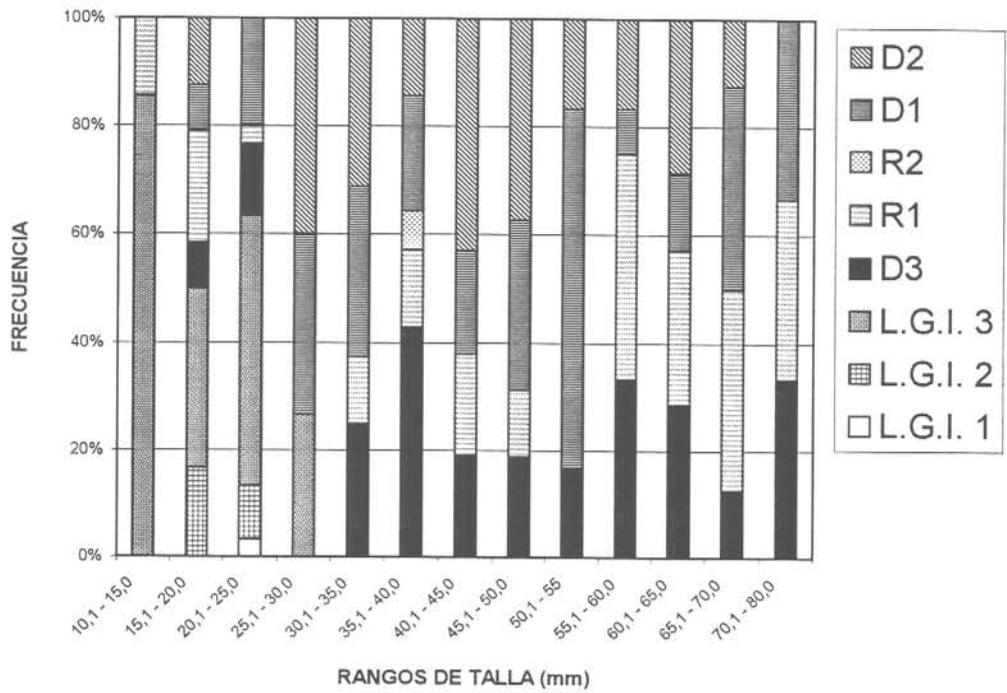


Figura 14. *Chlamys patagonica*, Bahía Simpson. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Machos.

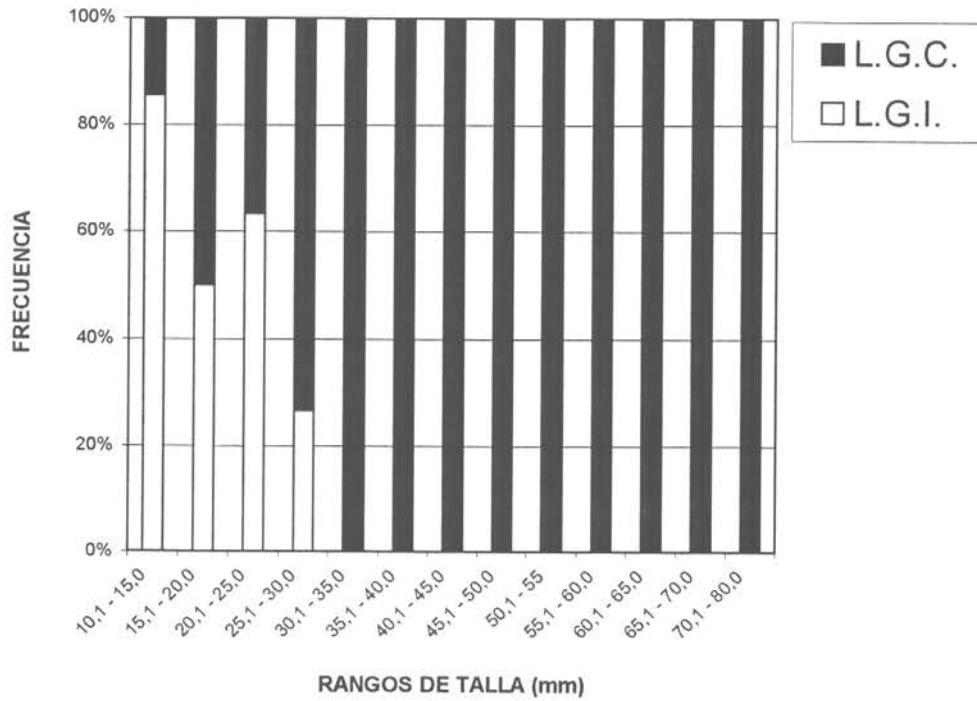


Figura 15. *Chlamys patagonica*, Bahía Simpson. Talla de primera madurez sexual en machos.

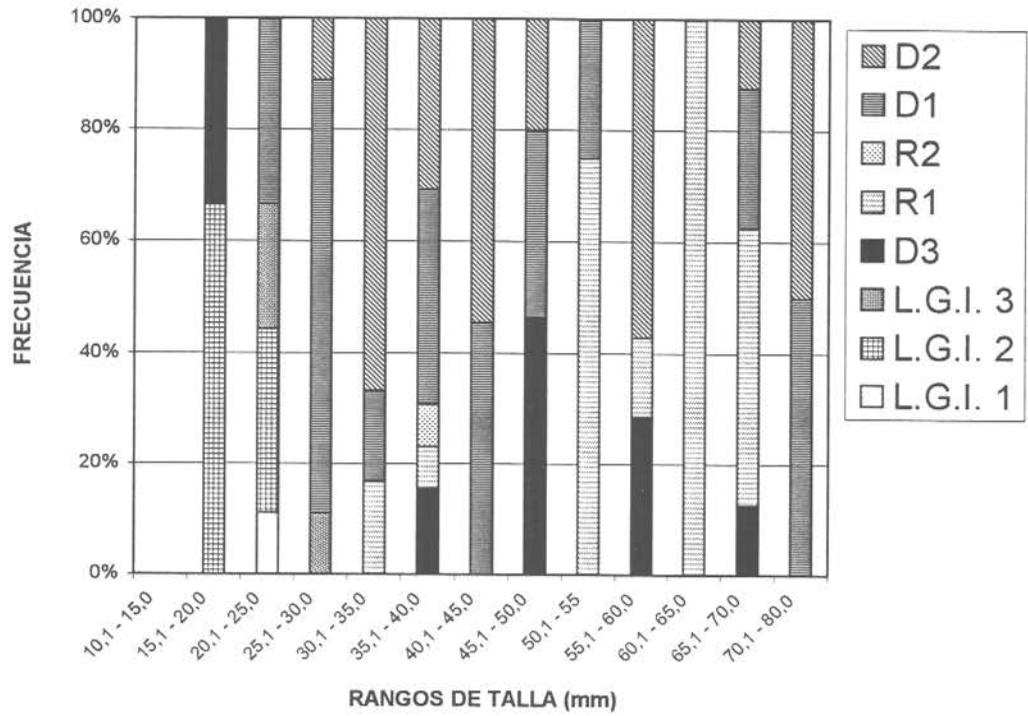


Figura 16. *Chlamys patagonica*, Bahía Simpson. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Hembras.

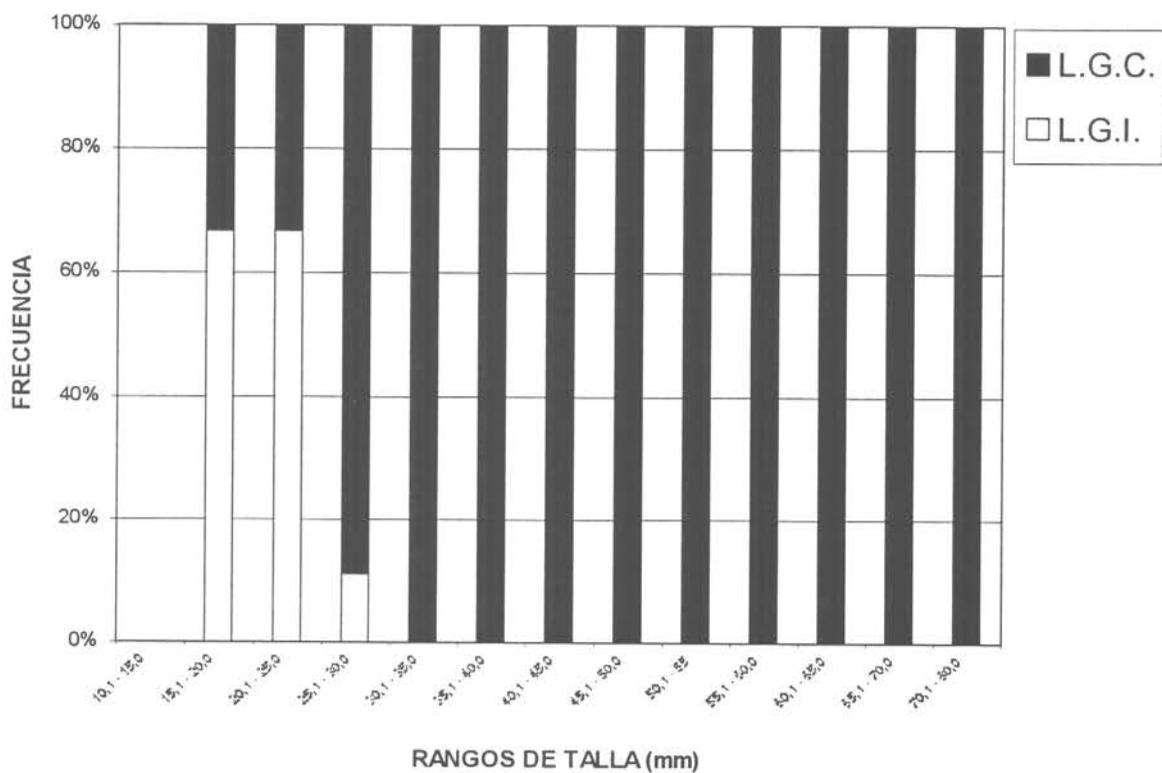


Figura 17. *Chlamys patagonica*, Bahía Simpson. Talla de primera madurez sexual en hembras.

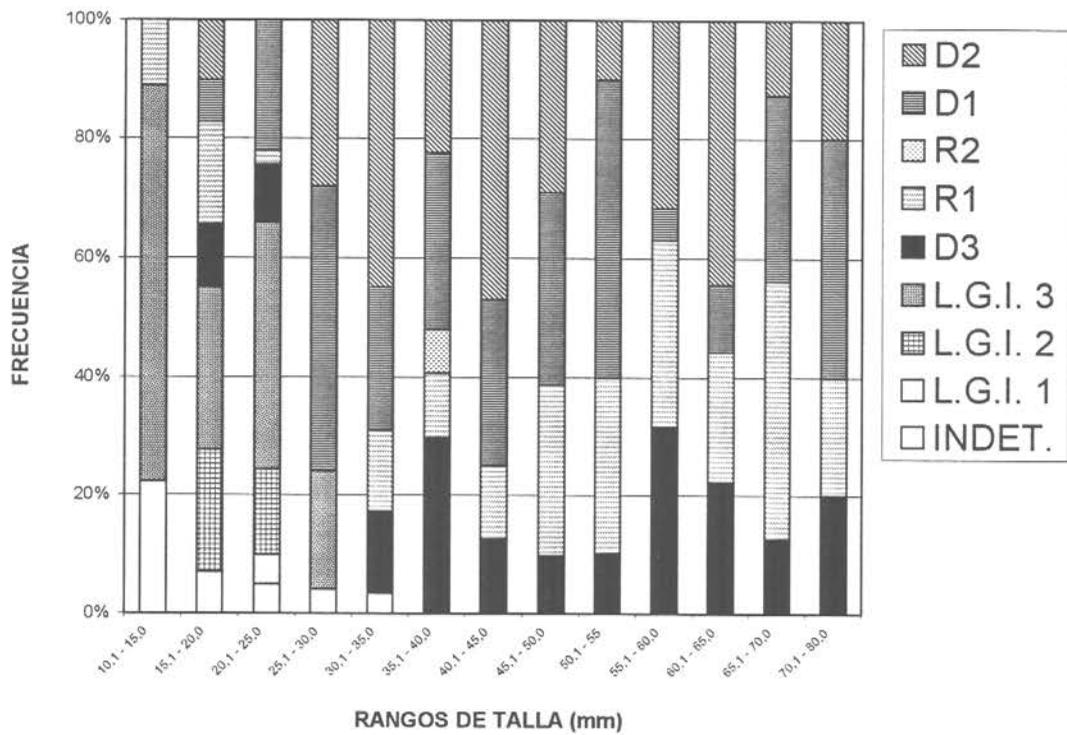


Figura 18. *Chlamys patagonica*. Bahía Simpson. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Total poblacional.

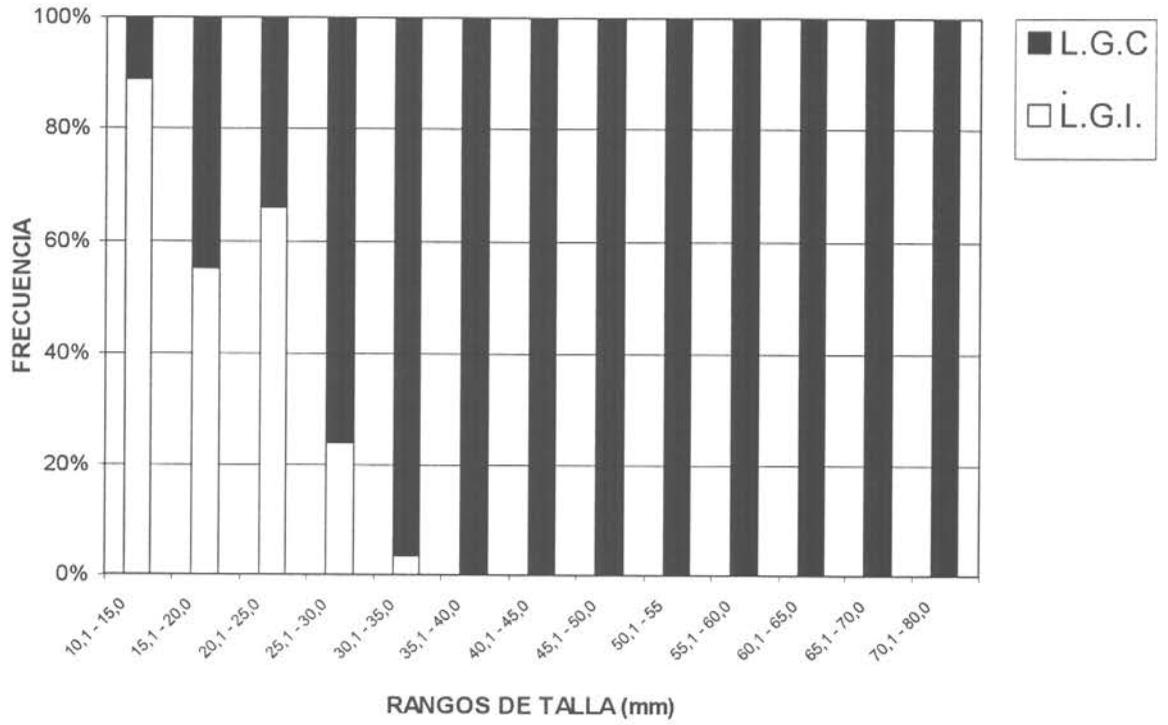


Figura 19. *Chlamys patagonica*. Bahía Simpson. Talla de primera madurez sexual poblacional.

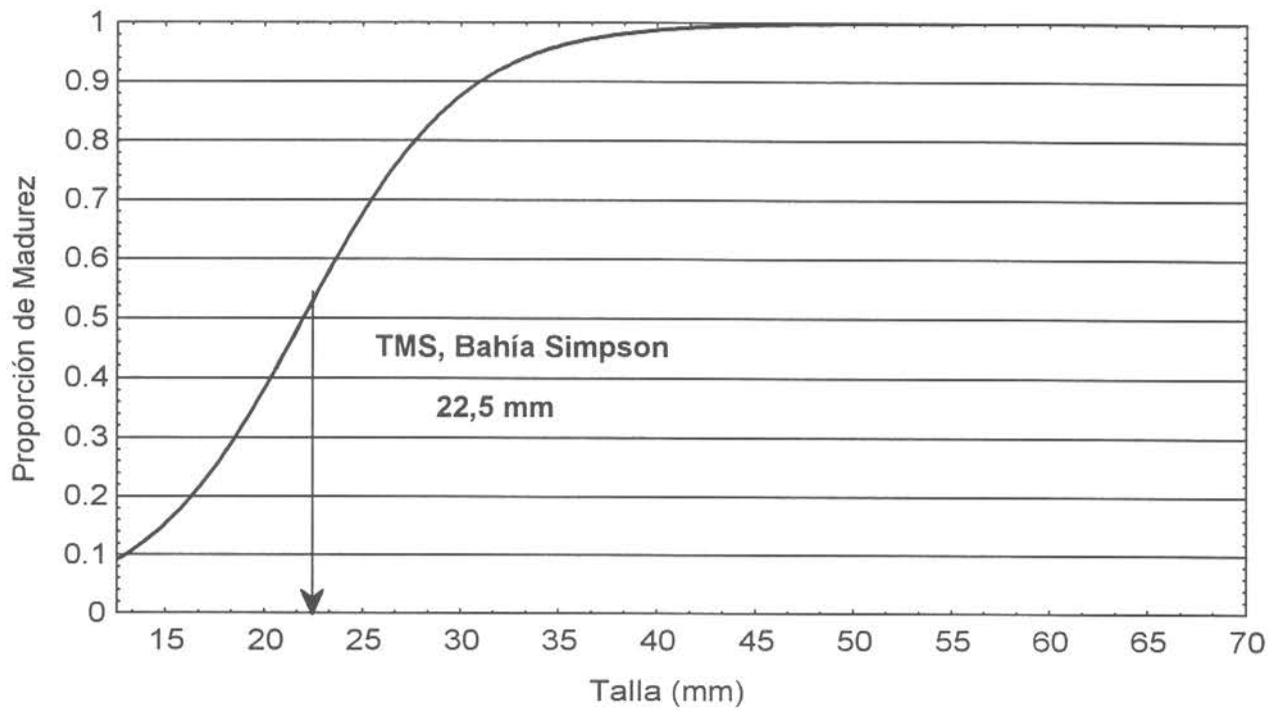


Figura 20. *Chlamys patagonica*, Bahía Simpson. Curva de Madurez y talla de primera madurez sexual (TMS).

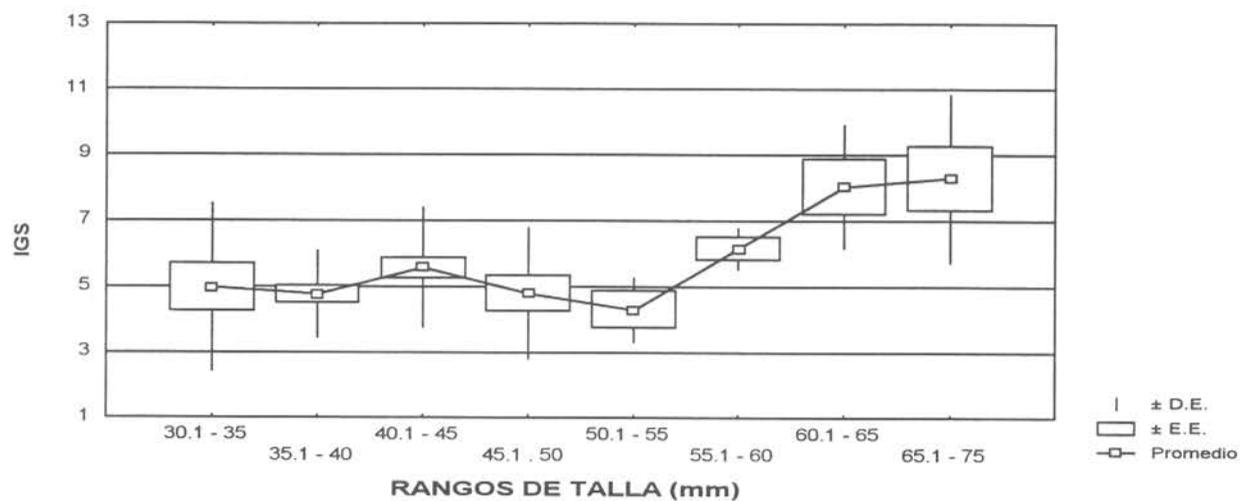


Figura 21. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Madurez sexual. Índice gonadosomático (IGS) (promedio, desviación estándar (D. E.) y error estándar (E. E.)) por rangos de talla.

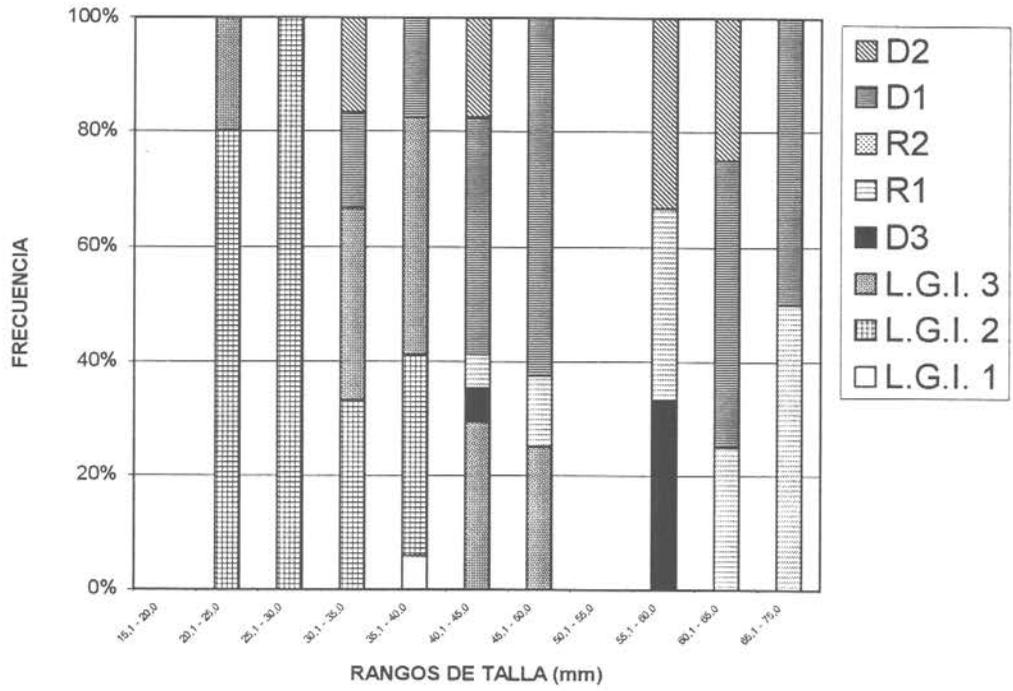


Figura 22. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Machos.

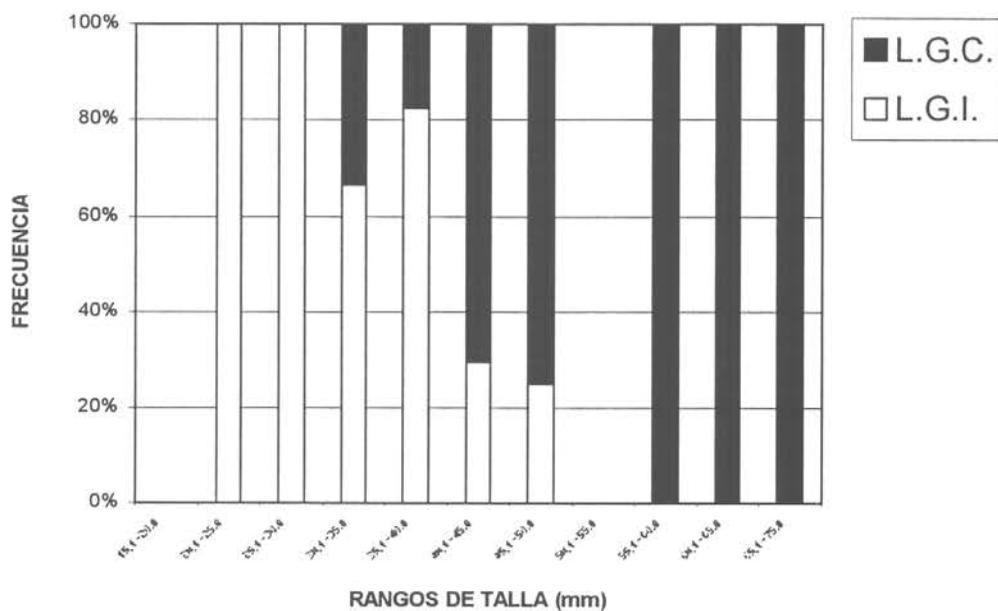


Figura 23. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Talla de primera madurez sexual en machos.

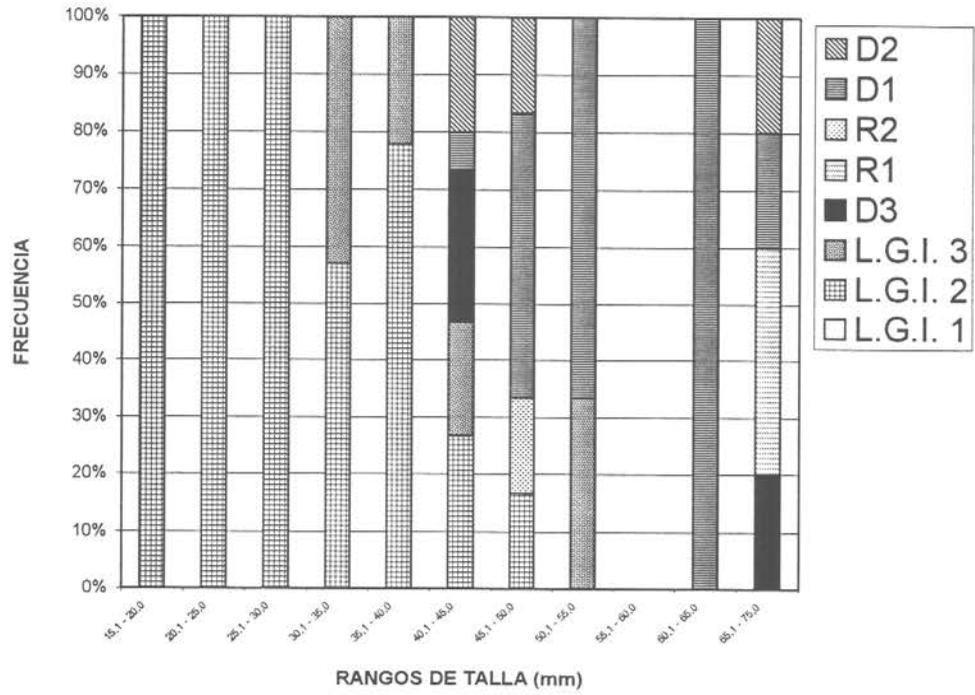


Figura 24. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Estados de madurez sexual por rangos de talla. Hembras

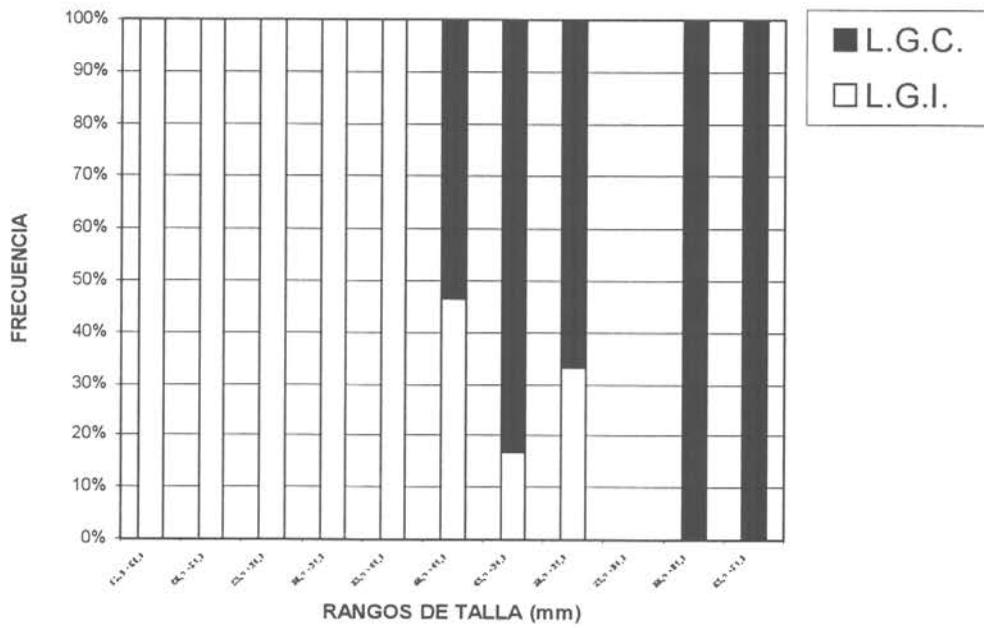


Figura 25. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Talla de primera madurez sexual en hembras.

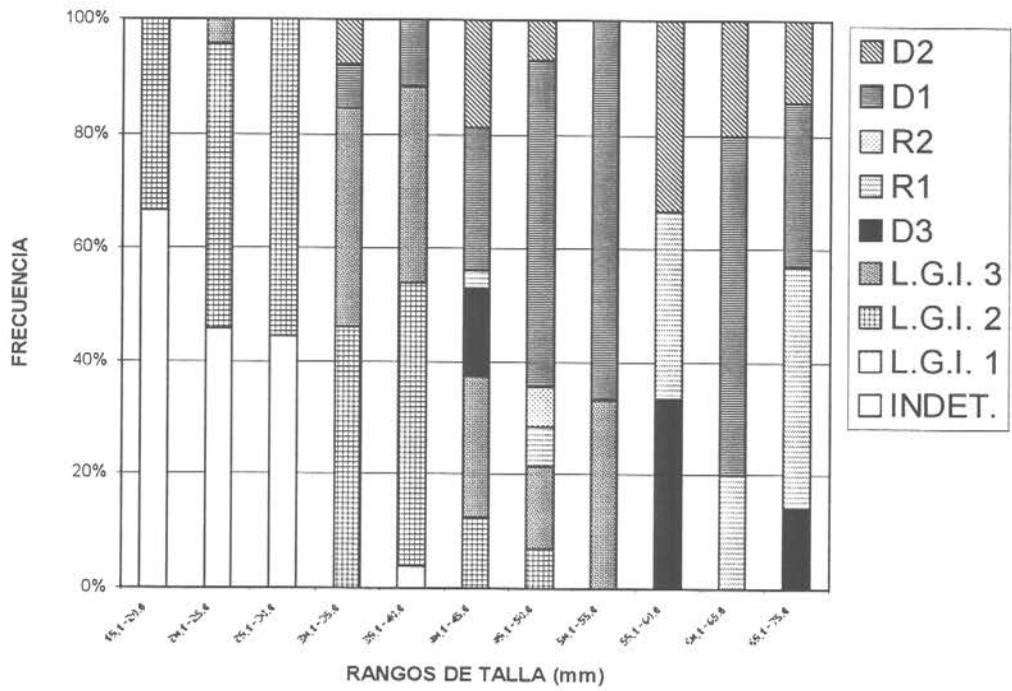


Figura 26. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Estados de madurez sexual poblacional por rangos de talla.

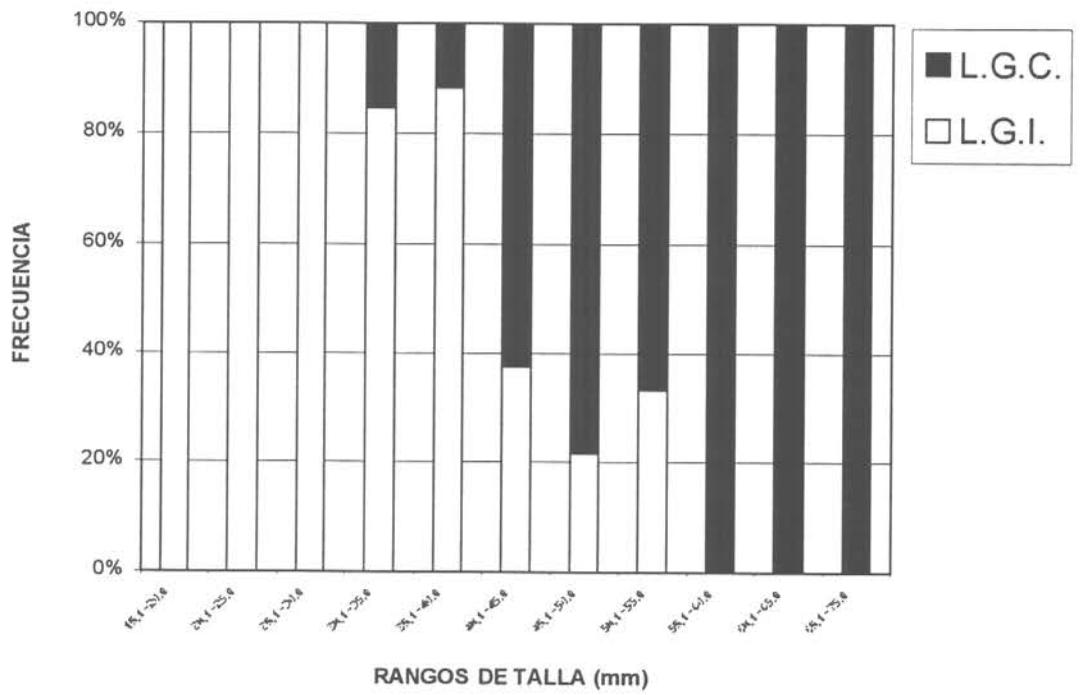


Figura 27. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Talla de primera madurez sexual poblacional.

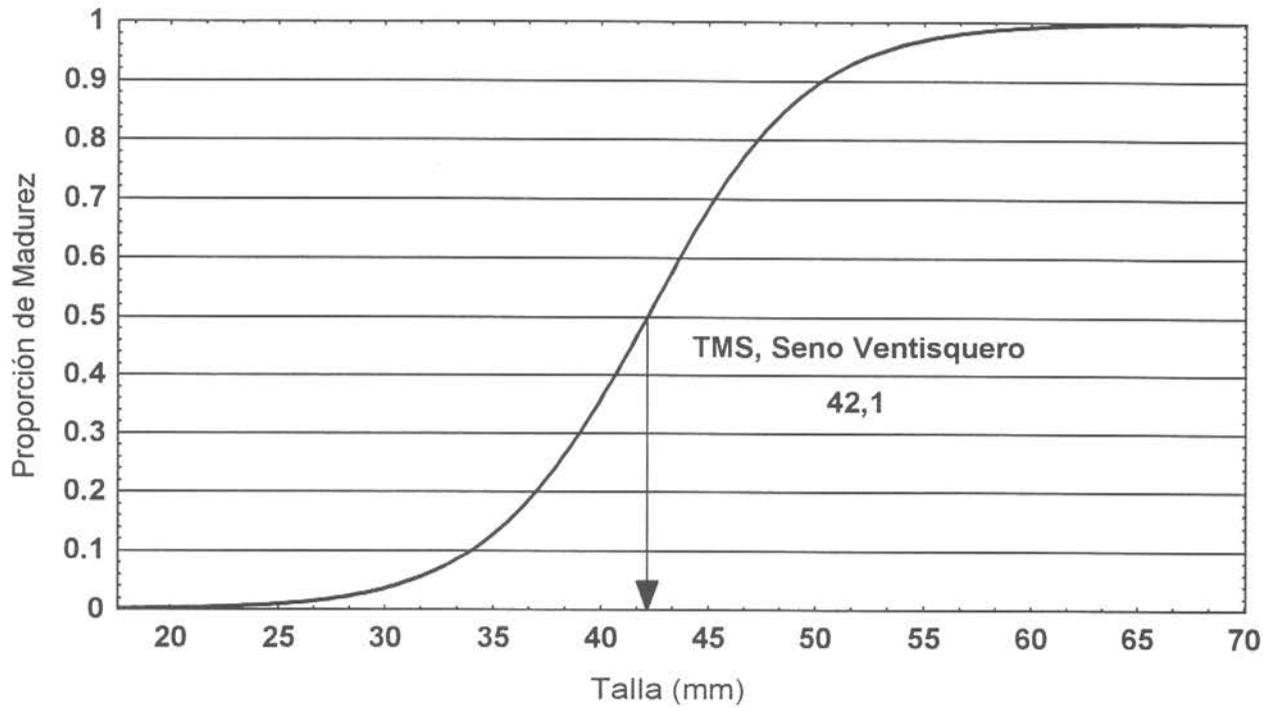


Figura 28. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Curva de madurez y talla de primera madurez sexual (TMS).

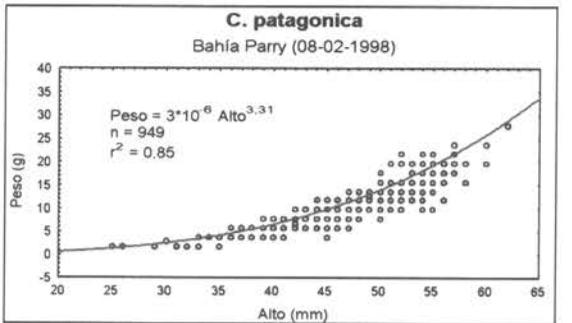
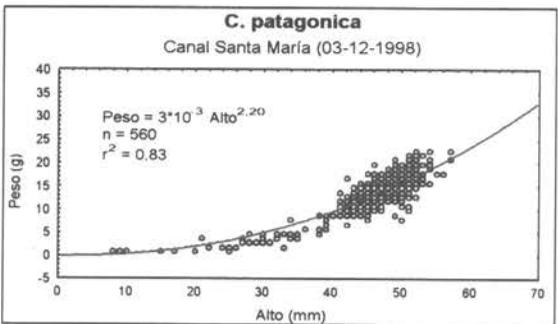
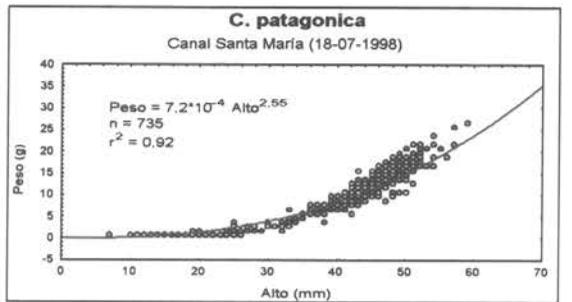
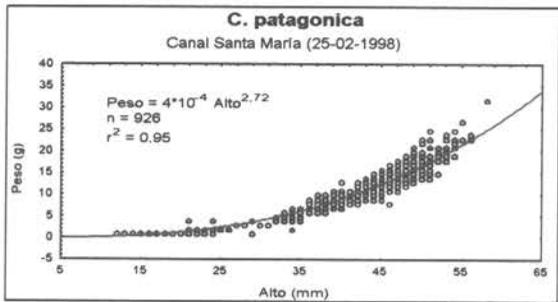
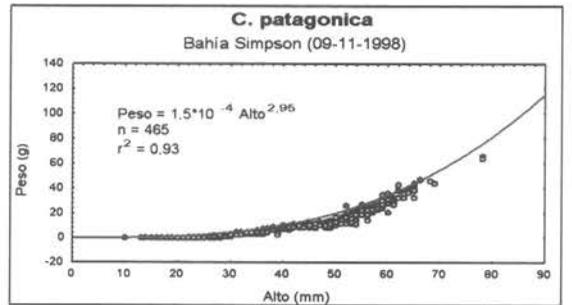
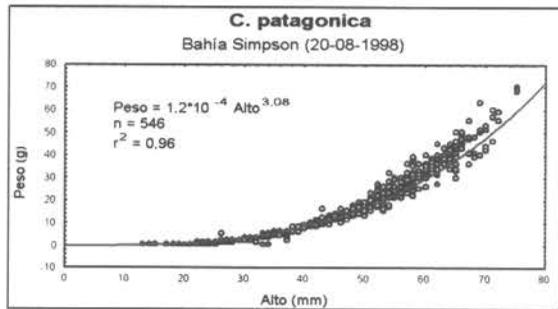
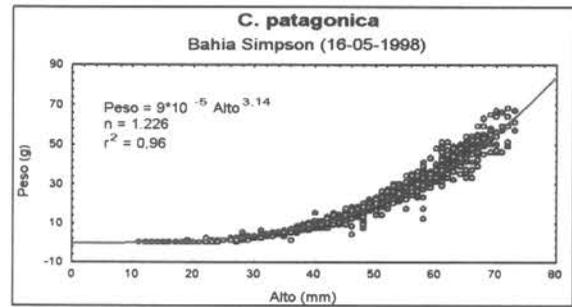
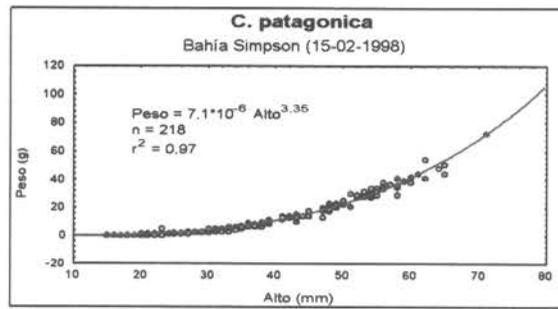


Figura 29. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para *Chlamys patagonica* en los distintos sectores en estudio.

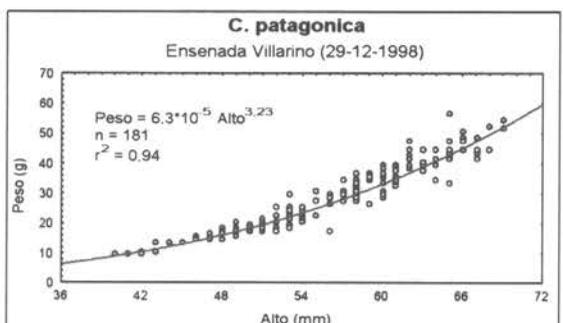
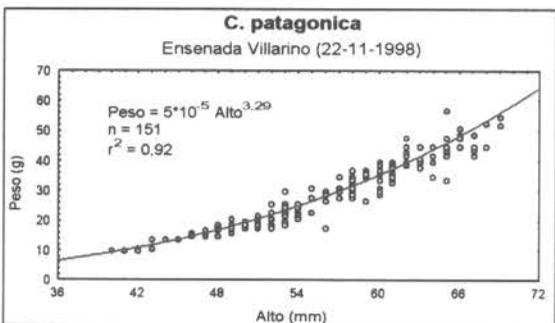
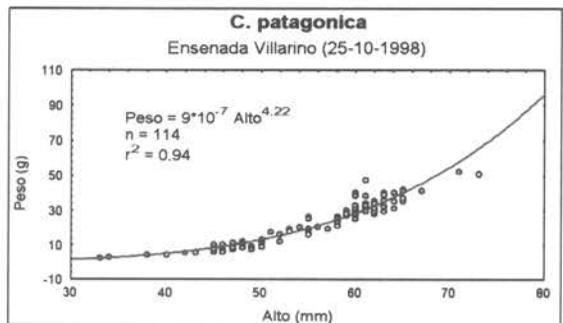
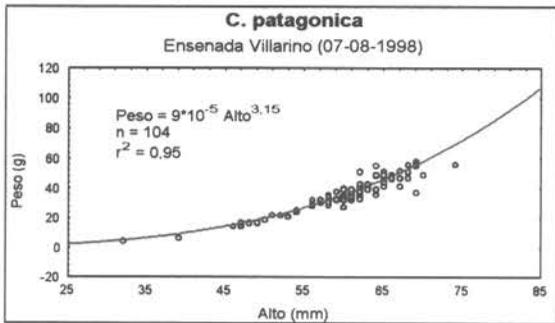
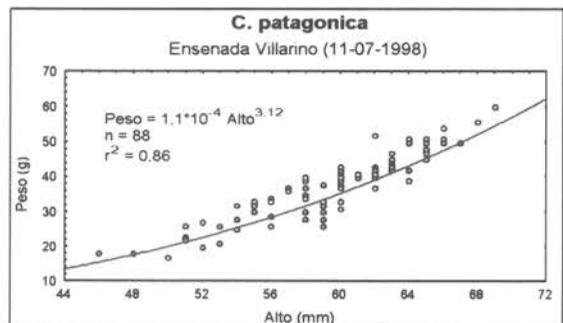
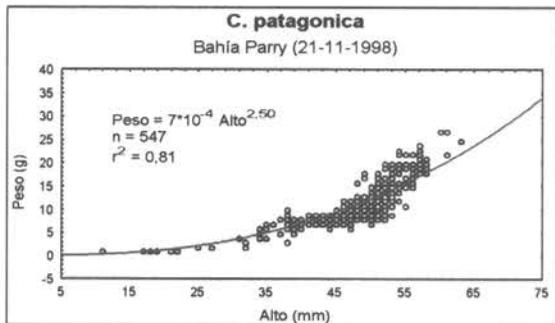
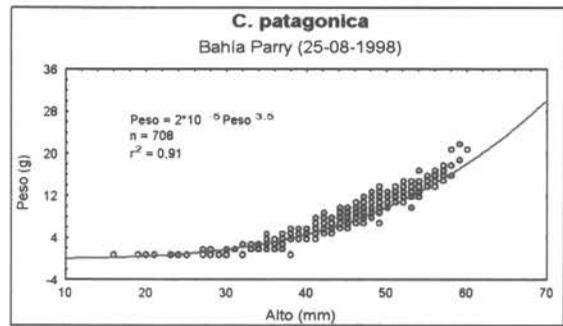
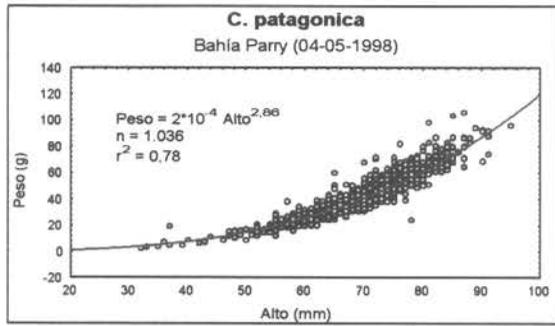


Figura 30. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para *Chlamys patagonica* en los distintos sectores en estudio.

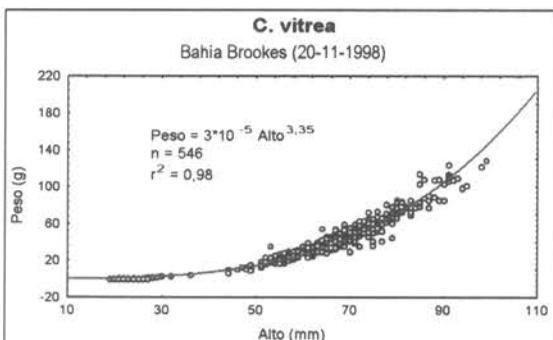
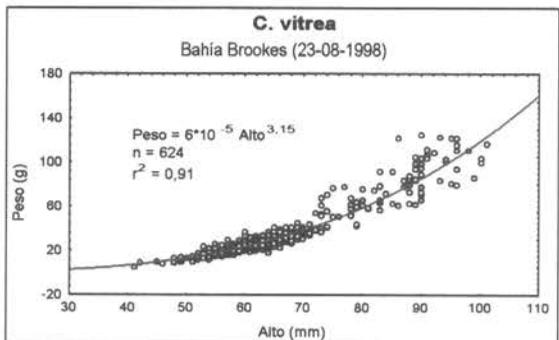
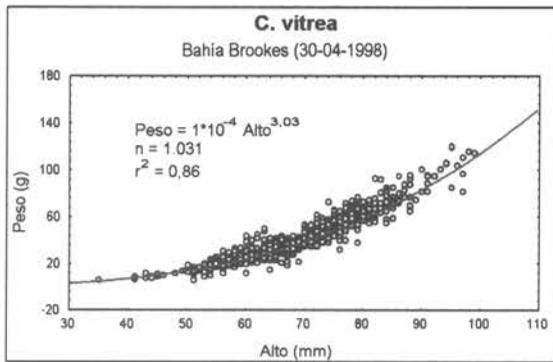
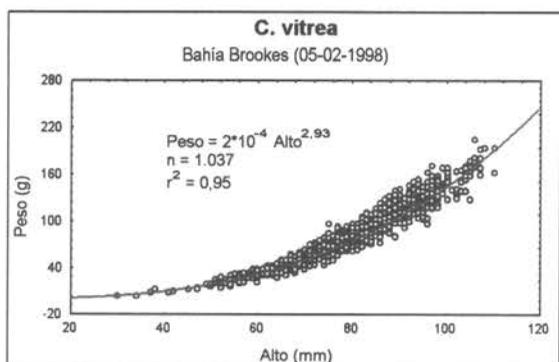
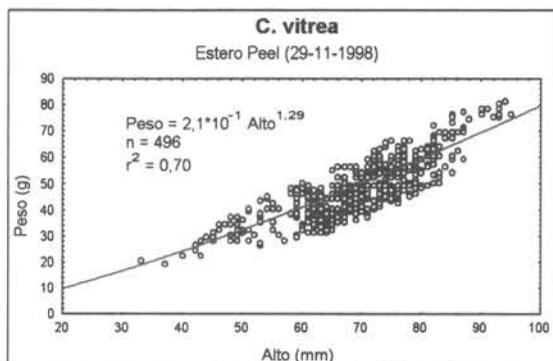
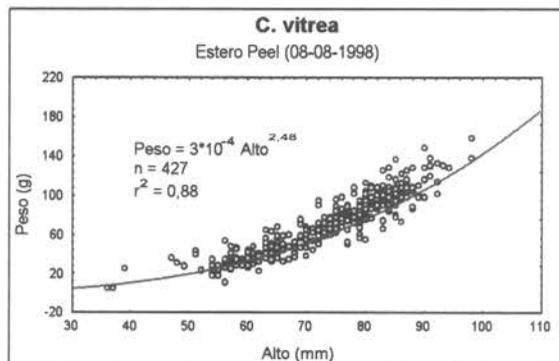
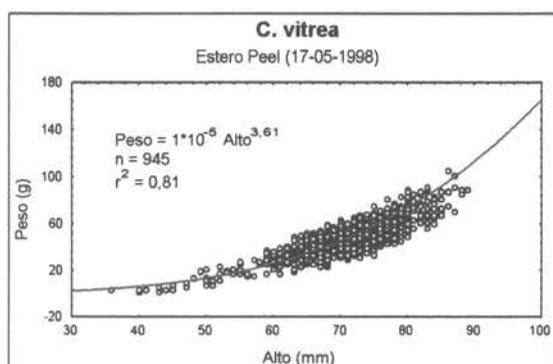
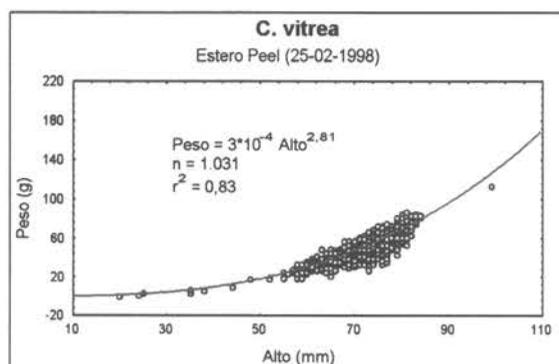


Figura 31. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para *Chlamys vitrea* en los distintos sectores en estudio.

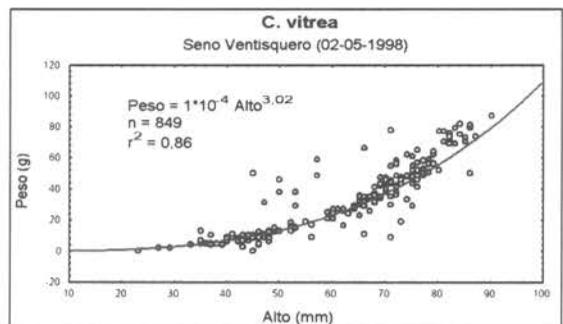
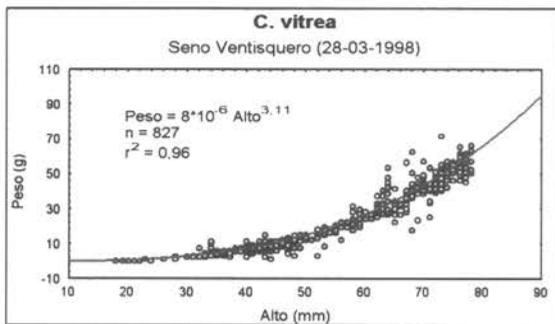
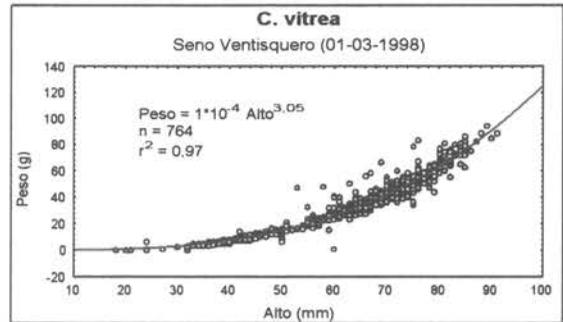
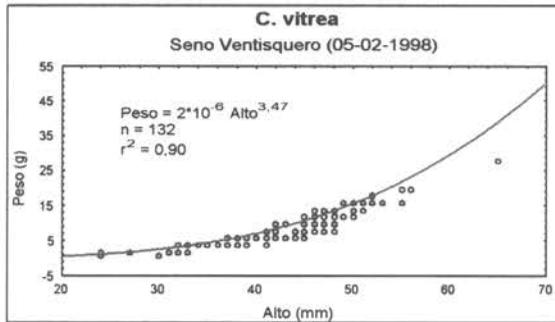
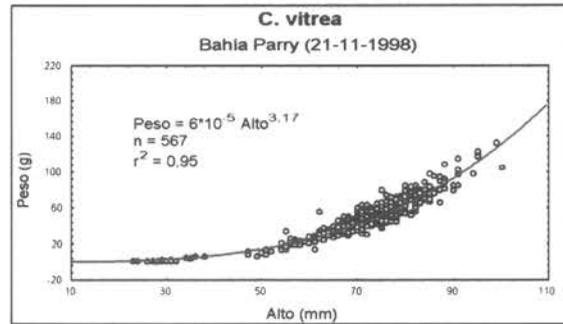
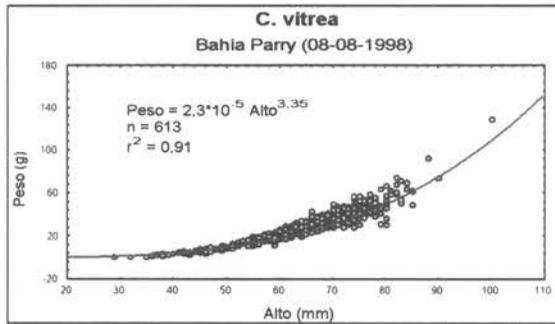
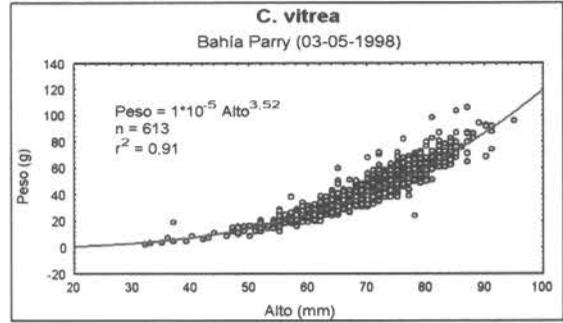
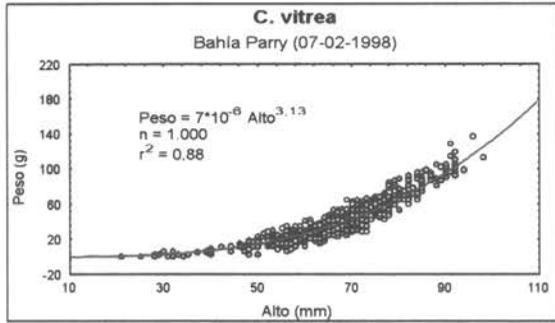


Figura 32. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para *Chlamys vitrea* en los distintos sectores en estudio.

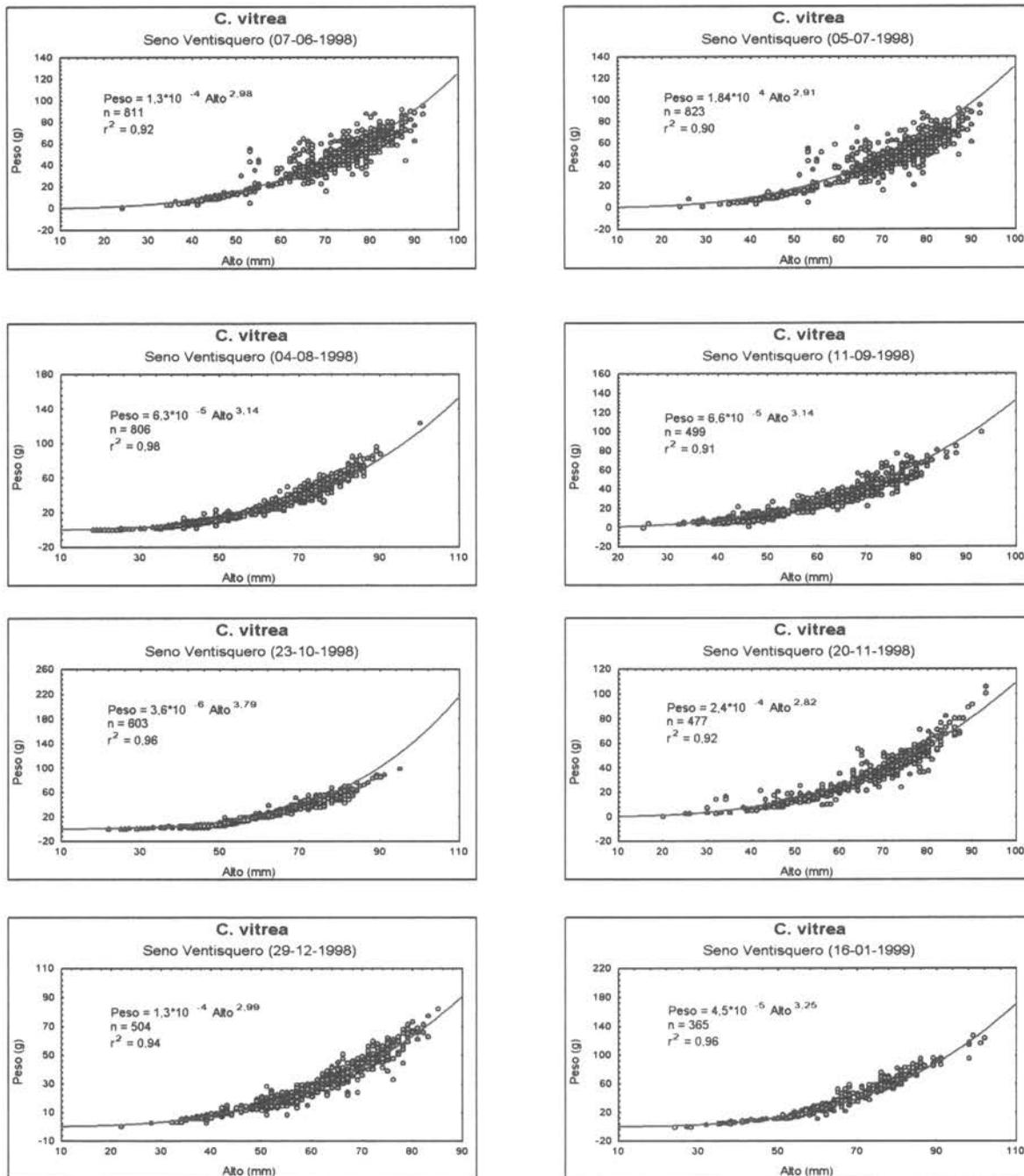


Figura 33. Relación alto peso ajustados a un modelo potencial para *Chlamys vitrea* en los distintos sectores en estudio.

### Bahía Simpson

Feb 3,35	May 3,14	Ago 3,08	Nov 2,95
-------------	-------------	-------------	-------------

### Canal Santa María

May 2,72	Jul 2,55	Dic 2,20
-------------	-------------	-------------

### Bahía Parry

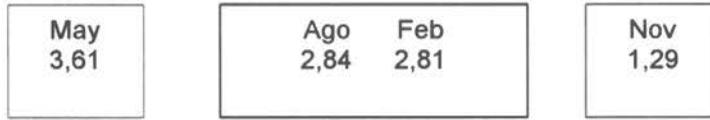
Ago 3,35	Feb 3,31	May 2,86	Nov 2,50
-------------	-------------	-------------	-------------

### Ensenada Villarino

Oct 4,22	Nov 3,29	Dic 3,23	Ago 3,15	Jul 3,12
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Figura 34. *Chlamys patagonica*: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple *a posteriori* de la pendiente (b) de la relación alto peso. Se incluyen valores estimados de (b).

**Estero Peel**



**Bahía Brookes**



**Bahía Parry**



**Seno Ventisquero**

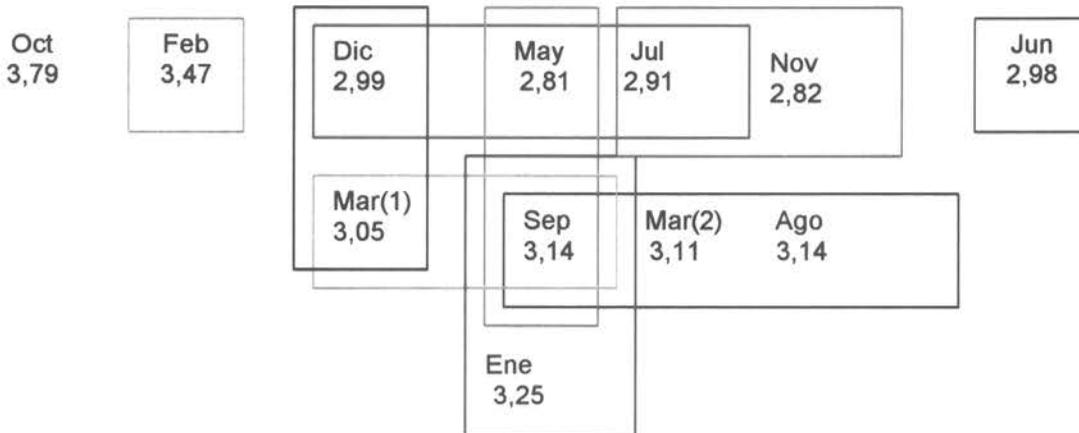
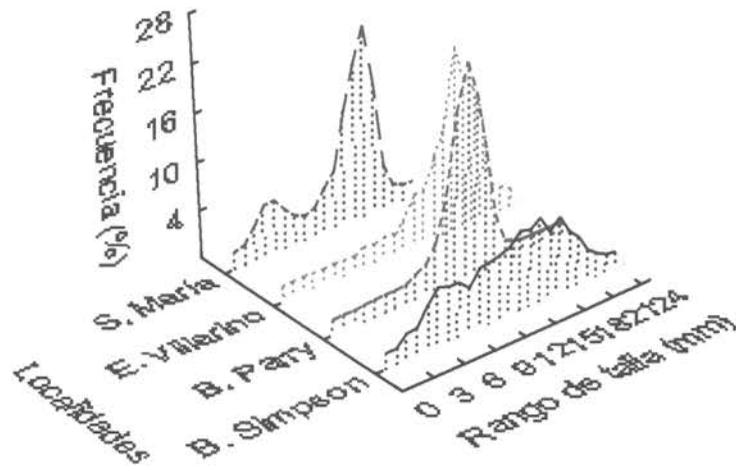


Figura 35. *Chlamys vitrea*: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple *a posteriori* de la pendiente (b) de la relación alto peso. Se incluyen valores estimados de (b).

## C. patagonica

Frecuencia anual por localidades



## C. vitrea

Frecuencia anual por localidades

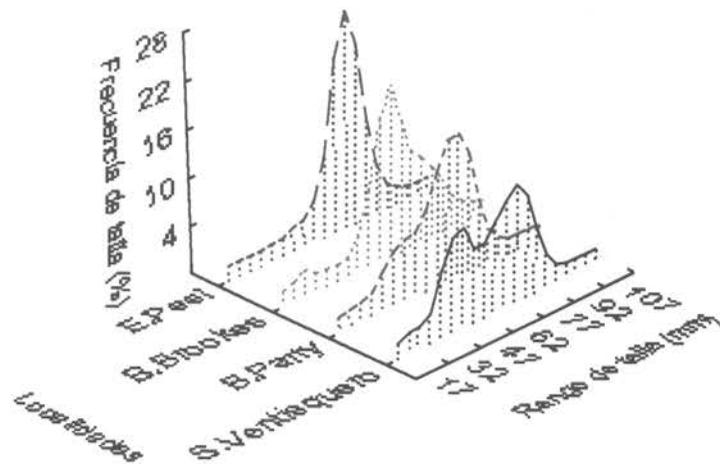


Figura 36 a. Distribución de frecuencia global por sector estudiado para *Chlamydia patagonica* y *C. vitrea*.

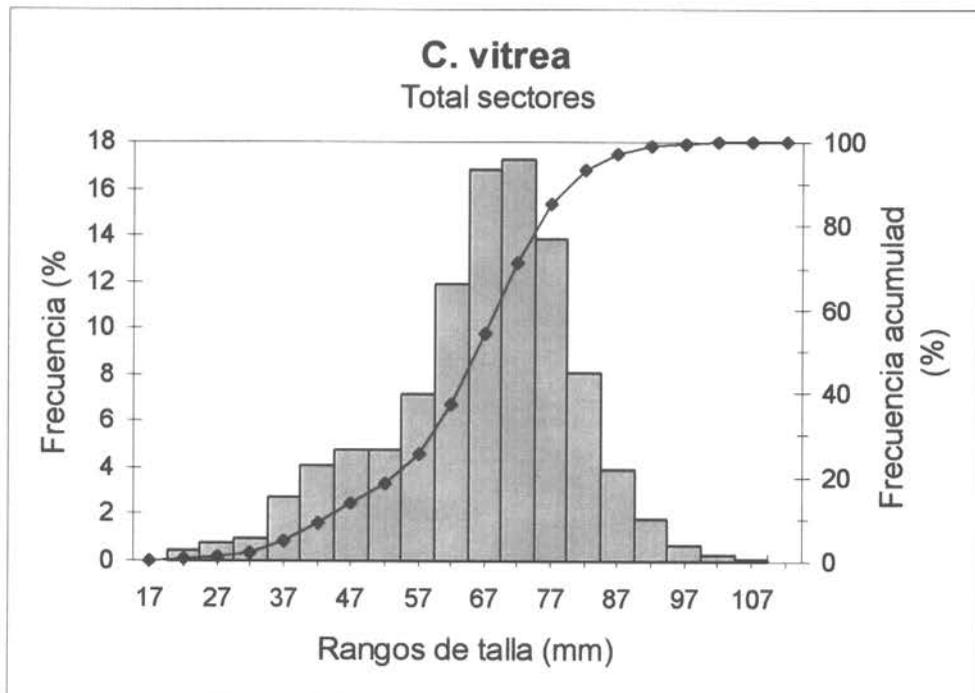
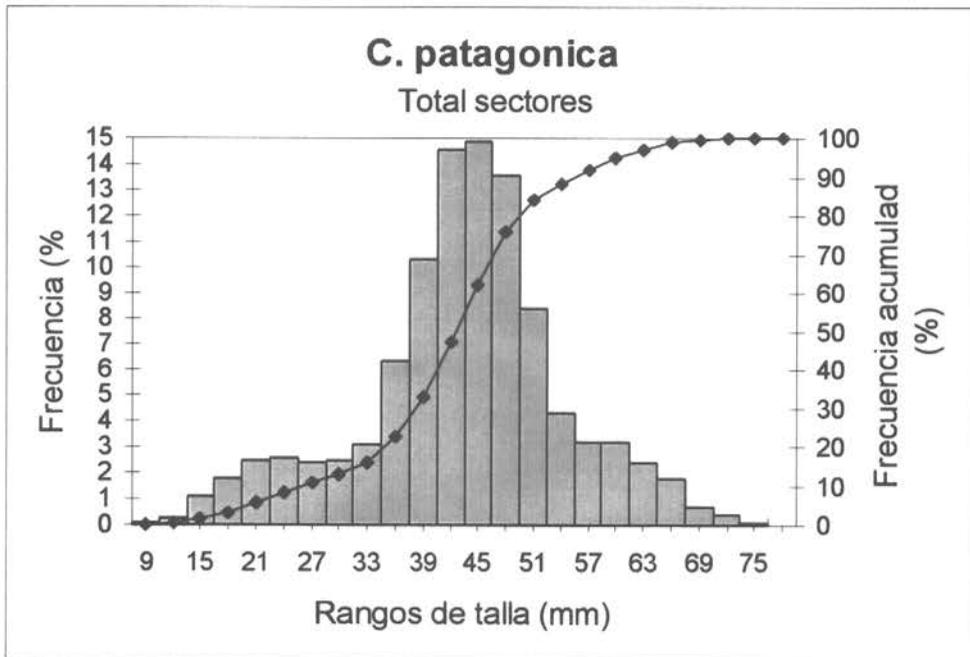


Figura 36b. Frecuencia y frecuencia acumulada de *Chlamys patagonica* y *C. vitrea* en todos los sectores de muestreo.

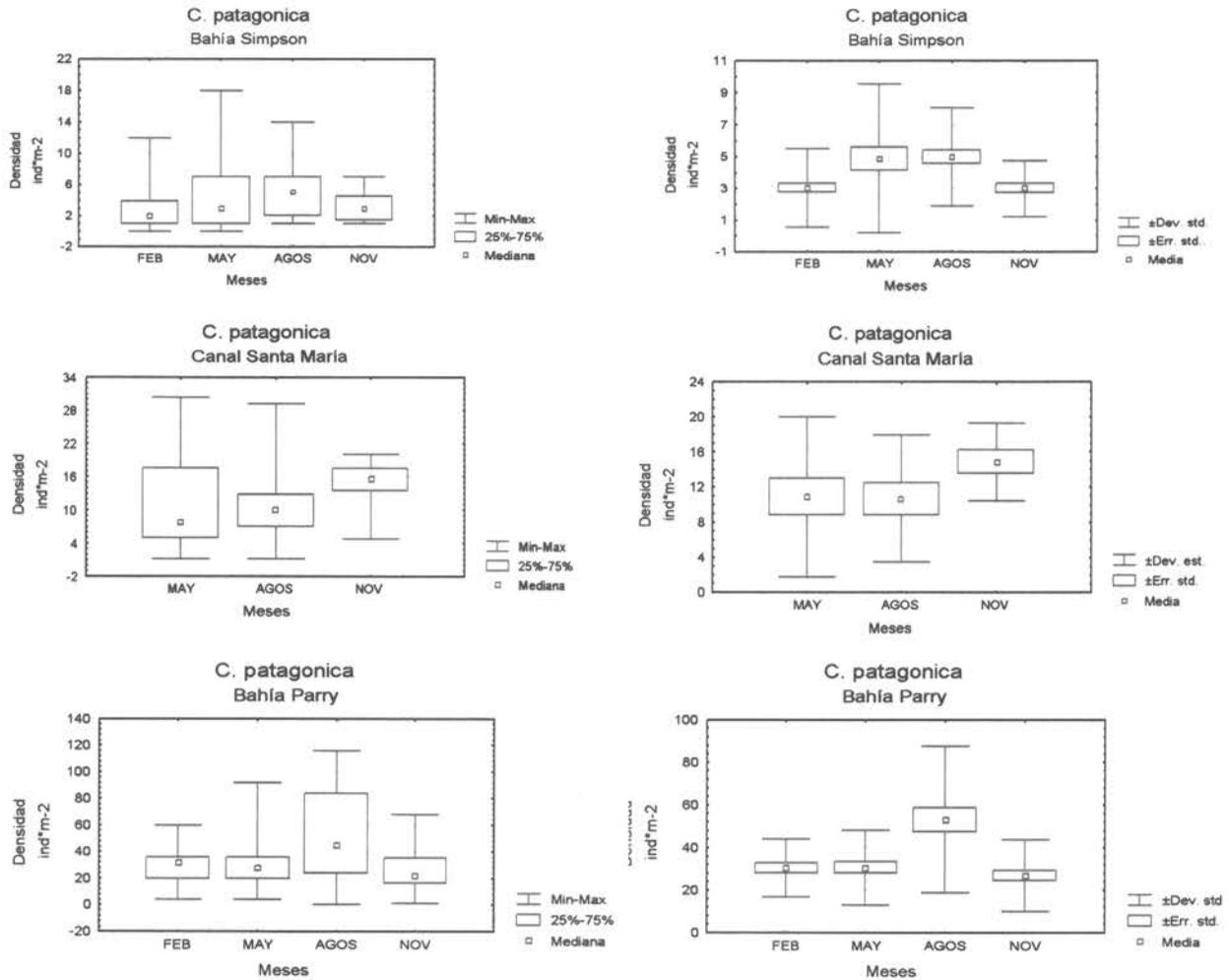


Figura 37. Densidad de *Chlamys patagonica* en los distintos sitios de muestreo. Se presenta la mediana, mínimo y máximo, cuartil 25%, desviación estándar, error estándar y media.

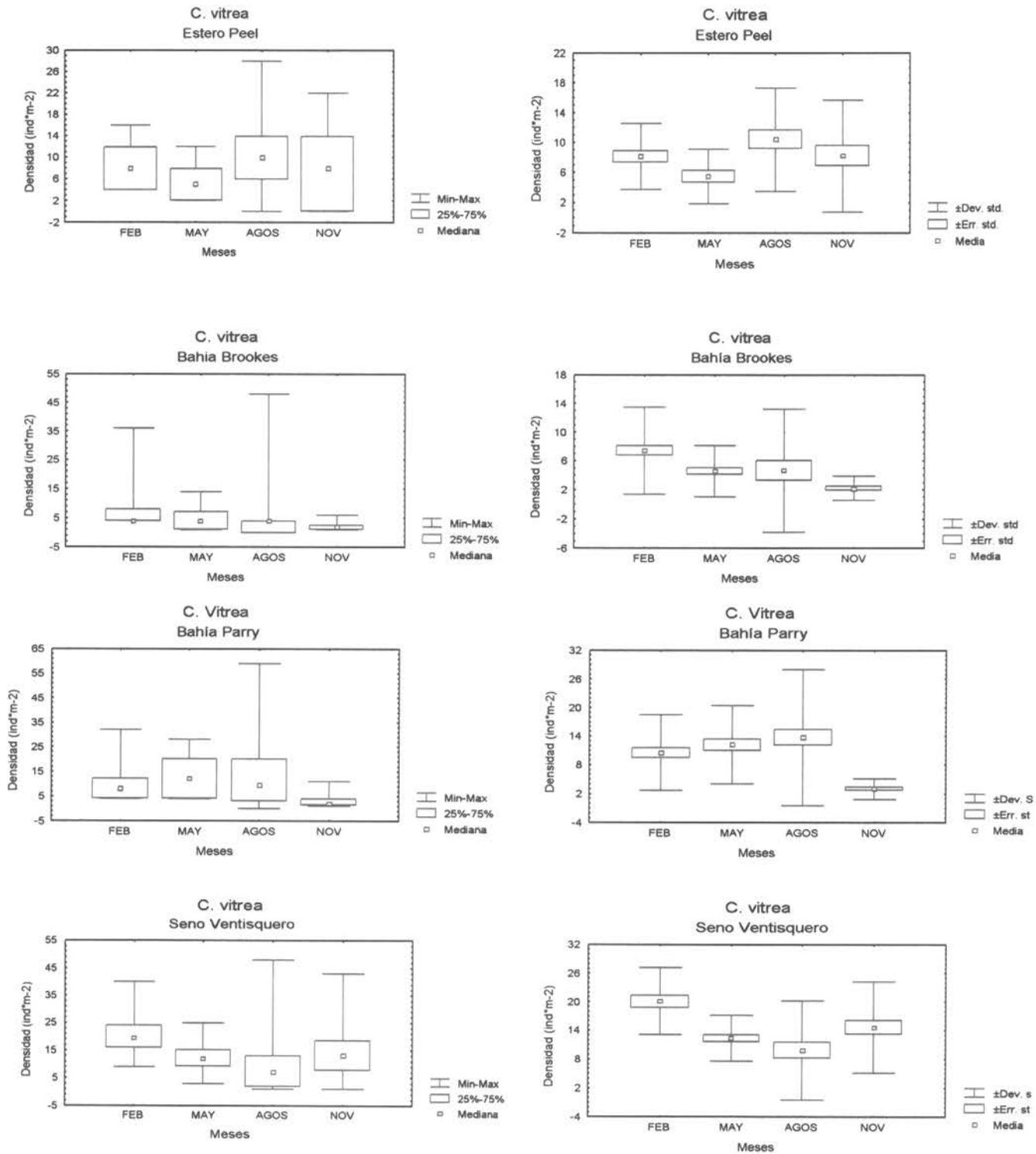


Figura 38. Densidad de *Chlamys vitrea* en los distintos sitios de muestreo. Se presenta la mediana, mínimo y máximo, cuartil 25%, desviación estándar, error estándar y media.

### Bahía Simpson

MAY 4,9	FEB 3,0	NOV 3,0
AGO 5,0		

### Bahía Parry

MAY 30,5	FEB 30,4	NOV 26,9
AGO 53,2		

Figura 39. Grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple *a posteriori* (Dunn) de las densidades medias mensuales (ejemplares x m<sup>-2</sup>) en los bancos estudiados de *Chlamys patagonica*. Se incluye los promedios mensuales.

### Estero Peel

NOV 8,2	FEB 8,1	MAY 5,5
AGO 10,4		

### Bahía Brookes

FEB 7,5	AGO 4,7	ABR 4,5
	NOV 2,2	

### Bahía Parry

AGO 13,8	MAY 12,2	FEB 10,5
	NOV 3,0	

### Seno Ventisquero

FEB 13,8	MAY 12,2	AGOS 10,5
	NOV 3,0	

Figura 40. Grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple *a posteriori* (Dunn) de las densidades medias mensuales (ejemplares x m<sup>-2</sup>) en los bancos estudiados de *Chlamys vitrea*. Se incluye los promedios mensuales.

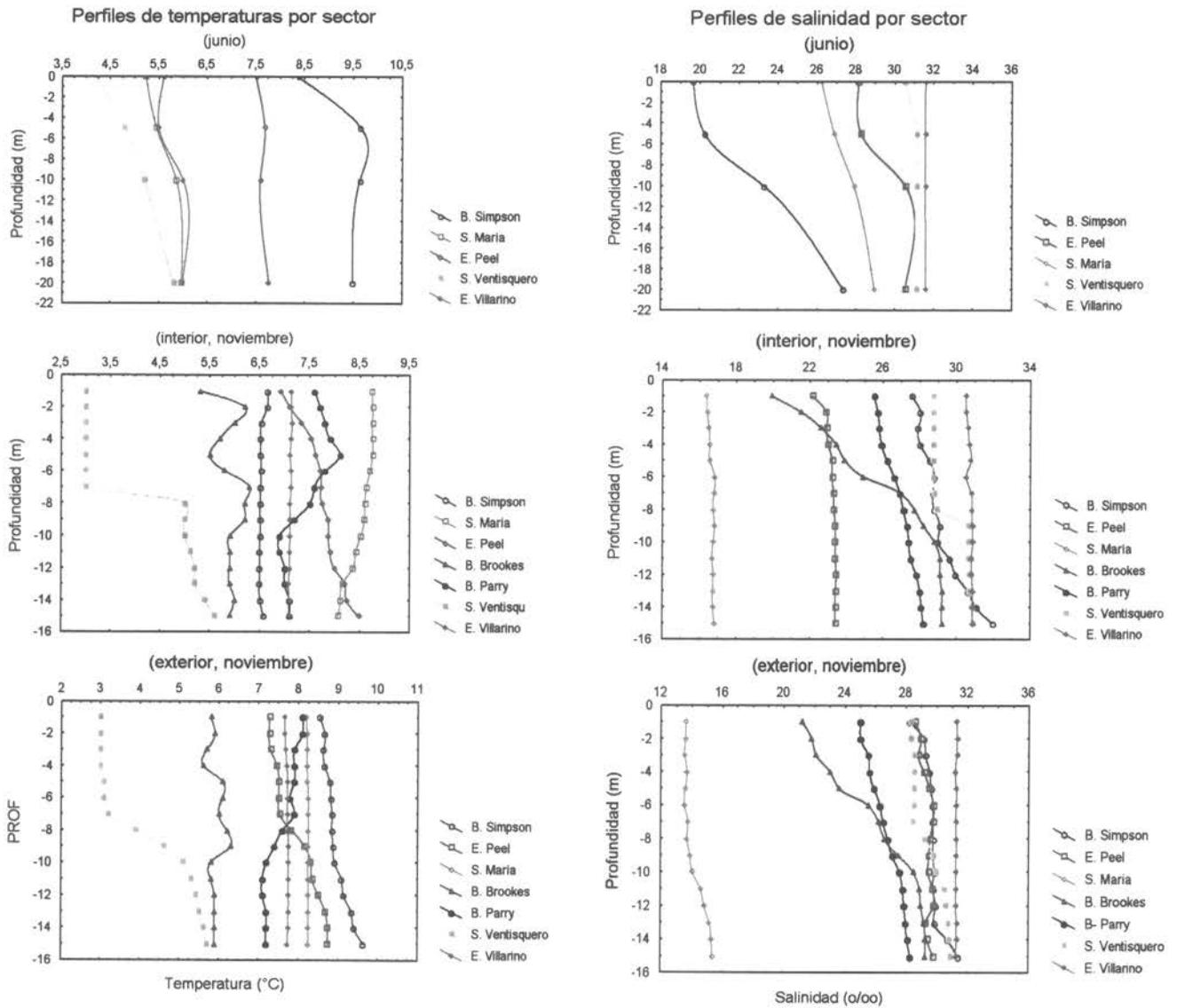


Figura 41a. Perfiles de temperatura y salinidad registrados en los sectores estudiados en junio y noviembre de 1998.

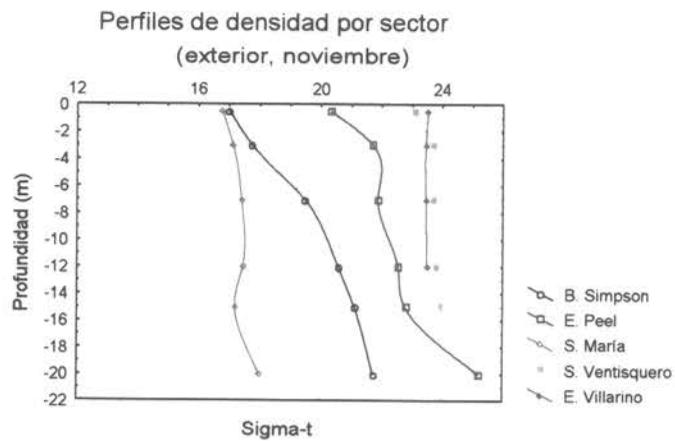
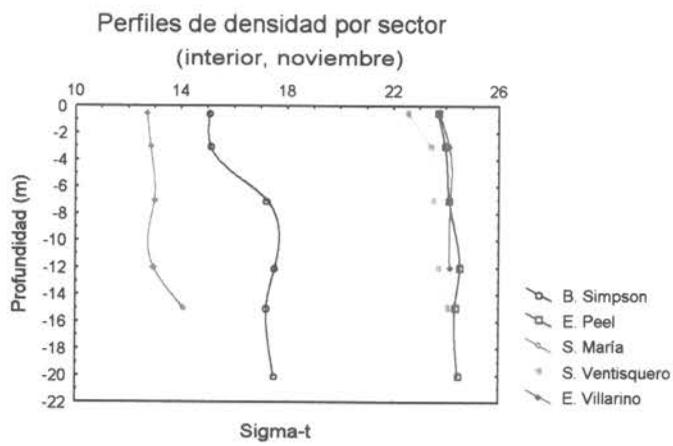
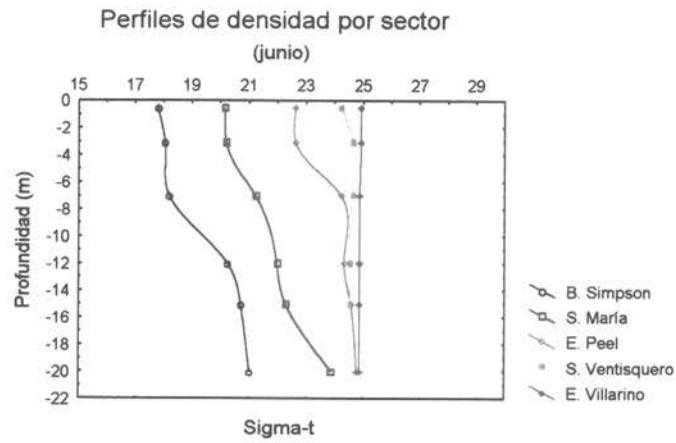


Figura 41b. Perfiles de densidad registrados en los sectores estudiados en junio y noviembre de 1998.

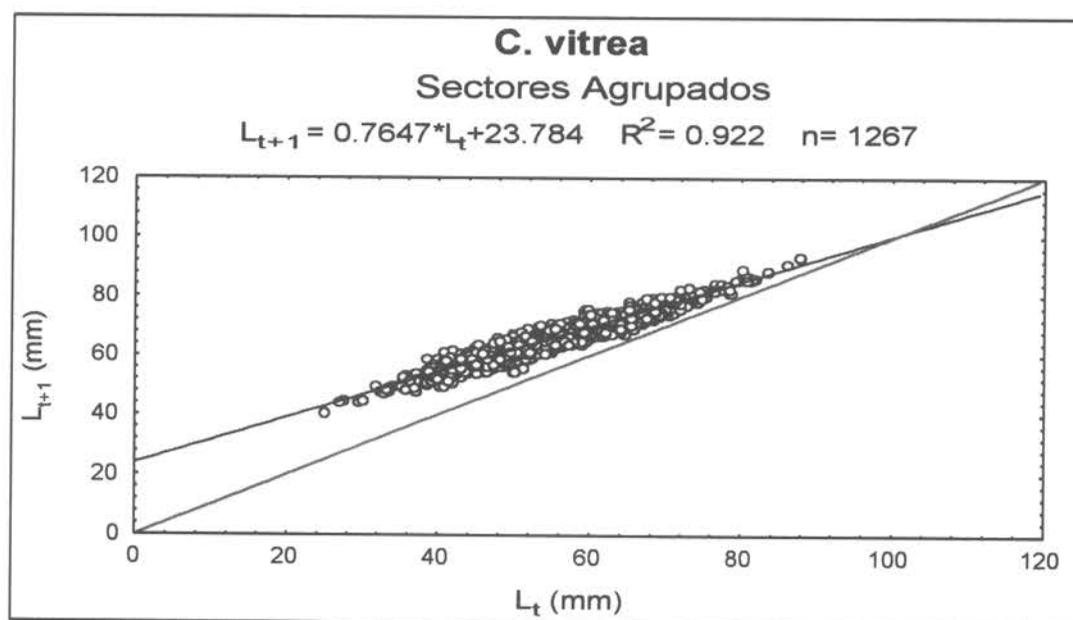
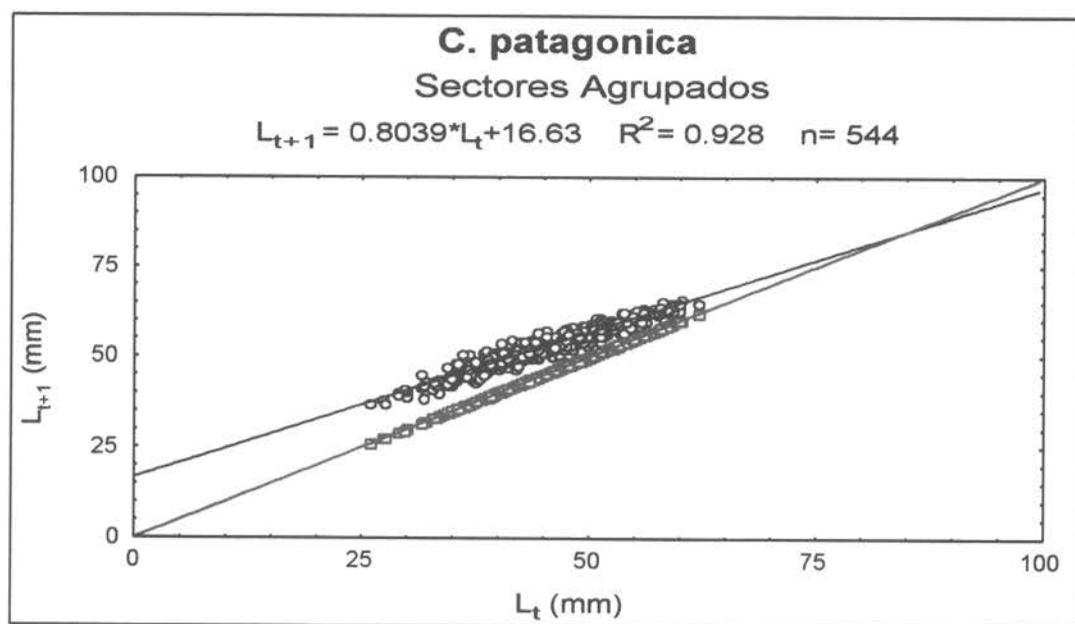


Figura 42. Curva de la relación longitud al tiempo  $t$  **versus** longitud al tiempo  $t+1$  obtenida de los datos de lectura de anillos inscritos sobre la valva agrupando Bahía Simpson y Ensenada Villarino para ***Chlamys patagonica***; y Estero Peel, Bahía Brookes, Bahía Parry y Seno Ventisquero para ***C. vitrea***. Se incluye la bisectriz de los ejes de coordenadas para mostrar el punto en que se obtuvo la longitud infinita.

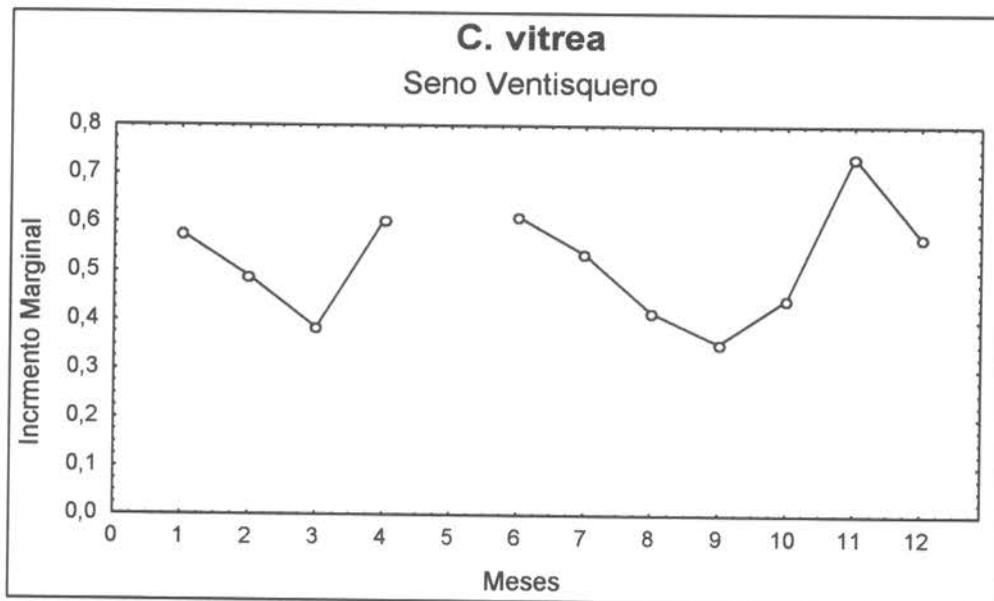
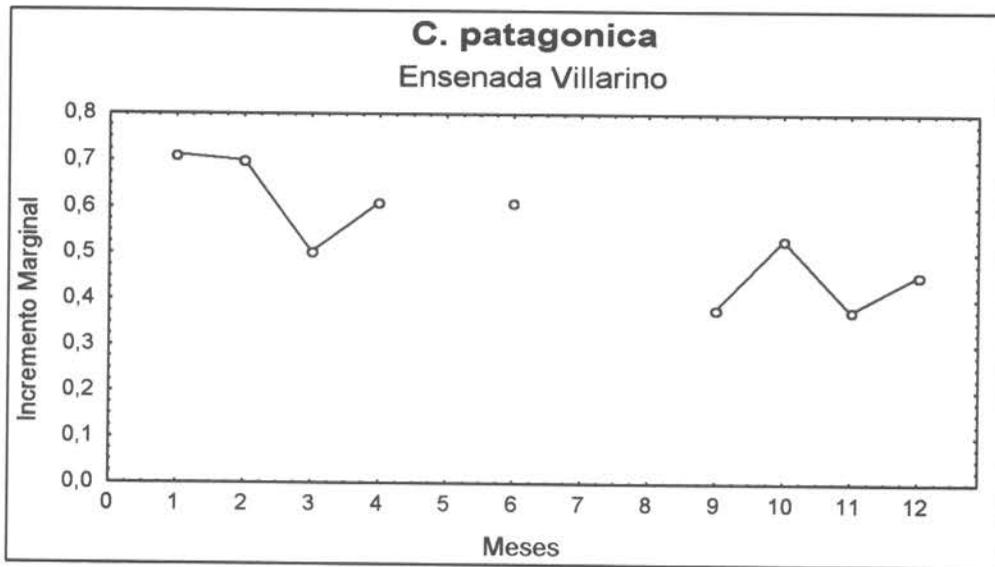


Figura 43. Curva del incremento marginal de los anillos de crecimiento de las valvas para muestras mensuales de *Chlamys patagonica* y *C. vitrea* de cada uno de los lugares en estudio. Los números para los meses corresponden a: 1= febrero, 2= marzo, 3= abril, 4= mayo, 5= junio, 6= julio, 7= agosto, 8= septiembre, 9= octubre, 10= noviembre, 11= diciembre y 12 = enero.

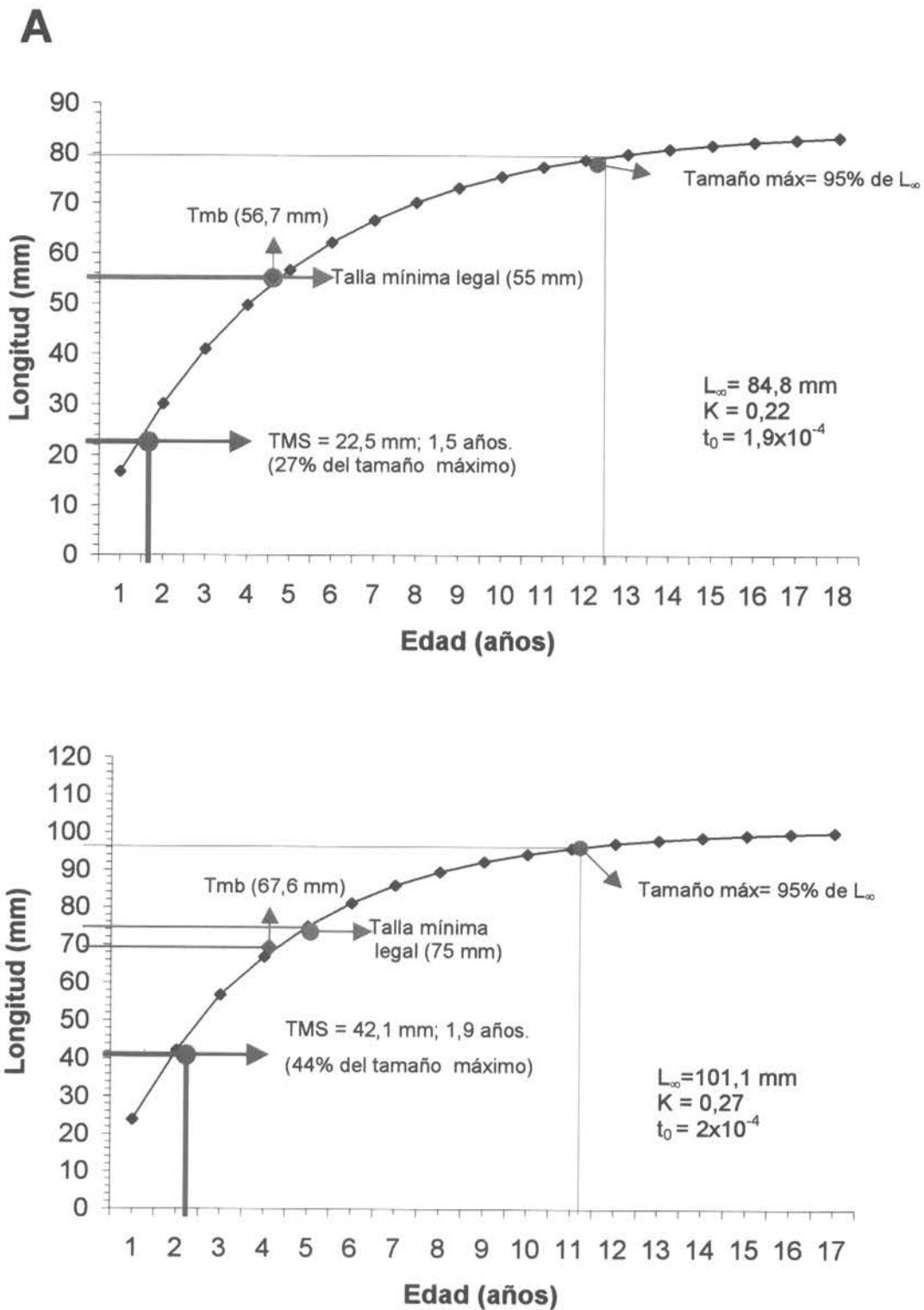


Figura 44. Curva de crecimiento según el modelo de von Bertalanffy para ambas especies estudiadas; A (*Chlamys patagonica*) y B (*C. vitrea*). Se incluye: talla de madurez sexual (TMS), talla crítica (Tmb), talla mínima legal, tamaño máximo, longitud infinita ( $L_{\infty}$ ), constante de crecimiento (K) y edad teórica al tamaño cero.



# T A B L A S

Tabla 1. Sectores de muestreo para *Chlamys patagonica* y *C. vitrea* en la Región de Magallanes y Antártica Chilena. Para cada uno de los sectores se indican las coordenadas geográficas aproximadas. Además, se señala con (m) los sectores en que se realizó muestreos mensuales y con (t) aquellos en que se realizó muestreos trimestrales.

<i>C. patagonica</i>		<i>C. vitrea</i>	
Sector	Coordenadas	Sector	Coordenadas
Bahía Simpson <sup>(t)</sup>	49°00` S; 74°31` W	Estero Peel <sup>(t)</sup>	50°52` S; 74°01` W
Canal Santa María <sup>(t)</sup>	51°56` S; 74°58` W	Bahía Brookes <sup>(t)</sup>	54°29` S; 69°51` W
Bahía Parry <sup>(t)</sup>	54°35` S; 69°22` W	Bahía Parry <sup>(t)</sup>	54°35` S; 69°22` W
Ensenada Villarino <sup>(m)</sup>	54°56` S; 67°46` W	Seno Ventisquero <sup>(m)</sup>	54°47` S; 70°18` W

Tabla 2. Índice gonadosomático (IGS) mensual de *C. patagonica*, Ensenada Villarino. Se incluye promedio y estándar (D.E.) Total poblacional N=30

FECHA DE MUESTREO	IGS	
	PROMEDIO	D.E.
F	7,4	2,2
M	7,9	1,7
A	4,8	3,3
M	14,3	4,5
J	19,8	4,4
J	24,5	4,6
A	22,0	7,5
S	11,0	2,6
O	8,0	2,5
N	6,0	2,7
D	3,5	0,8
E	8,1	5,0

Tabla 3. *Chlamys patagonica*. Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales. Machos.

Mes	D1		D2		D3		R1		R2		Total
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
F	2	11,1	12	66,7	3	16,6	1	5,6			18
M			3	23,1	7	53,8	3	23,1			13
A	6	42,9	1	7,1	6	42,3	1	7,1			14
M					17	100,0					17
J					12	85,7	2	14,3			14
J					12	92,3	1	7,7			13
A			1	10,0	3	30,0	6	60,0			10
S	3	20,0	9	60,0	1	6,7	2	13,3			15
O	11	78,6	1	7,1					2	14,3	14
N	1	7,7			2	15,4			10	76,9	13
D									16	100,0	16
E	1	8,3	6	50,0	4	33,4			1	8,3	12

Tabla 4. *Chlamys patagonica*. Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales. Hembras.

Mes	D1		D2		D3		R1		R2		Total
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
F	3	25,0	8	66,7	1	8,3					12
M	1	5,9	6	35,3	3	29,4	5	29,4			17
A	11	68,7	2	12,5	2	12,5	1	6,3			16
M			1	7,7	12	92,3					13
J					9	56,3	7	43,7			16
J					14	82,4	3	17,6			17
A					4	20,0	13	65,0	3	15,0	20
S	1	6,7	13	86,6			1	6,7			15
O			7	43,7	2	12,5	1	6,3	6	37,5	16
N			1	5,9			1	5,9	15	88,2	17
D									13	100,0	13
E			2	11,1	7	38,9	3	16,7	6	33,3	18

Tabla 5. *Chlamys patagonica*. Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales totales.

Mes	D1		D2		D3		R1		R2		Total
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
F	5	16,7	20	66,7	4	13,3	1	3,3			30
M	1	3,3	9	30,0	12	40,0	8	26,7			30
A	17	56,6	3	10,0	8	26,7	2	6,7			30
M			1	3,3	29	96,7					30
J					21	70,0	9	30			30
J					26	86,7	4	13,3			30
A			1	3,3	7	23,3	19	63,4	3	10,0	30
S	4	13,3	22	73,4	1	3,3	3	10			30
O	11	36,6	8	26,7	2	6,7	1	3,3	8	26,7	30
N	1	3,3	1	3,3	2	6,7	1	3,3	25	83,4	30
D									29	100	29
E	1	3,3	8	26,7	11	36,7	3	10,0	7	23,3	30

Nota: D1: Desarrollo inicial (Madurez inicial).  
D2: Desarrollo avanzado (Madurez avanzada).  
D3: Desarrollo total (Maduro).  
R1: Regresión inicial (Evacuación parcial).  
R2: Regresión total (Evacuación total o vacío).

Tabla 6. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Machos. LGT: Línea Germinal Temprana. LGA: Línea Germinal Avanzada. \* Corresponde al número de animales cuantificados.

MES	TIPO CELULAR			TOTAL *
	LGT	LGA	OTROS	
F	36,5	39,8	24,9	18
M	20,0	49,8	25,5	13
A	23,3	39,5	36,3	14
M	5,4	87,5	8,2	19
J	10,0	79,3	10,8	12
J	1,3	91,6	13,3	13
A	9,8	49,3	38,9	10
S	30,5	28,4	41,6	15
O	53,5	8,8	37,6	14
N	8,6	21,3	70,3	13
D	11,5	2,6	86,0	16
E	21,3	51,6	27,2	12

Tabla 7. *Chlamys patagonica*, Ensenada Villarino. Ciclo reproductivo en adultos. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Hembras. OPV: Ovocitos Previtelogénicos. OVA: Ovocitos Vitelogénicos Aderidos. OVL: Ovocitos Vitelogénicos Libres. \* Corresponde al número de individuos cuantificados.

MES	TIPO CELULAR				TOTAL *
	GONIAS	OPV	OVA	OVL	
F	77,8	22,8	24,2	9,8	12
M	44,9	20,0	16,4	9,9	17
A	82,1	49,4	13,4	5,7	16
M	29,5	9,5	8,9	23,0	12
J	26,9	10,6	9,3	20,1	16
J	18,5	6,2	7,4	23,1	17
A	16,7	8,3	6,9	11,7	20
S	38,8	21,6	24,2	6,9	15
O	31,7	11,8	13,7	7,6	16
N	27,1	5,5	2,4	1,5	17
D	24,2	18,7	1,6	0,9	13
E	30,6	19,3	7,9	12,3	18

Tabla 8. Índice gonadosomático (IGS) mensual de *C. vitrea*, Seno Ventisquero. Se incluye promedio y desviación estándar (D.E.). Total poblacional N=30.

FECHA DE MUESTREO	IGS	
	PROMEDIO	D.E.
F	3,8	0,8
M	4,3	1,1
A	6,2	2,8
M	7,7	2,5
J	12,7	3,1
J	10,8	5,7
A	17,0	7,1
S	7,0	2,4
O	6,0	1,7
N	2,8	0,6
D	4,0	1,0
E	2,8	1,5

Tabla 9. *Chlamys vitrea*. Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales. Machos. D1: Desarrollo inicial (Madurez inicial). D2: Desarrollo avanzado (Madurez avanzada). D3: Desarrollo total (Maduro). R1: Regresión inicial (Evacuación parcial). R2: Regresión total (Evacuación total o vacío).

Mes	D1		D2		D3		R1		R2		Total
	n	%	N	%	n	%	N	%	n	%	
F	3	18,8					3	18,8	10	62,5	16
M	9	47,4	1	5,3			1	5,3	8	42,1	19
A	8	47,1	6	35,3	1	5,9	2	11,8			17
M	5	29,4	3	17,6	5	29,4	3	17,6	1	5,9	17
J			1	4,6	5	22,7	16	72,7			22
J					11	73,3	4	26,7			15
A					2	12,5	14	87,5			16
S	2	13,3	5	33,3			8	53,4			15
O	11	61,1	2	11,1	1	5,6	2	11,1	2	11,1	18
N	3	23,1							10	76,9	13
D									14	100,0	14
E									17	100,0	17

Tabla 10. *Chlamys vitrea*. Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales. Hembras. D1: Desarrollo inicial (Madurez inicial). D2: Desarrollo avanzado (Madurez avanzada). D3: Desarrollo total (Maduro). R1: Regresión inicial (Evacuación parcial). R2: Regresión total (Evacuación total o vacío).

Mes	D1		D2		D3		R1		R2		Total
	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	
F	11	78,6							3	21,2	14
M	8	72,7							3	27,3	11
A	12	92,3	1	7,7							13
M	8	61,5	5	38,5							13
J					3	37,5	5	62,5			8
J					13	86,7	2	13,3			15
A					6	42,9	8	57,1			14
S			1	6,7			11	73,3	3	20,0	15
O							6	50,0	6	50,0	12
N	1	5,9							16	94,1	17
D									16	100,0	16
E									18	100,0	18

Tabla 11. *Chlamys vitrea*. Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Frecuencia (%) de estados gonadales totales. D1: Desarrollo inicial (Madurez inicial). D2: Desarrollo avanzado (Madurez avanzada). D3: Desarrollo total (Maduro). R1: Regresión inicial (Evacuación parcial). R2: Regresión total (Evacuación total o vacío).

Mes	D1		D2		D3		R1		R2		Total
	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	
F	4	46,7					3	10,0	13	43,3	30
M	17	56,7	1	3,3			1	3,3	11	36,7	30
A	20	66,7	7	23,3	1	3,3	2	6,7			30
M	13	43,3	8	26,7	5	16,7	3	10,0	1	3,3	30
J			1	3,3	8	22,7	21	70,0			30
J					24	80,0	6	20,0			30
A					8	26,7	22	73,3			30
S	2	6,7	6	20,0			19	63,3	3	10,0	30
O	11	36,7	2	6,6	1	3,3	8	26,7	8	26,7	30
N	4	13,3							26	86,6	30
D									30	100	30
E									29	100	30

Tabla 12. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Machos. LGT: Línea Germinal Temprana. LGA: Línea Germinal Avanzada. \* Corresponde al número de animales cuantificados.

MES	TIPO CELULAR			TOTAL *
	LGT	LGA	OTROS	
F	8,7	14,3	71,2	16
M	23,9	8,8	68,9	19
A	43,1	23,4	33,3	17
M	19,6	39,5	39,9	17
J	23,1	49,4	26,5	22
J	12,9	75,2	14,9	15
A	18,0	49,2	35,8	16
S	27,8	18,4	53,5	15
O	23,4	12,3	64,1	18
N	11,7	6,8	83,6	13
D	9,8	3,9	84,2	14
E	14,5	7,3	77,3	17

Tabla 13. *Chlamys vitrea*, Seno Ventisquero. Ciclo reproductivo en adultos. Recuentos mensuales promedio por tipo celular. Hembras. OPV: Ovocitos Previtelogénicos. OVA: Ovocitos Vitelogénicos Aderidos. OVL: Ovocitos Vitelogénicos Libres. \* Corresponde al número de individuos cuantificados.

MES	TIPO CELULAR				TOTAL *
	GONIAS	OPV	OVA	OVL	
F	62,7	23,0	0,0	0,0	14
M	34,2	25,5	0,0	0,0	11
A	51,0	43,0	3,8	0,0	13
M	50,2	12,4	18,7	2,2	13
J	48,4	7,5	14,2	16,1	8
J	59,8	4,2	4,7	27,2	15
A	32,3	2,5	2,5	21,5	14
S	23,9	8,2	4,9	7,8	15
O	35,3	10,9	1,4	5,1	12
N	57,7	14,7	0,0	0,5	17
D	13,1	7,6	0,0	0,0	16
E	13,7	0,9	0,0	0,0	12

Tabla 14. Índice gonadosomático (IGS) por rango de talla para *C. patagonica*, Bahía Simpson. Se incluye promedio y desviación estándar (D.E.).

FECHA DE MUESTREO	PROMEDIO	D.E.	N
30,1 – 35	6,8	1,4	15
35,1 – 40	7,0	2,0	28
40,1 – 45	5,8	1,6	19
45,1 – 50	5,4	1,9	29
50,1 – 55	5,5	1,0	10
55,1 – 60	5,4	1,2	19
60,1 – 65	5,5	1,6	9
65,1 – 70	5,6	0,7	15
70,1 - 80	5,6	0,5	6



Tabla 16. Índice gonadosomático (IGS) por rango de talla para *C. vitrea*, Seno Ventisquero. Se incluye promedio y desviación estándar (D.E.).

FECHA DE MUESTREO	PROMEDIO	D.E.	N
30,1 – 35	5,4	2,1	9
35,1 – 40	4,8	1,3	26
40,1 – 45	5,6	1,8	32
45,1 – 50	4,8	2,0	14
50,1 – 55	4,3	1,0	3
55,1 – 60	6,2	0,6	3
60,1 – 65	8,0	1,9	5
65,1 – 75	8,3	2,5	7



Tabla 18. Estadísticos mensuales de tamaño y peso húmedo de *Chlamys patagonica* en el sector de Bahía Simpson (A), Canal Santa María (B), Bahía Parry (C) y Ensenada Villarino (D). e.e.= error estándar. n= tamaño muestra.

**A**

Fecha muestreo	Promedio		Rango		n
	Talla ± e.e. (mm)	Peso ± e.e. (g)	Talla (mm)	Peso (g)	
15-02-1998	37,8 ± 0,86	13,7 ± 0,93	15 - 71	1 - 73	218*
16-05-1998	47,0 ± 0,38	21,0 ± 0,43	11 - 73	1 - 69	1226
20-08-1998	44,3 ± 0,63	17,6 ± 0,66	13 - 75	1 - 71	546
09-11-1998	40,0 ± 0,63	11,2 ± 0,49	10 - 78	1 - 67	465

(\*) por problemas técnicos de la balanza digital en terreno sólo se pudo registrar 218 ejemplares.

**B**

Fecha muestreo	Promedio		Rango		n
	Talla ± e.e. (mm)	Peso ± e.e. (g)	Talla (mm)	Peso (g)	
21-05-1998	38,6 ± 0,37	9,8 ± 0,19	12 - 58	1 - 32	926
18-07-1998	38,5 ± 0,42	9,8 ± 0,22	7 - 59	1 - 27	735
3-12-1998	45,7 ± 0,28	13,3 ± 0,18	8 - 57	1 - 23	560

(\*) En el mes de febrero se visitó el sector, no obstante no se encontró bancos de *C. patagonica*.

**C**

Fecha muestreo	Promedio		Rango		n
	Talla ± e.e. (mm)	Peso ± e.e. (g)	Talla (mm)	Peso (g)	
08-02-1998	47,0 ± 0,17	10,7 ± 0,13	25 - 62	2 - 28	949
04-05-1998	46,9 ± 0,14	11,4 ± 0,11	24 - 59	2 - 28	1.036
25-08-1998	45,3 ± 0,24	8,9 ± 0,14	16 - 60	1 - 22	708
21-11-1998	47,6 ± 0,27	10,9 ± 0,19	11 - 63	1 - 27	547

**D**

Fecha muestreo	Promedio		Rango		n
	Talla ± e.e. (mm)	Peso ± e.e. (g)	Talla (mm)	Peso (g)	
11-07-1998	59,0 ± 0,52	36,1 ± 1,03	46 - 69	17 - 60	88
07-08-1998	60,0 ± 0,69	37,2 ± 1,15	32 - 74	5 - 59	104
25-10-1998	56,0 ± 0,73	24,0 ± 1,14	33 - 73	3 - 53	114
22-11-1998	61,7 ± 0,52	37,3 ± 0,98	43 - 78	11 - 78	151
29-12-1998	55,9 ± 0,49	29,1 ± 0,81	40 - 69	10 - 57	181

Tabla 19. Estadísticos mensuales de la distribución de tamaño y peso húmedo de *Chlamys vitrea* en el sector de Estero Peel (A), Bahía Brookes (B), Bahía Parry (C) y Seno Ventisquero (D). e.e.= error estándar. n= tamaño muestra.

A

Fecha muestreo	Promedio		Rango		n
	Talla ± e.e. (mm)	Peso ± e.e. (g)	Talla (mm)	Peso (g)	
25-02-1998	70,6 ± 0,19	48,1 ± 0,37	20 - 99	1 - 114	1031
17-05-1998	71,1 ± 0,24	49,8 ± 0,52	36 - 89	2 - 106	945
08-08-1998	72,3 ± 0,55	70,4 ± 1,46	36 - 98	6 - 160	427
29-11-1998	69,7 ± 0,46	48,9 ± 0,51	33 - 95	20 - 82	496

B

Fecha muestreo	Promedio		Rango		n
	Talla ± e.e. (mm)	Peso ± e.e. (g)	Talla (mm)	Peso (g)	
05-02-1998	79,7 ± 0,38	84,8 ± 1,11	30 - 110	6 - 206	1037
30-04-1998	66,9 ± 0,29	39,4 ± 0,56	35 - 99	7 - 121	1031
23-08-1998	64,8 ± 0,39	33,9 ± 0,83	41 - 101	6 - 126	624
20-11-1998	62,5 ± 0,71	40,8 ± 1,05	19 - 99	1 - 130	546

C

Fecha muestreo	Promedio		Rango		n
	Talla ± e.e. (mm)	Peso ± e.e. (g)	Talla (mm)	Peso (g)	
07-02-1998	64,5 ± 0,33	37,3 ± 0,65	21 - 98	2 - 138	1000
03-05-1998	68,0 ± 0,28	41,8 ± 0,53	32 - 95	3 - 107	1040
25-08-1998	64,6 ± 0,40	30,4 ± 0,59	29 - 100	2 - 130	613
21-11-1998	70,8 ± 0,49	49,8 ± 0,88	23 - 100	1 - 134	567

D

Fecha muestreo	Promedio		Rango		n
	Talla ± e.e. (mm)	Peso ± e.e. (g)	Talla (mm)	Peso (g)	
05-02-1998	41,9 ± 0,60	7,9 ± 1,27	24 - 65	1 - 28	132*
01-03-1998	59,8 ± 0,56	32,3 ± 0,77	18 - 95	1 - 118	764
28-03-1998	51,3 ± 0,55	21,6 ± 0,73	11 - 94	0,1 - 100	827
02-05-1998	60,2 ± 0,53	32,0 ± 0,77	22 - 92	1 - 96	849
07-06-1998	70,9 ± 0,42	47,5 ± 0,65	24 - 92	1 - 96	811
05-07-1998	70,8 ± 0,42	47,4 ± 0,65	24 - 92	2 - 96	823
04-08-1998	57,6 ± 0,56	27,3 ± 0,75	18 - 100	1 - 125	806
11-09-1998	58,3 ± 0,60	27,7 ± 0,85	25 - 93	1 - 101	499
23-10-1998	59,4 ± 0,56	25,5 ± 0,81	22 - 95	1 - 101	603
20-11-1998	62,6 ± 0,60	31,6 ± 0,86	20 - 93	1 - 107	477
29-12-1998	59,8 ± 0,51	30,6 ± 0,74	22 - 85	1 - 83	504
16-01-1999	66,2 ± 0,68	41,4 ± 1,25	24 - 102	1 - 129	365

(\*) por problemas técnicos de la balanza digital en terreno sólo se pudo registrar 132 ejemplares.

Tabla 20. Coeficientes de regresión y determinación ( $R^2$ ) por muestreo, del ajuste de un modelo potencial a la relación talla peso húmedo para *Chlamys patagonica* en Bahía Simpson (A), Canal Santa María (B), Bahía Parry (C) y Ensenada Villarino (D). n= tamaño de muestra; e.e.= error estándar. Se incluye prueba t de Student para evaluar isometría ( $b=3$ ) (prueba bilateral)  $t_c$ =calculado;  $t_t$ =tabulado; \*=diferencia significativa; P=alometría positiva; I=isometría; N=alometría negativa.

**A**

Fecha muestreo	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	$R^2$	n	$t_c$	$t_t$
15-02-1998	$-11,86 \pm 0,136$	$3,35 \pm 0,138$	0,97	218	2,54* P	1,96
16-05-1998	$-9,32 \pm 0,092$	$3,14 \pm 0,024$	0,96	1226	5,83* P	1,96
20-08-1998	$-9,14 \pm 0,106$	$3,08 \pm 0,028$	0,96	546	2,86* P	1,96
09-11-1998	$-8,80 \pm 0,136$	$2,95 \pm 0,037$	0,93	465	-1,35 I	1,96

**B**

Fecha muestreo	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	$R^2$	n	$t_c$	$t_t$
21-05-1998	$-7,83 \pm 0,071$	$2,72 \pm 0,020$	0,95	926	-14,00* N	1,96
8-07-1998	$-7,23 \pm 0,103$	$2,55 \pm 0,029$	0,92	735	-15,52* N	1,96
3-12-1998	$-5,85 \pm 0,159$	$2,20 \pm 0,042$	0,83	560	-19,05* N	1,96

**C**

Fecha muestreo	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	$R^2$	n	$t_c$	$t_t$
08-02-1998	$-12,71 \pm 0,175$	$3,31 \pm 0,045$	0,85	949	6,88* P	1,96
04-05-1998	$-8,59 \pm 0,183$	$2,86 \pm 0,047$	0,78	1036	-2,98* N	1,96
25-08-1998	$-10,66 \pm 0,153$	$3,35 \pm 0,040$	0,91	708	8,75* P	1,96
21-11-1998	$-7,31 \pm 0,202$	$2,50 \pm 0,053$	0,81	547	-9,43* N	1,96

**D**

Fecha muestreo	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	$R^2$	n	$t_c$	$t_t$
11-07-1998	$-9,13 \pm 0,554$	$3,12 \pm 0,136$	0,86	88	0,88 I	1,96
07-08-1998	$-9,32 \pm 0,304$	$3,15 \pm 0,074$	0,95	104	2,03* P	1,96
25-10-1998	$-13,89 \pm 0,415$	$4,22 \pm 0,103$	0,94	114	11,84* P	1,96
22-11-1998	$-9,97 \pm 0,327$	$3,29 \pm 0,079$	0,92	151	3,67* P	1,96
29-12-1998	$9,67 \pm 0,239$	$3,23 \pm 0,059$	0,94	181	3,90* P	1,96

Tabla 21. Coeficientes de regresión y determinación ( $R^2$ ) por muestreo, del ajuste de un modelo potencial a la relación talla peso húmedo para *Chlamys vitrea* en Estero Peel (A), Bahía Brookes (B), Bahía Parry (C) y Seno Ventisquero (D). n= tamaño de muestra; e.e.= error estándar. Se incluye prueba t de Student para evaluar isometría ( $b=3$ ) (prueba bilateral)  $t_c$ =calculado;  $t_t$ =tabulado; \*=diferencia significativa; P=alometría positiva; I=isometría; N=alometría negativa.

**A**

Fecha muestreo	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	$R^2$	n	$t_c$	$t_t$
25-02-1998	$-8,11 \pm 0,260$	$2,81 \pm 0,062$	0,83	1031	-3,06* N	1,96
17-05-1998	$-11,53 \pm 0,241$	$3,61 \pm 0,057$	0,81	945	10,70* P	1,96
08-08-1998	$-7,96 \pm 0,220$	$2,84 \pm 0,051$	0,88	427	-3,13* N	1,96
29-11-1998	$-1,58 \pm 0,160$	$1,29 \pm 0,038$	0,70	496	-45* N	1,96

**B**

Fecha muestreo	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	$R^2$	n	$t_c$	$t_t$
05-02-1998	$-8,51 \pm 0,103$	$2,93 \pm 0,023$	0,95	1037	-3,04* N	1,96
30-04-1998	$-8,73 \pm 0,156$	$2,94 \pm 0,037$	0,86	1031	-1,62 I	1,96
23-08-1998	$-9,71 \pm 0,161$	$3,15 \pm 0,039$	0,91	624	3,85* P	1,96
20-11-1998	$-10,35 \pm 0,086$	$3,35 \pm 0,021$	0,98	546	16,6* P	1,96

**C**

Fecha muestreo	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	$R^2$	n	$t_c$	$t_t$
07-02-1998	$-11,86 \pm 0,180$	$3,13 \pm 0,043$	0,88	1000	3,02* P	1,96
03-05-1998	$-8,77 \pm 0,168$	$2,95 \pm 0,040$	0,84	1040	-1,25 I	1,96
25-08-1998	$-10,66 \pm 0,153$	$3,35 \pm 0,040$	0,91	613	8,75* P	1,96
21-11-1998	$-7,31 \pm 0,202$	$2,50 \pm 0,052$	0,81	567	-9,62* N	1,96

**D**

Fecha muestreo	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	$R^2$	n	$t_c$	$t_t$
05-02-1998	$-13,12 \pm 0,400$	$3,47 \pm 0,107$	0,90	132	4,39* P	1,96
01-03-1998	$-9,21 \pm 0,092$	$3,05 \pm 0,022$	0,97	764	2,27* P	1,96
28-03-1998	$-11,73 \pm 0,111$	$3,11 \pm 0,028$	0,96	827	3,92* P	1,96
02-05-1998	$-8,11 \pm 0,213$	$2,81 \pm 0,052$	0,83	849	-3,65* N	1,96
07-06-1998	$-8,92 \pm 0,134$	$2,98 \pm 0,032$	0,92	811	-0,63 I	1,96
05-07-1998	$-8,60 \pm 0,145$	$2,91 \pm 0,034$	0,90	823	-2,65* N	1,96
04-08-1998	$-9,67 \pm 0,070$	$3,14 \pm 0,017$	0,98	806	8,24* P	1,96
11-09-1998	$-9,62 \pm 0,181$	$3,14 \pm 0,050$	0,91	499	2,8* P	1,96
23-10-1998	$-12,53 \pm 0,133$	$3,79 \pm 0,033$	0,96	603	23,94* P	1,96
20-11-1998	$-8,35 \pm 0,162$	$2,82 \pm 0,039$	0,92	477	-4,62* N	1,96
29-12-1998	$-8,93 \pm 0,141$	$2,99 \pm 0,035$	0,94	504	-0,28 I	1,96
16-01-1999	$-10,01 \pm 0,141$	$3,25 \pm 0,030$	0,96	365	8,33* P	1,96

Tabla 22 Estimaciones de abundancia obtenidas en los muestreos estacionales para *Chlamys patagonica* en los sectores de muestreo. Se presenta área del banco (AB), número de cuadrantes (n), densidad promedio (DP) y su error estándar (ee), abundancia (A), límites de confianza al 95 % (límite inferior LI y límite superior LS) y coeficiente de variación de Karandinos (C). \* Muestreo con rastra.

Sector	AB (m <sup>2</sup> )	Fecha	n	DP (ind/m <sup>2</sup> )	es	A (ind)	LI (ind)	LS (ind)	C
Bahía Simpson	14.000	15-02-98	75	3,0	0,29	42.000	34.580	50.400	0,096
		16-02-98	39	4,9	0,75	68.600	47.320	89.740	0,153
		20-08-98	51	5,0	0,43	70.000	57.540	81.760	0,086
		09-11-98	32	3,0	0,31	42.000	32.900	50.960	0,103
Canal Santa María	4.000	21-05-98	19*	10,9	2,09	43.600	25.840	61.080	0,176
		18-07-98	15*	10,7	1,85	42.800	26.680	58.600	0,173
		03-12-98	10*	14,8	1,39	59.200	46.680	72.000	0,094
Bahía Parry	62.000	08-02-98	30	30,4	2,50	1.884.800	1.566.740	2.208.440	0,082
		04-05-98	40	30,5	2,78	1.891.000	1.541.320	2.240.060	0,091
		25-08-98	35	53,2	5,82	3.298.400	2.564.940	4.031.240	0,109
		21-11-98	40	26,9	2,67	1.667.800	1.331.140	2.000.740	0,099

Tabla 23. Estimaciones de abundancia obtenidas en los muestreos estacionales para *Chlamys vitrea* en los sectores de muestreo. Se presenta área del banco (AB), número de cuadrantes (n), densidad promedio (DP) y su error estándar (ee), abundancia (A), límites de confianza al 95 % (límite inferior LI y límite superior LS) y coeficiente de variación de Karandinos (C).

Sector	AB (m <sup>2</sup> )	Fecha	n	DP (ind/m <sup>2</sup> )	ee	A (ind)	LI (ind)	LS (ind)	C
Estero Peel	10.000	25-02-98	30	8,1	0,80	81.000	69.900	97.700	0,099
		17-05-98	22	5,5	0,76	55.000	38.500	70.500	0,138
		08-08-98	30	10,4	1,25	104.000	78.200	129.700	0,120
		29-11-98	30	8,2	1,37	82.000	54.000	109.900	0,167
Bahía Brookes	190.000	05-02-98	80	7,5	0,67	1.425.000	1.159.000	1.672.000	0,089
		30-04-98	63	4,5	0,45	855.000	695.400	1.035.500	0,100
		23-08-98	40	4,7	1,34	893.000	376.200	1.407.900	0,285
		20-11-98	40	2,2	0,26	418.000	317.300	518.700	0,118
Bahía Parry	220.000	07-02-98	58	10,5	1,03	2.310.000	1.861.200	2.778.600	0,098
		03-05-98	46	12,2	1,21	2.684.000	2.140.600	3.214.200	0,099
		25-08-98	72	13,8	1,67	3.036.000	2.292.400	3.762.000	0,121
		21-11-98	40	3,0	0,34	660.000	514.800	816.200	0,113
Seno Ventisquero	5.000	05-02-98	30	20,1	1,28	100.500	87.350	113.600	0,064
		02-05-98	42	12,3	0,74	61.500	54.100	69.150	0,060
		04-08-98	38	9,8	1,68	49.000	32.100	66.250	0,171
		20-11-98	40	14,7	1,50	73.500	58.000	88.450	0,102

Tabla 24. Rango batimétrico de los bancos de *Chlamys patagonica* y *C. vitrea* en los distintos sectores de muestreo.

<i>C. patagonica</i>		<i>C. vitrea</i>	
Sector	Rango Batimétrico (m)	Sector	Rango Batimétrico (m)
Bahía Simpson	18-25	Estero Peel	12-15
Canal Santa María	12-18	Bahía Brookes	4-12
Bahía Parry	16-20	Bahía Parry	2-16
Ensenada Villarino	20-22	Seno Ventisquero	7-17

Tabla 25. Parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, obtenidos a partir del análisis de distribución de frecuencia de talla. Estimación global para *C. patagonica* (A) y *C. vitrea* (B).  $L_{\infty}$ = longitud infinita; K= coeficiente de Brody; n= tamaño de muestra.

A

$L_{\infty}$	K	n
83,6	0,26	8743

B

$L_{\infty}$	K	N
105,3	0,27	15523

Tabla 26. *Chlamys patagonica*. Parámetros de la regresión predictiva de la lectura de anillos inscritos sobre la valva. b = pendiente, a = intercepto, e.e. = error estándar,  $r^2$  = coeficiente de determinación y n = número de pares de datos. A= Parámetros estimados agrupando los datos de Bahía Simpson y Ensenada Villarino.

Sector	b ± ee	a ± e.e.	$r^2$	n
Bahía Simpson	0,780 ± 0,0237	17,870 ± 1,0717	0,954	54
Santa María	0,747 ± 0,0309	16,493 ± 1,2071	0,881	81
Bahía Parry	0,810 ± 0,0339	15,086 ± 1,3586	0,893	70
Ensenada Villarino	0,806 ± 0,0103	16,514 ± 0,4767	0,926	490
Agrupados <sup>(A)</sup>	0.804 ± 0,0096	16,630 ± 0,4445	0,928	544

Tabla 27. *Chlamys vitrea*. Parámetros de la regresión predictiva de la lectura de anillos inscritos sobre la valva. b = pendiente, a = intercepto, e.e. = error estándar,  $r^2$  = coeficiente de determinación y n = número de pares de datos. A= Parámetros estimados agrupando los datos de los cuatro sectores.

Sector	b ± ee	a ± e.e.	$r^2$	n
Estero Peel	0,769 ± 0,0218	24,006 ± 1,2353	0,913	121
Bahía Brookes	0,793 ± 0,0266	22,281 ± 1,4716	0,915	84
Bahía Parry	0,791 ± 0,0239	21,796 ± 1,4659	0,907	114
Seno Ventisquero	0,763 ± 0,0071	23,849 ± 0,4086	0,924	948
Agrupados <sup>(A)</sup>	0,765 ± 0,0062	23,784 ± 0,3603	0,922	1267

Tabla 28. *Chlamys patagonica*. Parámetros de crecimiento estimados a partir de la lectura de anillos inscritos en la valva.  $L_{\infty}$  = longitud infinita (mm), K = constante de crecimiento ( $\text{mm año}^{-1}$ ), e.e. = error estándar y  $t_0$  = edad teórica cuando la longitud es cero. A = Parámetros estimados agrupando los datos de Bahía Simpson y Ensenada Villarino.

Sector	$L_{\infty}$	$K \pm \text{e.e.}$	$t_0$
Bahía Simpson	81,080	$0,249 \pm 0,0237$	$2,11 \times 10^{-4}$
Santa María	65,087	$0,292 \pm 0,0309$	$-1,68 \times 10^{-4}$
Bahía Parry	79,347	$0,211 \pm 0,0339$	$-3,08 \times 10^{-3}$
Ensenada Villarino	82,818	$0,216 \pm 0,0103$	$-7,34 \times 10^{-2}$
Agrupados <sup>(A)</sup>	84,804	$0,218 \pm 0,0096$	$1,89 \times 10^{-4}$

Tabla 29. *Chlamys vitrea*. Parámetros de crecimiento estimados a partir de la lectura de anillos inscritos en la valva.  $L_{\infty}$  = longitud infinita (mm), K = constante de crecimiento ( $\text{mm año}^{-1}$ ), e.e. = error estándar y  $t_0$  = edad teórica cuando la longitud es cero. A = Parámetros estimados agrupando los datos de los cuatro sectores.

Sector	$L_{\infty}$	$K \pm \text{e.e.}$	$t_0$
Estero Peel	104,057	$0,262 \pm 0,0218$	$1,90 \times 10^{-4}$
Bahía Brookes	107,534	$0,232 \pm 0,0266$	$1,41 \times 10^{-4}$
Bahía Parry	104,337	$0,234 \pm 0,0239$	$-2,64 \times 10^{-4}$
Seno Ventisquero	100,756	$0,270 \pm 0,0071$	$-3,71 \times 10^{-5}$
Agrupados <sup>(A)</sup>	101,079	$0,268 \pm 0,0062$	$1,98 \times 10^{-4}$

Tabla 30. Estimadores de mortalidad natural (M) y mortalidad total (Z) obtenidos para *Chlamys patagonica* y *C. vitrea*. M1= estimada según Rikhter & Efanov; M2= estimada según Taylor; M3= estimada según Alagaraja; M4= estimación basada en la composición de edades; Z = estimada a partir de la curva de captura; Z/K y  $L_{\infty}$  estimadas con el método de Wetherall. \* se debe considerar como mortalidad total (Z). \*\* se debe considerar como mortalidad natural (M).

RECURSO	MORTALIDAD						
	NATURAL				TOTAL		$L_{\infty}$
	M1	M2	M3	M4	Z	Z/K	
<i>C. patagonica</i>	1,04	0,22	0,34	0,73	0,97**	3,594	83,6
<i>C. vitrea</i>	0,78	0,27	0,41	0,84*	0,84	0,82	105,2

Tabla 31. Resultados del análisis de plausibilidad de la mortalidad natural determinada con distintos criterios, para *C. patagonica* y *C. vitrea*. M/K1= estimada según Rikhter & Efanov; M/K2= estimada según Taylor; M/K3= estimada según Alagaraja; M/K4= estimación basada en la composición de edades; M/K= estimada a partir de la curva de captura. \* valores dentro del rango de plausibilidad.

Recurso	M/K1	M/K2	M/K3	M/K4	M/K5
<i>C. patagonica</i>	4,76	1,00	1,56	3,39	4,44
<i>C. vitrea</i>	2,91	1,00	1,53	3,13	-

Tabla 32. Estimadores globales de talla (mm) y edad (años) crítica para *Chlamys patagonica* y *C. vitrea*. Se utiliza la mortalidad estimada según Alagaraja.

Recurso	Tmb	Lmb
<i>C. patagonica</i>	5,06	56,69
<i>C. vitrea</i>	4,12	67,57



INVESTIGACION Y FOMENTO PESQUERO

---

# FOTOGRAFIAS



INVESTIGACION Y FOMENTO PESQUERO

---

Fotomicrografías de secciones gonadales  
de ejemplares de *Chlamys patagonica*  
y *Chlamys vitrea*

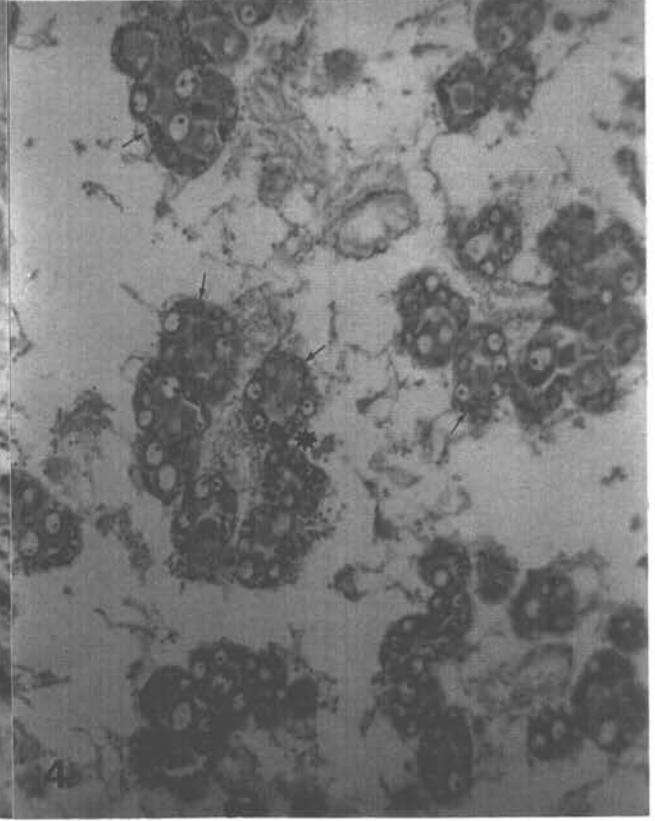
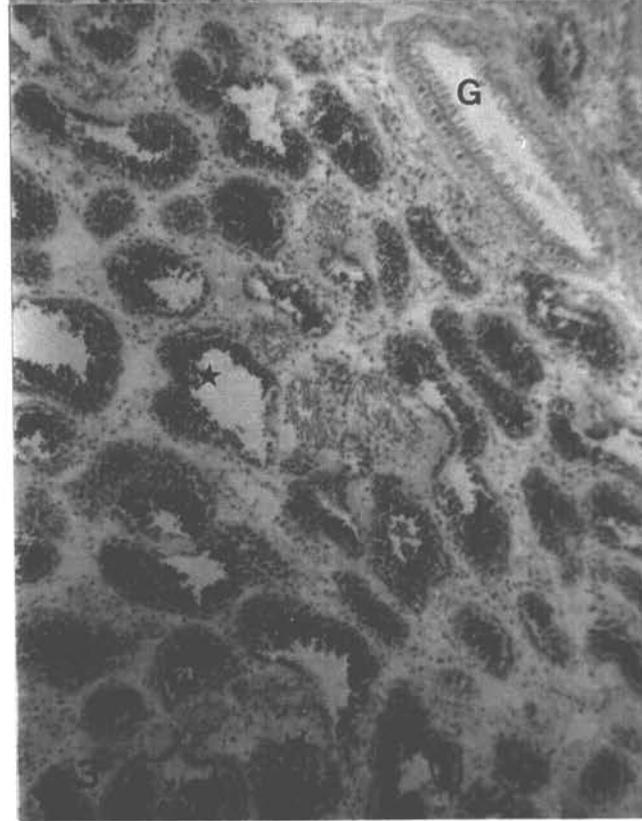
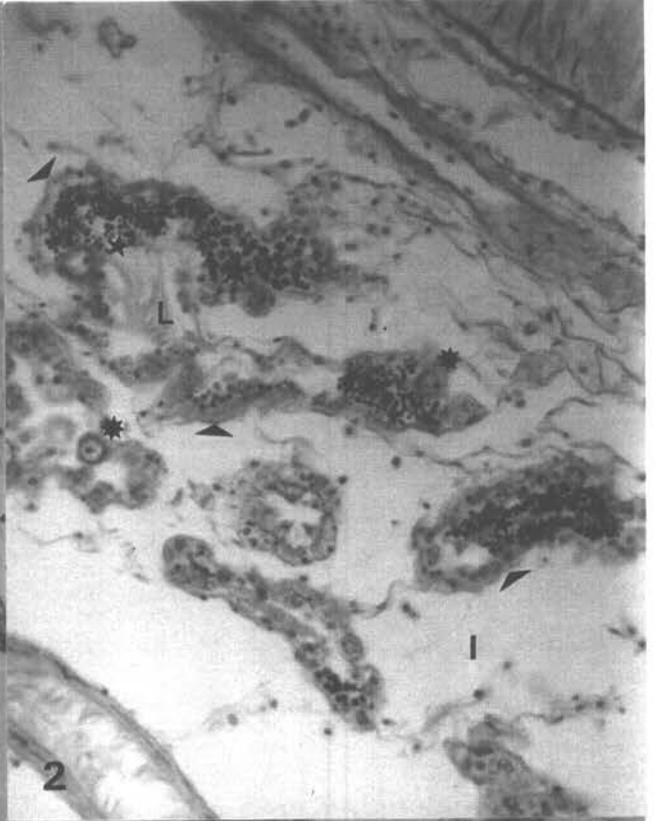
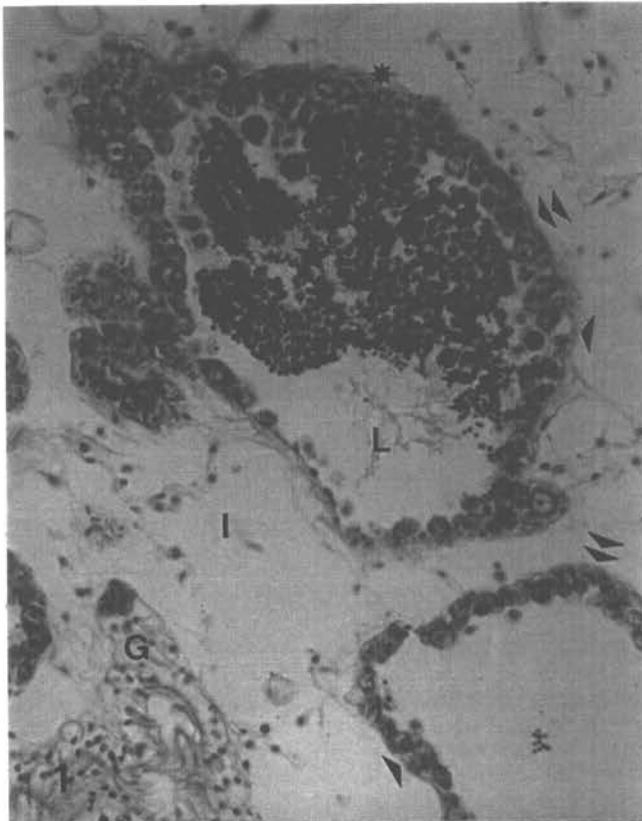
Fotomicrografías de secciones gonadales de ejemplares de *Chlamys patagonica*, para tipificar el hermafroditismo intraacinar (**Fotos 1-2**), los diferentes estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (**Fotos 3-12**). Cortes de 5 µm de espesor teñidos con el método tricrómico de Arteta.

**FOTO 1.** Hermafrodita. Acino gonadal ( ►► ). Lumen ( L ). Láminabasal ( ► ). Compartimiento intersticial ( I ). Gonoducto ( G ). Línea germinal femenina adbasal con ovocitos previtelogénicos ( \* ). Línea germinal masculina adluminal con espermatoцитos y espermátidas ( ★ ). Aumento 250x.

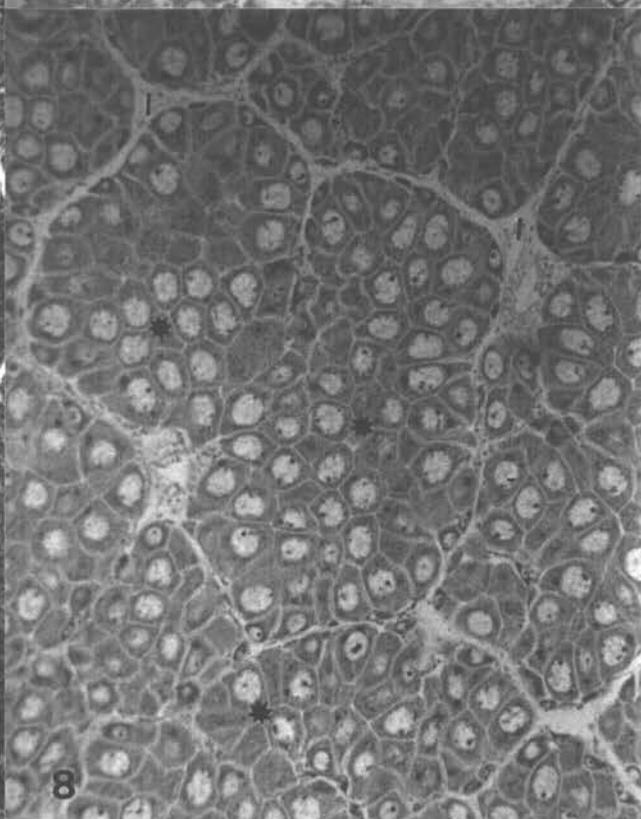
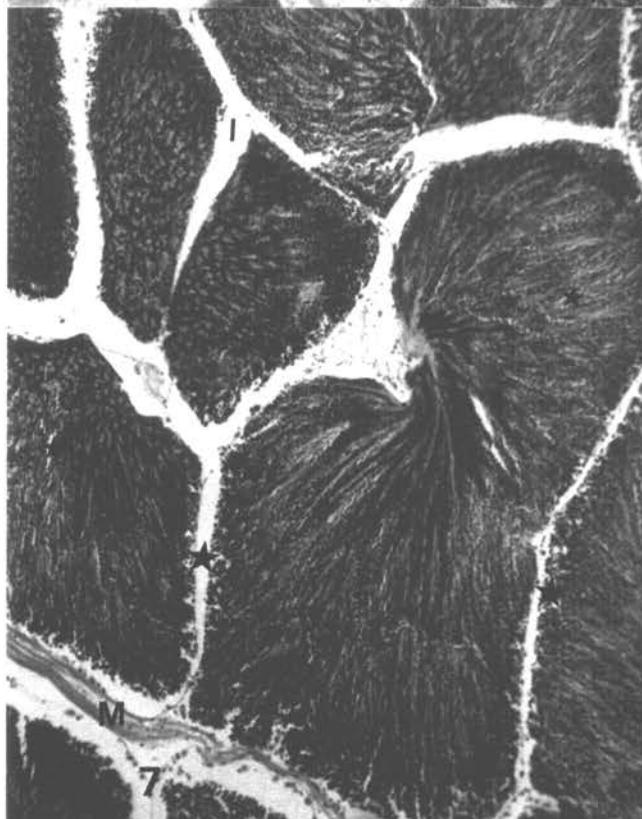
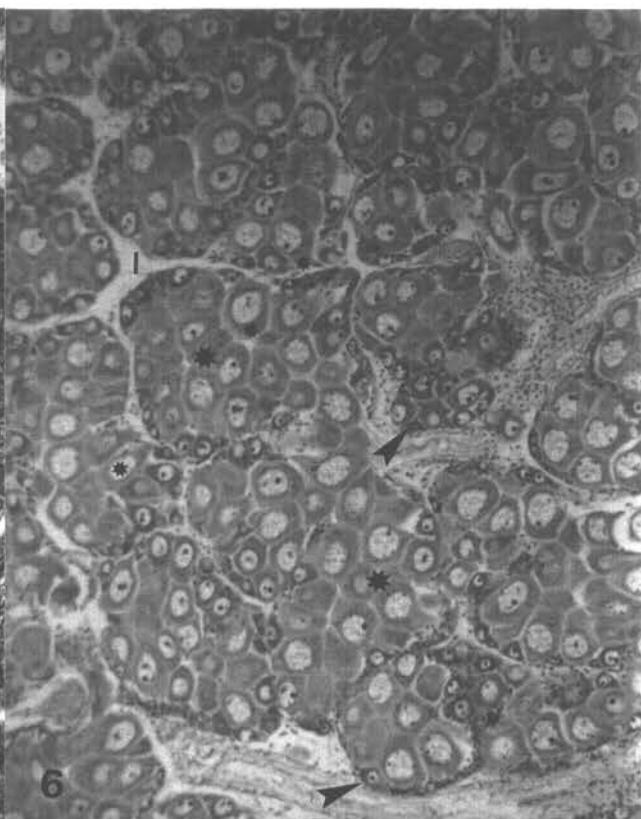
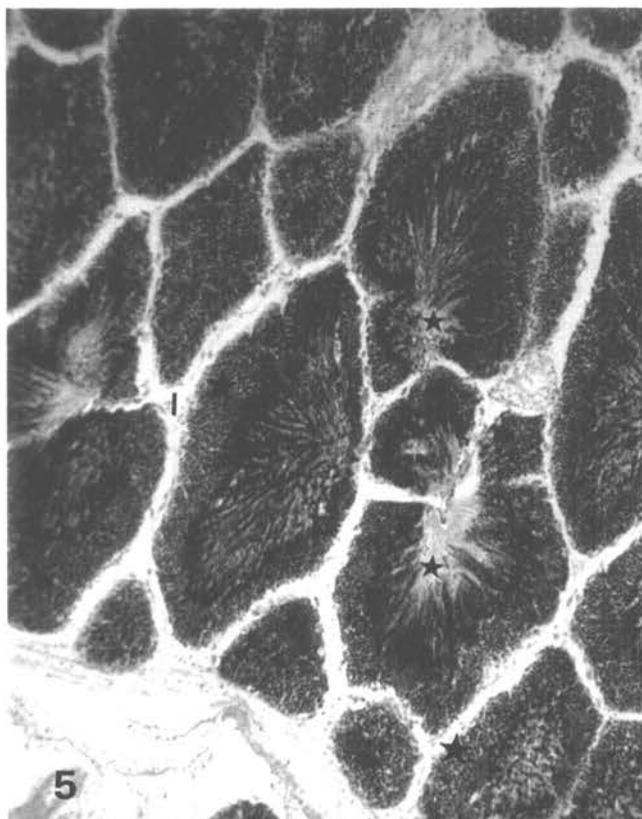
**FOTO 2.** Hermafrodita. Acinos gonadales con línea germinal femenina adbasal con ovocitos previtelogénicos ( \* ). Línea germinal masculina con espermatoцитos ( ★ ) y espermátidas ( ★ ). Lumen ( L ). Lámina basal acinar ( ► ). Compartimiento intersticial ( I ). Aumento 250x.

**FOTO 3. MD1** (Masculino. Desarrollo estado 1). Madurez inicial. Acinos pequeños. Cúmulo adbasales de espermatoгонias y espermatoцитos(★). Escasas espermátidas adluminales (★). Gonoducto ( G ). Aumento 100x.

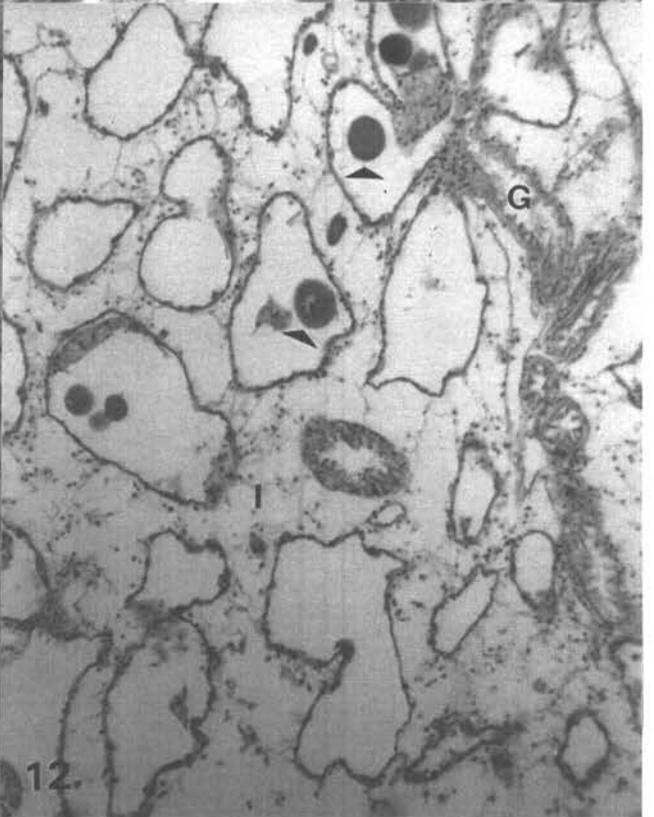
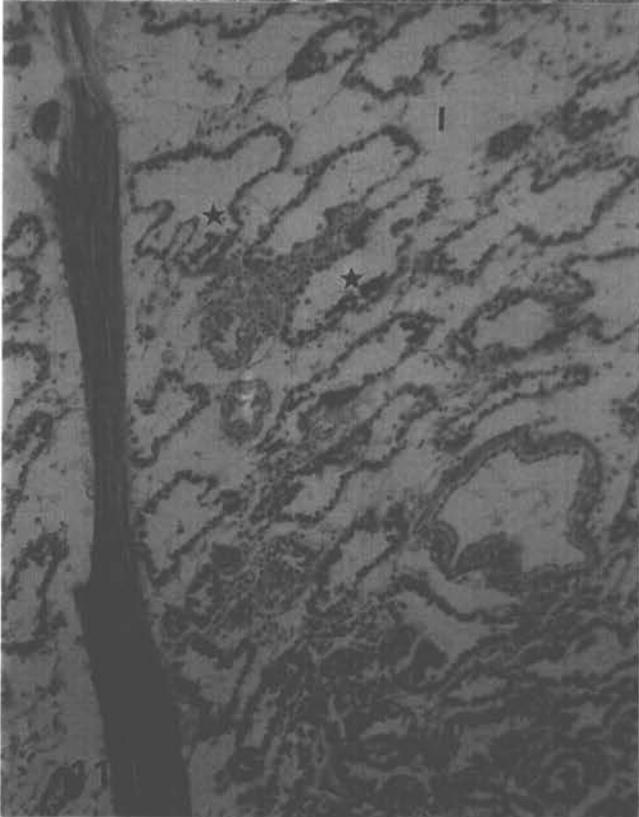
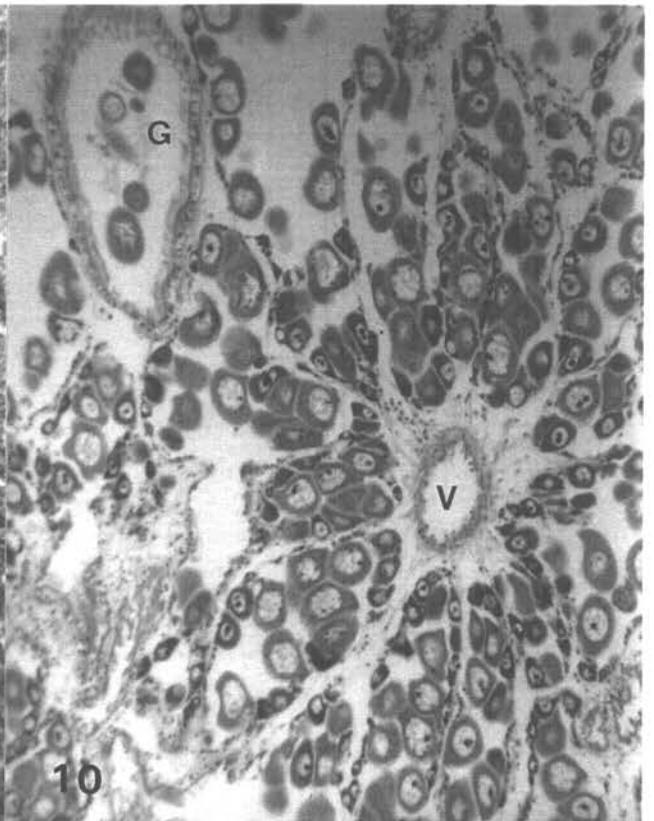
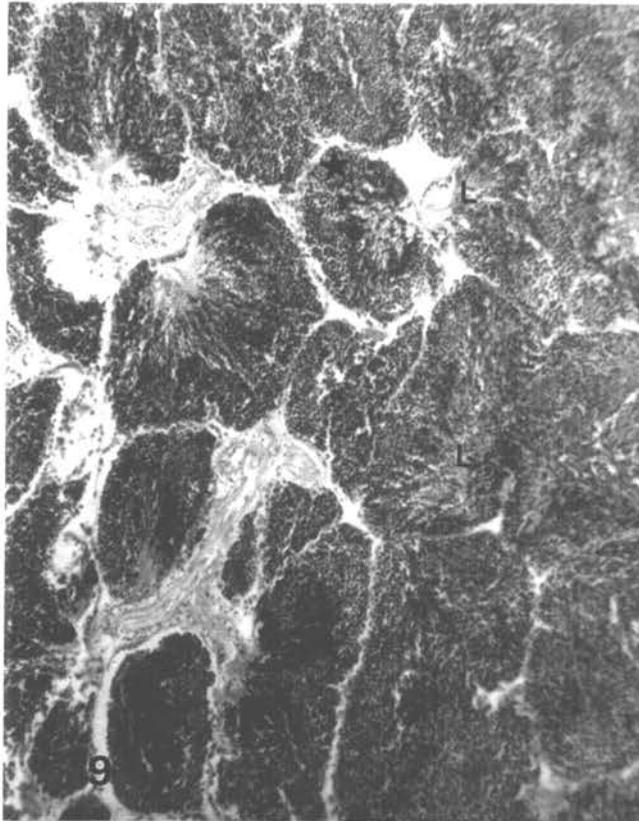
**FOTO 4. FD1** (Femenino. Desarrollo estado 1). Madurez inicial. Acinos pequeños. Ovogonia ( — ). Ovocito previtelogénico basófilo ( \* ). Ovocito vitelogénico adherido ( \* ). Aumento 100x.



- FOTO 5. MD2** (Masculino. Desarrollo estado 2). Madurez avanzada. Compartimiento intersticial escaso ( I ). Acinos de mayor tamaño con una banda ancha de línea germinal temprana de espermatogonias y espermatocitos adbasales ( ★ ) y largas columnas de espermátidas ( ★ ) hacia el lúmen. Aumento 100x.
- FOTO 6. FD2** (Femenino. Desarrollo estado 2). Madurez avanzada. Compartimiento intersticial escaso ( I ). Acinos de mayor tamaño con ovocitos vitelogénicos pedunculados ( \* ) y libres ( \* ), pero persisten ovocitos previtelogénicos basófilos(▶) en la pared acinar. Aumento 100x.
- FOTO 7. MD3** (Masculino. Desarrollo estado 3). Madurez total. Compartimiento intersticial escaso ( I ). Acinos gonadales grandes colmados de espermátidas en columnas ( ★ ). Banda estrecha de línea germinal temprana ( ★ ). Haz muscular (M). Aumento 100x.
- FOTO 8. FD3** (Femenino. Desarrollo estado 3). Madurez total. Compartimiento intersticial escaso ( I ). Acinos gonadales grandes colmados de ovocitos vitelogénicos libres. Aumento 100x.



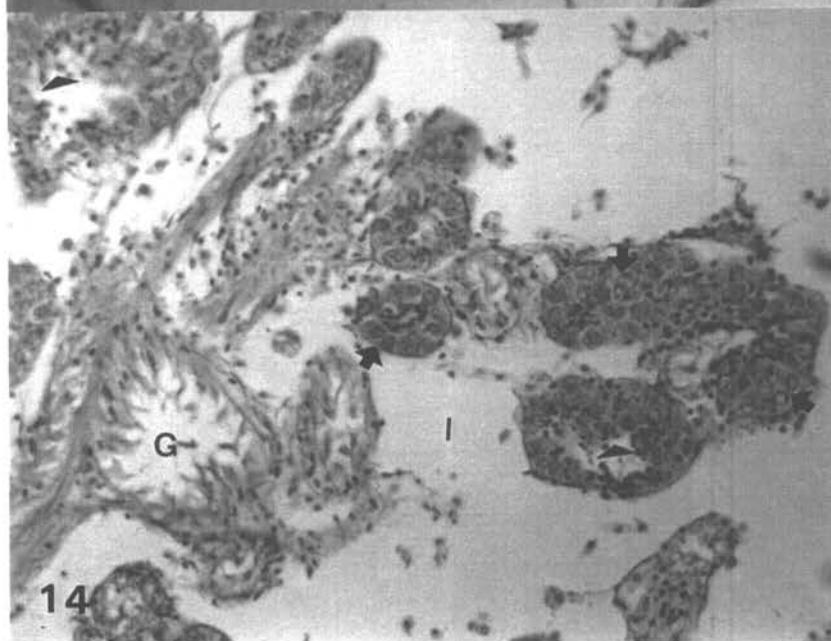
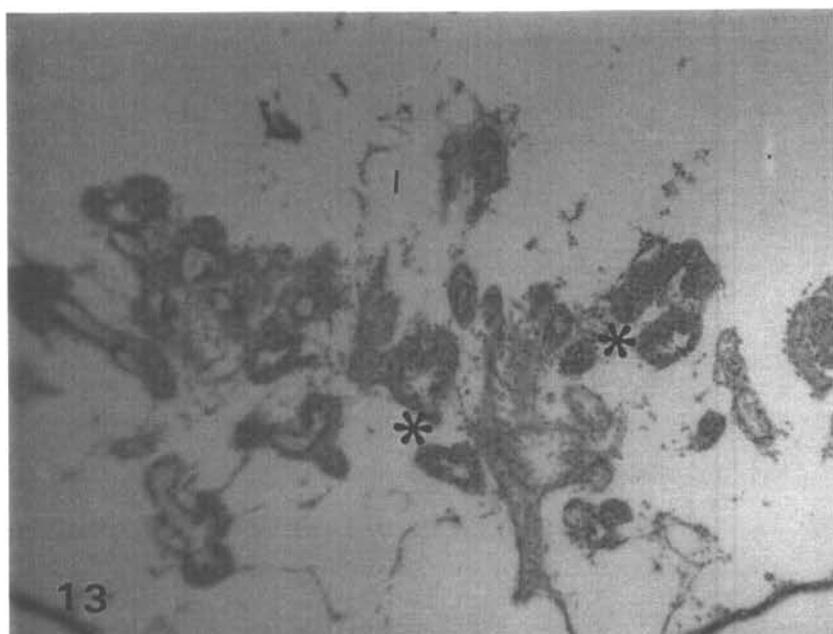
- FOTO 9. MR1** (Masculino. Regresión estado 1). Regresión inicial o evacuación parcial de espermatozoides. Acinos gonadales de menor tamaño en que se aprecia el lumen ( **L** ) con cúmulos de espermatozoides desorganizados no evacuados. Desarrollo de línea germinal temprana ( **★** ). Aumento 100x.
- FOTO 10. FR1** (Femenino. Regresión estado 1). Regresión inicial o evacuación parcial de ovocitos. Acinos más pequeños con ovocitos vitelogénicos libres no evacuados. Gonoducto ( **G** ) con ovocitos en tránsito. Vaso hemolinfático ( **V** ) Aumento 100x.
- FOTO 11. MR2** (Masculino. Regresión estado 2). Regresión final o evacuación total de espermatozoides. Compartimiento intersticial ( **I** ) aumenta. Acinos pequeños colapsados. Escasos espermatozoides residuales ( **★** ). permiten identificar el sexo. Haz muscular ( **M** ). Aumento 100x.
- FOTO 12. FR2** (Femenino. Regresión estado 2). Regresión final o evacuación total de óvulos. Compartimiento intersticial ( **I** ) aumenta. Ovocitos vitelogénicos libres residuales ( **▶** ) permiten identificar el sexo. Gonoducto ( **G** ). Aumento 100x.



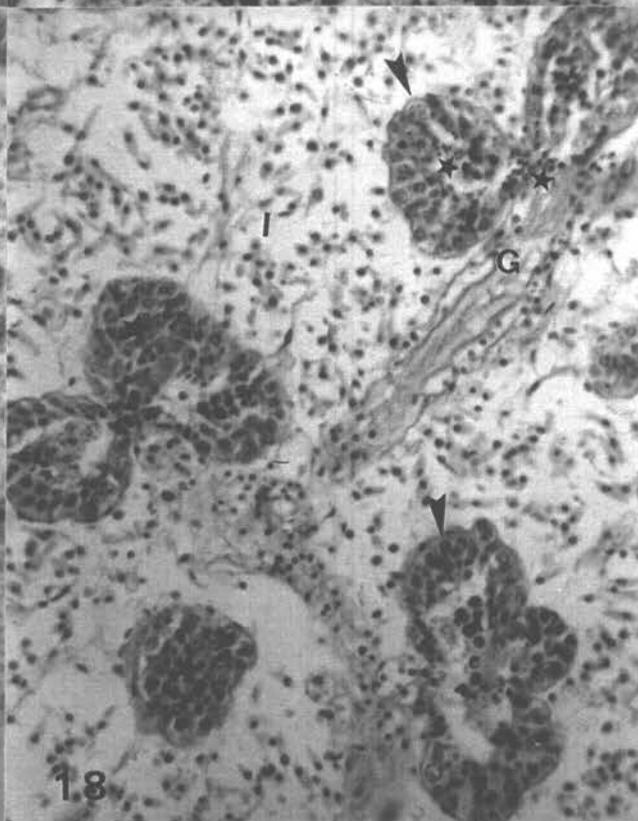
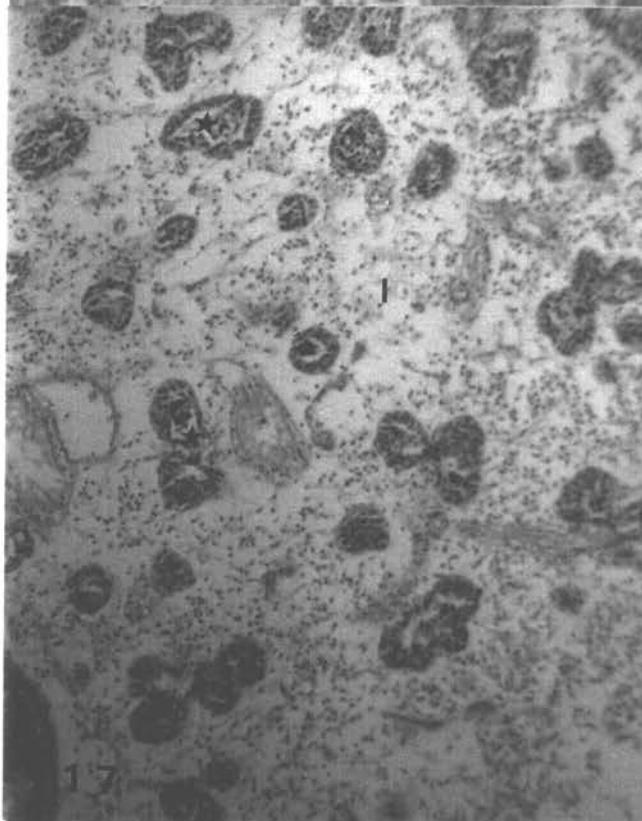
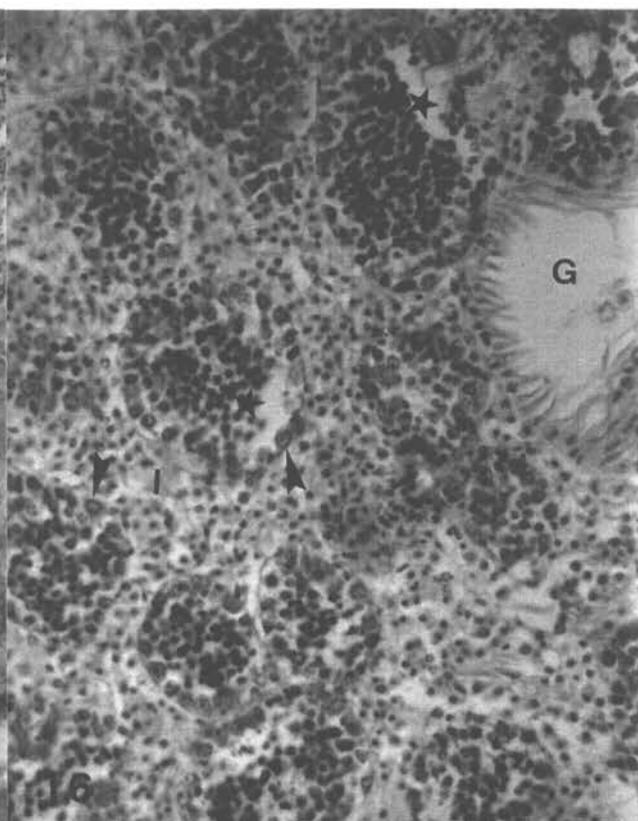
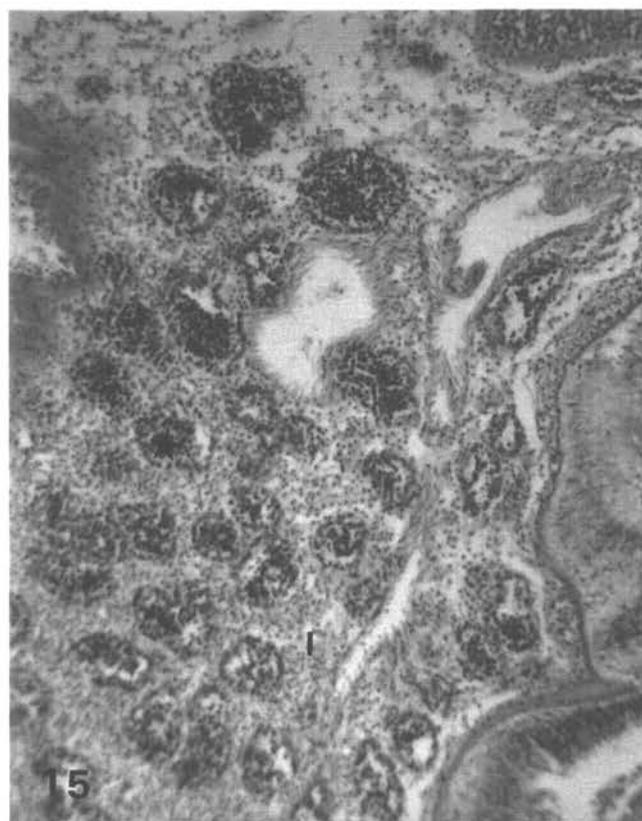
Fotomicrografías de secciones gonadales de ejemplares de *Chlamys patagonica*. para tipificar los diferentes estados en la adquisición de la madurez sexual (Fotos 13-22). Cortes de 5 µm de espesor teñidos con el método tricrómico de Arteta.

**FOTO 13. iLGI1** (indeterminado, Línea Germinal Incompleta, estado 1). Inmadurez sexual. Acinos gonadales pequeños con lumen escaso ( \* ) en un compartimiento intersticial amplio ( I ). Aumento 100x.

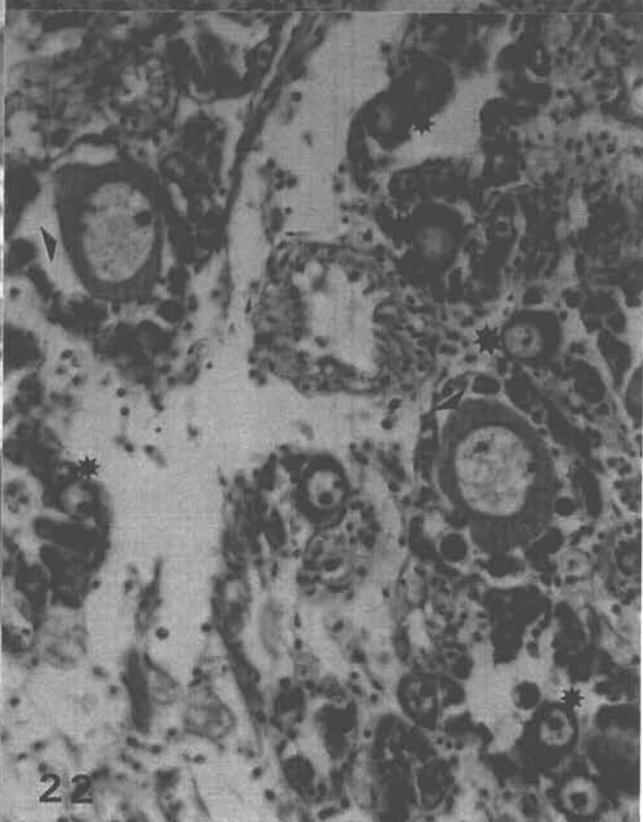
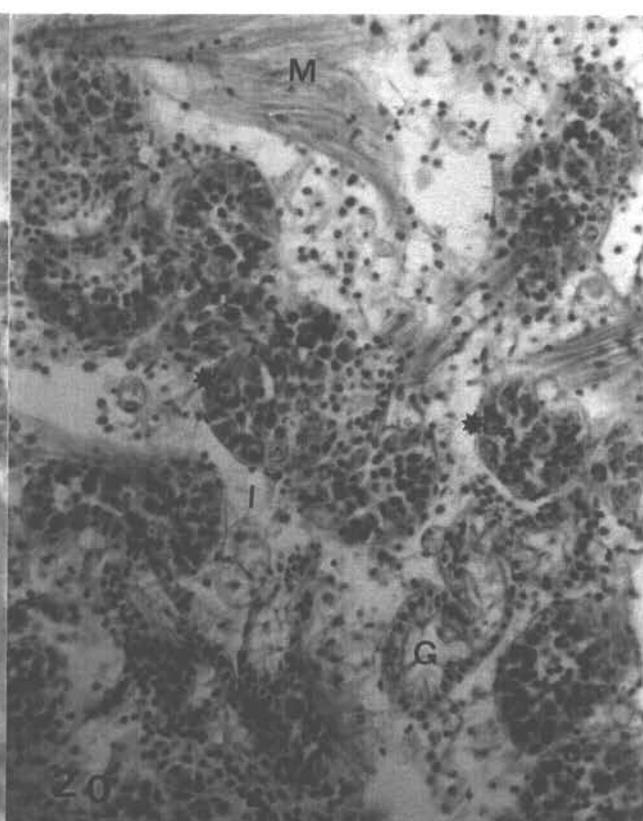
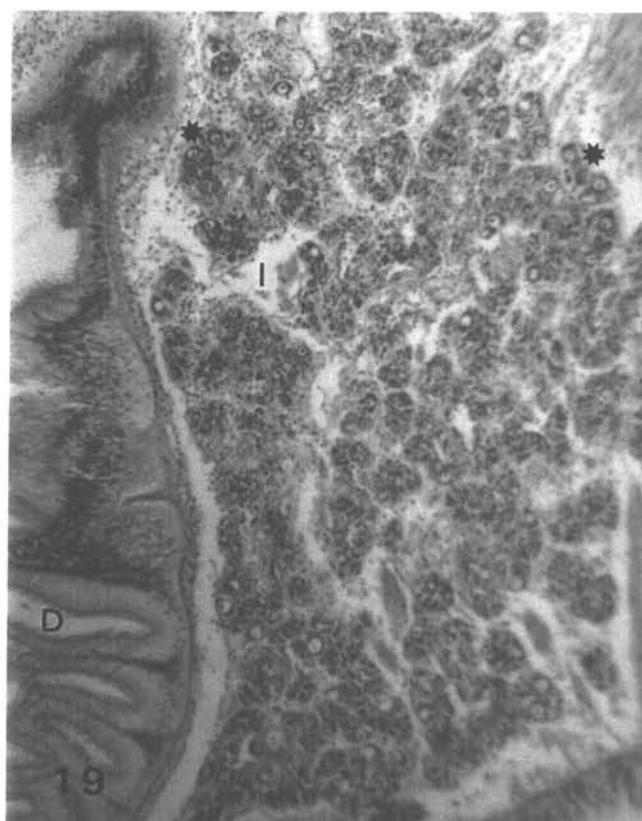
**FOTO 14. iLGI1** (indeterminado, Línea Germinal Incompleta, estado 1). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Acinos gonadales pequeños con células germinales primordiales ( ➡ ) y células somáticas ( ▶ ). Gonoducto ( G ). Aumento 250x.



- FOTO 15.** **MLGI2**(Masculino, Línea Germinal Incompleta, estado 2). Inmadurez sexual. Compartimiento intersticial amplio ( I ). Acinos gonadales pequeños y lumen escaso. Línea germinal temprana hasta espermatocitos (★). Aumento 100x.
- FOTO16.** **MLGI2**(Masculino, Línea Germinal Incompleta, estado 2). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Células abundantes en el compartimiento intersticial ( I ). Espermatogonias (▶). Espermatocitos (★). Gonoducto (G ). Aumento 250x.
- FOTO17.** **MLGI3**(Masculino, Línea Germinal Incompleta, estado 2). Inmadurez sexual. Compartimiento intersticial amplio ( I ). Acinos gonadales pequeños y lumen escaso. Línea germinal temprana hasta espermatidas aunque escasas(★). Aumento 100x.
- FOTO 18.** **MLGI3**(Masculino, Línea Germinal Incompleta, estado 2). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Células abundantes en el compartimiento intersticial ( I ). Espermatogonias (▶). Espermatocitos (★). Espermatidas (★). Gonoducto ( G ). Aumento 250x.

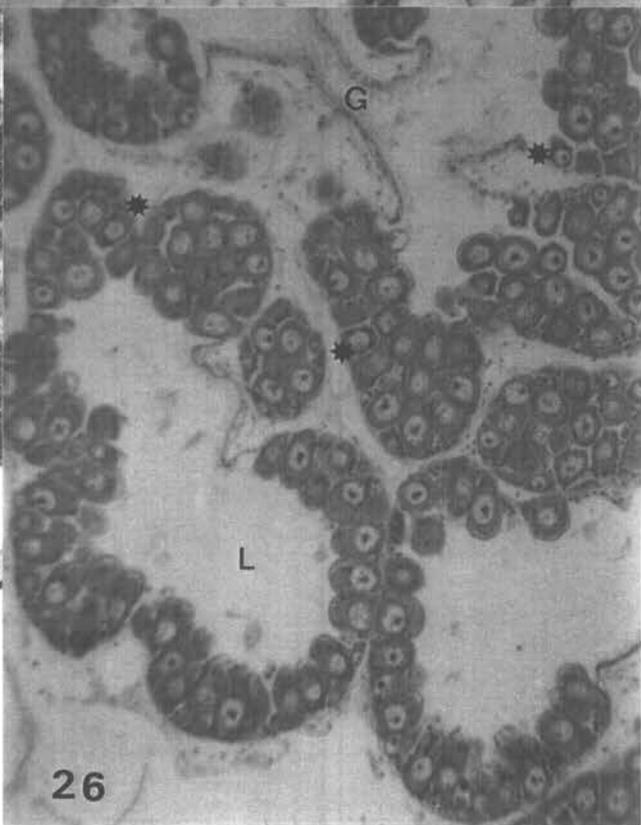
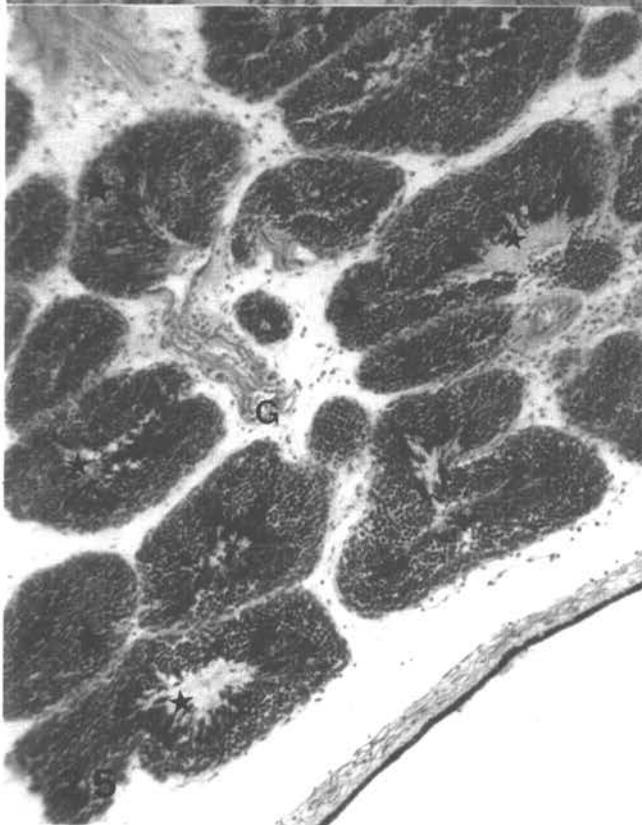
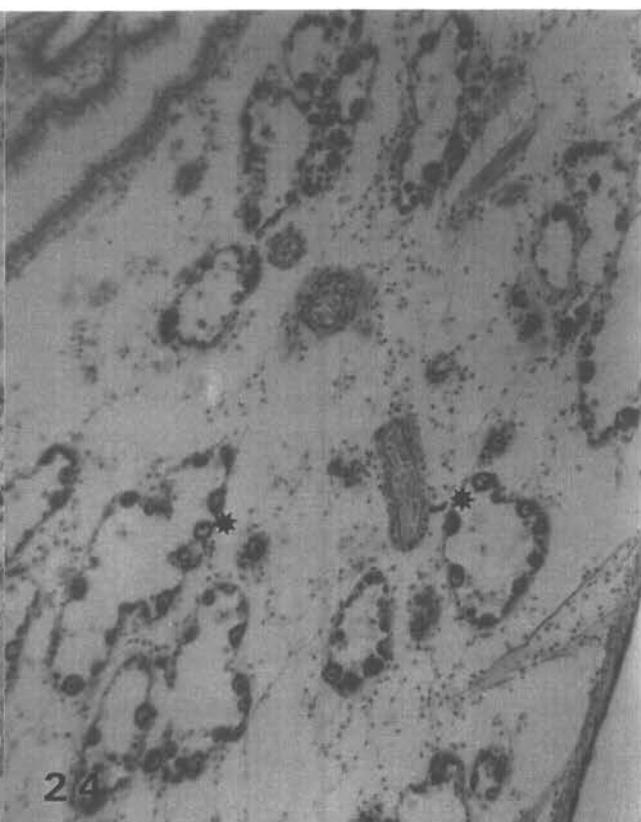
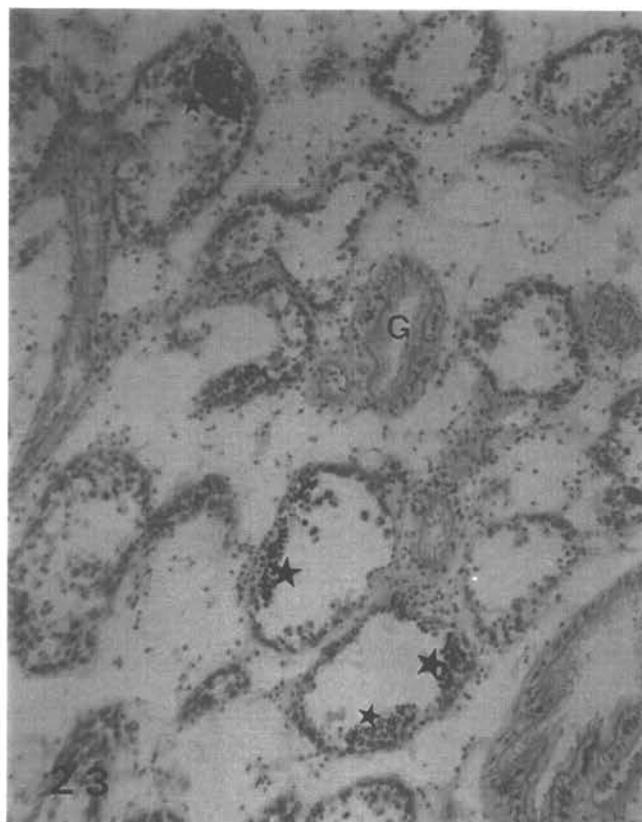


- FOTO 19. FLGI2** (Femenino, Línea Germinal Incompleta, estado 3). Inmadurez sexual. Compartimiento intersticial amplio ( I ). Acinos gonadales pequeños y lumen escaso. Línea germinal temprana hasta ovocitos previtelogénicos basófilos ( \* ). Tubo digestivo ( D ). Aumento 100x.
- FOTO 20. FLGI2** (Femenino, Línea Germinal Incompleta, estado 3). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Células abundantes en el compartimiento intersticial ( I ). Ovocito previtelogénico basófilo ( \* ). Haz muscular ( M ). Gonoducto ( G ). Aumento 250x.
- FOTO 21. FLGI3** (Femenino, Línea Germinal Incompleta, estado 3). Inmadurez sexual. Compartimiento intersticial amplio ( I ). Acinos gonadales pequeños y lumen escaso. Línea germinal temprana hasta ovocitos vitelogénicos libres pero muy escasos ( ▶ ). Tubo digestivo ( D ). Aumento 100x.
- FOTO 22. FLGI3** (Femenino, Línea Germinal Incompleta, estado 3). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Ovocito previtelogénico basófilo ( \* ). Ovocito vitelogénico adherido ( \* ). Ovocito vitelogénico libre ( ▶ ). Aumento 250x.

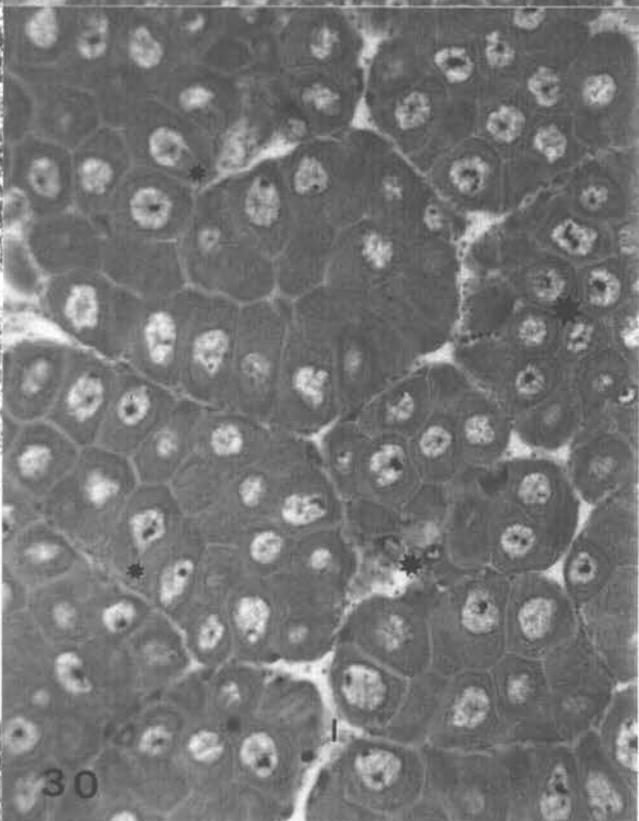
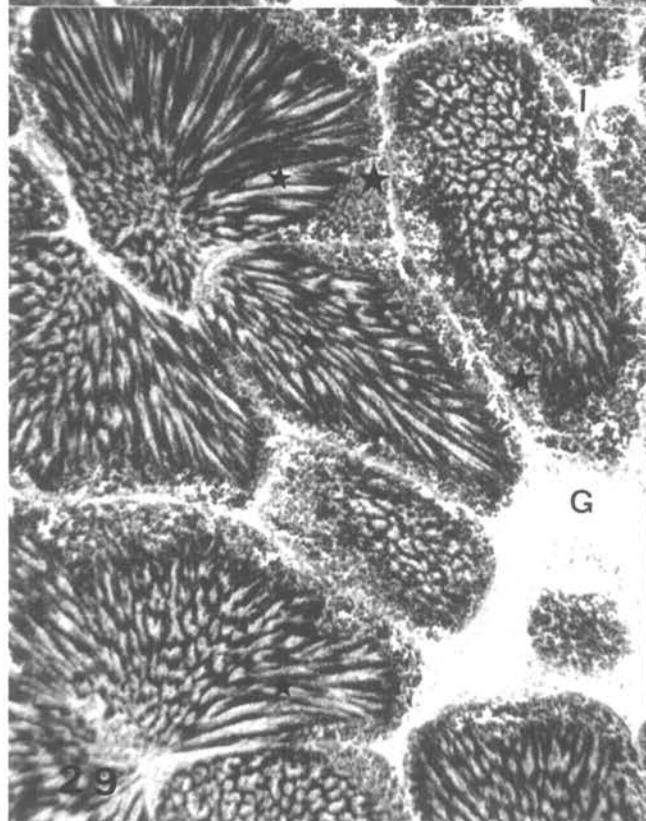
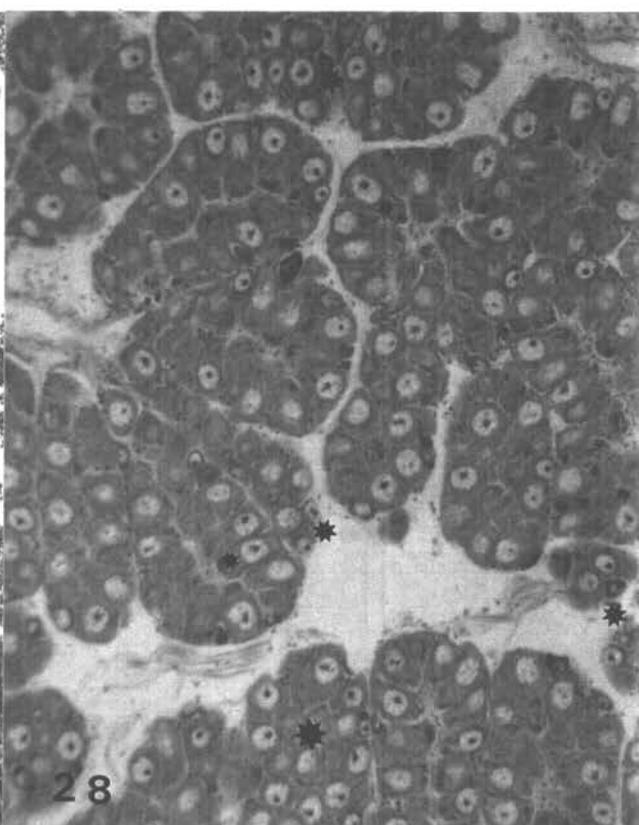
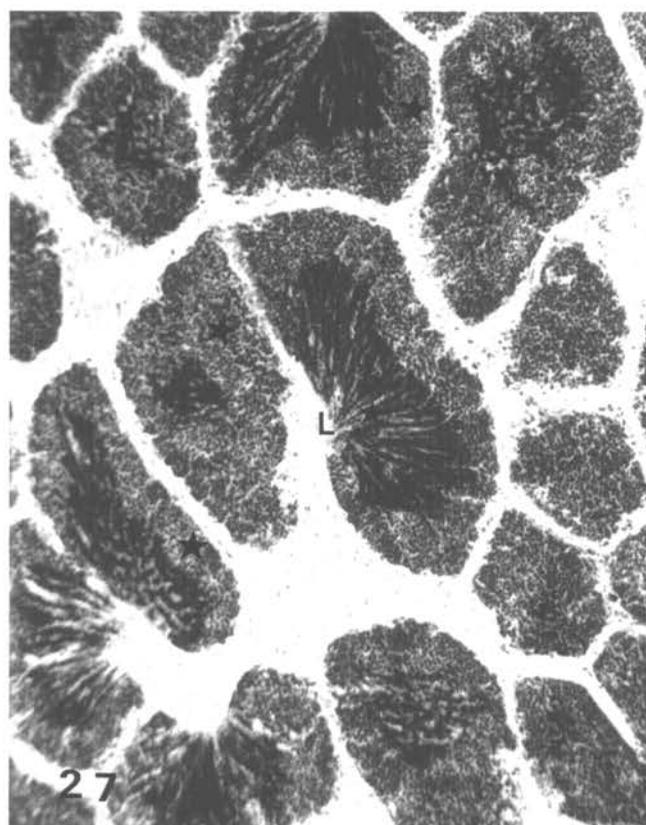


Fotomicrografías de secciones gonadales de ejemplares de *Chlamys vitrea*, para tipificar los diferentes estados gonadales en el ciclo reproductivo de los adultos (**Fotos 23-34**). Cortes de 5 µm de espesor teñidos con el método tricrómico de Arteta.

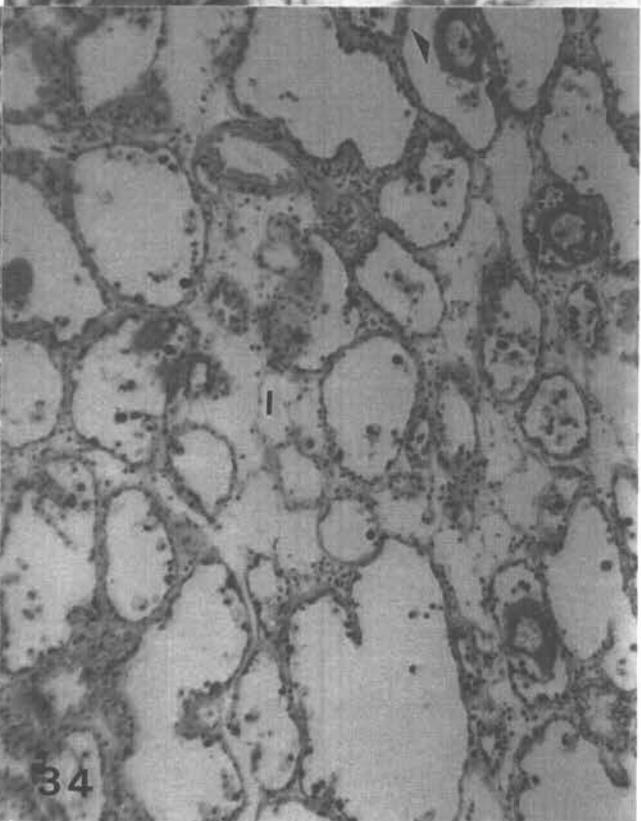
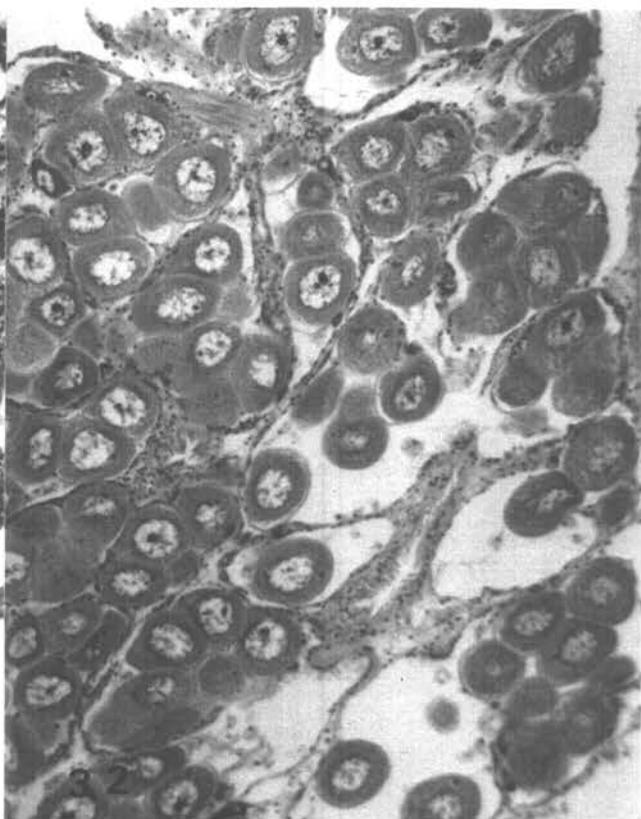
- FOTO 23. MD1** (Masculino. Desarrollo estado 1). Madurez inicial. Acinos pequeños. Cúmulo adbasal de espermatogonias y espermátocitos (★). Pocas espermátidas adluminales (★). Gonoducto ( **G** ). Aumento 100x.
- FOTO 24. FD1** (Femenino. Desarrollo estado 1). Madurez inicial. Acinos pequeños. Ovocitos previtelogénicos basófilos ( \* ). Aumento 100x.
- FOTO 25. MD1** (Masculino. Desarrollo estado 1). Madurez inicial. Acinos pequeños. Banda amplia adbasal de espermatogonias y espermátocitos(★). Escasas espermátidas adluminales (★). Gonoducto ( **G** ). Aumento 100x.
- FOTO 26. FD1** (Femenino. Desarrollo estado 1). Madurez inicial. Acinos con ovocitos previtelogénicos basófilos ( \* ) y ovocitos vitelogénicos adheridos a la pared de los acinos de lumen amplio ( **L** ). Gonoducto ( **G** ). Aumento 100x.



- FOTO 27. MD2** (Masculino. Desarrollo estado 2). Madurez avanzada. Acinos de mayor tamaño con una banda ancha de línea germinal temprana de espermatogonias y espermatocitos adbasales ( ★ ) y largas columnas de espermátidas ( ★ ) hacia el lúmen ( L ). Aumento 100x.
- FOTO 28. FD2** (Femenino. Desarrollo estado 2). Madurez avanzada. Acinos de mayor tamaño con ovocitos vitelogénicos adheridos pedunculados ( \* ) y libres ( ★ ), pero persisten ovocitos previtelogénicos basófilos( \* ) en la pared acinar. Aumento 100x.
- FOTO 29. MD3** (Masculino. Desarrollo estado 3). Madurez total. Compartimiento intersticial escaso ( I ). Acinos gonadales grandes colmados de espermátidas en columnas ( ★ ). Banda estrecha de línea germinal temprana ( ★ ). Gonoducto ( G ). Aumento 100x.
- FOTO 30. FD3** (Femenino. Desarrollo estado 3). Madurez total. Compartimiento intersticial escaso ( I ). Acinos gonadales grandes colmados de ovocitos vitelogénicos pedunculados y libres. Aumento 100x.



- FOTO 31. MR1** (Masculino. Regresión estado 1). Regresión inicial o evacuación parcial de espermatozoides. Aparece intersticio ( I ). Acinos gonadales de menor tamaño en que se aprecia el lumen amplio ( L ) con cúmulos de espermatozoides no evacuados ( ★ ). Desarrollo de línea germinal temprana (★). Epidermis pigmentada y tejido conectivo-muscular subepidérmico ( ➔ ). Aumento 100x.
- FOTO 32. FR1** (Femenino. Regresión estado 1). Regresión inicial o evacuación parcial de ovocitos. Acinos de menor tamaño en que permanecen ovocitos vitelogénicos libres. Aumento 100x.
- FOTO 33. MR2** (Masculino. Regresión estado 2). Regresión final o evacuación total de espermatozoides. Compartimiento intersticial aumenta ( I ). Acinos pequeños colapsados. Escasos espermatozoides residuales permiten identificar el sexo ( ★ ). Aumento 100x.
- FOTO 34. FR2** (Femenino. Regresión estado 2). Regresión final o evacuación total de ovocitos. Compartimiento intersticial aumenta ( I ). Ovocitos vitelogénicos libres residuales permiten identificar el sexo ( ▶ ). Aumento 100x.



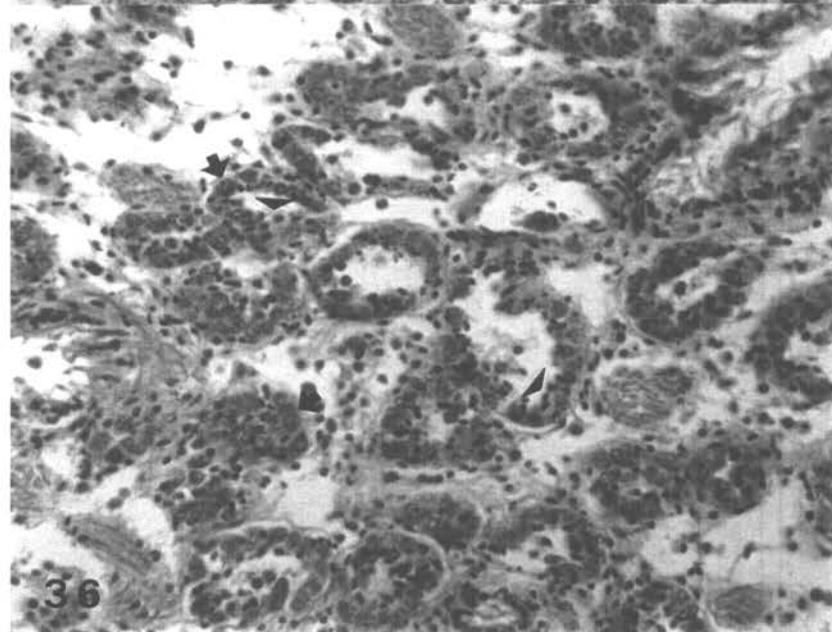
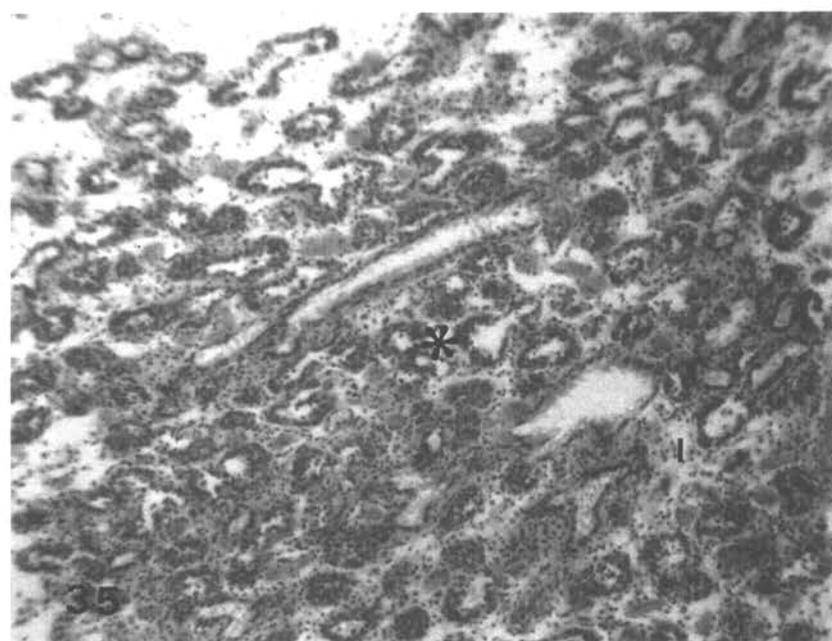
33

34

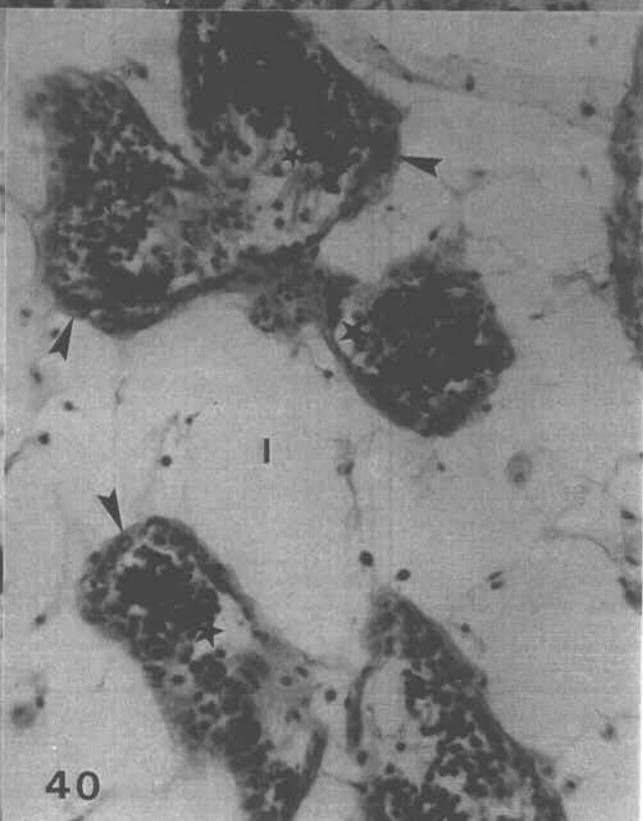
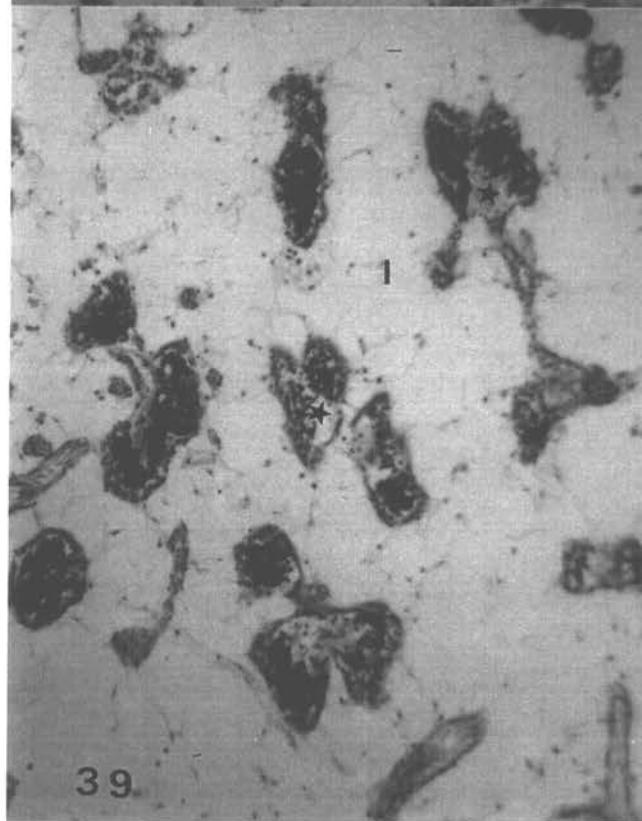
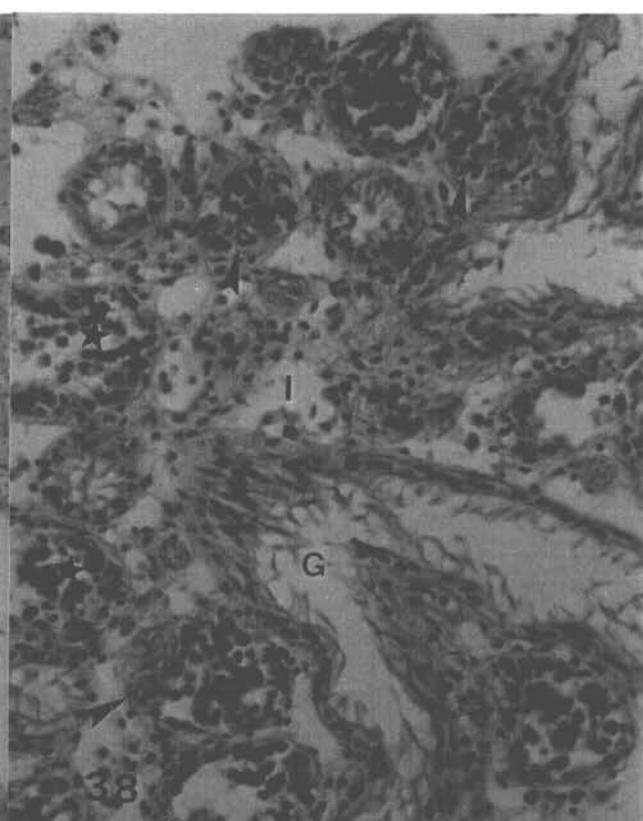
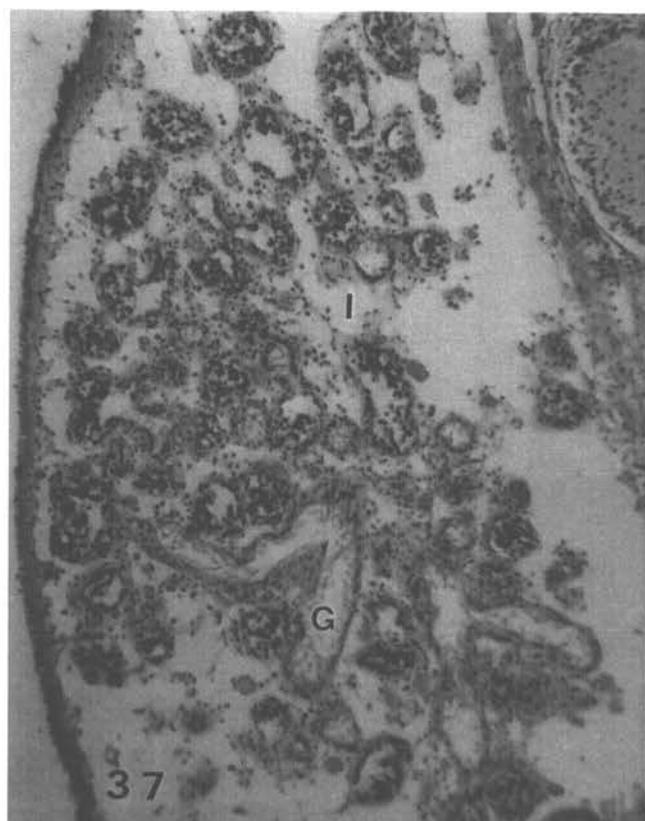
Fotomicrografías de secciones gonadales de ejemplares de *Chlamys vitrea*, para tipificar los diferentes estados en la adquisición de la madurez sexual (**Fotos 35-44**). Cortes de 5 µm de espesor teñidos con el método tricrómico de Arteta.

**FOTO 35. iLGI1** (indeterminado, Línea Germinal Incompleta, estado 1). Inmadurez sexual. Acinos gonadales pequeños con lumen escaso ( \* ) en el compartimiento intersticial amplio ( I ). Aumento 100x.

**FOTO 36. iLGI1** (indeterminado, Línea Germinal Incompleta, estado 1). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Acinos gonadales pequeños con células germinales primordiales ( ➡ ) y células somáticas ( ▶ ). Aumento 250x.



- FOTO 37.** **MLGI2**(Masculino, Línea Germinal Incompleta, estado 2). Inmadurez sexual. Compartimiento intersticial amplio ( I ). Acinos pequeños de lumen escaso. Gonoducto ( G ). Aumento 100x.
- FOTO38.** **MLGI2**(Masculino, Línea Germinal Incompleta, estado 2). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Células abundantes en el compartimiento intersticial ( I ). Espermatogonias (▶). Espermatocitos (★). Gonoducto (G). Aumento 250x.
- FOTO39.** **MLGI3**(Masculino, Línea Germinal Incompleta, estado 2). Compartimiento intersticial amplio ( I ). Acinos gonadales pequeños y lumen escaso. Línea germinal temprana hasta espermatidas aunque escasas ( ★ ). Aumento 100x.
- FOTO 40.** **MLGI3**(Masculino, Línea Germinal Incompleta, estado 2). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Células abundantes en el compartimiento intersticial ( I ). Espermatogonias (▶). Espermatocitos (★). Espermatidas (★). Aumento 250x.



- FOTO 41. FLGI2** (Femenino, Línea Germinal Incompleta, estado 3). Compartimiento intersticial amplio ( I ). Acinos gonadales pequeños y lumen escaso. Línea germinal temprana hasta ovocitos previtelogénicos basófilos ( \* ). Gonoducto ( G ). Tubo digestivo ( D ). Aumento 100x.
- FOTO 42. FLGI2** (Femenino, Línea Germinal Incompleta, estado 3). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Compartimiento intersticial amplio ( I ). Ovocitos previtelogénicos basófilos ( \* ). Aumento 250x.
- FOTO 43. FLGI3** (Femenino, Línea Germinal Incompleta, estado 3). Inmadurez sexual. Compartimiento intersticial amplio ( I ). Acinos gonadales pequeños y lumen escaso. Línea germinal temprana hasta ovocitos vitelogénicos libres pero muy escasos ( ▶ ). Aumento 100x.
- FOTO 44. FLGI3** (Femenino, Línea Germinal Incompleta, estado 3). Inmadurez sexual. Idem a la anterior a mayor aumento. Ovocito previtelogénico basófilo ( \* ). Ovocito vitelogénico adherido ( \* ). Ovocito vitelogénico libre ( ▶ ). Ovocitos citolizados ( → ). Aumento 250x.

