



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 94 - 28

INFORME : ESTUDIO BIOLÓGICO PESQUERO DEL
FINAL CARACOL: TROPHON, PIQUILHUE Y
PICUYO, EN LA XII REGION

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA DIRECCION ZONAL XII REGION Y
ANTARTICA CHILENA

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 GUZMAN M.

AUTORES:

LEONARDO GUZMAN M.
MANUEL ROJAS R.
SILVIA OYARZUN G.
GABRIEL JEREZ A.

• Abril de 1997 •

RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó un estudio biológico - pesquero sobre tres especies de caracoles que son explotados en la región de Magallanes, particularmente en el sector de Bahía Gente Grande, en la costa norte de Tierra del Fuego. Los taxones corresponden a *Trophon geversianus* (Pallas, 1769) (caracol trophon), *Adelomelon ancilla* (Solander, 1786) (piquilhue) y *Odontocymbiola magellanica* (Gmelin, 1791) (picuyo). Las pesquerías de estos recursos son recientes y aparecen registradas en las estadísticas oficiales del Servicio Nacional de Pesca desde 1990, no obstante, que localmente el subsector pesquero artesanal, no diferencia entre estos dos últimos recursos, identificando a ambos como caracol piquilhue.

El trabajo de terreno se extendió entre octubre de 1995 y septiembre de 1996. Los aspectos abordados consideraron, para las tres especies de caracoles, estructura de tamaños poblacionales y de los desembarques, estimación de parámetros de crecimiento y de la relación longitud - peso, talla crítica y mortalidad. Sólo para el caracol trophon se consideraron aspectos sobre el ciclo reproductivo incluyendo una estimación de la talla de madurez sexual.

La pesquería de caracol trophon está sustentada por dos variedades de esta especie. Este recurso presenta un claro dimorfismo sexual, el cual es evidente en ambos sexos al destruir la concha, por la presencia de un pene en los machos y la glándula de la cápsula en las hembras, estructuras que son más fácilmente observables en los ejemplares de mayor tamaño (> 60 mm).

Por otro lado los aspectos abordados debieron considerar las claras diferencias apreciadas entre machos y hembras, las cuales se manifiestan en el crecimiento

individual, las estimaciones de talla de primera madurez sexual, talla crítica y mortalidad, entre otros. No obstante, que en términos gráficos se aprecian claras diferencias entre las estructuras de tamaños de machos y hembras, estadísticamente éstas no son significativas. Las hembras presentan expectativas de tamaño máximo superiores a los machos, el crecimiento individual estudiado sobre la base de la descomposición de la distribución de frecuencia de tallas e inferido con el modelo de von Bertalanffy es inferior en las hembras (la constante de crecimiento de Brody es aproximadamente la mitad de la estimada para los machos). La talla de madurez sexual es más baja en los machos, no obstante que la edad a la cual se alcanzaría este hito en el ciclo de vida de este caracol, representa aproximadamente un tercio de las expectativa de vida de ambos sexos, aunque difiere en hembras y machos en casi un año y medio.

El ciclo reproductivo del caracol trophon se caracteriza por su asincronía y notorias diferencias entre ambos sexos. Esta información está claramente reflejada en el estudio histológico de las gónadas, índices cualitativo y cuantitativo, además de la tasa de incremento de la relación longitud - peso y peso medio. Las hembras, luego de un rápido proceso de madurez que ocurre en el verano precedente, desovan entre septiembre - enero, comportamiento que está asociado a agregaciones reproductivas. Los machos en cambio presentan una madurez constante a lo largo de todo el período estudiado, lo que les permitiría disponer de espermios maduros, durante la totalidad del ciclo reproductivo.

Los estimadores de mortalidad y talla crítica entregaron valores comparables según los distintos criterios bioanalógicos empleados. Los machos presentan valores inferiores con respecto a las hembras y la mortalidad por pesca inferida a partir de estimaciones de mortalidad total según los métodos de Wetherall y de la curva de captura, es del orden de dos y media veces superior a la mortalidad natural en el caso de las hembras y aproximadamente la mitad en los machos.

En este recurso la proporción global de sexos está dominada ligeramente, pero en forma significativa, por los machos. El análisis de la proporción sexual en función del tamaño muestra que en el rango intermedio (50 - 70 mm) son más abundantes los machos, en tanto que las tallas mayores a 70 mm están dominadas por las hembras. Por último, la estructura de talla del desembarque muestra que la moda está por debajo de la estimación de la talla crítica.

Finalmente, los caracoles piquilhue y picuyo presentaron en cada caso estructuras de tamaños constantes en todo el período estudiado y los estimadores de mortalidad fueron comparables según los distintos criterios aplicados. La estimación de mortalidad total para el caracol piquilhue es aproximadamente el doble de la mortalidad natural. En cuanto a la talla crítica ésta fue similar para ambos recursos. El estimador de talla crítica en este caso está por debajo de la moda de la estructura de tallas del desembarque, no obstante ésta muestra ausencia de individuos de las tallas mayores (> 180 mm), lo que sería un efecto de la acción extractiva.

Los antecedentes relativos a la tasa de incremento mensual de la relación longitud - peso y peso medio, sugieren un modelo preliminar, particularmente para el caracol piquilhue, acerca del comportamiento reproductivo de este recurso. Este presentaría un ciclo caracterizado por un período de desove a lo menos en los meses de agosto y septiembre, luego ocurriría un incremento en peso que correspondería a la acumulación de reservas y biomasa durante los meses de enero - abril. Se especula que durante ese período ocurriría el desarrollo de la gónada, debido a la acumulación de reservas. Aunque para el caracol picuyo la información no es tan clara, ésta también sugiere el desarrollo de un ciclo con rasgos similares.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE FOTOGRAFIAS	x
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. MATERIALES Y METODOS	4
3.1 Area de estudio	4
3.2 Muestreo en terreno	4
3.3 Trabajo en laboratorio	5
3.3.1 Análisis histológico	5
3.3.2 Índice gonadosomático	8
3.3.3 Índice gamético	10
3.3.4 Talla de madurez sexual (caracol trophon)	13
3.3.5 Estructura de tamaños del stock y talla peso húmedo	14
3.3.6 Crecimiento individual	15
3.3.7 Talla crítica	18
3.3.8 Mortalidad	19
3.3.9 Estructura de tamaños de los desembarques	21
3.3.10 Análisis estadístico	21
4. RESULTADOS	23
4.1 Aspectos generales	23
4.2 Ciclo reproductivo caracol trophon.....	24

4.2.1	Estados reproductivos.....	24
4.2.1.1	Organismos inmaduros	24
4.2.1.2	Organismos en madurez.....	24
4.2.1.3	Organismos en madurez máxima	25
4.2.1.4	Organismos en regresión	26
4.2.2	Índice gonadosomático	26
4.2.3	Índice gamético	27
4.2.4	Primera madurez sexual	28
4.3	Proporción de sexos en caracol trophon	28
4.4	Estructura de tamaños	29
4.5	Relación talla peso húmedo	30
4.6	Crecimiento individual	34
4.7	Talla crítica	34
4.8	Mortalidad.....	35
4.9	Estructura de tallas de los desembarques.....	35
5.	DISCUSION	37
5.1	Caracol trophon	37
5.2	Caracoles piquilhue y picuyo	49
6.	CONCLUSIONES	53
7.	BIBLIOGRAFIA	55

TABLAS

FIGURAS

FOTOGRAFÍAS

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Estadísticas de desembarque años 1990 - 1995 caracoles piquilhue y trophon en la región de Magallanes y Antártica Chilena.
- Tabla 2. Fechas de muestreo en Bahía Gente Grande, Tierra del Fuego.
- Tabla 3. Frecuencia numérica de madurez gonadal mensual, por sexo y talla para caracol trophon.
- Tabla 4. Frecuencia en porcentaje de madurez gonadal mensual por sexo en caracol trophon.
- Tabla 5. Estadísticas del índice gonadosomático (IGS) promedio por sexo y mes para caracol trophon.
- Tabla 6. Valores promedio de cuatro lecturas por ejemplar de caracol trophon para estimar homogeneidad de madurez en la gónada.
- Tabla 7. Valores promedio para los diferentes estados de desarrollo gonadal.
- Tabla 8. Frecuencia de individuos por talla utilizados para la estimación de la talla de primera madurez.
- Tabla 9. Talla de madurez sexual (TMS).
- Tabla 10. Proporción de sexos mensual.
- Tabla 11. Frecuencia numérica mensual en función del tamaño para caracol trophon.
- Tabla 12. Frecuencia numérica mensual en función del tamaño para caracol piquilhue.
- Tabla 13. Frecuencia numérica mensual en función del tamaño para caracol picuyo.

-
- Tabla 14. Estadística (DN) según Kolgomorov - Smirnov al comparar estructuras de tallas mensuales y global entre sexos (caracol trophon).
- Tabla 15. Estadísticas de la estructura de tamaños por sexo y mes para caracol trophon.
- Tabla 16. Estadística de la estructura de tamaños por mes para los caracoles piquilhue y picuyo.
- Tabla 17. Estadísticas mensuales de la distribución de tamaños y peso por sexo para caracol trophon.
- Tabla 18. Estadísticas de la distribución de tamaños y peso para los recursos piquilhue y picuyo.
- Tabla 19. Coeficientes de regresión y determinación obtenidos del ajuste de un modelo potencial a la relación talla - peso húmedo por sexos para caracol trophon.
- Tabla 20. Coeficientes de regresión y determinación obtenidos del ajuste de un modelo potencial a la relación talla - peso húmedo para los recursos piquilhue y picuyo.
- Tabla 21. Caracol trophon. Resultados análisis de covarianza para evaluar entre sexos igualdad de pendientes e igualdad entre pesos medios.
- Tabla 22. Parámetros del modelo de von Bertalanffy para las tres especies de caracol estudiadas.
- Tabla 23. Estimaciones de talla crítica y edad crítica para cada recurso estudiado.
- Tabla 24. Estimaciones de mortalidad total (Z) y mortalidad natural (M) para los tres recursos estudiados

INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1 Bahía Gente Grande. Area de muestreo.
- Fig. 2. Indice gonadosomático (IGS) promedio mensual para caracol trophon.
- Fig. 3. Indice gamético (IG) promedio mensual para hembras de caracol trophon.
- Fig. 4. Curva logística ajustada al porcentaje de ejemplares maduros en función del tamaño.
- Fig. 5. Distribución de frecuencia de tallas global por sexos para caracol trophon.
- Fig. 6. Distribución de frecuencia de tallas global para los caracoles piquilhue y picuyo.
- Fig. 7. Estructuras de tamaño mensuales para hembras de caracol trophon.
- Fig. 8. Estructuras de tamaño mensuales para machos de caracol trophon.
- Fig. 9. Variación temporal de las estimaciones de la pendiente de la relación talla-peso (modelo potencial) en los tres recursos estudiados.
- Fig. 10a. Caracol trophon: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple a posteriori de la pendiente de la relación talla-peso.
- Fig. 10b. Caracoles piquilhue y picuyo: grupos homogéneos definidos luego de la comparación múltiple a posteriori de la pendiente de la relación talla - peso.

-
- Fig. 11a. Caracol trophon: grupos homogéneos definidos luego de un comparación múltiple a posteriori de los pesos medios.
- Fig. 11b. Caracoles piquilhue y picuyo: grupos homogéneos definidos luego de la comparación múltiple a posteriori de los pesos medios.
- Fig. 12. Caracol trophon: curvas de crecimiento para machos y hembras.
- Fig. 13. Curvas de crecimiento para los caracoles piquilhue y picuyo.
- Fig. 14. Distribución de frecuencia de tallas global de los desembarques para los caracoles trophon y piquilhue.

.br

INDICE DE FOTOGRAFIAS

- Fotografía 1. Macho de caracol trophon
- Fotografía 2. Hembra de caracol trophon
- Fotografía 3. Hembra premadurez
O: ovogonios; P: pared foliculos; EV: epitelio visceral.
- Fotografía 4. Hembras en madurez
O: ovogonios; P: pared folicular; V: ovocitos en vitelogénesis; EV: epitelio visceral.
- Fotografía 5. Macho en madurez
G: glándula digestiva; T: túbulos; EV: epitelio visceral; TE: tejido epitelial; ES: espermatoцитos
- Fotografía 6. Hembra en madurez máxima
OV: óvulos; P: pared folicular; O: ovogonios; VI: plaquetas vitelinas; N: núcleo.
- Fotografía 7. Macho en madurez máxima
T: túbulos; E: estrato de células en madurez; ES: espermatozoides.
- Fotografía 8. Macho en madurez máxima
T: túbulos; ES: espermatozoides; C: conductos de vaciamiento.
- Fotografía 9. Hembras en regresión
O: ovogonio; P: pared folicular; RV: restos de vitelo; EI: espacio interfolicular.
- Fotografía 10. Macho en regresión
P: pared túbulo; RC: restos celulares.

1. INTRODUCCION

En la región de Magallanes y Antártica Chilena (XII región), las pesquerías de caracoles son relativamente recientes, documentándose sus desembarques en las estadísticas oficiales del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), sólo a partir de 1990. Los desembarques, son originados por el subsector pesquero artesanal y están caracterizados por la presencia de a lo menos tres taxones: *Trophon spp.* (caracol trophon), *Adelomelon ancilla* (Solander, 1786) (piquilhue) y *Odontocymbiola magellanica* (Gmelin, 1791) (picuyo). Aunque estos recursos presentan segregación por hábitat, habitualmente los desembarques están conformados por capturas de todos estos caracoles. Ello ocurre debido a la modalidad empleada por el subsector artesanal, en cuanto a orientar el esfuerzo de pesca secuencialmente a los distintos caracoles en cada jornada de trabajo. La composición del desembarque, resulta de la intencionalidad, la abundancia relativa y la accesibilidad de estos recursos. No obstante, actualmente la mayor relevancia en cuanto a los desembarques la tiene el caracol trophon.

De acuerdo al SERNAPESCA, en el lapso 1990-1995 los desembarques de caracol trophon han variado entre 228 y 576 toneladas y para los caracoles piquilhue y picuyo entre 110 y 461 toneladas, sin que exista una segregación en las estadísticas de ambos recursos. En términos globales de acuerdo a los desembarques registrados durante esos años (entre 13.025 - 44.217 ton) estas pesquerías en conjunto han representado entre un 1,2 y 6,9% del total desembarcado en la región. La localidad de Porvenir, ubicada en la Isla Grande de Tierra del Fuego, es la caleta que registra el volumen más importante de las capturas de estos recursos, ya que virtualmente concentra la totalidad del desembarque regional y del país. En Porvenir, estos caracoles representan un 89,5% del total desembarcado durante 1995 en esta caleta (Tabla 1). Sólo en Punta Arenas se registran ocasionalmente desembarques reducidos de los caracoles trophon y piquilhue.

El conocimiento biológico de estos recursos es inexistente, con la excepción de la identidad taxonómica de cada especie de caracol, aunque en el caso del trophon ésta tuvo que ser confirmada. Por lo mismo, estas pesquerías se desarrollan sin medidas de regulación, tales como talla mínima de captura o veda reproductiva. Aunque estos caracoles son apetecibles en el mercado por la calidad de su carne, no es menos cierto que determinados rasgos de su biología los hacen muy frágiles a la presión de pesca, como por ejemplo caracoles con modalidad reproductiva ovípara con desarrollo directo (i.e. del huevo eclosiona un espécimen en miniatura similar al adulto, modalidad que no contempla la existencia de larvas planctónicas), lo que conlleva una disminución del número de huevos que aporta cada hembra (disminución de la fecundidad), ya que éstos deben ser ricos en vitelo. Por otro lado, todos estos recursos presentan una marcada estacionalidad reproductiva, pues han debido acoplar su período ovoposición a un lapso relativamente restringido del año entre primavera y verano, que coincide con la época más benigna desde el punto de vista ambiental (entre otros, temperaturas más elevadas, días más prolongados, mayor disponibilidad de alimento), que determinan una mayor vulnerabilidad de estos recursos, desde el punto de vista de su tasa de renovación natural.

Aunque en las bases técnicas del llamado a licitación del FIP se individualiza a *O. magellanica* bajo el nombre vernacular de **caracol picuyo**, es importante precisar que localmente tanto este taxón como *A. ancilla* son conocidos ambos como **caracol piquilhue**, hecho que permite entender porque las estadísticas de desembarque engloban a ambos recursos, no obstante que en la estadística oficial del SERNAPESCA, ambos caracoles piquilhue y picuyo aparecen segregados, aunque para otras regiones del país. Sin embargo a fin de mantener un criterio homogéneo en el tratamiento de los antecedentes incorporados a este informe, se ha mantenido la denominación de caracol piquilhue para *A. ancilla* y caracol picuyo para *O. magellanica*.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1 Objetivo general

Realizar estudios del ciclo vital y de la dinámica poblacional de las siguientes especies de caracol existente en el litoral de la XII región: caracol trophon (*Trophon spp.*); caracol piquilhue (*Adelomelon ancilla*) y caracol picuyo (*Odontocymbiola magellanica*).

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Determinar el ciclo reproductivo anual y la talla de primera madurez sexual del caracol trophon.

2.2.2 Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación peso-longitud de los caracoles: trophon, piquilhue y picuyo.

2.2.3 Estimar la talla crítica de los caracoles: trophon, piquilhue y picuyo

→ 2.2.4 Determinar los parámetros de mortalidad de los caracoles: trophon, piquilhue y picuyo.

→ 2.2.5 Determinar la estructura de tallas de los desembarques de los caracoles: trophon, piquilhue y picuyo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio

La información y muestras fueron recogidas desde Bahía Gente Grande (53° 00' S - 70° 15' O), Tierra del Fuego (Fig. 1). El trabajo de terreno se realizó entre octubre de 1995 y septiembre de 1996 (Tabla 2).

3.2 Muestreo en terreno

Las muestras en terreno fueron recolectadas mediante buceo semiautónomo, orientando el esfuerzo a distintas áreas de Bahía Gente Grande que son utilizadas por el sector pesquero artesanal para la captura comercial de los tres recursos estudiados. Esta bahía es actualmente la única área que es utilizada para la explotación comercial de estos recursos.

Las muestras se obtuvieron desde una profundidad que varió entre los 6 y 8 metros según la distribución batimétrica propia de cada recurso. Sólo el caracol picuyo fue buscado a profundidades mayores (hasta 12 m).

A fin de evitar un sesgo en la distribución de tamaños de los ejemplares de las tres especies estudiadas, el muestreo fue orientado separadamente para cada recurso, mediante un cuadrante de 1 m² lanzado al azar desde una lancha de 11 m de eslora. En cada caso, de la unidad de muestreo se recolectaron todos los ejemplares presentes.

3.3 Trabajo en laboratorio

Con excepción del estudio histológico del caracol trophon, que fue realizado en la Universidad de Magallanes (UMAG), el resto de la información ha sido analizada por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

La obtención de los datos morfogravimétricos para las tres especies estudiadas y una primera aproximación a la determinación del sexo de los ejemplares de caracol trophon se hizo en instalaciones del IFOP en Punta Arenas. Para la determinación macroscópica de los machos se utilizó la presencia de un pene, comparable el que presenta una especie ampliamente estudiada como el loco (*Concholepas concholepas*). En el caso de las hembras, el sexo fue determinado por la presencia de la glándula productora de cápsulas. Para ello fue necesario observar las partes blandas previa destrucción de la concha, ya que en caso contrario no es posible observar las estructuras señaladas. Los tejidos fueron fijados en formalina neutralizada al 8 % y remitidos al laboratorio de Biología Marina de la UMAG.

3.3.1 Análisis histológico

Las gónadas se seccionaron en tres regiones (proximal, media y distal) extrayéndose de cada una, un trozo de tejido en sentido transversal de aproximadamente 4 mm de espesor. Luego se procedió a su deshidatación e inclusión en parafina siguiendo procedimientos histológicos corrientes. Los cortes se realizaron con un micrótopo MICROM 325, usando un espesor de 7 μ m. La tinción se hizo con hematoxilina-eosina.

Las preparaciones histológicas resultantes fueron observadas en un microscopio óptico NIKON LABOPHOT y se tomaron fotografías con aumentos de 75X y 187,5X de aquellas más representativas.

Las características microscópicas de los cortes histológicos se observaron en un total de 1.183 ejemplares. De este total 995 se utilizaron para el estudio de madurez gonadal (440 machos y 555 hembras) y 188 en la determinación de la primera madurez.

El análisis de las muestras de los preparados histológicos se realizó basándose en la escala de madurez propuesta por Avilés & Lozada (1975) y Jaramillo (1993). Esta se describe en los siguientes estados:

Hembras:

- Premadurez

Microscópicamente la gónada de la hembra presenta escaso tejido reproductor observándose en forma de una capa muy delgada sobre la glándula digestiva. Los folículos son pequeños de paredes delgadas, el ovocito presenta un citoplasma basófilo sin plaquetas vitelinas.

- En madurez

Folículos con paredes nítidas y gruesas, abundantes ovocitos en estado de previtelogénesis, con algunas inclusiones de plaquetas vitelinas; ovocitos adheridos a la pared del folículo a través del pedúnculo.

- Madurez máxima

Folículos muy grandes con paredes nítidas y delgadas, ovocitos maduros libres en el folículo; el citoplasma contiene gran cantidad de plaquetas vitelinas de diversos tamaños. Hay sólo unos pocos ovocitos con pedúnculo.

- Regresión

Folículos reducidos de paredes rugosas y otras destruidas, con restos de vitelo, con ovocitos libres en algunos folículos.

Machos:**- Premadurez**

En los machos las gónadas se presentan como una delgada capa sobre la glándula digestiva, con pocos túbulos, separadas por abundante tejido conectivo. En el interior se presentan células en estado de espermatogonios y espermatocitos.

- En madurez

Túbulos de lumen reducido, gruesa capa germinal conformada por espermatogonios, espermatocitos primarios, secundarios, espermatidas y algunos espermatozoides en los conductos de vaciamiento.

- Madurez máxima

Los túbulos aparecen distendidos, con células desprendidas de su pared, observándose espermatogonios, espermatocitos, espermatidas y abundantes espermatozoides en el lumen y en los conductos de vaciamiento.

- Regresión

Túbulos colapsados o disminuidos en tamaño, con muy pocos espermios, algunos espermatogonios y espermatoцитos presentes en la pared folicular

3.3.2 Índice gonadosomático

Este índice relaciona el peso de la gónada y el peso total, permitiendo obtener una aproximación del ciclo de madurez sexual según las fluctuaciones que experimenta a lo largo de un período de tiempo. Para su determinación se utilizaron 1724 ejemplares, de los cuales 890 fueron hembras y 834 machos. Se calculó a partir de la siguiente expresión:

$$IGS = \frac{PG}{PT} \times 100$$

donde:

PG : Peso del complejo gónada- glándula digestiva en gramos.

PT : Peso total en gramos.

Puesto que la determinación del índice gonadosomático (IGS) se hizo en muestras fijadas, se compararon los pesos fresco y fijado de las partes blandas mediante la prueba no paramétrica de Mann Whitney.

Para la estimación del IGS mensual se aplicó un muestreo aleatorio estratificado donde cada estrato corresponde a los rangos de talla. El tamaño de la muestra se determinó a partir de muestreos preliminares para diferentes niveles de error "d" permisible con un 95% de nivel de confianza, mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{L \sum_{h=1}^L W_h^2 S_h^2}{\left(\frac{d}{t}\right)^2 + \sum_{h=1}^L \frac{W_h S_h^2}{N}}$$

donde:

- L : número de estratos
- W_h : N_h/N peso del estrato h-ésimo
- N_h : tamaño del estrato h-ésimo
- N : tamaño de la población
- d : error de la estimación permisible
- S_h^2 : varianza del estrato h-ésimo
- t : valor de la distribución t de Student para un nivel $1-\alpha$ de confianza
- n : tamaño de muestra requerido

El IGS promedio se estimó según la siguiente ecuación:

$$\overline{IGS} = \sum_{i=1}^{nh} \frac{IGS_{ih}}{nh}$$

donde:

- IGS_{ih} : índice gonado-somático del individuo i-ésimo en el estrato de tallas h-ésimo
- n_h : número de individuos en el estrato de tallas h-ésimo

El estimador de la varianza IGS_h

$$\hat{V}(\overline{IGS}) = \frac{1}{n_h} (1 - f_h) \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (IGS_{ih} - \overline{IGS}_h)^2}{n_{h-1}}$$

donde:

f_h : n_h / N_h fracción de muestreo del estrato de tallas h-ésimo, la cual se considera despreciable en el estudio ($n_h / N_h < 5\%$).

Estimador del índice gónado-somático promedio de la población

$$\overline{IGS} = \sum_{h=1}^l W_h \overline{IGS}_h$$

donde:

W_h : N_h / N ponderación del estrato de tallas h-ésimo en la población.

El estimador de la varianza IGS de la población

$$\hat{V}(\overline{IGS}) = \sum_{h=1}^l W_h^2 \hat{V}(\overline{IGS}_h)$$

3.3.3 Índice gamético

Este índice representa la cantidad de gametos maduros en porcentaje, en relación con los otros tipos de tejido que están presentes en la gónada. Las estructuras que se contabilizaron en cada preparación correspondieron a:

- células maduras: ovocitos que han completado su vitelogénesis.
- células inmaduras: ovogonias, ovocitos primarios y secundarios
- células del tejido conectivo: forman el tejido conjuntivo y en él se encuentran los folículos.
- espacios vacíos: áreas vacías presentes tanto en el tejido conectivo como el interior de los folículos.

El tamaño de la muestra se estimó sobre la base de un muestreo piloto según la siguiente expresión:

$$n = s^2 \frac{t^2_{\alpha/2}}{d^2} \quad \text{Cochran (1977)}$$

suponiendo que la fracción de muestreo n/N es despreciable.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (IG_i - \bar{IG})^2}{N-1}$$

donde

s^2 : varianza del estimador IG

d : error de estimación permisible

t : valor tabulado de la distribución de t-Student, para un nivel de confianza $1-\alpha$.

El estimador de la proporción de puntos para las distintas estructuras evaluadas se evaluó mediante la siguiente expresión:

$$\bar{IG} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{nm} = \frac{\sum_{i=1}^n IG_i}{n}$$

donde

- IG_i : proporción de células maduras en el i-ésimo individuo de la muestra.
 a_i : número de células maduras en el conglomerado de m elementos en el i-ésimo individuo de la muestra
 m : número de elementos del conglomerado
 n : total de individuos de la muestra.

El estimador de la varianza de la proporción IG se obtuvo a partir de:

$$\hat{V}(IG) = \frac{1}{n} (1-f) \frac{\sum_{i=1}^n (IG_i - \bar{IG})^2}{n-1}$$

donde f es la fracción de muestreo, factor que se considera despreciable.

Según el procedimiento señalado anteriormente, se estimó un tamaño óptimo de muestra mensual de 10 hembras para contabilizar las estructuras celulares. Se realizaron 4 recuentos por individuo en cortes seriados tomados al azar y los resultados fueron expresados en promedio de cada estructura gonadal: epitelio, células inmaduras, células maduras y espacios vacíos, respectivamente.

En preparaciones histológicas de 5 ejemplares, se revisaron las regiones proximal, media y distal de la gónada, con el objeto de determinar si ésta presentaba una maduración uniforme. En cada región se aplicó cuatro veces una placa integradora de 25 puntos (Karl Zeiss I) y los resultados fueron expresados en porcentaje. Los conteos fueron evaluados mediante la prueba no paramétrica de Friedman para bloques aleatorizados. En este caso los bloques fueron cuatro: células epiteliales, células inmaduras, células maduras y espacios vacíos, y los tratamientos estuvieron

representados por las secciones proximal, media y distal. Se empleó una muestra piloto de 5 ejemplares y los resultados obtenidos no justificaron el uso de un mayor número de ejemplares (véase 4.2.3 Índice gamético).

3.3.4 Talla de madurez sexual (caracol trophon)

Esta se estimó separadamente para hembras y machos, analizándose un total de 644 ejemplares, de los cuales 337 correspondieron a hembras y 307 a machos. La información abarcó ejemplares entre 34 y 97 mm de largo de la concha en ambos sexos. La talla mínima de madurez sexual individual se obtuvo estableciendo el tamaño del individuo de menor talla que por primera vez se encuentra en estado de maduración inicial o "emisión de gametos" (maduro más pequeño) y que en esta especie correspondería a ejemplares que aún no han copulado, en tanto que la talla máxima de los ejemplares inmaduros se determinó sobre la base del tamaño del individuo que aún no presenta madurez inicial (inmaduro más grande).

La talla de madurez sexual (talla mínima poblacional) (TMS) se estimó en el rango de tamaños entre el "maduro más pequeño" y el "inmaduro más grande" usando la proporción de ejemplares maduros según intervalos de 4 mm, definiendo TMS como el tamaño al cual el 50% de los ejemplares presenta gónadas maduras, en madurez máxima o en regresión (se incluyen ejemplares en madurez inicial).

Para estimar la TMS se ajustó la función logística expresada en su forma lineal, usando una regresión simple, aunque en los machos se utilizó una regresión ponderada.

$$\ln \frac{1-Y}{Y} = \ln a - bX \quad \text{Somerton (1980)}$$

donde Y es la proporción de ejemplares maduros por clase de talla y X representa el punto medio del intervalo de clase. El factor de ponderación utilizado fue $NY(1-Y)$, donde N= número total de ejemplares por intervalo de clase (≥ 6).

La talla de madurez sexual se evaluó con la expresión siguiente:

$$\text{TMS (50\%)} = \frac{-\ln a}{b} \quad \text{Somerton (1980)}$$

Los límites de confianza al 95% de la TMS basada en una predicción inversa, fueron calculados siguiendo a Sokal & Rohlf (1979: 490).

3.3.5 Estructura de tamaños del stock y talla peso húmedo

Para la definición de la estructura de tamaños de los ejemplares éstos fueron medidos con una precisión de 0,1 mm mediante un pie de metro (hasta aproximadamente 1.000 ejemplares mensuales de cada especie, con la excepción del caracol picuyo que se dispuso de un número inferior); el largo total corresponde a la distancia entre el extremo distal y la parte terminal de la concha; en cuanto al peso este fue medido con una precisión de 0,01 g, registrando separadamente el peso total y peso de la partes blandas. El peso de la concha fue estimado por diferencia entre ambos pesos. La relación talla peso se obtuvo de una muestra mensual de a lo menos 100 ejemplares, para los casos de los caracoles trophon y piquihue y un número inferior para el caracol picuyo (entre 29 - 95 ejemplares).

Toda la información fue registrada mediante una grabadora magnetofónica, transcrita a planillas de muestreo y finalmente almacenada en archivos computacionales. Posteriormente los resultados del análisis de los datos de distribución de tamaños y morfogravimétricos fueron ordenados y resumidos en tablas, representados en forma gráfica y analizados estadísticamente. La estructura

de tamaños del caracol trophon fue agrupada en intervalos de 3 mm, en tanto que la de los caracoles piquilhue y picuyo se hizo en clases de 5 mm.

La relación talla peso fue estudiada mediante un análisis de regresión, ajustando la función siguiente:

$$PH = a LC^b$$

o en su expresión linealizada:

$$\ln (PH) = \ln a + b \ln (LC)$$

donde:

PH : peso húmedo

LC : largo concha

a y b : son los coeficientes de regresión del modelo, los cuales fueron estimados con el método de los mínimos cuadrados.

3.3.6 Crecimiento individual

Para el estudio del crecimiento individual 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, 1978). De esta manera se determinó el 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 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 muestrada. 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, π es la proporción de participación en la mezcla, y μ y σ 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, θ 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. En el caso del caracol trophon las estructuras de tamaño se ordenaron en intervalos de 3 mm para hembras y machos ($n = 3.157$; $n = 3.308$, respectivamente) en cambio, las distribuciones de frecuencia de

tallas de los caracoles piquilhue ($n= 7.537$) y picuyo ($n= 673$) fueron agrupadas en intervalos de 5 mm de largo de la concha. 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 ELEFAN 1.01 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 también los datos mediante el modelo de crecimiento de von Bertalanffy y fue utilizado como apoyo en forma complementaria. La opción usada (análisis progresivo de clases modales, MPA) corresponde al método de Bhattacharya 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 χ^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, pueden ser utilizados para estimar los parámetros del modelo de von Bertalanffy. En esta oportunidad estos valores fueron usados para realizar las primeras estimaciones mediante el programa MIX.

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_∞ = longitud infinita

t_0 = edad teórica cuando la longitud es igual a cero

3.3.7 Talla crítica

Se determinó a partir de los parámetros de crecimiento y de mortalidad natural considerando la expresión propuesta por Alverson & 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 estima 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 empleados fueron aquellos estimados mediante MIX, los valores de M para el caracol trophon por sexo fueron los obtenidos mediante el criterio de Rikhter & Efanov (1976) y en los caracoles piquilhue y picuyo el M utilizado fue aquel calculado con la expresión de Taylor (1958). El valor de la pendiente de la relación talla-peso (b) utilizada correspondió al promedio de las estimaciones mensuales para cada especie estudiada.

3.3.8 Mortalidad

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.

La tasa instantánea de mortalidad total (Z), se estimó para cada una de las especies estudiadas mediante el método de la curva de captura, definida a partir de la estructura de tallas de los caracoles explotados en Bahía Gente Grande. Se eligió este método ya que en el área de estudio no fue posible encontrar una población virginal de ninguna de las tres especies (sin explotación pesquera o donde ésta ha sido despreciable). De existir estas poblaciones en otros sectores alejados del área de estudio, es muy probable que la información no sea extrapolable, lo que impide aplicar estimaciones directas basadas en edades (Beverton & Holt, 1957) y en tamaño (van Sickle, 1977). La estimación de Z se obtuvo del análisis de las estructuras de tamaños de cada recurso mediante la opción ELEFAN II que entrega el programa ELEFAN 1.01, para lo cual se utilizaron como parámetros de entrada las estimaciones obtenidas con el programa MIX para la longitud infinita (L_{∞}), la constante de Brody (K) y la edad teórica a un largo cero (t_0). ELEFAN II permite aplicar el método de Wetherall (1986) para estimar L_{∞} , Z/K a partir de datos de longitud frecuencia, además de un análisis de la curva de captura.

Por otro lado la tasa de mortalidad natural (M) fue estimada indirectamente mediante el método bioanalógico desarrollado por Rikhter & Efanov (1976) para stocks de recursos de alta latitud, el que está basado en una relación teórica y empírica entre mortalidad natural y edad mediana de madurez sexual. Se estima de la siguiente manera:

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

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

Complementariamente se aplicaron otros métodos bioanalógicos que se basan en la relación entre mortalidad natural y procesos biológicos básicos como el crecimiento individual y la longevidad. Se utilizaron los criterios de Taylor (1958) y Alagaraja (1984) cuyas estimaciones se calculan 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 una expresión K y t_0 son los parámetros del modelo de von Bertalanffy y en la otra, Tm representa la longevidad en años, la cual fue estimada usando un tamaño equivalente al 95% de la longitud infinita (edad teórica límite).

Finalmente, otra estimación de la mortalidad natural (M) se obtuvo a partir de la estructura de tamaños global de los desembarques para cada recurso mediante un análisis de la curva de captura según ELEFAN II.

En todos los análisis se trataron separadamente los antecedentes obtenidos para machos y hembras en caracol trophon.

3.3.9 Estructura de tamaños de los desembarques

En la localidad de Porvenir, único centro de desembarque de importancia, se obtuvieron las mediciones de longitud y peso de las capturas comerciales. Ambas variables fueron promediadas mensualmente y estimadas sus respectivas desviaciones estándar, obteniéndose también el rango mensual del peso y de la longitud. Esta última fue tabulada y analizada gráficamente en términos de distribución de frecuencia de tallas según intervalos de 3 mm para el caracol trophon y 5 mm para el caracol piquilhue.

3.3.10 Análisis estadístico

Además del análisis de regresiones, prueba de Mann Whitney y método de Friedman ya señalados para la relación talla peso e índices gonadosomático y gamético respectivamente, se aplicaron las siguientes pruebas estadísticas. Las estructuras de tamaños, en función del tiempo, de las tres especies de caracol estudiadas fueron comparadas mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (a priori). En el caso particular de las comparaciones mensuales de las estructuras de tallas entre sexos (caracol trophon), éstas fueron realizadas mediante la prueba no paramétrica de Kolgomorov - Smirnov. Además para este caracol, la proporción de sexos global y en función del tamaño (1 : 1) fue evaluada según una prueba de χ^2 , considerando el factor de corrección de continuidad de Yates.

Para las comparaciones de las tasas de incremento (pendiente del modelo potencial) y de los pesos medios de la relación talla peso húmedo, se aplicó un análisis de covarianza (ANDECOVA) ponderando en el último caso la influencia de la variable

independiente (talla). Las comparaciones múltiples a posteriori se realizaron mediante la prueba de Duncan.

Finalmente el crecimiento relativo del peso en función del largo (alometría) fue evaluado con una prueba t de Student suponiendo que éste incrementa según una función cúbica ($b=3$).

4. RESULTADOS

4.1 Aspectos generales

En cuanto a la identidad taxonómica del caracol trophon, los antecedentes recopilados y contrastados con las descripciones que se presentan en la literatura, aunque son escasos, permiten señalar que el taxón que sustenta la pesquería corresponde a *Trophon geversianus* (Pallas, 1769) tanto en su variedad *geversianus* como *philippianus* (Dunker, 1878). Los caracteres relevantes para identificar a esta especie están en la concha y difieren según la variedad; *T. g. geversianus* presenta "costas laminadas axiales que predominan enormemente sobre los anillos espirales" en cambio en la variedad *T. g. philippianus*, "las costas espirales dominan notablemente sobre las costas axiales" (Ramírez, 1981).

Esta es una especie que presenta sexos separados, existiendo dimorfismo que permite segregar a los machos por la presencia de un pene. Los resultados preliminares muestran que éste es sólo visible una vez destruida la concha y es fácil observarlo en los ejemplares de mayor tamaño (e.g. ≥ 60 mm de largo de la concha), no obstante que es visible en todos los ejemplares (Fotografía 1). En cuanto a las hembras, éstas son fácilmente discernibles por la existencia de la glándula de la cápsula, estructura que es visible una vez destruida la concha (Fotografía 2). Al igual que el pene en los machos, la glándula de la cápsula está mejor definida en los ejemplares de mayor tamaño.

4.2 Ciclo reproductivo caracol trophon

4.2.1 Estados reproductivos

Los resultados de los estados reproductivos por mes, sexo y en función del tamaño se presentan en la tabla 3 y la información sobre estado de madurez mensual en porcentaje y sexo es resumida en la tabla 4.

4.2.1.1 Organismos inmaduros

El porcentaje de hembras inmaduras varió de 1,6 a 80,0%. Los valores más altos se encontraron en los meses de febrero, abril y mayo, mientras que los más bajos en octubre, junio y agosto.

En los machos este estadio estuvo muy poco representado llegando a alcanzar un máximo de 5,9% en el mes de abril. Durante 9 meses del año no se observaron machos en este estadio. En las hembras se observaron folículos pequeños de paredes delgadas con abundantes gonios y ovocitos de citoplasma basófilo, sin gránulos de vitelo (Fotografía 3). En machos se encontró escaso tejido gonadal, con un número muy reducido de túbulos entre los cuales se observó abundante tejido conectivo. En los túbulos sólo se observaron espermatogonios y espermatocitos.

4.2 1.2 Organismos en madurez

En hembras los porcentajes de madurez se mantuvieron bajos, con valores que fluctuaron desde ausencia en los meses de diciembre, febrero, abril, mayo y agosto hasta un 10,4% en el mes de junio. En los machos los porcentajes se mantuvieron bajos entre octubre a mayo, mientras que en septiembre este valor alcanzó su máximo con un 53,8%.

Al microscopio las hembras presentaron folículos de paredes gruesas, ovocitos en estados de previtelogénesis y adheridos a las paredes foliculares (Fotografía 4).

En machos los túbulos presentaron un lumen reducido, una gruesa capa de células con espermatogonios, espermatocitos y no se observaron espermatozoides en conductos de vaciamiento (Fotografía 5).

4.2.1.3 Organismos en madurez máxima

En las hembras los más altos porcentajes de madurez máxima se presentaron entre los meses de junio a septiembre, con un 79,2% en junio y 98,4 en agosto, en los meses anteriores se presentaron grandes fluctuaciones, destacándose los altos valores de octubre (86,5%) y marzo (75,0%).

En machos fue posible observar gónadas maduras durante todo el año, alcanzando sus máximos en octubre con un 100% (n=7), en marzo 97,1% y abril 94,1%. El resto del año estos porcentajes fluctuaron entre 25,6% a 71,0%.

Las hembras presentaron sus folículos llenos de ovocitos maduros con citoplasma repleto de plaquetas vitelinas de diferentes tamaños. En las paredes de los folículos fue posible observar algunos ovogonios. Los tabiques interfoliculares se presentaron muy delgados (Fotografía 6).

En machos se observaron túbulos con abundantes células en todos los estadios de madurez, principalmente espermatozoides en el lumen del túbulo. Los conductos de vaciamiento se encontraban repletos de espermios (Fotografías 7-8)

4.2.1.4 Organismos en regresión

El porcentaje más alto de organismos en regresión se encuentra entre noviembre y enero variando desde 72,0% hasta 30,4%, en los meses restantes este estadio no supera el 10,0%. En abril, agosto y septiembre no se detectaron individuos en regresión. En machos, se observaron ejemplares en esta condición prácticamente durante todo el año con la excepción de octubre y abril, meses en los cuales se dispuso de un tamaño de muestra reducido. En todos estos meses, las gónadas de las hembras, mostraron folículos reducidos, destruidos o rugosos, con restos de vitelo en su interior y en ciertos casos persistían algunos ovocitos; no se observaron diferencias entre secciones de la gónada (Fotografía 9).

En el caso de los machos, los túbulos disminuyeron de tamaño en el transcurso del año, presentando restos de células en diversos estadios aún cuando fué posible observar espermios en conductos de vaciamiento (Fotografía 10). En un gran número de machos fue posible observar que la porción proximal y media de la gónada se encontraba en regresión, mientras que la región distal en madurez a madurez máxima.

4.2.2 Índice gonadosomático

Las estimaciones de este índice se hicieron sobre la base de material fijado. No existen diferencias significativas entre las distribuciones del peso fresco y fijado. (Mann Whitney $z=-6,02E-3$; g.l.=100; $p=0,995$; prueba unilateral).

Al comparar los valores mensuales se aprecian tendencias y estimaciones similares entre sexos, con claras declinaciones en los meses de noviembre, marzo y junio, seguidas de notorios incrementos en los respectivos meses siguientes. Sólo noviembre y marzo presentaron diferencias significativas, meses en que los machos mostraron una declinación significativamente mayor que las hembras. (Fig 2; Tabla 5).

La baja registrada durante el mes de noviembre coincide con una disminución de organismos en madurez máxima y un aumento de los organismos en regresión. En las hembras el valor más bajo se registró durante el mes de noviembre lo que coincide con la disminución de los organismos en madurez máxima, regresión e inmaduros. Para ambos sexos la baja del mes de julio coincide con la disminución de los individuos en madurez máxima y con las observaciones de terreno de la presencia de cápsulas de reciente depositación.

4.2.3 Índice gamético

Previo a la estimación de este índice se procedió a evaluar la homogeneidad de maduración de la gónada en sus porciones proximal, media y distal. Ello se efectuó sobre la base de los antecedentes que se presentan en la Tabla 6. Los resultados indican que no existen diferencias significativas en relación a las diferentes estructuras gonádicas consideradas, es decir, la gónada madura de manera homogénea en sus tres secciones (Prueba de Friedman, $X^2= 0,754$; $p=0,94$; $n= 4$).

Un rasgo que caracteriza el ciclo reproductivo de las hembras es la presencia de células maduras durante gran parte del período estudiado (Fig. 3; Tabla 7). Sólo en noviembre y diciembre se registraron los porcentajes más bajos de células maduras, en contraposición con lo observado para estos mismos meses, respecto de los porcentajes de células inmaduras, epiteliales y espacios vacíos, si bien las primeras mostraron en febrero y marzo porcentajes ligeramente superiores. A partir del mes de enero se registra un claro incremento de la proporción de células maduras, mes a partir del cual ocurrió una tendencia de aumento que mostró un máximo, en el mes de agosto. Paralelamente la proporción de células inmaduras mostró una tendencia opuesta, comportamiento que no fue tan claro en el caso del epitelio y espacios vacíos, no obstante que es notoria la menor proporción de ambos entre enero-septiembre con respecto a noviembre-diciembre.

4.2.4 Primera madurez sexual

La proporción de ejemplares maduros (maduros, madurez máxima y regresión) por sexo en función del tamaño y la respectiva curva ajustada según predicciones con una función logística se presentan en la figura 4. Se aprecia que el rango de tamaño en el cual se superponen individuos maduros e inmaduros es más amplio en las hembras. Como era de esperar, los machos en comparación con las hembras, presentan una mayor proporción de ejemplares maduros en el rango inferior de tamaños estudiado (Tabla 8). La distinta distribución de ejemplares maduros en función del tamaño se refleja en la talla de madurez (TMS) estimada para cada sexo, siendo claramente superior en las hembras, que presentaron además una mayor amplitud en los límites de confianza al 95% en torno a la TMS (hembras: 49,36 - 69,54; machos: 31,10 - 39,64 mm); el mayor tamaño de las hembras al alcanzar la madurez sexual también se refleja en una mayor edad a dicha talla en comparación con los machos (Tabla 9).

4.3 Proporción de sexos en caracol trophon

Considerando el total de la información analizada, el número de hembras y machos (3.186 : 3.365), difiere significativamente de una proporción de 1 : 1 ($\chi^2 = 4,83$; 1 g.l.; $P < 0,05$), es decir esta es de 1 : 1,06 en favor de los machos. De los once meses estudiados hubo siete que presentaron diferencias significativas. En algunos meses predominan las hembras, diciembre, febrero y agosto, en cambio en enero, marzo, julio y septiembre dominaron numéricamente los machos y en abril, mayo, junio y noviembre el número de machos y hembras no difiere significativamente de una proporción de 1 : 1 (Tabla 10).

Al estudiar la proporción de sexos en función del tamaño, se aprecia en la mayoría de los meses de muestreo, una mayor abundancia de hembras en el segmento de tamaños >70 mm, con excepción del mes de julio en que se aprecian también

diferencias significativas, pero en favor de los machos. Sólo en enero y febrero no se detectaron diferencias en dicho intervalo. Por otro lado con excepción del lapso comprendido entre noviembre y febrero, la frecuencia numérica de los machos en el rango de tamaños 51-70 mm fue significativamente superior al de las hembras. Esta tendencia de un mayor predominio de las hembras en el rango de tamaños >70 mm y de los machos en el tramo 50-70 mm, se refleja al analizar el total de la información recogida.

4.4 Estructura de tamaños

Los resultados de las estructuras de tamaño de los tres recursos estudiados se presentan en las tablas 11-13 y figuras 5 - 8. En la tabla 11 se aprecia que el rango de tamaños en el período analizado varió entre 37 y 107 mm para las hembras y entre 39 - 101 mm para los machos en el caracol trophon, entre 44 y 200 mm para el piquilhue y entre 85 y 189 mm para el picuyo. En el caracol trophon en julio y septiembre para hembras y machos, respectivamente, presentaron el rango de tamaños más amplio, en tanto que noviembre y agosto lo fueron para el piquilhue y picuyo. Por otro lado, en todos los casos estudiados la estructura de tamaño muestra una apariencia unimodal, en el caracol trophon, se observa que las hembras alcanzan un tamaño superior a los machos y en aquella del caracol piquilhue se advierte una talla menor en comparación con el picuyo. Además en todos los recursos se aprecia que la estructura de tamaños poblacional no muestra una proporción importante de ejemplares del rango inferior de tamaños (Figs. 5-6).

Al comparar la estructura de tallas entre sexos para el caracol trophon, se observó que no existen diferencias significativas en ninguno de los meses estudiados, con excepción de diciembre (prueba de Kolgomorov - Smirnov; Tabla 14), mes en que los machos presentaron un rango de tamaño menor con respecto a las hembras. Al comparar las muestras mensuales dentro de cada sexo se aprecia que no existen

diferencias significativas en ambos casos (hembras: Kruskal Wallis, $H=15,18$; $p=0,17$; 11 g.l.; machos; $H= 13,73$; $p= 0,25$; 11 g.l.). Ello se aprecia al observar las tallas medias por sexos (Tabla 15) y en las distribuciones de frecuencia de tamaños mensuales (Figs. 7-8). No obstante la diferencia detectada para el mes de diciembre, tanto para hembras como para machos se estructuró una muestra global (Fig. 5).

Al estudiar la estructura de tallas entre períodos de muestreo para el caracol piquilhue, se determinó que no existen diferencias significativas (Kruskal Wallis, $H= 5,28$, $p=0,87$, 10 g.l.). Un resultado similar se obtuvo para el caracol picuyo (Kruskal Wallis, $H= 6,45$, $p=0,77$, 10 g.l.). Estos resultados se reflejan en las tallas medias y las respectivas desviaciones estándar obtenidas para cada recurso (Tabla 16). Por tanto en ambos casos es posible conformar una estructura de talla global para todo el período de muestreo.

En el caso de las hembras de caracol trophon el tamaño medio más bajo se estimó en el mes de mayo (62,3 mm) y el más alto en julio (80,4 mm). En los machos el tamaño medio más bajo se obtuvo para el mes de diciembre (61,2 mm) y el más alto, en julio (74,1 mm).

Tanto el piquilhue como el picuyo presentan tallas medias elevadas, habiéndose registrado la menor talla media para el primero de estos recursos en el mes de septiembre (105,7 mm) y para el picuyo fue de 130,1 mm (abril). Las tallas medias más altas se registraron para el piquilhue en enero (139,2 mm) y para el picuyo en febrero (156,6 mm) .

4.5 Relación talla-peso húmedo

Las estadísticas descriptivas del largo y peso de los ejemplares usados en esta relación y aquellas estimadas al ajustar un modelo potencial a la función peso versus

largo, para cada uno de los caracoles estudiados se presentan en las tablas 17-20. Para el caracol trophon la información se presenta separadamente para cada sexo.

En las hembras del trophon, la talla promedio varió entre 60,5 - 80,2 mm en los meses de octubre y julio, respectivamente. El peso húmedo promedio total entre 38,0 - 69,7 g registrados en septiembre y julio. Los rangos de talla y peso mayores se presentaron en el mes de julio con 45 - 107 mm y 10,3 - 138,4 g, respectivamente. En los machos la talla promedio varió entre 56,8 - 73,4 mm en diciembre y julio, en tanto que el peso húmedo promedio varió entre 25,8 g en diciembre y 50,7 g en julio. Los rangos de talla y peso mayores se presentaron en los meses de febrero con 48 - 90 mm y junio con 10,1 - 84,9 g (Tabla 17).

Para el caracol piquilhue la talla media y el peso medio más bajos se presentaron en septiembre y los valores más altos en marzo, con registros entre 103,3 - 146,8 mm y entre 85,6 - 222,0 g. En cuanto al rango de tamaño y peso más amplios correspondieron al mes de diciembre con 66,0 - 205,0 mm y 18,9 - 300,0 g (Tabla 18).

En el caracol picuyo, las tallas medias y los pesos medios fueron los más altos de las tres especies de caracoles. El tamaño medio varió entre 130,1 registrado en abril y 156,6 mm en febrero y el peso medio entre 180,1 (abril) y 244,6 g (enero). El rango de tamaños más amplio se registró en el mes de julio con 92,0-171,0 y aquel de peso varió entre 54,7 y 382,6 para el mes de abril (Tabla 18).

En cuanto a la relación talla peso húmedo, se aprecia en el caracol trophon, que en general el modelo empleado da cuenta de las variaciones del peso en función del largo en machos y hembras, con excepción del mes de agosto en que los valores del coeficiente de determinación (r^2) fueron notoriamente bajos en ambos sexos (hembras: 0,405; machos: 0,568). En cuanto a la tasa de cambio del peso en función de la talla, los resultados mensuales muestran heterogeneidad en ambos sexos, si bien este

rasgo es más notorio en las hembras (Fig. 9). En éstas las estimaciones máximas se presentaron en meses alternados (noviembre, enero y mayo), con claras declinaciones en el resto de los meses, habiéndose registrado el valor más bajo también en el mes de agosto. En los machos en cambio, el comportamiento temporal muestra menor heterogeneidad y se aprecian tres tendencias de declinación marcadas en sus comienzos por los meses de octubre, enero y mayo. Son coincidentes en ambos sexos los meses en los cuales se registraron las estimaciones más altas (enero y mayo), como así también son coincidentes el mes terminal de una tendencia de declinación (abril y agosto).

Por otro lado, la interpretación de las tasas de incremento en comparación con una función cúbica ($b=3$) (prueba de alometría), en los meses de octubre, febrero, marzo, abril, julio se aprecia en las hembras una clara isometría; por otra parte en noviembre, enero, mayo y junio se advierte una alometría positiva, rasgo que es particularmente relevante en los tres primeros meses mencionados; además en diciembre y agosto los antecedentes obtenidos muestran una tendencia alométrica negativa, es decir los ejemplares de mayor tamaño presentan en términos relativos un peso menor que aquellos de menor talla (Tabla 19). En cuanto a los machos, éstos presentaron una tasa de incremento isométrica en ocho de los doce meses estudiados (Tabla 19), en los restantes, en los meses de noviembre, enero y mayo presentaron alometría positiva y sólo en el mes de abril, alometría negativa.

En los caracoles piquilhue y picuyo el modelo empleado explica en un alto porcentaje las variaciones de la variable dependiente (peso) en función de la variable independiente (talla), según se desprende de los valores tomados por el coeficiente de determinación. En el primero de estos recursos, este coeficiente presentó valores elevados (0,823 - 0,923) y en el caracol picuyo no obstante el tamaño de las muestras empleadas, los valores también fueron altos (0,703 - 1,000) (Tabla 20). La variación temporal de las estimaciones de la pendiente de la relación talla-peso en ambos

recursos, en comparación con aquellas obtenidas para el caracol trophon, son notoriamente homogéneas, el caracol piquilhue sólo exhibe un leve incremento en el mes de enero, en tanto que el picuyo muestra dos aumentos leves en diciembre y abril (Fig. 9). En ambos recursos se aprecia que los valores tomados por la pendiente del modelo (b) reflejan un crecimiento alométrico negativo del peso en función del largo en la mayoría de los meses estudiados, en ningún caso se presentó una alometría positiva.

En el caracol trophon la comparación mensual entre sexos de las pendientes y pesos medios, considerando la influencia del tamaño, muestra que las tasas de incremento (pendientes) en todos los casos son mayores en los machos, diferencia que es significativa en diez de los doce meses estudiados. En cuanto a los pesos medios éstos son superiores en la mayoría de los casos en las hembras, sin embargo estas diferencias son significativas sólo en cinco casos (Tabla 21).

Al aplicar el mismo criterio de análisis, dentro de un mismo sexo en caracol trophon y para los recursos piquilhue y picuyo usando la información recolectada en todo el período de estudio, se aprecia que existen diferencias significativas en el caracol trophon (ANCOVA; hembras: $F= 7,23$; g.l.= $1,\infty$; $p= 0,0072$; machos: $F= 51,83$; g.l.= $1,\infty$; $p= 0,0000$) y en los recursos piquilhue ($F= 249,80$; g.l.= $1,\infty$; $p= 0,0000$) y picuyo ($F= 27,39$; g.l.= $1,\infty$; $p= 0,0000$), tanto en pendientes como en pesos medios (tomando en consideración la influencia de la variable independiente). La evaluación de estas diferencias para el caso de las pendientes (prueba a posteriori) se muestra gráficamente en la figura 10a (conformación de grupos homogéneos). Tanto en hembras como en machos los resultados muestran una alta heterogeneidad, siendo mayor en el caso de estos últimos en que se conformaron nueve grupos homogéneos. Las comparaciones múltiples a posteriori para el caso de los pesos medios se entregan en la figura 11a.

4.6 Crecimiento individual

En todos los recursos estudiados, la desagregación de la mezcla de clases de tamaños logró recomponer apropiadamente las estructuras de frecuencia de tallas globales utilizadas en cada caso, según se desprende entre la comparación entre los valores predichos y los observados al evaluarlos con una prueba de χ^2 . Los resultados obtenidos en el caracol trophon fueron, hembras ($\chi^2 = 0,31$; $p = 1,00$; 13 g.l.) y machos ($\chi^2 = 0,43$; $p = 1,00$; 9 g.l.), piquilhue ($\chi^2 = 1,89$; $p = 1,00$; 19 g.l.) y picuyo ($\chi^2 = 2,83$; $p = 0,99$; 12 g.l.).

Las estimaciones de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy para los tres caracoles se presentan en la tabla 22. Los valores tomados por la constante de crecimiento (K) y la longitud infinita (L_∞) en todos los casos, considerando los tres recursos en conjunto, son relativamente bajos, con excepción de la longitud infinita en las hembras de caracol trophon. En este recurso es clara la diferencia en el crecimiento individual entre sexos, puesto que en los machos la constante de crecimiento es aproximadamente el doble de aquella estimada para las hembras; asimismo se aprecia una clara diferencia entre los estimadores de la longitud infinita, siendo notoriamente mayor en las hembras. En los caracoles piquilhue y picuyo, el crecimiento individual es ligeramente mayor en picuyo y las estimaciones de longitud teórica fueron muy parecidas. Las respectivas curvas de crecimiento y las edades inferidas de los estimadores obtenidos se presentan gráficamente en la figuras 12 y 13.

4.7 Talla crítica

Las estimaciones de edad y talla críticas para caracol trophon difirieron entre sexos; la edad crítica fue mayor en las hembras casi en dos años con respecto a los machos; en tanto que la talla crítica fue del orden de 20 mm menor en estos últimos. En los caracoles piquilhue y picuyo estos estimadores fueron muy parecidos (Tabla 23).

4.8 Mortalidad

Los estimadores de mortalidad natural (M) y total (Z) se presentan en la tabla 24. Los valores obtenidos de M, con excepción de las hembras de caracol trophon, son de grado relativamente alto. En todos los casos, los diferentes métodos aplicados entregaron estimadores que variaron en un estrecho rango. Por otro lado la mortalidad total para las hembras de caracol trophon mostró una misma estimación con ambos métodos, en tanto que para los machos ésta fue superior con el método de Wetherall, ocurriendo lo contrario para el caracol piquilhue. Las estimaciones de longitud infinita logradas con este método son mayores a las obtenidas con el programa MIX señaladas previamente (véase crecimiento individual), con excepción de las obtenidas para las hembras de caracol trophon.

Para la estimación de M mediante el método de la curva de captura se utilizó una temperatura media de 5°C. En tanto que en las estimaciones logradas con el método de Alagaraja se utilizaron longevidades de 10,54 y 5,92 años para hembras y machos de caracol trophon, respectivamente; en los caracoles piquilhue y picuyo estas estimaciones fueron de 6,47 y 5,40 años.

4.9 Estructura de tallas de los desembarques

La información obtenida de la estructura de tamaños del desembarque de los caracoles trophon y piquilhue se presenta en la figura 14 y corresponden a la caleta que registra la mayor actividad en torno a estos recursos, Porvenir, esto es, capturas efectuadas en Bahía Gente Grande. El desembarque de caracol piquilhue incluye una proporción no evaluada, aunque de grado bajo, de caracol picuyo. El rango de tamaños del caracol trophon varió entre 42 y 109 mm y la mayor parte del desembarque estuvo representado por ejemplares entre 60 - 80 mm. La talla media mensual varió entre 67,0 y 78,8 mm. En cuanto al rango del peso de los ejemplares

medidos éste varió entre 10 y 172 g, en tanto que el peso medio mensual varió entre 40 - 64 g. En el piquilhue, el rango de tamaños varió entre 90 - 194, la talla media varió entre 137,6 - 155,8 mm y el grueso de los ejemplares estuvo entre los 145 - 165 mm. El rango del peso estuvo entre 48 y 660 g y el peso promedio varió entre 166 y 266 g.

5. DISCUSION

5.1 Caracol trophon

Los antecedentes que se presentan constituyen el primer aporte al conocimiento biológico de este caracol. Es sabido que el ciclo reproductivo en invertebrados marinos presenta diversas modalidades, en todos, es posible determinar un ciclo gonádico compuesto de una fase gametogénica, de vaciamiento, de desarrollo larval y de crecimiento, ciclo que puede ser anual, semianual o continuo dependiendo de la especie y su localización (Sastry, 1979). Por otra parte la energía almacenada y su utilización está asociada con el ciclo reproductivo, aún cuando la influencia de factores exógenos y endógenos y su interacción en la sincronización del desarrollo y liberación de gametos no es bien conocida.

Los antecedentes reunidos en este estudio indican que el caracol trophon presenta atributos en su historia de vida con claras diferencias entre hembras y machos. Ello es evidente en aspectos tales como: ciclo reproductivo, relación talla-peso, proporción sexual, crecimiento individual, mortalidad y talla de madurez sexual, entre otros.

Respecto del ciclo reproductivo, los resultados muestran que hembras y machos presentan asincronía, aún cuando el trabajo estuvo restringido a la obtención de información en un lapso de doce meses. El ciclo muestra diferencias notorias en cuanto a la dinámica temporal de como este proceso ocurre en ambos sexos. Este rasgo es concordante con lo reportado para la mayoría de los neogastrópodos, ya que presentan fertilización interna con un ciclo reproductivo asincrónico. Este tipo de desarrollo ha sido observado en *Haliotis rufescens* presente en la costa de California (Giese & Pierce, 1974), así como en tres especies de neogastrópodos de la costa

chilena, *Concholepas concholepas*, *Chorus giganteus* y *Xanthochorus cassidiformis* (Avilés & Lozada, 1975; Ramorino, 1975; Lépez, 1981; Jaramillo & Garrido 1990; Vera 1995), aunque la mayoría de los moluscos presenta fertilización externa y un ciclo sincrónico con maduración y liberación de gametos simultánea, en ambos sexos.

El ciclo reproductivo muestra diferencias notorias en cuanto a la dinámica temporal de este proceso en hembras y machos. Ello se refleja en la proporción de individuos maduros en los distintos meses de estudio y en el comportamiento temporal de los índices gonadosomático y gamético. El primero de estos aspectos estuvo caracterizado por claras diferencias entre los estados reproductivos y en las hembras tuvieron como particularidad la existencia de marcadas variaciones de la estructura gonádica, que se reflejó en una distinta proporción temporal de organismos inmaduros, en madurez, madurez máxima y regresión. La tendencia mostrada permitió inferir un posible modelo del comportamiento reproductivo, que en este sexo estaría caracterizado por: a) un período de maduración que ocurriría aproximadamente entre los meses enero y agosto; b) un período de vaciamiento que estaría ubicado entre octubre y diciembre y finalmente, c) regresión que al parecer se restringiría a los meses diciembre - enero. Las observaciones de terreno muestran que la agregación reproductiva y depositación de cápsulas ovígeras se extenderían por varios meses, y que en este estudio mostraron una extensión temporal desde el inicio del estudio (octubre) hasta el mes de enero. En la temporada siguiente se apreciaron indicios del comienzo de estos procesos, en los meses de agosto y septiembre. Los antecedentes disponibles no permiten establecer si existe dentro de este período un lapso en que el proceso reproductivo alcance su máxima intensidad.

El modelo de comportamiento reproductivo que podría plantearse para los machos se caracteriza por la presencia continua en el ciclo anual de ejemplares maduros, cuya participación en el proceso reproductivo estaría gatillado por factores no evaluados en este estudio. Ello implica la disponibilidad de machos maduros para

participar en la cópula y fecundación en un amplio período predecible (e.g. al menos primavera), pero cuyo preciso inicio sería impredecible y altamente cambiante en su ubicación temporal, no obstante que una vez ingresado al lapso en el cual debiera ocurrir el proceso reproductivo, las probabilidades de ocurrencia de los factores gatillantes incrementarían paulatinamente asegurando la existencia de la cópula, fecundación y desove anual. Las observaciones histológicas muestran que en los machos la madurez de la gónada no es uniforme, presentando variaciones ya sea en el mismo corte y entre las secciones proximal - media y distal, encontrándose esta última menos madura, lo que apoya la presencia de espermios a lo largo de todo el ciclo anual.

El comportamiento temporal de los índices gonadosomático (IGS) y gamético (IG) sustentan los modelos reproductivos planteados para ambos sexos. Es así como los resultados obtenidos para el caso del IGS, exhiben una tendencia general para hembras y machos con distintos valores máximos y mínimos registrados en los mismos meses en la mayoría de los casos. Esto puede ser explicado como el resultado de un proceso caracterizado por el almacenamiento de materiales de reserva y desarrollo de las gónadas. En machos y hembras este comportamiento queda en evidencia al analizar los valores tomados por el IGS entre diciembre y marzo, que muestra una tendencia de disminución que reflejaría una mayor canalización de energía hacia el proceso natural de acumulación de biomasa y materiales de reserva con respecto a la formación de gametos, proceso que se revertiría en los meses siguientes (abril a junio) en que ocurriría un desarrollo relativamente mayor de la gónada con respecto al resto de las partes blandas. Luego de la cópula y el desove, el IGS reflejaría un rápido incremento de la gónada, para luego mantenerse relativamente constante durante gran parte del período de muestreo. El claro descenso del índice en julio no sería consecuencia de un eventual desove, por cuanto en terreno no se observaron cápsulas ovíferas, por lo que una interpretación probable a este descenso, sería una canalización de energía con fines

de mantención, a expensas de la gónada, lo que permitiría también explicar la caída del índice en el mismo mes en los machos, debido a que julio corresponde a un período ambientalmente riguroso dentro del ciclo anual. Finalmente el IG refuerza los aspectos señalados previamente, debido a que las hembras muestran claramente un proceso de maduración rápida que se reflejó en una alta proporción de células maduras a lo menos seis meses antes que se inicie el desove. Estos resultados se ajustan a un ambiente altamente estacional, de tal forma que el éxito reproductivo estaría prácticamente asegurado por el aprovechamiento de los escasos meses en que las condiciones ambientales son más favorables, período en el cual las hembras tienen que ajustar la cópula, fecundación, desove y desarrollo del material reproductivo para la temporada siguiente.

Los otros aspectos en el ciclo de vida que están moldeados en tiempo evolutivo, se refieren a la longitud y edad a la que se alcanza la talla de madurez sexual (TMS). Aunque ésta se logra a diferentes tamaños en ambos sexos, las estimaciones de edad para este importante hito en el ciclo de vida, muestran que la TMS se alcanza a una proporción semejante con respecto a la expectativa de vida de cada sexo. Asimismo las estimaciones del tamaño al cual se alcanza la TMS corresponde también a una proporción similar entre machos y hembras. Es así que con respecto a las estimaciones de edad, la TMS se alcanza aproximadamente cuando los ejemplares han logrado del orden de un tercio de su expectativa de vida, siendo este un rasgo que también le confiere una mayor lapso a los ejemplares de cada sexo para participar en el proceso reproductivo. Interesante es también llamar la atención en cuanto a que la estimación de tamaño de la TMS representa del orden del 50% del 95% de la longitud infinita (hembras 49,8%; machos 46,2%). Este resultado es altamente coincidente con información obtenida para un recurso de la misma familia como es el loco (*C. concholepas*), en la cual estimaciones similares mostraron que la TMS se logra en un 46.7% en hembras y en un 45.5% en machos (Guzmán et al., 1987).

La estimación de la talla de madurez sexual en los machos se dificulta por el estrecho rango en el cual se manifiesta el incremento de ejemplares maduros y la ausencia de individuos bajo los 33.0 mm. Esto último determinó una baja representatividad de los ejemplares en el segmento inferior de tamaños utilizado, por lo que fue necesario aplicar un análisis de regresión ponderado con la finalidad de corregir el sesgo derivado del tamaño de muestra. No obstante, sólo un intervalo presentó un tamaño de muestra inferior a aquel requerido para aplicar este criterio ($n \geq 6$) (véase Somerton, 1980). En las hembras en cambio la representatividad numérica fue adecuada, aunque el incremento en función del tamaño de la proporción de ejemplares maduros mostró una tendencia menos marcada que los machos, lo que explica la mayor amplitud del intervalo de confianza de la predicción inversa estimada para este sexo. Como una forma de evaluar la representatividad del estimador de la talla madurez sexual en cada sexo, se incrementó de manera simulada la proporción de ejemplares maduros en el rango inferior de tamaños, incorporando distintas opciones, tanto en el rango de tamaños considerado como en la proporción de ejemplares maduros y su variación dentro del rango de tallas modificado. Las estimaciones de la TMS no variaron sustancialmente, lo que le confiere mayor robustez a los resultados presentados.

No se dispone de antecedentes de cual es el hábitat de los ejemplares de un tamaño inferior al señalado. De lo anterior se desprende que si el proceso de ovoposición ocurre dentro del hábitat en el cual se desarrolla la población sometida a explotación comercial (>50 mm), entonces luego de la eclosión de los juveniles ocurriría un proceso de emigración, para inmigrar posteriormente hacia el sector en que se encuentran los ejemplares de mayor tamaño. Según las estimaciones de edad obtenidas en este estudio estos ejemplares tendrían entre 2 y 3 años cuando ocurriría este proceso.

Respecto de la proporción sexual, son dos los aspectos que merecen ser comentados. Primero, es clara la mayor abundancia numérica de las hembras en el rango superior de tamaños (>70 mm), hecho que es explicado por las tallas mayores que éstas alcanzan. La dominancia numérica de los machos en el rango 50-70 mm se explicaría por la distribución de tamaños entre sexos, ya que la moda de los machos, al tener una expectativa de tamaño máximo inferior a las hembras, determina que en este rango los machos tengan una mayor representatividad. Ello también implica que ambos sexos presentan una distribución espacial diferencial, caracterizada por la utilización de un hábitat distinto por los ejemplares de menor tamaño al que utiliza la población susceptible de ser utilizada comercialmente. Las muestras y observaciones de terreno sustentan esta aseveración, ya que muestreos dirigidos hacia la recolección de especímenes bajo los 30 - 35 mm no entregaron resultados positivos.

El segundo aspecto indica que al analizar de manera global la proporción sexual, se apreció que existe una leve tendencia al predominio numérico de los machos, lo que sería consecuencia de la actividad pesquera, ya que las hembras al tener expectativas de tamaño mayores, presentan mayores probabilidades de ser capturadas, de tal forma que la ausencia de equifrecuencia numérica entre sexos sería una consecuencia de la acción extractiva. Asimismo la ausencia de diferencias significativas en la distribución de tamaños entre sexos, en prácticamente la totalidad de los meses estudiados sería también una consecuencia de la extracción comercial dirigida preferentemente hacia los ejemplares de tallas mayores.

En los meses de noviembre-marzo las muestras para estructura de tamaños no ponderaron la separación por sexo. Sin embargo, los antecedentes preliminares mostraron que existían diferencias entre sexos que ameritaban continuar considerando en forma separada machos y hembras. Por ello en estos meses se debió recurrir a la información destinada al análisis reproductivo que utilizó un tamaño de muestra menor. En los meses sucesivos se amplió el tamaño de muestra considerando el dimorfismo

sexual. No obstante lo anterior fue posible contrastar las estructuras de tamaño, si bien durante los primeros meses los resultados obtenidos deben ser reevaluados. Aunque no se detectaron diferencias significativas entre las distribuciones de tamaño de ambos sexos, con la excepción del mes de diciembre y que podría ser explicada por el tamaño de muestra, los resultados gráficos muestran que la estructura unimodal de tallas de hembras y machos no son concordantes, siendo éstas de un tamaño superior. Esto es claramente visible cuando se define la estructura global de tamaños para cada sexo para el período estudiado. Esto último tiene implicaciones importantes para el crecimiento individual, talla de madurez sexual, talla crítica y mortalidad natural. Un resultado similar se ha encontrado para el loco (*C. concholepas*) que en poblaciones de la Provincia de Última Esperanza, XII región, sometidas a una presión de pesca muy baja o inexistente, mostraron una segregación por tamaños, caracterizada por hembras con un tamaño medio y expectativas de talla máxima, claramente superiores en comparación con los machos (Guzmán *et al.*, 1987). Este resultado para el caracol trophon pareciera estar confirmado por observaciones de terreno (datos de LGM) en que durante el período de ovipostura, las hembras mientras depositan las cápsulas ovígeras presentan adheridas a la concha un ejemplar de menor tamaño, que a la luz de estos antecedentes sugieren que se trataría de un macho. Por otra parte se ha comunicado que *C. concholepas* presenta un crecimiento individual diferencial entre machos y hembras (Bustos *et al.*, 1986; Guzmán *et al.*, 1987).

Por otra parte la distribución de tamaños mensual de ambos sexos mostró una constancia temporal que indica que la dinámica que regularía la distribución de tamaños estaría claramente balanceada respecto de los procesos de mortalidad y/o emigración como de inmigración y reclutamiento. De ser correcta esta hipótesis entonces la densodependencia tendría una importancia relevante en la regulación de estos procesos. Ello a su vez implica que el proceso de migración no se manifestaría en forma masiva, sino que ocurriría de manera gradual según avanza la edad de los ejemplares. Ello supone también que las hembras participarían en este proceso a una edad mayor que los machos.

Otro aspecto que caracteriza la distribución de tamaños del caracol trophon es la ausencia de ejemplares de pequeña talla (<40 mm), lo que indicaría que los especímenes más jóvenes ocuparían un hábitat diferente. Una explicación de este tipo se ha planteado para otra especie de gastrópodo, como una forma de disminuir los riesgos de mortalidad por predación, como es el caso de *Haliotis rubra*, la que ocupa un hábitat críptico en las tallas menores, para luego inmigrar hacia el hábitat definitivo, una vez que haya alcanzado un tamaño que representa mayores probabilidades de sobrevivencia (Prince **et al.**, 1988).

La dinámica que puede plantearse en relación con esta distribución espacial diferencial en función del tamaño incluye a) emigración hacia el intermareal o b) emigración hacia aguas mas profundas (> 8 m). Observaciones mensuales intensas entre diciembre de 1990 y marzo de 1992 en el sector oriental del Estrecho de Magallanes (bahía Gregorio) muestran que, no obstante, es posible detectar adultos de *T. geversianus* en bajas densidades, en proceso de ovoposición, no se ha registrado la presencia masiva de ejemplares de pequeña talla (observaciones personales LGM). lo que sugiere que luego de la eclosión migrarían hacia aguas más profundas.

Aunque el modelo potencial linealizado da cuenta en la mayor parte de los meses estudiados de las variaciones del peso en función del tamaño, en agosto se apreció tanto en machos como en hembras una clara disminución del coeficiente de determinación (r^2), unida a una baja estimación de la tasa de incremento (pendiente del modelo), ello sugiere la existencia en ese período de un proceso asociado a la canalización de energía a expensas del material de reserva, el cual probablemente está asociado al ciclo reproductivo, no obstante que en este mes se aprecia un incremento del IGS. Ello puede ser explicado como una continuación de la canalización de la energía para mantención, lo que ocurriría ya en julio por el comportamiento de este índice en ambos sexos, que mostró una clara declinación. En agosto la mantención se haría a expensas del material de reserva. Tanto julio como agosto corresponden un período ambientalmente riguroso (invierno). La

variabilidad mensual mostrada en las hembras por la tasa de incremento reflejarían la dinamicidad de los procesos de almacenamiento de energía, maduración sexual y eliminación de gametos. Las hembras además deben canalizar energía para la formación de las cápsulas ovigeras. Toda esta dinámica se refleja claramente en las pruebas de alometría donde los resultados indican un constante flujo de energía desde los lugares de almacenamiento y acumulación de material de reserva y formación de biomasa. Ello se refleja también en la alta heterogeneidad que exhibió la tasa de incremento en la relación longitud - peso y peso medio, lo que queda de manifiesto en la cantidad y estructuración de los grupos homogéneos definidos a posteriori en cada caso.

Aunque los estimadores logrados para el crecimiento individual mediante el criterio metodológico empleado muestran una buena concordancia entre la frecuencia observada y aquella esperada para inferir crecimiento individual, los resultados deberían ser corroborados con otros criterios, como es la lectura de anillos inscritos en el opérculo o la técnica de marcaje - recaptura. No obstante, los parámetros estimados parecieran que se ajustan apropiadamente y representan de manera adecuada el crecimiento individual de este recurso, esto se ve apoyado por resultados que relacionados entre sí le otorgan mayor credibilidad a las estimaciones obtenidas. Es el caso de la edad y talla de madurez sexual con respecto a las expectativas máximas de tamaño en ambos sexos, cuya constancia y similitud refuerza la bondad del criterio metodológico empleado. No obstante, los valores estimados para la longitud infinita en hembras pareciera sobreestimada y para los machos subestimada. En ambos casos ello puede ser explicado como consecuencia de una baja representatividad de los ejemplares de las tallas mayores; esto quedó en evidencia al aplicar el método de Wetherall que permitió contar con otras estimaciones de la longitud infinita, valores que mostraron una buena concordancia entre las estimaciones y los ejemplares más grandes recolectados de las capturas comerciales. Estas permitieron disponer de ejemplares de gran talla, incluso superiores a las obtenidas para las muestras destinadas al estudio poblacional.

Desde el punto de vista de la descripción del crecimiento individual, los resultados obtenidos muestran la importancia de considerar separadamente la información de distribución de frecuencia de tallas para cada sexo, ya que si las estructuras de tamaños mensuales no difieren significativamente entre si, lo que hace posible conformar una estructura de tallas global para todo el período de estudio, surgirán dificultades en la segregación de clases modales presentes en la muestra global, tanto al aplicar el criterio de Macdonald & Pritchard (1979) (programa MIX) o de Pauly & David (1980) (programa ELEFAN), como consecuencia de una estructura de tamaños con clases modales traslapadas, con tamaños medios relativamente cercanos y correspondientes a dos conjuntos con crecimientos individuales distintos. Ello se traduciría en tres limitantes: a) dificultad para lograr una buena bondad de ajuste según una prueba de χ^2 entre las frecuencias observadas y las esperadas entre las estructura global y aquella inferida luego de segregar las modas correspondientes; b) errores estándares amplios de las proporciones, de las medias y de las desviaciones estándar de cada clase modal segregada y c) dificultad para lograr estimadores del modelo de von Bertalanffy con errores estándar estrechos y que reflejen estimaciones realistas de los parámetros del modelo. Por ello en las estimaciones logradas en este estudio se aplicó un criterio de obtención preliminar de los parámetros de crecimiento mediante el método de Bhattacharya, previa suavización de las curvas mediante promedios móviles. Luego estas estadísticas preliminares se usaron como valores de entrada para facilitar las estimaciones con MIX.

Las diferencias encontradas en varios atributos de la historia de vida del caracol trophon se reflejan también en la talla crítica, cuyo valor es sensiblemente mayor en las hembras. Ello desde el punto de vista pesquero es relevante por cuanto el sexo que orientará respecto de la adopción de determinadas medidas de administración, tales como talla mínima de captura, estará determinada por las estimaciones

efectuadas para las hembras. Sin embargo, los antecedentes disponibles respecto de la estructura de tallas de los desembarques muestran que el porcentaje de ejemplares sobre la talla crítica es sensiblemente bajo, sólo un 13% de hembras si se utiliza la talla crítica estimada para este sexo, cifra que se eleva a un 78% en caso se use como referente la talla crítica estimada para los machos.

La mayor talla media y expectativa de tamaño máximo que presentan las hembras, le confieren a la especie ventajas adaptativas, en términos que este rasgo le permite incrementar su fecundidad. El hecho que presente un desarrollo directo determina que las ovas deban ser muy ricas en vitelo, lo que conlleva un mayor tamaño de ovas y una menor fecundidad relativa derivada de esta circunstancia. Una forma de reducir esta limitante está determinada por un incremento del tamaño de las hembras. Todos estos factores serían una consecuencia de la acomodación reproductiva, ya que una mayor canalización de energía hacia este proceso, determina una menor disponibilidad de energía para crecimiento, hecho que estaría compensado por una mayor expectativa de tamaño máximo. Aunque no se dispuso de información relativa al crecimiento individual de los ejemplares juveniles, tanto de machos como de hembras, pareciera que al menos estas últimas, una vez alcanzada la madurez sexual disminuirían la tasa de crecimiento individual como consecuencia de la canalización de energía hacia el proceso reproductivo. Esto tiene implicaciones para el modelo de von Bertalanffy, ya que los parámetros inferidos con ejemplares adultos determinan serias sobreestimaciones del crecimiento en los juveniles (Yamaguchi, 1975).

Es sabida una 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) Es así que los resultados reflejan esta situación, puesto que los machos presentan una mortalidad natural alta y un crecimiento individual también de grado elevado. Las inferencias que pueden hacerse a partir de la mortalidad total estimada mediante el método de

Wetherall y de la curva de captura, muestran que la mortalidad total es del orden de dos y media veces superior a la mortalidad natural en el caso de las hembras y aproximadamente la mitad en los machos. Este resultado se ajusta plenamente a lo esperable como consecuencia de las mayores probabilidades de captura que presentan las hembras derivado de su mayor tamaño. No obstante que los métodos bioanalógicos utilizados emplean criterios distintos, las estimaciones obtenidas muestran una clara correspondencia confiriéndoles mayor confiabilidad.

Por otro lado, la estructura de tamaños obtenida para estudiar los parámetros poblacionales y aquella registrada a partir de las capturas comerciales muestran que constituyen una herramienta válida para definir una curva de captura, a partir de la cual es posible estimar con mayor precisión los parámetros de mortalidad. Es así como es posible estimar la función de mortalidad total, cuyas predicciones dependerán de las diferentes probabilidades de captura según el tamaño de los ejemplares.

En cuanto a la estructura de tamaño de los desembarques es importante discutir tres aspectos. El primero dice relación con la irregularidad con que opera el subsector pesquero artesanal, principalmente derivada de las condiciones climáticas y de la demanda por parte del subsector industrial, esta irregularidad determina una difícil obtención de los datos de las capturas, por cuanto desde un punto de vista práctico no es posible contar con un seguimiento personalizado de los desembarques. En segundo término, no obstante la limitación señalada, la constancia que presentan las estructuras de tamaño en cuanto a talla media y rango, reflejan una homogeneidad que permite suplir la falta de información lograda. En tercer lugar, el acceso a la información es complejo, por cuanto Porvenir es prácticamente la única caleta que registra un desembarque significativo de este recurso y aunque el esfuerzo se aplica en un espacio geográfico y en un rango batimétrico reducido, aún no se ha producido el colapso del stock de Bahía Gente Grande, lo que justifica la oportunidad del estudio y muestra la potencialidad del recurso.

Por último, es importante presentar de manera sucinta la modalidad como opera el subsector artesanal. La actividad extractiva se caracteriza por la presencia en la zona de pesca de aproximadamente 25 embarcaciones cuya eslora varia entre 7 - 12 m y tripuladas por a lo menos tres personas, uno de los cuales es buzo mariscador. El desembarque del producto se realiza en el mismo lugar de extracción y luego es transportado a Porvenir vía terrestre, distante a 80 Km de Bahía Gente Grande, para ser comercializada en la única planta que existe en esta localidad. Una embarcación con dos buzos puede extraer en una faena diaria del orden de 6 - 8 horas una cantidad aproximada de 1 ton.

5.2 Caracoles piquilhue y picuyo

El pescador artesanal no distingue entre ambos recursos y la información analizada refleja la importancia relativa que poseen en las capturas comerciales, siendo claramente más abundante el caracol piquilhue. El picuyo, prácticamente no está presente en los desembarques, ya que es menos abundante, al menos en el rango batimétrico en que se desarrolla la pesquería de caracol piquilhue y su captura demanda un mayor esfuerzo físico al distribuirse a mayor profundidad.

La constancia mostrada por la estructura de tamaño poblacional para ambos recursos a lo largo del período de estudio, refleja la existencia de un proceso dinámico, probablemente densodependiente que equilibraría las pérdidas naturales y por pesca. Los aspectos discutidos en relación con los criterios metodológicos utilizados para estimar los parámetros del modelo de von Bertalanffy para el caracol trophon, se aplican plenamente a las dificultades y confiabilidad de las estimaciones obtenidas para estos recursos. Al igual que en el caracol trophon las estructuras de tamaño muestra una clara ausencia de los individuos de menor talla, los que posiblemente ocupen un hábitat diferencial, para inmigrar al área de interés comercial cuando alcanzan del orden de los 80 mm de largo.

Con respecto a la relación talla peso, un resultado interesante que debe ser evaluado, dice relación con los bajos valores estimados para la tasa de incremento del peso total (pendiente) en función del tamaño, rasgo que estuvo presente en ambos caracoles. Ello se reflejó en una alometría negativa. Siempre el modelo potencial linealizado dió cuenta apropiadamente de las variaciones del peso por efecto del incremento de la talla, según los valores tomados por el coeficiente de determinación (r^2). Aunque no se aprecia ninguna tendencia temporal en cuanto a la tasa de incremento y el peso medio, llama la atención la concordancia entre los grupos homogéneos definidos para el caracol piquilhue, al tomar en consideración ambas estadísticas, lo que sugiere que la conformación de estos grupos estaría determinada por las tasas de incremento. Para el caracol picuyo se obtuvo un resultado diferente, pero el tamaño de las muestras analizadas limitan la posibilidad de discutir sobre el particular.

Para el caracol piquilhue, a partir de los pesos medios y las tasas de incremento en peso en función de largo, es posible plantear un modelo preliminar acerca del comportamiento reproductivo de este caracol. Los antecedentes reunidos sugieren que este recurso presenta un ciclo caracterizado por un período de desove que estaría probablemente en los meses de agosto y septiembre; luego ocurriría un incremento en peso marcado que correspondería a un lapso de acumulación de reservas, biomasa y contenido gonádico que estaría entre los meses de enero y abril. No se dispone de antecedentes pero especulativamente puede plantearse que la gónada se desarrollaría en ese período, asegurando de esta forma que se encuentre madura con bastante anticipación al período de desove. De hecho el peso medio más bajo se detectó en septiembre, sugiriendo la ocurrencia reciente del proceso de ovipostura. Esta interpretación se apoya además en los valores que toman las tasas de incremento en peso en función de largo, puesto que durante los meses en que se detectaron las estimaciones más altas de pesos medios, ocurrieron también las tasas de incremento más altas registradas en este estudio.

En el caso del caracol picuyo, aunque en este recurso también las estimaciones mensuales de peso medio e incremento en peso en función del largo muestran una dinámica que refleja procesos de acumulación de reservas e incremento en biomasa, los antecedentes no son tan claros en el sentido de sugerir un período reproductivo y posterior recuperación de los ejemplares. Sin embargo, es claro que entre los meses de diciembre y marzo se registra mensualmente el peso medio más alto de todo el período de estudio, lo que estuvo unido también a las tasas de incremento más elevadas de este lapso. Puesto que la ubicación temporal de este período es evidente, se desprende que la depositación de las oviposturas ocurriría en los meses previos, los que sin embargo no muestran una definición tan clara como aquella detectada para el caracol piquihue en las variables analizadas. Aunque el tamaño de muestras empleado en este recurso es sensiblemente inferior al usado para el caracol piquihue, la constancia exhibida por la estructura de tamaños a lo largo del período estudiado sugieren muy probablemente una explicación similar a la adelantada en el caso de este último.

Las estimaciones de talla crítica obtenidas para ambos recursos son muy parecidas. Sobre el particular es importante precisar que es probable que las estimaciones de la longitud infinita estén subestimadas, aspecto que resulta de la muy escasa representatividad de los ejemplares de tallas mayores, como consecuencia de la actividad extractiva. De hecho el método de Wetherall utiliza un criterio de sorteo esta limitante y por lo mismo entrega un estimador que es más concordante con las expectativas máximas de tamaño en ambos caracoles. Por lo anterior la estimación de talla crítica estaría subestimada a lo menos en un 10%.

En cuanto a la mortalidad los valores estimados para ambos caracoles son altos y en el caso del caracol picuyo debido a que no es separado en los desembarques del piquihue, sólo fue posible disponer su mortalidad natural. Por lo mismo la estimación de mortalidad total para el caracol piquihue presenta un sesgo atribuible a la

presencia en los desembarques de una fracción no identificada de caracol picuyo, cuya expectativa de tamaño es mayor.

La intencionalidad del subsector pesquero artesanal por extraer de preferencia los ejemplares más grandes, se refleja claramente en la estructura de talla de los desembarques, que muestra un drástico corte en la frecuencia que corresponde a los 180 mm. De lo anterior se desprende también que la actividad extractiva ha prácticamente eliminado los ejemplares de mayor tamaño.

6. CONCLUSIONES

1. El taxón que sustenta la pesquería de caracol trophon corresponde a *Trophon geversianus geversianus* (Pallas, 1769) y su variedad *Trophon geversianus philippianus* (Dunker, 1878).
2. Los atributos del ciclo de vida y los aspectos poblacionales estudiados en el caracol trophon muestran claras diferencias entre sexos.
3. El ciclo reproductivo del caracol trophon consta de tres períodos: i) maduración: entre los meses de enero y agosto; ii) vaciamiento: entre octubre y diciembre; iii) regresión: entre diciembre y enero.
4. En el caracol trophon, las hembras presentan una rápida maduración y prolongado período de pre-desove, en cambio los machos están maduros durante todo el año y aptos para el proceso reproductivo según indiquen los factores desencadenantes.
5. La talla madurez sexual en el caracol trophon se alcanza a diferentes tamaños en hembras y machos. Las primeras maduran a una talla de 60,2 mm (intervalo de confianza al 95%: 49,36 - 69,54) y los segundos a un tamaño de 38,5 mm (31,10 - 39,64).
6. La proporción de sexos global para el caracol trophon no es equifrecuente, siendo mayor el número de machos (1 : 1.06). Pero cuando esta proporción es analizada por rangos de tamaños, las hembras dominan en las tallas superiores a los 70 mm, en tanto que los machos lo hacen en el intervalo 50 - 70 mm.

7. La distribución de tamaños para machos y hembras fueron homogéneas durante los meses de estudio y en el área de pesca comercial es característica la ausencia de ejemplares de una talla menor a 40 mm.
8. La tallas críticas para el caracol trophon son: hembras 86,9; machos 63,6 mm.
Para el caracol piquilhue la estimación es: 119,5 mm.
Para el caracol picuyo la estimación es: 119,9 mm.
9. En el caracol trophon, la mortalidad natural y total son diferentes entre sexos y son: hembras $M= 0,475$; $Z= 1,596$ y machos $M= 0,768$; $Z= 1,232$. En los caracoles piquilhue ($M= 0,710$; $Z= 1,128$) y picuyo ($M= 0,850$).
10. La fracción en la estructura de tamaños del desembarque sobre la talla crítica estimada para la hembras, es de sólo un 13%. En cambio al considerar la talla crítica de los machos dicha proporción asciende a un 78%.

7. BIBLIOGRAFIA

- Alagaraja, K. 1984. Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian Journal Fisheries* 31 : 177 - 208
- Alverson D. & M. Carney. 1975. A graphic review of growths and decay of populations cohorts. *Journal Conseil International Exploration Mer* 36 : 136 - 143.
- Avilés, S & E. Lozada. 1975. Estudio histológico del ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en Punta Saliente, Coquimbo. *Boletín Sociedad Biología de Concepción*, XLIV: 207-218
- Beverton, R.J. H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamic of exploited fish populations. *Fisheries Investigations Ministry Agriculture Fisheries and Food G. B. (2 sea fisheries)* 19 : 533 p.
- Brey, T. & D. Pauly. 1986. A user' 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.
- Bustos, E., H. Robotham, E. Lara & M.E. Pacheco. 1986. Edad y crecimiento de *Concholepas concholepas* y consideraciones a la aplicación de la ecuación de von Bertalanffy (Gastropoda-Muricidae). *Investigación Pesquera (Chile)* 33 : 33-45.

- Cochran, W.G. 1977. Técnicas de muestreo. John Wiley & Sons, Inc. 513 p.
- 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.
- Giese, A. & C. Pearse, C. 1974. Introduction. General Principles in: "Reproduction of Marine Invertebrates" (A. Giese and C. Pearse, eds) Vol 1: 1-49. Academic Press New York.
- 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.
- Jaramillo, R. 1993. Gametic cycle of the Chiloe scallop (*Chlamys amandi*) J. Shellfish Research, 12 (1) : 59-64.
- Jaramillo, R & O Garrido. 1990. Ciclo reproductivo de *Chorus giganteus* (Gastropoda: Muricidae) en la Bahía de Corral, Valdivia. *Biol Pesq.*, 19: 49-53.
- Lépez, I. 1981. Ciclo reproductivo y fecundidad del caracol *Chorus giganteus* (Lesson, 1829). Informe final proyecto Num 30807 Convenio Universidad de Concepción Subsecretaría de Pesca. Mimeografiado.
- Macdonald P.M.M. & P.E.J. Green. 1978. User's guide to program MIX: an interactive program for fitting mixtures of distributions. ICHTHUS DATA SYSTEMS. Canada. 58 pp.

- Macdonald P.D.M. & T.J. Pitcher. 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analysing distribution mixtures. Journal Fisheries Research Board of Canada 36 : 987-1001.
- Pauly, D. & N. David. 1980. An objective method for determining fish growth from length frequency data. ICLARM Newsletter 3 (3) : 13-15.
- Prince, J.D., T.L. Sellers, W.B. Ford & S.R. Talbot. 1988. Recruitment, growth, mortality and population structure in a southern Australian population of *Haliotis rubra* (Mollusca: Gastropoda). Marine Biology 100 : 75 - 82.
- Ramírez, J. 1981. Moluscos de Chile. Archaeogastropoda. Vol. 1. Museo Nacional de Historia Natural. Santiago. Chile. 149 p.
- Ramorino, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. Revista de Biología Marina Valparaíso, 15 (2) : 149-177.
- Rikhter, V.A. & V.N. Efaniv. 1976. On the approaches to estimation of natural mortality of fish population. ICNAF Research Document Doc. 76/MI/8: 12 p.
- Sastry, A.N. 1979. Pelecypoda (excluding Ostreidae) In: Reproduction of Marine Invertebrates. (A. Giese and C. Pearse, eds) Vol 5: 113-292. Academic Press New York.
- Somerton, D.A. 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences 37 : 1488 - 1494.
- Taylor, C. 1958. Cod Growth and Temperature. Journal CIEM 23 (3) : 366 - 370.

-
- van Sickle, J. 1977. Mortality rates from size distributions. The application of a conservation law. *Oecologia* 27 : 311 - 318.
- Vera, M. R. 1995. Ciclo reproductivo de *Xanthochorus cassidiformis*. Tesis para optar al Título de Profesor de Biología, Química y Ciencias Naturales. Universidad Austral de Chile. 37 pp
- Wetherall, J.A. 1986. A new method for estimating growth and mortality parameters from length frequency data. *Fishbyte* 4 (1) : 12 - 14.
- Yamaguchi, M. 1975. Shell growth parameter from growth rate data. Problems with marine sedentary invertebrates. *Oecologia* 20 : 321 -332.

T A B L A S

Tabla 1. Estadísticas de desembarque entre los años 1990 - 1995 de los caracoles piquilhue y trophon en la región de Magallanes y Antártica Chilena (A) . Se incluye desembarque hasta septiembre de 1996 por caleta en la XII región (B). Datos en toneladas. Fuente: SERNAPESCA.

A	1990	1991	1992	1993	1994	1995
PIQUILHUE	110	168	461	125	198	57
TROPHON	228	576	446	228	555	502

B	PIQUILHUE	TROPHON
Puerto Edén	---	---
Puerto Natales	---	---
Punta Arenas	8,52	13,28
Porvenir	32,7	442,58
Puerto Williams	---	---
TOTAL	41,22	455,86

Tabla 2. Fechas de muestreo en Bahía Gente Grande.

MUESTREO	FECHA
1	24/10/95 - 26/10/95
2	14/11/95 - 16/10/95
3	07/12/95 - 09/12/95
4	24/01/96 - 31/01/96
5	21/02/96 - 23/02/96
6	20/03/96 - 22/03/96
7	20/04/96 - 30/04/96
8	13/05/96 - 15/05/96
8	19/06/96 - 21/06/96
10	29/07/96 - 31/07/96
11	19/08/96 - 21/08-96
12	02/09/96 - 04/09/96

Tabla 4. Frecuencia en porcentaje de madurez gonadal mensual por sexo en caracol trophon. Se incluye tamaño de muestra (n)

MES	HEMBRAS				n
	INMADURO	MADURO	MADUREZ MAXIMA	REGRESION	
OCTUBRE	2,7	2,7	86,5	8,1	37
NOVIEMBRE	33,9	1,7	6,8	57,6	59
DICIEMBRE	16,0	0,0	12,0	72,0	75
ENERO	17,4	4,3	47,8	30,4	23
FEBRERO	72,7	0,0	18,2	9,1	33
MARZO	15,0	5,0	75,0	50	40
ABRIL	50,0	0,0	50,0	0,0	42
MAYO	80,0	0,0	17,1	2,9	35
JUNIO	2,1	10,4	79,2	8,3	48
JULIO	19,6	2,0	72,5	5,9	51
AGOSTO	1,6	0,0	98,4	0,0	64
SEPTIEMBRE	16,7	2,1	81,3	0,0	48

MES	MACHOS				n
	INMADURO	MADURO	MADUREZ MAXIMA	REGRESION	
OCTUBRE	0,0	0,0	100,0	0,0	7
NOVIEMBRE	0,0	2,5	52,5	45,0	40
DICIEMBRE	0,0	0,0	71,0	29,0	31
ENERO	2,0	5,9	41,2	51,0	51
FEBRERO	0,0	5,4	64,9	29,7	37
MARZO	0,0	0,0	97,1	2,9	34
ABRIL	5,9	0,0	94,1	0,0	17
MAYO	0,0	0,0	40,7	59,3	27
JUNIO	0,0	14,6	62,5	22,9	48
JULIO	1,5	23,5	26,5	48,5	68
AGOSTO	0,0	53,8	25,6	20,5	39
SEPTIEMBRE	0,0	25,0	45,8	29,2	24

Tabla 5. Estadísticas del índice gonadosomático (IGS) promedio por sexo, estimados mensualmente para el caracol trophon. Se incluyen varianza (s^2), tamaño de muestra (n) y nivel de significancia (p) según prueba de Mann Whitney para la comparación entre sexos (* = diferencia significativa).

	HEMBRAS			MACHOS			p
	IGS	s^2	n	IGS	s^2	n	
OCTUBRE	13,96	7,87	36	16,59	8,99	7	0,056
NOVIEMBRE	12,53	10,60	59	14,83	5,98	40	0,0006*
DICIEMBRE	16,22	14,20	75	17,63	15,36	30	0,085
ENERO	16,15	6,44	30	16,10	6,68	54	0,624
FEBRERO	16,51	7,88	75	15,95	11,29	78	0,220
MARZO	15,23	6,71	76	13,04	6,74	110	$6,7 \times 10^{-7}$
ABRIL	16,15	9,08	73	15,74	4,98	73	0,402
MAYO	16,21	2,42	79	16,50	3,12	84	0,451
JUNIO	16,11	5,56	110	16,29	10,14	82	0,919
JULIO	14,37	5,76	65	14,32	6,32	99	0,758
AGOSTO	14,76	3,95	126	15,23	5,00	67	0,127
SEPTIEMBRE	15,34	5,86	91	15,85	7,61	106	0,226

Tabla 6. Valores promedio (%) de cuatro lecturas por ejemplar de caracol trophon para estimar homogeneidad de madurez en la gónada. A = proximal; B = media; C = distal.

IND.	TIPO TEJIDO	SECCION			MEDIA
		A	B	C	
1	Epitelio	8	4	0	4,0
	Cél. Inmaduras	12	4	8	9,2
	Cel. Maduras	72	88	84	81,2
	Esp. Vacío	8	4	4	5,2
2	Epitelio	4	4	4	4,0
	Cel. Inmaduras	20	12	12	14,8
	cel. Maduras	68	76	76	73,2
	Esp. Vacío	8	8	8	8,0
3	Epitelio	8	0	4	4,0
	Cel. Inmaduras	0	8	8	5,2
	cel. Maduras	80	80	80	80,0
	Esp. Vacío	12	12	8	10,8
4	Epitelio	4	4	4	4,0
	Cel. Inmaduras	16	4	12	10,8
	Cel. Maduras	68	84	76	76,0
	Esp. Vacío	12	8	8	9,2
5	Epitelio	0	0	4	1,2
	Cel. Inmaduras	8	12	12	10,8
	Cel. Maduras	92	84	76	84,0
	Esp. Vacío	0	4	8	4,0

Tabla 7. Valores promedio en porcentaje para los diferentes estados de desarrollo gonadal en caracol trophon.

IND.	TIPO TEJIDO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1	Epitelio	4	12	55	9	11	11	21	10	9	15	6	2
	Cel. Inmaduras	15	43	12	16	17	14	9	9	7	2	3	2
	Cel. Maduras	75	29	19	56	63	58	66	75	82	84	88	80
	Esp. Vacío	7	16	15	19	10	17	4	5	2	1	2	16
2	Epitelio	7	15	28	9	8	13	12	4	10	7	5	3
	Cel. Inmaduras	21	21	7	26	25	11	2	1	6	2	1	3
	Cel. Madura	69	36	37	49	51	68	84	94	75	88	87	87
	Esp. Vacío	3	29	28	16	16	7	2	2	9	3	7	7
3	Epitelio	5	15	43	8	12	9	11	10	12	6	5	1
	Cel. Inmaduras	15	20	16	52	23	12	4	5	3	2	1	3
	Cel. Maduras	72	45	28	33	44	71	80	79	79	84	92	90
	Esp. Vacío	16	20	13	7	24	8	5	6	6	7	2	6
4	Epitelio	5	36	27	9	12	15	8	6	12	5	3	7
	Cel. Inmaduras	12	17	5	35	30	15	12	11	1	6	1	2
	Cel. Maduras	75	29	28	50	51	60	71	77	85	82	92	84
	Esp. Vacío	8	17	41	6	7	10	9	6	2	7	4	7
5	Epitelio	5	24	24	12	10	13	7	11	9	9	9	2
	Cel. Inmaduras	12	17	11	13	18	7	19	10	6	6	2	4
	Cel. Maduras	80	47	41	60	66	69	73	72	84	83	86	82
	Esp. Vacío	3	12	24	15	6	11	1	6	1	2	2	12
6	Epitelio	8	27	24	10	19	9	12	13	10	3	4	5
	Cel. Inmaduras	9	25	11	19	19	14	5	10	3	2	4	0
	Cel. Maduras	72	33	25	53	58	68	79	70	83	84	84	94
	Esp. Vacío	11	15	40	14	3	9	4	7	4	8	8	1
7	Epitelio	1	41	35	14	20	5	8	4	12	8	3	4
	Cel. Inmaduras	13	20	19	17	23	8	10	7	7	4	5	0
	Cel. Maduras	79	28	19	60	49	85	72	86	79	81	84	84
	Esp. Vacío	7	20	28	9	8	2	10	3	2	7	7	12
8	Epitelio	5	28	25	8	32	6	14	8	10	6	8	4
	Cel. Inmaduras	9	12	11	15	7	12	12	12	0	4	2	3
	Cel. Maduras	76	36	44	75	59	77	62	78	84	79	81	87
	Esp. Vacío	9	23	20	2	2	5	12	2	6	12	8	6
9	Epitelio	3	24	19	10	16	3	4	10	10	7	6	7
	Cel. Inmaduras	20	16	5	13	15	9	12	9	6	2	1	3
	Cel. Maduras	71	35	40	63	59	81	81	75	83	85	87	82
	Esp. Vacío	7	24	37	14	10	7	3	6	1	6	6	6
10	Epitelio	0	17	19	9	9	7	8	13	10	3	5	2
	Cel. Inmaduras	12	29	9	17	11	6	15	10	5	1	3	2
	Cel. Maduras	84	29	32	57	70	82	73	69	84	83	76	86
	Esp. Vacío	4	24	40	17	10	5	2	8	1	13	16	10

Tabla 8. Frecuencia de individuos por talla utilizados para la estimación de la talla de primera madurez en caracol trophon.

HEMBRAS					
PUNTO CENTRAL(mm)	FRECUENCIA INMADURO	FRECUENCIA MADURO	FRECUENCIA MADMAX	FRECUENCIA REGRESION	PROPORCION MADUROS
35,5	2	0	0	0	0,00
39,5	7	0	0	0	0,00
43,5	16	2	0	1	0,16
47,5	23	0	3	0	0,12
51,5	17	1	1	1	0,15
55,5	16	2	3	2	0,30
59,5	5	2	7	0	0,64
63,5	6	0	16	1	0,74
67,5	6	1	20	0	0,18
71,5	7	1	33	2	0,84
75,5	6	4	35	1	0,87
79,5	4	1	31	1	0,89
83,5	3	0	20	0	0,87
87,5	0	1	14	1	1,00
91,5	0	0	7	0	1,00
95,5	0	0	3	1	1,00

MACHOS					
PUNTO CENTRAL(mm)	FRECUENCIA INMADURO	FRECUENCIA MADURO	FRECUENCIA MADMAX	FRECUENCIA REGRESION	PROPORCION MADUROS
35,5	5	1	0	0	0,17
39,5	1	0	3	0	0,75
43,5	4	4	10	5	0,83
47,5	1	13	11	4	0,97
51,5	1	15	25	1	0,98
55,5	1	14	13	6	0,97
59,5	0	9	17	14	1,00
63,5	0	5	15	5	1,00
67,5	1	9	7	13	0,97
71,5	0	6	8	16	1,00
75,5	0	7	5	11	1,00
79,5	0	1	3	8	1,00
83,5	0	0	2	3	1,00
87,5	0	1	0	1	1,00
91,5	0	1	0	0	1,00
95,5	0	0	0	1	1,00

Tabla 9 Resultados obtenidos para talla de madurez sexual (TMS) en caracol trophon. Se incluyen edad de madurez sexual (EMS), coeficientes de la función logística ajustada, coeficiente de determinación (r^2), punto central del rango de talla analizado (mm) y tamaño de la muestra (n)

	TMS (mm)	EMS (años)	ln a	b	r^2	RANGO	n
HEMBRAS	60,2	3,4	7,243	-0,12122	0,879	43,5-83,5	11
MACHOS	38,5	2,0	12,253	-0,31814	0,892	35,5-55,5	6

Tabla 10. Caracol trophon. Proporción de sexos mensual (TOTAL) y en tres intervalos de clases del largo de la concha. (mm) Se incluye evaluación según una prueba de χ^2 . En todos los casos 1 grado de libertad y χ^2 tabulado 3,84. * = diferencia significativa.

NOVIEMBRE	HEMBRA S	MACHOS	χ^2	MAYO	HEMBRA S	MACHOS	χ^2
TOTAL	60	40	3,61	TOTAL	606	659	2,14
< 50	3	4	0,00	< 50	93	118	2,73
51 - 70	32	28	0,15	51 - 70	335	501	32,56*
> 70	25	8	7,75*	> 70	178	40	86,09*
DICIEMBRE				JUNIO			
TOTAL	75	31	17,44*	TOTAL	419	448	0,90
< 50	1	3	0,25	< 50	1	1	
51 - 70	39	28	1,49	51 - 70	169	364	35,32*
> 70	35	0	33,03*	> 70	249	83	82,00*
ENERO				JULIO			
TOTAL	56	94	9,13*	TOTAL	377	563	36,41*
< 50	7	6	0,00	< 50	2	1	
51 - 70	49	70	3,36	51 - 70	32	131	58,92*
> 70	10	18	1,75	> 70	343	431	9,78*
FEBRERO				AGOSTO			
TOTAL	132	68	19,85*	TOTAL	430	249	47,71*
< 50	1	0		< 50	0	0	
51 - 70	71	52	2,63	51 - 70	119	197	18,76*
> 70	10	16	0,96	> 70	311	52	183,37*
MARZO				SEPTIEMBRE			
TOTAL	85	114	3,94*	TOTAL	559	695	14,53*
< 50	2	0		< 50	30	35	0,24
51 - 70	51	100	15,26*	51 - 70	172	477	142,39*
> 70	32	14	6,28*	> 70	357	183	55,42*
ABRIL				GLOBAL			
TOTAL	427	404	0,58	TOTAL	3186	3365	4,83*
< 50	1	2		< 50	141	170	2,52
51 - 70	143	367	97,51*	51 - 70	1212	2315	344,32*
> 70	283	35	191,85*	> 70	1833	880	334,06*

Tabla 11. Frecuencia numérica mensual en función del tamaño para caracol trophon. La información se presenta en intervalos de 3 mm. H= hembras; M= machos.

RANGO	OCT		NOV		DIC		ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		TOTAL						
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M					
37-39															1	1								1	1	2					
40-42															9	8								3	5	12	13				
43-45															27	16				1	1			5	6	33	25				
46-48															31	30								7	12	42	46				
49-51															41	72								20	15	72	103				
52-54															67	62								20	27	99	119				
55-57															38	61								23	31	87	199				
58-60															74	27								17	65	86	343				
61-63	1	1													28	100								29	17	65	86	343			
64-66	4	2													46	108								45	15	83	111	493			
67-69	2	3													74	77								52	40	119	365	485			
70-72	5	1													64	27								82	23	97	480	320			
73-75	5	5													56	14								76	19	67	50	444	273		
76-78	6	6													41	5								77	14	77	44	360	186		
79-81	4	5													9	1								54	1	71	15	281	110		
82-84	7	2													18									21	2	48	13	180	56		
85-87	2														8									15	1	31	6	128	15		
88-90															4									7	17		80	7			
91-93																								5	1	4		37	3		
94-96																										4		24			
97-99																															
100-102																															
103-105																															
106-108																															
TOTAL	36	7	59	36	75	30	28	56	78	76	81	110	426	389	589	649	419	448	377	563	430	249	559	695	315	330					

Tabla 12. Frecuencia numérica mensual en función del tamaño para caracol piquilhue. La información se presenta en intervalos de 5 mm.

RANGO	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
46-50	1										8	9
51-55								1				1
56-60		1									7	8
61-65						2	1	7			10	20
66-70			1		1	3	2	5			9	21
71-75					6		3	1			12	22
76-80	1	1			8	5	2	11	2		20	50
81-85	1	1	1		10	3	3	7	2		40	68
86-90	3		1		19	13	1	14	3	20	52	126
91-95	3	1	1	2	28	18	8	33	8	18	89	209
96-100	5	2			35	49	17	60	10	43	136	357
101-105	11	5	1	2	23	83	48	89	18	97	150	527
106-110	30	6	3	4	37	130	76	105	28	126	124	669
111-115	36	13	7	7	30	149	109	133	37	148	85	754
116-120	46	13	9	20	32	153	107	110	45	104	55	694
121-125	51	17	10	35	43	100	130	109	57	100	48	700
126-130	50	41	9	36	41	55	143	101	54	51	29	610
131-135	65	48	35	64	63	71	121	80	59	45	28	679
136-140	89	47	42	24	51	44	87	39	67	42	23	555
141-145	88	71	34	33	50	25	44	35	68	32	57	537
146-150	88	60	37	13	46	13	33	17	60	5	5	377
151-155	77	23	36	9	48	5	8	9	47	8	12	282
156-160	44	15	8	5	27	4	3		11	3	4	124
161-165	32	9	7	2	16	2		1	6	3	4	82
166-170	13	3	1	2	4	2			3		2	30
171-175	8	4			3					1	1	17
176-180	3				2							5
181-185												
186-190	1	1			1							3
191-195									1			1
TOTAL	746	382	243	258	624	929	946	967	586	846	1100	7537

Tabla 13. Frecuencia numérica mensual en función del tamaño para caracol picuyo. La información se presenta en intervalos de 5 mm.

RANGO	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
81-85						1						1
86-90												
91-95									2			2
96-100					1	1	1			3		6
101-105	1	2			1		1	1		3	1	10
106-110	2	4			1	1				2	1	11
111-115	2	3			1	6	1			1	1	15
116-120		2			1	7	3	1		2	3	19
121-125	3	4	1		5	12	5	5	2	6		43
126-130		1	1		3	19	6	12	3	5	5	55
131-135	2	5	4		12	21	17	20	7	4	5	97
136-140	5	6	5		7	12	10	14	17	4	6	88
141-145	2	11	3		16	10	12	6	9	6	4	79
146-150	4	3	11	12	7	3	9	10	11	6	4	83
151-155	1	1	6	20	6	1	5	2	11	9	1	62
156-160	1	1	5	13	6		3	1	3	8	1	36
161-165	2	3	6	9	3		2	2	3	2		32
166-170	3	3	2	3	3	1			1	2		18
171-175	2	1	2	3					1	1	1	11
176-180		1										1
181-185			1							1		2
186-190		1		1								2
TOTAL	30	52	47	61	73	95	75	74	70	63	33	673

Tabla 14. Estadística (DN) según prueba de Kolgomorov - Smirnov al comparar estructuras de tallas mensuales y global entre sexos, para caracol trophon. p= probabilidad aproximada. Datos ordenados en intervalos de clase de 3 mm. La muestra del mes de octubre no fue comparada por su tamaño y distribución (véase Tabla 15). *= diferencia significativa.

MES	DN	p
NOVIEMBRE	0,35	0,33
DICIEMBRE	0,54	0,046 *
ENERO	0,30	0,76
FEBRERO	0,27	0,66
MARZO	0,31	0,41
ABRIL	0,29	0,62
MAYO	0,22	0,76
JUNIO	0,30	0,33
JULIO	0,23	0,62
AGOSTO	0,25	0,44
SEPTIEMBRE	0,17	0,89
TOTAL	0,21	0,67

Tabla 15. Estadísticas de la estructura de tamaños por sexo de caracol trophon para cada uno de los meses de muestreo. D.E.= desviación estándar. N = tamaño muestra. Datos en mm.

HEMBRAS	MEDIA	D.E.	RANGO	n
Octubre	75,7	6,72	63 - 86	36
Noviembre	66,1	9,97	48 - 82	59
Diciembre	68,7	7,64	49 - 82	75
Enero	67,3	3,86	59 - 77	28
Febrero	69,5	5,29	57 - 89	78
Marzo	66,8	6,60	46 - 79	81
Abril	72,0	5,53	48 - 86	426
Mayo	62,3	11,43	39 - 88	589
Junio	73,3	9,21	50 - 107	419
Julio	80,4	7,56	45 - 107	377
Agosto	74,3	6,21	54 - 93	430
Septiembre	72,3	11,15	41 - 98	559

MACHOS	MEDIA	D.E.	RANGO	n
Octubre	66,8	2,87	63 - 71	7
Noviembre	61,2	9,06	43 - 76	36
Diciembre	57,0	5,01	47 - 64	30
Enero	65,9	4,96	57 - 82	56
Febrero	67,8	6,13	48 - 90	76
Marzo	63,5	5,67	50 - 79	110
Abril	63,2	4,81	49 - 78	389
Mayo	59,3	7,92	38 - 80	649
Junio	64,7	6,86	50 - 89	448
Julio	74,1	5,73	44 - 101	563
Agosto	66,4	5,96	51 - 92	249
Septiembre	65,9	8,17	37 - 91	695

Tabla 16. Estadísticas de la estructura de tamaños de los caracoles piquilhue y picuyo para cada uno de los meses de muestreo. D.E.= desviación estándar. n = tamaño muestra. Datos en mm.

PIQUILHUE	MEDIA	D.E.	RANGO	n
Noviembre	137,4	17,53	49 - 189	746
Diciembre	137,8	14,84	60 - 188	382
Enero	139,2	13,95	78 - 176	243
Febrero	132,4	11,87	92 - 167	228
Marzo	126,7	23,08	70 - 189	624
Abril	116,9	14,89	62 - 216	929
Mayo	123,3	13,72	65 - 157	946
Junio	116,3	16,04	53 - 162	967
Julio	131,7	16,74	77 - 193	586
Agosto	112,6	18,51	51 - 172	846
Septiembre	105,7	27,28	44 - 174	1010

PICUYO	MEDIA	D.E.	RANGO	n
Noviembre	141,2	20,18	105 - 174	30
Diciembre	137,2	19,01	101 - 189	52
Enero	150,5	12,41	125 - 181	47
Febrero	156,6	6,36	150 - 186	61
Marzo	141,2	14,54	97 - 170	73
Abril	130,1	11,47	85 - 166	95
Mayo	137,2	12,28	99 - 162	75
Junio	136,7	9,98	104 - 165	74
Julio	142,9	13,16	92 - 171	70
Agosto	137,4	19,19	97 - 181	63
Septiembre	134,9	14,33	103 - 174	33

Tabla 17. Estadísticas mensuales de la distribución de tamaños (mm) y peso (g) por sexos para caracol trophon. D.E. = desviación estándar. n = tamaño muestra. Para octubre solamente se dispuso de estructura de tallas de los desembarques.

TROPHON HEMBRAS	PROMEDIO		D. E.		RANGO		n
	TALL	PESO	TALL	PESO	TALLA	PESO	
OCTUBRE	60,5	43,1	6,33	13,13	64 - 86	32 - 82	35
NOVIEMBRE	66,3	39,6	9,94	21,54	48 - 82	10 - 98	58
DICIEMBRE	68,7	43,1	7,59	12,07	49 - 82	14 - 70	75
ENERO	64,1	38,9	9,71	17,39	35 - 80	3 - 68	66
FEBRERO	69,3	42,0	5,74	12,27	55 - 90	11 - 76	75
MARZO	67,8	41,9	7,89	13,05	46 - 91	9 - 79	79
ABRIL	72,6	55,8	4,33	10,78	59 - 88	20 - 88	73
MAYO	70,4	38,5	5,97	12,35	56 - 78	14 - 61	35
JUNIO	74,6	49,0	8,64	22,91	55 - 97	15 - 125	119
JULIO	80,2	69,7	9,29	23,11	45 - 107	10 - 138	71
AGOSTO	74,5	51,8	6,71	12,83	54 - 93	28 - 97	145
SEPTIEMBRE	68,4	38,0	10,70	12,48	47 - 93	9 - 101	60

TROPHON MACHOS	PROMEDIO		D. E.		RANGO		n
	TALL	PESO	TALL	PESO	TALLA	PESO	
OCTUBRE	66,8	37,7	2,66	5,99	63 - 71	26 - 46	7
NOVIEMBRE	61,2	29,4	8,95	14,43	43 - 76	7 - 59	40
DICIEMBRE	56,8	25,8	4,75	7,22	47 - 64	11 - 41	30
ENERO	65,0	39,1	9,04	16,04	34 - 82	4 - 70	94
FEBRERO	68,3	36,4	6,35	12,06	48 - 90	12 - 79	74
MARZO	63,5	31,8	5,66	8,53	50 - 79	11 - 56	109
ABRIL	61,0	34,4	3,83	6,53	53 - 75	23 - 54	72
MAYO	64,5	30,6	4,61	8,13	56 - 73	14 - 49	51
JUNIO	66,9	32,2	7,12	13,85	57 - 89	10 - 85	81
JULIO	73,4	50,7	4,94	11,01	61 - 91	24 - 89	129
AGOSTO	65,1	32,1	5,00	25,02	55 - 76	18 - 64	55
SEPTIEMBRE	66,7	34,1	8,50	12,93	46 - 88	9 - 72	140

Tabla 18. Estadísticas mensuales de la distribución de tamaños (mm) y peso (g) de los recursos piquilhue y pucyo. D.E. = desviación estándar. n = tamaño muestra. Para octubre solamente se dispuso de estructura de tallas de los desembarques.

PIQUILHUE	PROMEDIO		D. E.		RANGO		n
	TALL	PESO	TALL	PESO	TALLA	PESO	
OCTUBRE	---	---	---	---	---	---	---
NOVIEMBRE	135,5	159,7	17,62	49,49	73-174	34 - 356	299
DICIEMBRE	135,2	165,0	20,60	56,81	66-205	19 - 300	100
ENERO	139,8	181,8	11,87	46,10	92-166	54 - 340	100
FEBRERO	133,6	161,2	10,54	34,99	105-152	72 - 250	100
MARZO	146,8	222,0	12,88	51,73	95-174	69 - 345	100
ABRIL	131,0	162,5	14,45	51,36	99 - 169	76 - 343	113
MAYO	123,3	132,6	11,94	32,54	78 - 151	38 - 206	100
JUNIO	129,3	144,0	12,79	37,33	96 - 162	61 - 250	101
JULIO	138,7	167,9	15,11	48,64	93 - 165	49 - 271	100
AGOSTO	116,0	119,9	16,29	69,92	57 - 145	13 - 223	121
SEPTIEMBRE	103,3	85,6	16,20	35,18	49 - 145	9 - 191	111

PICUYO	PROMEDIO		D. E.		RANGO		n
	TALL	PESO	TALL	PESO	TALLA	PESO	
OCTUBRE	---	---	---	---	---	---	---
NOVIEMBRE	141,5	196,6	20,90	66,20	105-174	86 - 373	29
DICIEMBRE	137,3	215,4	17,53	77,66	101-171	78 - 379	50
ENERO	141,5	244,6	12,55	59,64	125-181	188 - 399	47
FEBRERO	156,6	220,7	7,31	25,28	150-186	198 - 328	61
MARZO	141,2	236,4	14,55	59,21	98-170	143 - 346	71
ABRIL	130,1	180,1	11,47	54,62	84 - 166	55 - 383	95
MAYO	137,2	206,7	12,28	52,14	99 - 162	83 - 356	75
JUNIO	136,7	182,6	9,98	34,46	104 - 165	91 - 274	74
JULIO	142,9	204,2	13,16	44,41	92 - 171	41 - 322	70
AGOSTO	136,4	205,3	18,46	60,23	97 - 172	70 - 345	62
SEPTIEMBRE	134,9	204,2	14,33	60,38	103 - 174	105 - 440	33

Tabla 19. Coeficientes de regresión y determinación (r^2) mensuales, del ajuste de un modelo potencial a la relación talla peso húmedo por sexos para caracol trophon. n= tamaño de muestra; e.e. = error estándar. Se incluye prueba t de Student para evaluar isometría ($b=3$) (prueba bilateral) t_c = t calculado; t_t = tabulado; *= diferencia significativa; P= alometría positiva; I= isometría; N= alometría negativa.

HEMBRAS	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	r^2	n	t_c	t_t
OCTUBRE	-7,86 \pm 0,914	2,73 \pm 0,211	0,835	35	-1,28 I	2,04
NOVIEMBRE	-12,71 \pm 0,605	3,87 \pm 0,144	0,927	58	6,04* P	2,00
DICIEMBRE	-7,56 \pm 0,444	2,66 \pm 0,105	0,898	75	-3,24* N	1,99
ENERO	-13,27 \pm 0,599	4,03 \pm 0,144	0,924	66	7,15* P	2,00
FEBRERO	-10,47 \pm 1,081	3,34 \pm 0,255	0,701	75	1,33 I	1,99
MARZO	-7,93 \pm 0,672	2,75 \pm 0,159	0,792	80	-1,57 I	1,99
ABRIL	-7,51 \pm 1,162	2,68 \pm 0,271	0,580	73	-1,18 I	1,99
MAYO	-13,22 \pm 1,233	3,95 \pm 0,290	0,849	35	3,28* P	2,03
JUNIO	-10,71 \pm 0,676	3,36 \pm 0,157	0,797	119	2,29* P	1,98
JULIO	-9,19 \pm 0,631	3,05 \pm 0,144	0,866	71	0,35 I	1,99
AGOSTO	-3,45 \pm 0,748	1,71 \pm 0,173	0,405	145	-7,46* N	1,96
SEPTIEMBRE	-9,56 \pm 0,579	3,10 \pm 0,137	0,898	60	0,73 I	2,00

MACHOS	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	r^2	n	t_c	t_t
OCTUBRE	-12,40 \pm 3,716	3,81 \pm 0,884	0,788	7	0,92 I	2,44
NOVIEMBRE	-11,36 \pm 0,572	3,55 \pm 0,139	0,945	40	3,96* P	2,02
DICIEMBRE	-10,24 \pm 1,316	3,33 \pm 0,326	0,788	30	1,01 I	2,04
ENERO	-11,91 \pm 0,617	3,71 \pm 0,148	0,871	94	4,80* P	1,98
FEBRERO	-10,47 \pm 0,968	3,32 \pm 0,299	0,744	74	1,40 I	1,99
MARZO	-9,01 \pm 0,593	2,99 \pm 0,143	0,804	109	-0,07 I	1,98
ABRIL	-6,78 \pm 0,791	2,51 \pm 0,192	0,708	72	-2,55* N	1,99
MAYO	-11,73 \pm 1,054	3,63 \pm 0,253	0,807	51	2,49* P	2,01
JUNIO	-10,12 \pm 1,171	3,21 \pm 0,278	0,628	81	0,76 I	1,99
JULIO	-7,89 \pm 0,711	2,74 \pm 0,165	0,684	129	-1,58 I	1,98
AGOSTO	-7,13 \pm 1,268	2,53 \pm 0,303	0,568	55	-1,55 I	2,01
SEPTIEMBRE	-8,78 \pm 0,436	2,91 \pm 0,104	0,851	139	-0,87 I	1,96

Tabla 20. Coeficientes de regresión y determinación (r^2) mensuales, del ajuste de un modelo potencial a la relación talla peso húmedo para los recursos piquilhue y picuyo.
 n= tamaño de muestra; e.e. = error estándar. Se incluye prueba t de Student para evaluar isometría ($b=3$) (prueba bilateral) t_c = t calculado; t_i = tabulado;
 *= diferencia significativa; P= alometría positiva; I= isometría;
 N= alometria negativa.

PIQUILHUE	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	r^2	N	t_c	t_i
OCTUBRE	---	---	---	---	---	---
NOVIEMBRE	$-6,48 \pm 0,298$	$2,35 \pm 0,061$	0,833	299	$-10,66^*N$	1,96
DICIEMBRE	$-7,00 \pm 0,551$	$2,45 \pm 0,112$	0,829	100	$-4,91^* N$	1,99
ENERO	$-9,02 \pm 0,611$	$2,87 \pm 0,123$	0,846	100	$-1,06 I$	1,99
FEBRERO	$-7,80 \pm 0,600$	$2,62 \pm 0,122$	0,823	100	$-3,11^* N$	1,99
MARZO	$-7,07 \pm 0,582$	$2,49 \pm 0,116$	0,823	100	$-4,40^* N$	1,99
ABRIL	$-7,88 \pm 0,578$	$2,65 \pm 0,118$	0,836	100	$-2,97^* N$	1,99
MAYO	$-7,48 \pm 0,439$	$2,56 \pm 0,091$	0,889	100	$-4,84^* N$	1,99
JUNIO	$-7,26 \pm 0,494$	$2,51 \pm 0,101$	0,865	101	$-4,85^* N$	1,99
JULIO	$-8,63 \pm 0,450$	$2,78 \pm 0,091$	0,904	100	$-2,42^* N$	1,99
AGOSTO	$-8,97 \pm 0,506$	$2,87 \pm 0,106$	0,859	121	$-1,23 I$	1,99
SEPTIEMBRE	$-8,19 \pm 0,346$	$2,71 \pm 0,074$	0,923	111	$-3,92^* N$	1,99

PICUYO	$\ln a \pm e.e.$	$b \pm e.e.$	r^2	N	t_c	t_i
OCTUBRE	---	---	---	---	---	---
NOVIEMBRE	$-5,11 \pm 0,951$	$2,09 \pm 0,192$	0,813	29	$-4,74^* N$	2,04
DICIEMBRE	$-8,56 \pm 0,601$	$2,82 \pm 0,122$	0,917	50	$-1,48 I$	2,02
ENERO	$-5,49 \pm 1,067$	$2,20 \pm 0,213$	0,703	47	$-3,76^* N$	2,02
FEBRERO	$-6,48 \pm 0,0001$	$2,35 \pm 0,00004$	1,000	61	$-16E3^*N$	2,00
MARZO	$-6,63 \pm 0,820$	$2,43 \pm 0,165$	0,757	71	$-3,45^* N$	2,00
ABRIL	$-9,25 \pm 0,713$	$2,95 \pm 0,146$	0,793	108	$-0,34 I$	1,99
MAYO	$-7,02 \pm 0,743$	$2,51 \pm 0,151$	0,790	75	$-3,25^* N$	1,99
JUNIO	$-5,76 \pm 0,796$	$2,22 \pm 0,162$	0,724	74	$-4,81^* N$	1,99
JULIO	$-6,98 \pm 0,794$	$2,47 \pm 0,160$	0,779	70	$-3,31^* N$	1,99
AGOSTO	$-6,45 \pm 0,810$	$2,35 \pm 0,170$	0,705	75	$-3,82^* N$	1,99
SEPTIEMBRE	$-6,02 \pm 0,912$	$2,31 \pm 0,186$	0,832	33	$-3,31^* N$	2,04

Tabla 21. Caracol trophon. Resultados del análisis de covarianza aplicado para evaluar mensualmente entre sexos, igualdad de pendientes (IP) e igualdad de pesos medios (IPM) en la relación talla peso húmedo ponderando la influencia de la variable independiente. F= razón de varianza de Fisher; g.l.=grados de libertad; p= probabilidad; *= diferencia significativa

	F	g.l.	p	F	g.l.	p
OCTUBRE	19,75	1-38	0,0000*	0,06	1-39	0,8062
NOVIEMBRE	11,97	1-94	0,0007*	0,34	1-95	0,5687
DICIEMBRE	106,41	1-101	0,0000*	0,05	1-102	0,8312
ENERO	0,15	1-156	0,7021	0,96	1-157	0,3396
FEBRERO	8,52	1-145	0,0000*	12,65	1-146	0,0005*
MARZO	58,30	1-185	0,0000*	31,96	1-186	0,0000*
ABRIL	359,83	1-141	0,0000*	1,19	1-142	0,2780
MAYO	30,16	1-82	0,0000*	4,10	1-83	0,0460*
JUNIO	61,47	1-196	0,0000*	0,01	1-197	0,9071
JULIO	91,87	1-196	0,0000*	13,27	1-197	0,0003*
AGOSTO	0,61	1-196	0,4424	4,99	1-133	0,0272*
SEPTIEMBRE	4,34	1-195	0,0378*	2,61	1-197	0,1079

Tabla 22. Parámetros del modelo de von Bertalanffy estimados para las tres especies de caracol estudiadas. Estimaciones efectuadas mediante programa MIX 2.3 L_{∞} = longitud infinita (mm); K = constante de crecimiento; t_0 = edad teórica cuando la longitud es cero (años). Se incluye error estándar.

RECURSO	L_{∞}	K	t_0	n
TROPHON HEMBRAS	127,2 ± 82,44	0,335 ± 0,3943	1,4617 ± 0,4839	3157
TROPHON MACHOS	87,7 ± 18,85	0,619 ± 0,6071	1,0938 ± 0,8869	3308
PIQUILHUE	179,4 ± 20,11	0,538 ± 0,2520	0,9178 ± 0,4178	7535
PICUYO	179,9 ± 11,66	0,702 ± 0,1738	1,1306 ± ,2711	673

Tabla 23. Estimadores de talla (mm) y edad (años) críticas para cada recurso estudiado.

	Talla crítica	Edad crítica
TROPHON HEMBRAS	86,9	4,94
TROPHON MACHOS	63,6	3,17
PIQUILHUE	119,5	2,95
PICUYO	119,9	2,70

Tabla 24. Estimadores de mortalidad total (Z) y mortalidad natural (M) logrados en los tres recursos estudiados. M1 = estimada según Rikhter & Efanov; M2 = estimada según Taylor; M3 = estimada según Alagaraja; M4 = estimación según la curva de captura; Z1 = estimada a partir de la curva de captura; Z/K = y L_{∞} (longitud infinita) estimadas con el método de Wetherall.

	MORTALIDAD NATURAL				MORTALIDAD TOTAL		L_{∞}
	M1	M2	M3	M4	Z	Z/K	
TROPHON HEMBRAS	0,475	0,393	0,437	0,494	1,596	4,820	113,4
TROPHON MACHOS	0,768	0,801	0,778	0,829	1,232	3,170	99,0
PIQUILHUE	---	0,647	0,710	0,618	1,128	1,781	188,3
PICUYO	---	0,951	0,850	---	---	---	---

FIGURAS

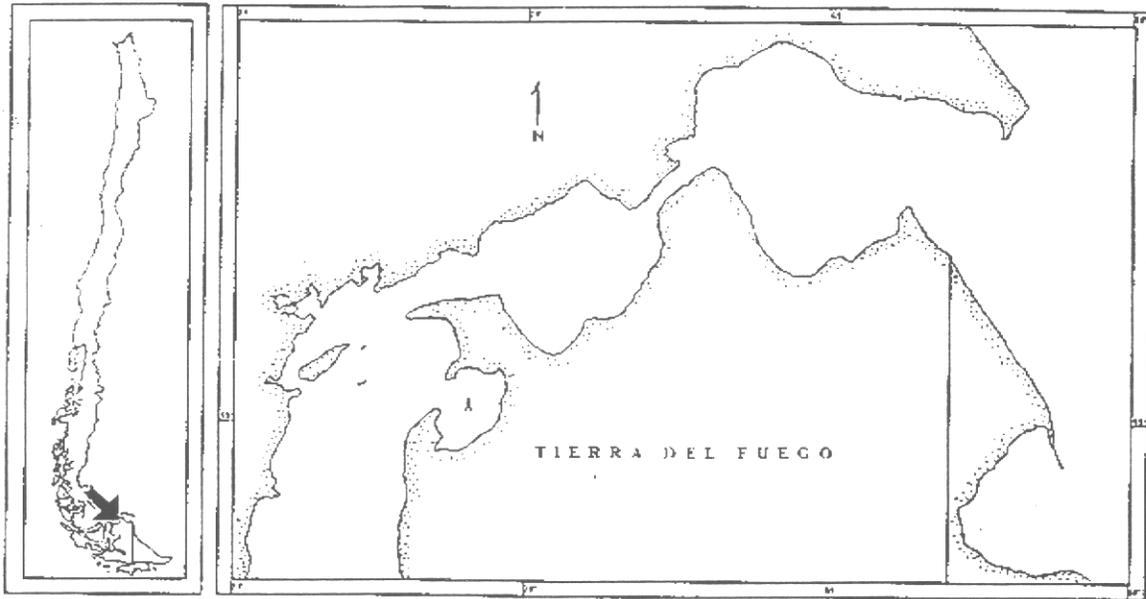


Fig. 1. Bahía Gente Grande (A): área de muestreo.

IGS CARACOL TROPHON HEMBRAS Y MACHOS

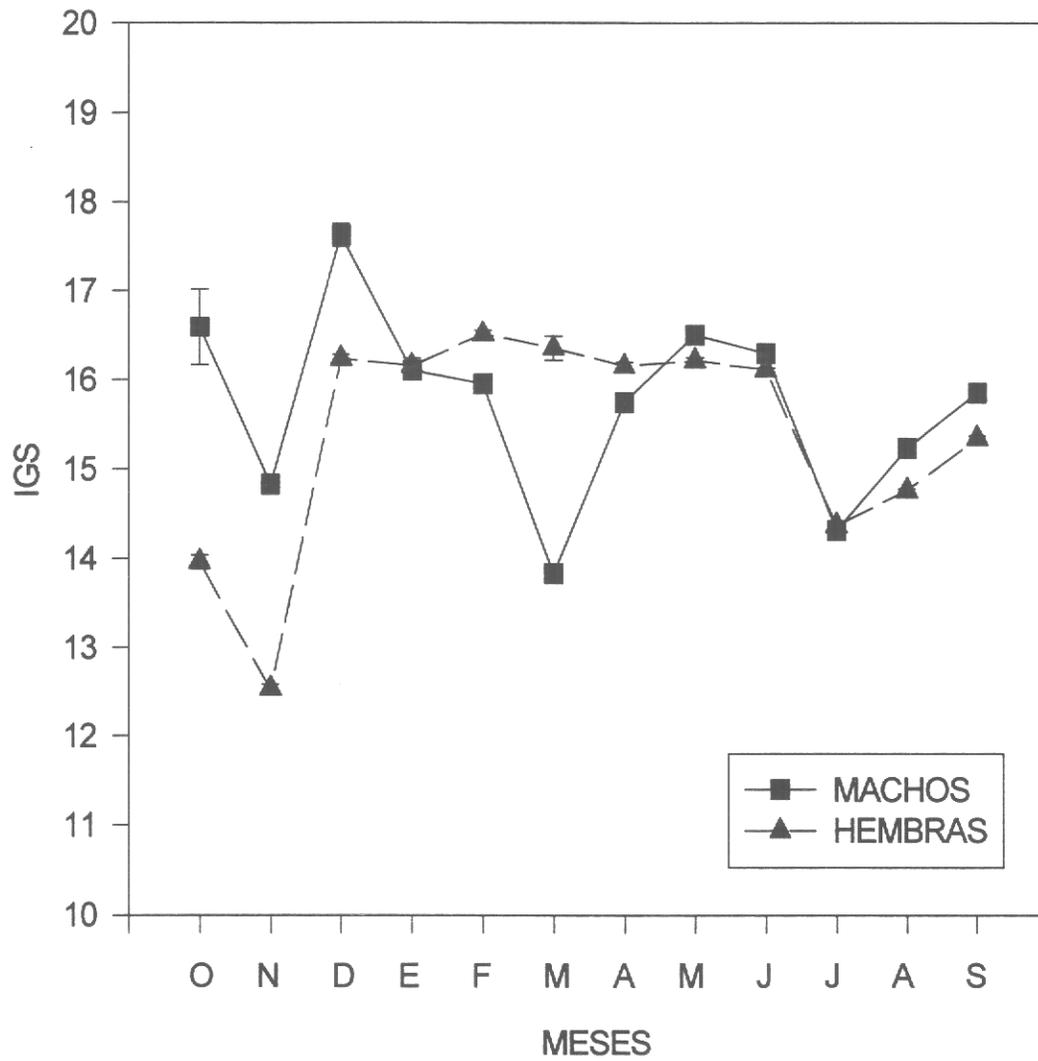


Fig. 2. Índice gonadosomático (IGS) promedio mensual para caracol trophon. Se incluye error estándar.

INDICE GAMETICO CARACOL TROPHON

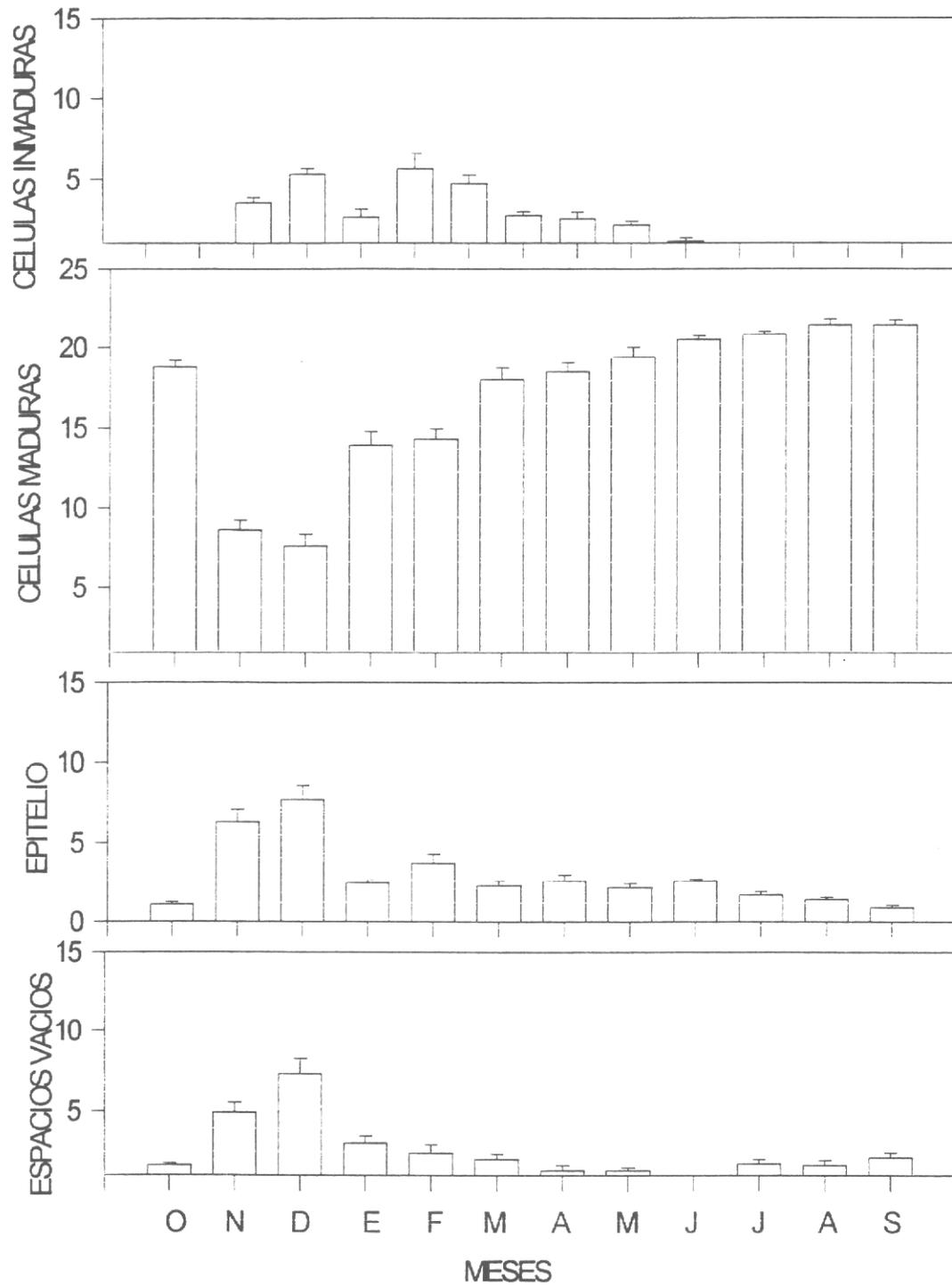
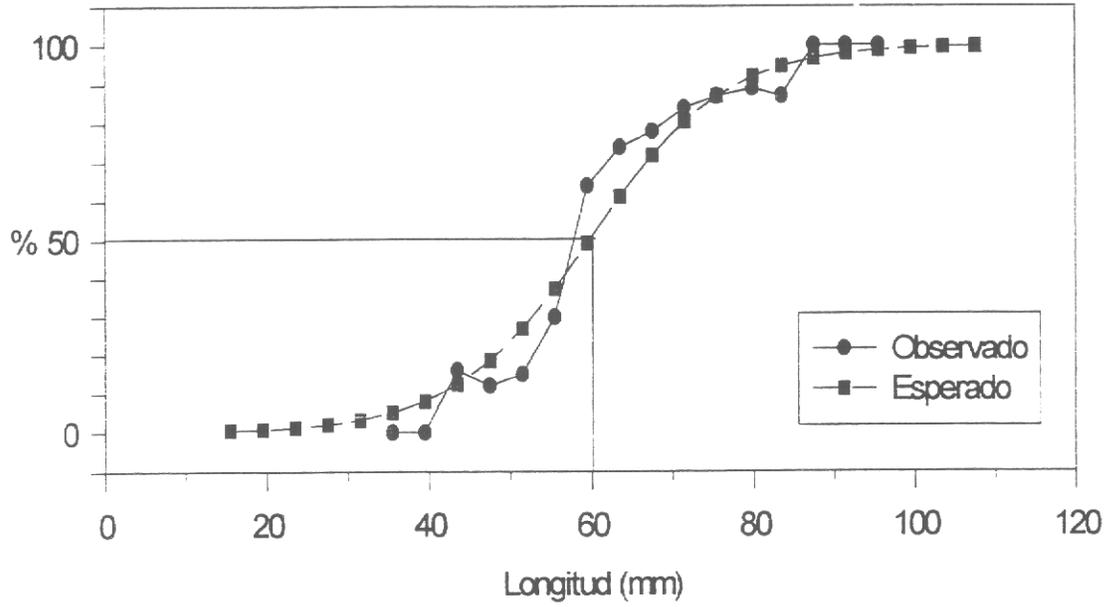


Fig. 3. Índice gamético (IG) promedio mensual para hembras de caracol trophon. Se incluye error estándar.

CARACOL TROPHON HEMBRAS



CARACOL TROPHON MACHOS

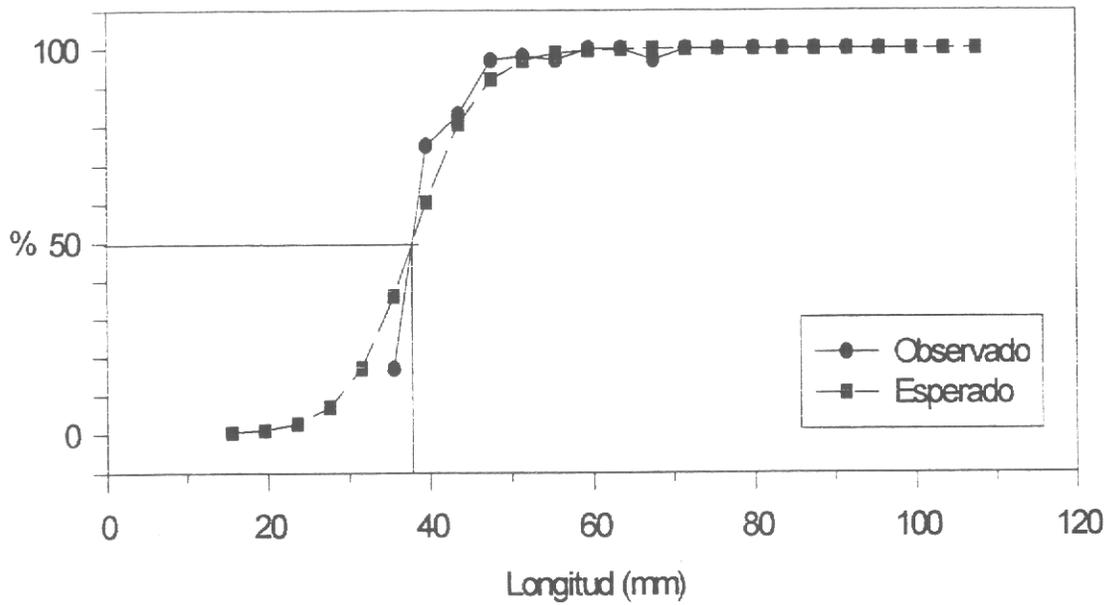


Fig.4. Curva logística ajustada al porcentaje de ejemplares maduros en función del tamaño. La línea vertical marca la talla correspondiente al 50% de individuos en madurez sexual.

ESTRUCTURA DE TAMAÑO GLOBAL CARACOL TROPHON

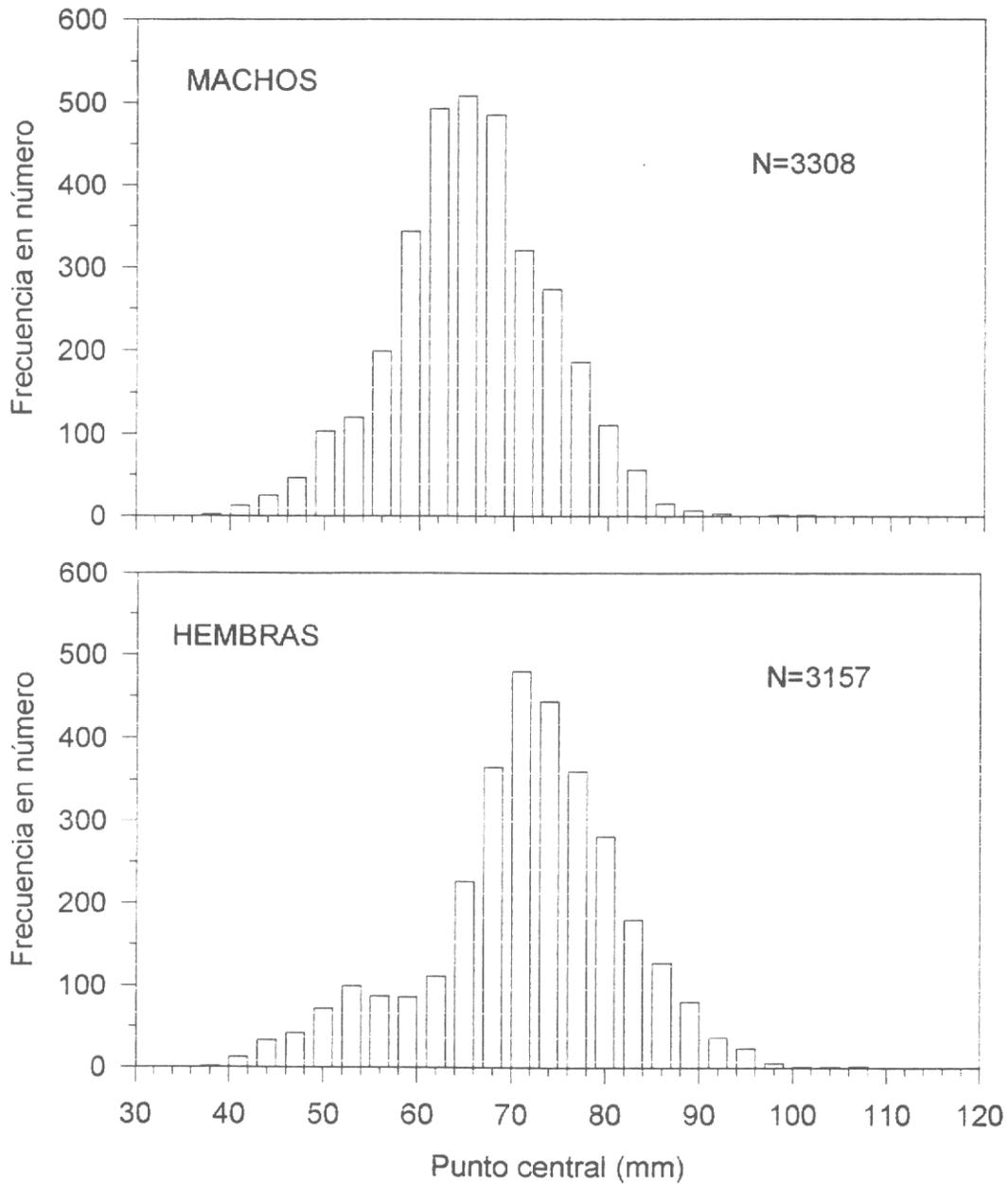
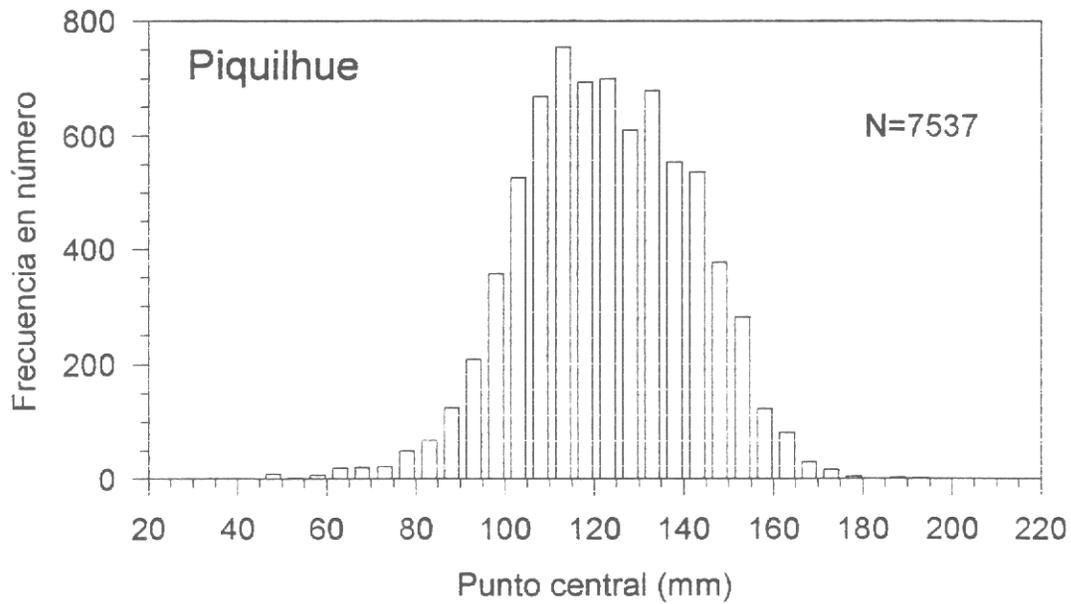


Fig.5. Distribución de frecuencia de tallas global por sexos para caracol trophon en intervalos de 3 mm de largo de la concha.

ESTRUCTURA DE TAMAÑO GLOBAL CARACOL PIQUILHUE



ESTRUCTURA DE TAMAÑO GLOBAL CARACOL PICUYO

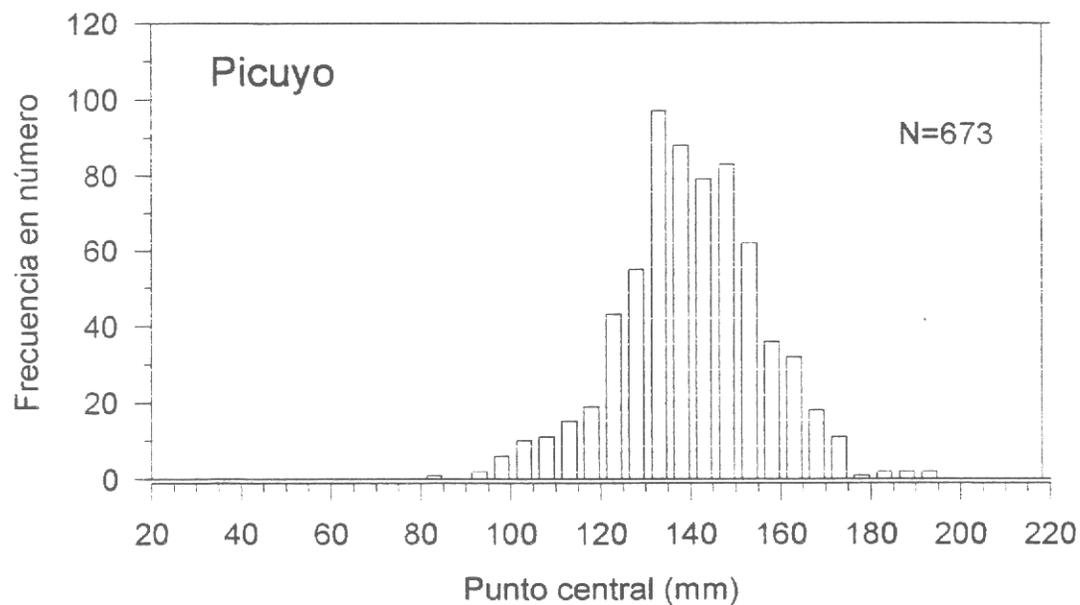


Fig.6. Distribución de frecuencia de tallas global para los caracoles piquilhue y picuyo. Datos en intervalos de 5 mm de largo de la concha.

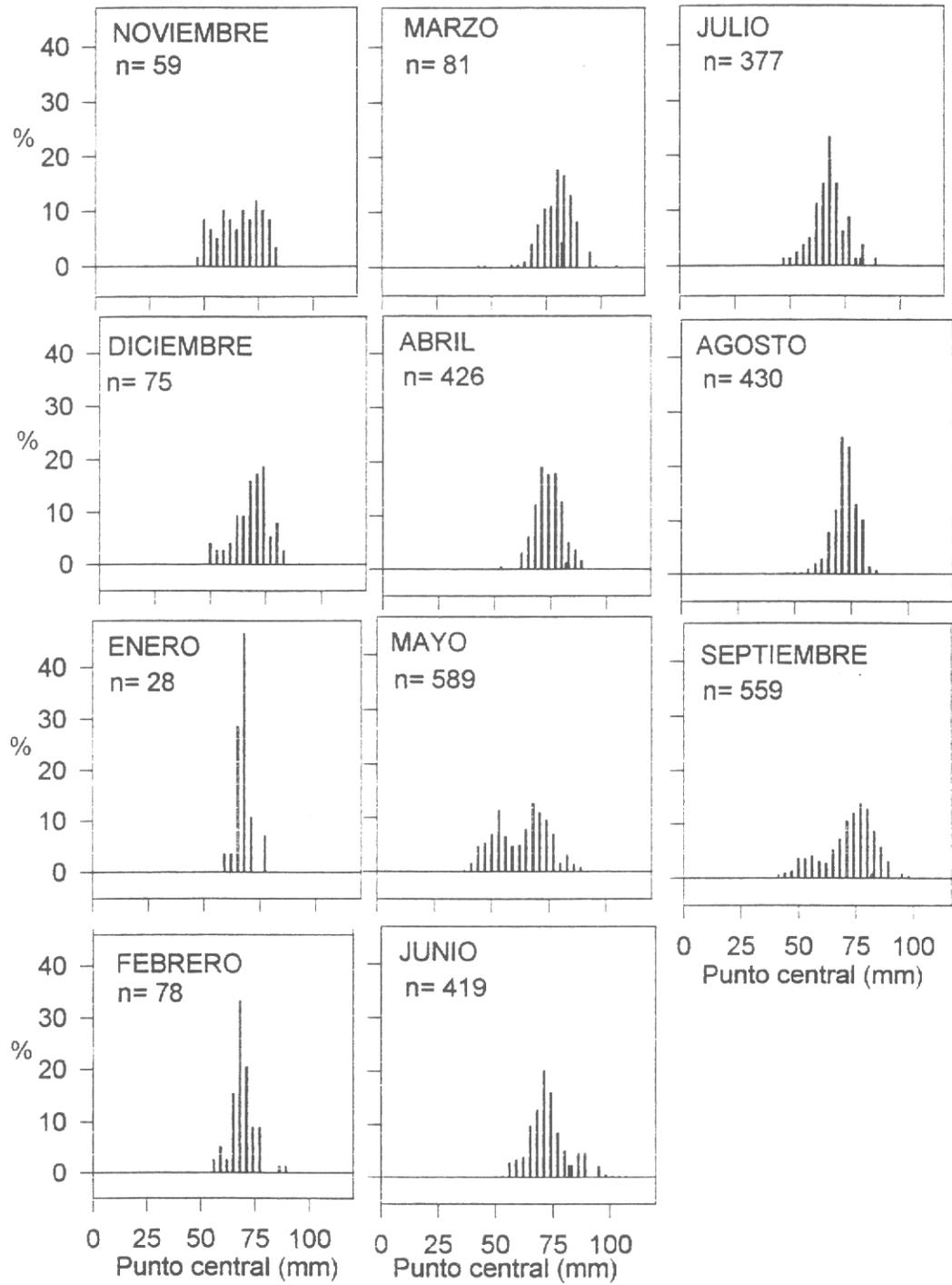


Fig. 7. Estructuras de tamaño mensuales para hembras de caracol trophon. Datos en intervalos de 3 mm.

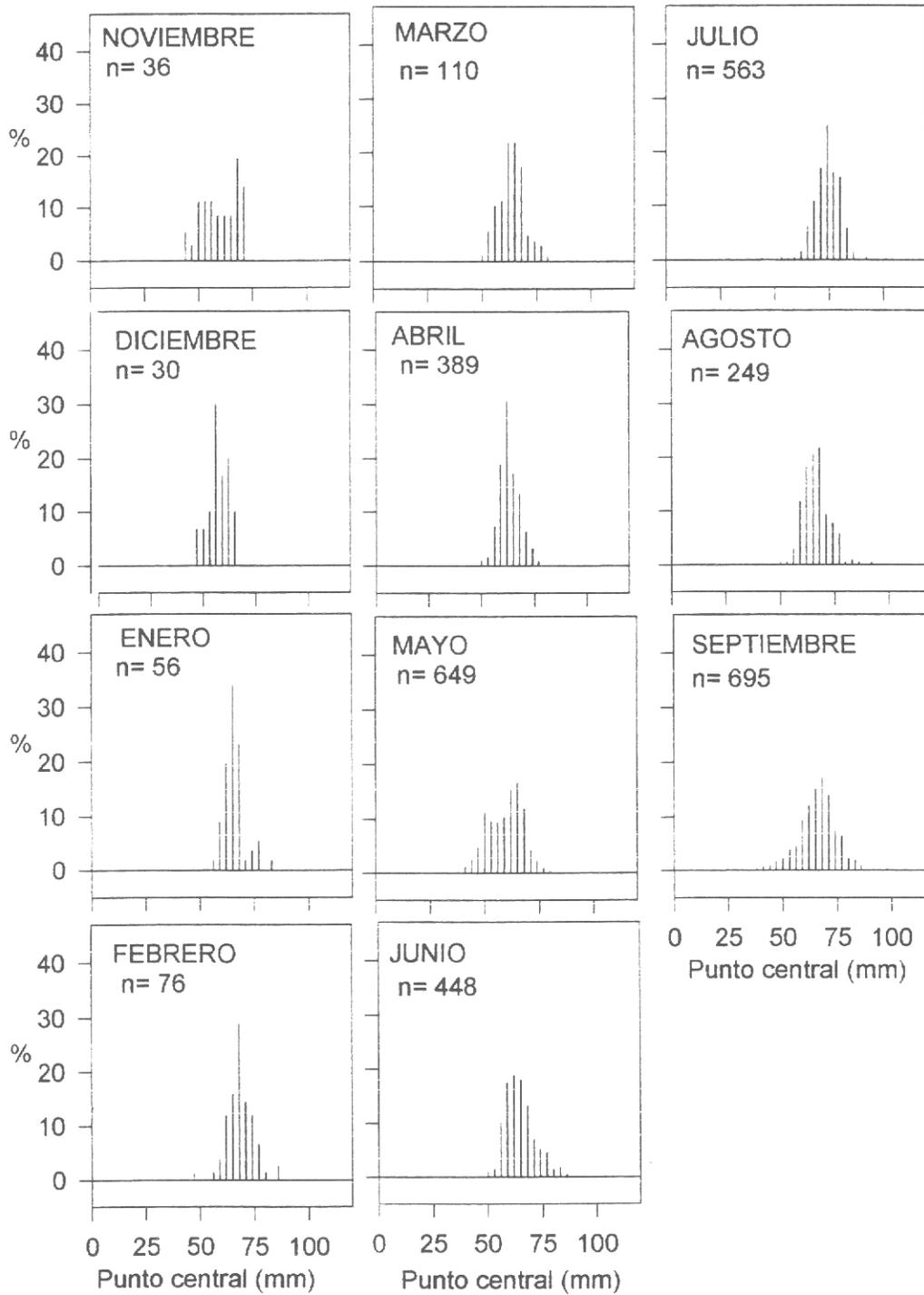


Fig. 8. Estructuras de tamaño mensuales para machos de caracoi trophon. Datos en intervalos de 3 mm.

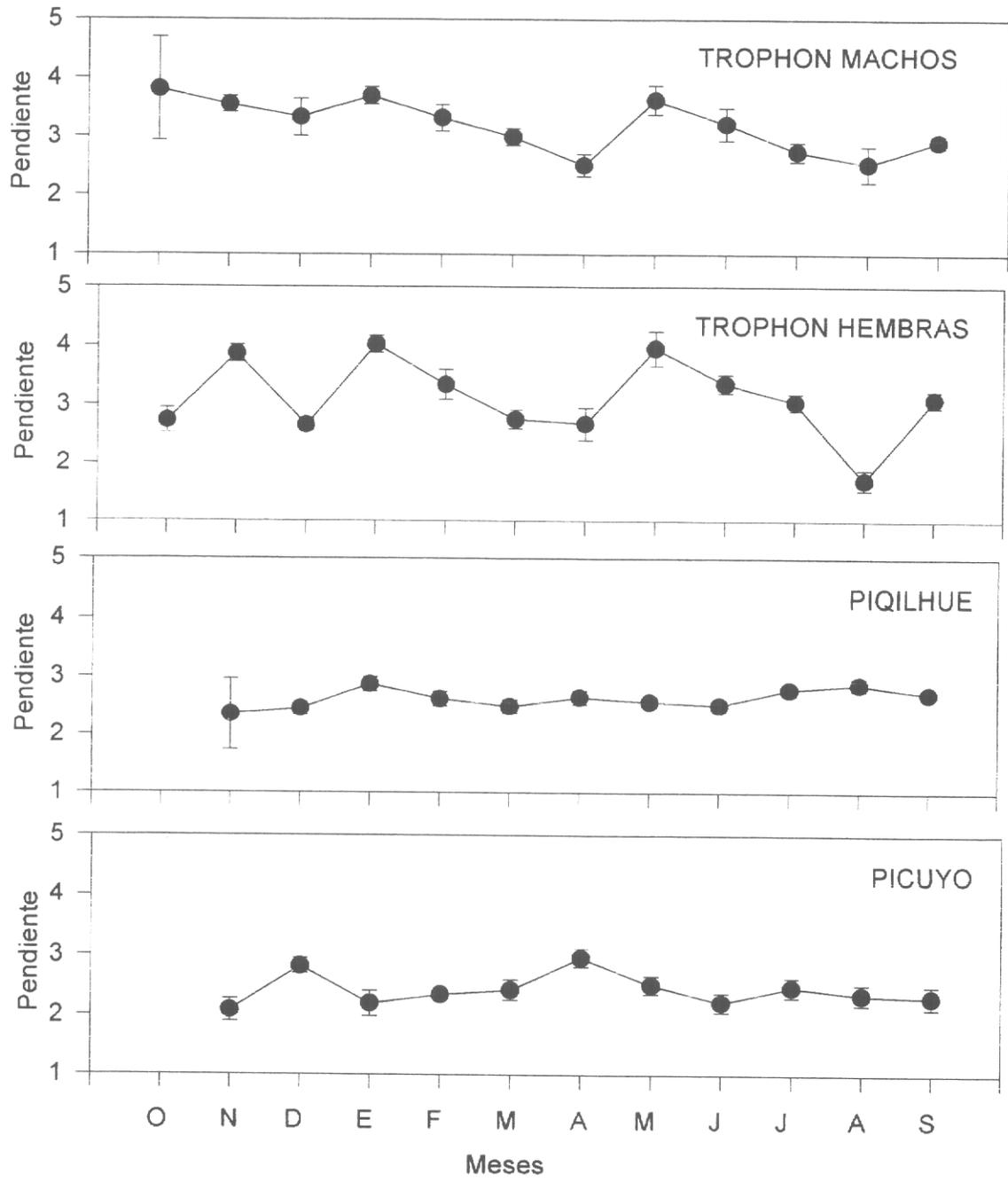
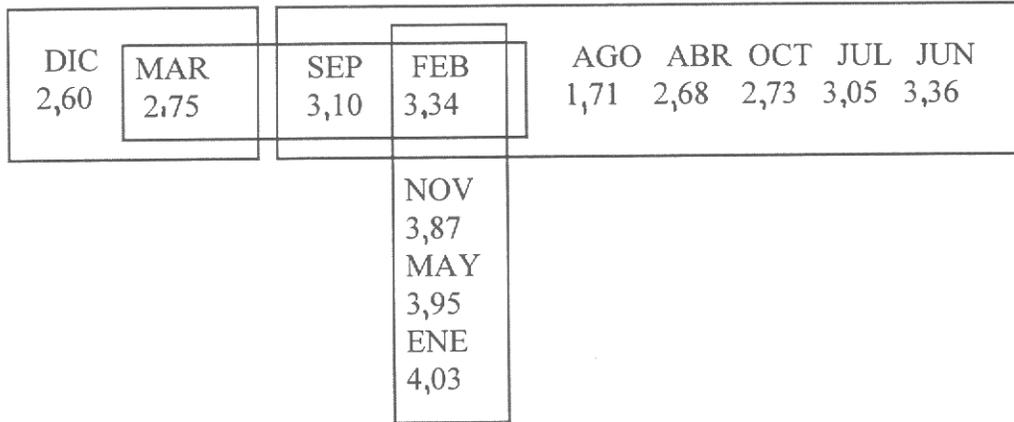


Fig. 9. Variación temporal de las estimaciones de la pendiente en la relación talla.- peso (modelo potencial) en los tres recursos estudiados. Se incluye error estándar.

TROPHON HEMBRAS (PENDIENTES)



TROPHON MACHOS (PENDIENTES)

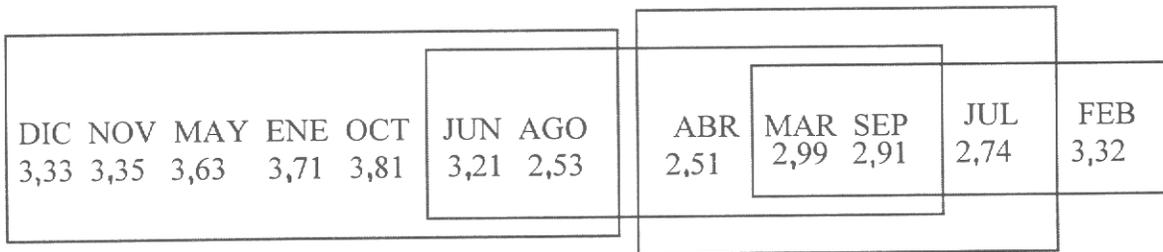


Fig. 10a. Caracol trophon: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple a posteriori de la pendiente (b) de la relación talla - peso. Se incluyen valores estimados de (b).

CARACOL PIQUILHUE (PENDIENTES)

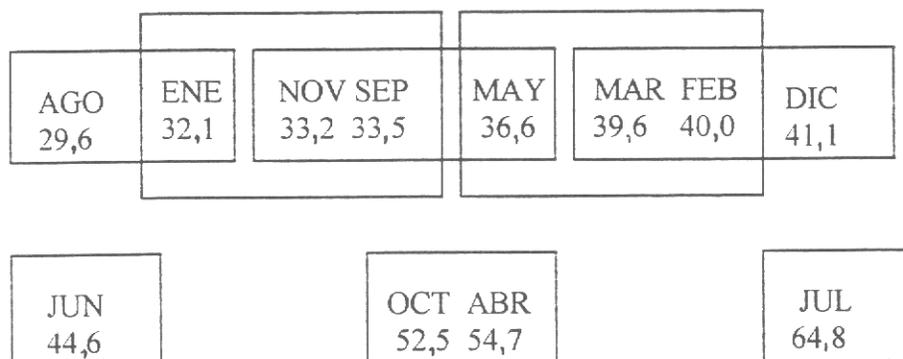
ABR 2,65	DIC 2,45	NOV 2,35	JUN 2,51	MAR 2,49	MAY 2,56	FEB 2,62	JUL 2,78	ENE 2,87	SEP 2,71	AGO 2,87
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

CARACOL PICUYO (PENDIENTES)

SEP 2,31	JUN 2,22	ENE 2,20	NOV 2,09	ABR 2,95	DIC 2,82	MAR 2,43	JUL 2,47	MAY 2,51	FEB 2,35	AGO 2,35
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Fig. 10b. Caracoles piquilhue y picuyo: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple a posteriori de la pendiente (b) de la relación talla - peso. Se incluyen valores estimados de (b).

TROPHON HEMBRAS (PESOS MEDIOS)



TROPHON MACHOS (PESOS MEDIOS)

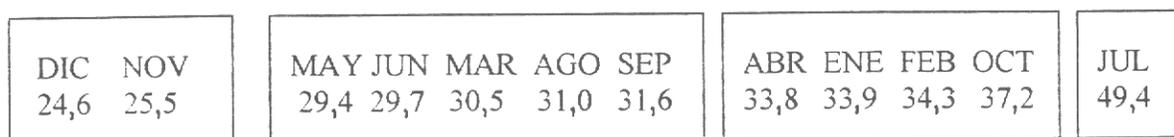
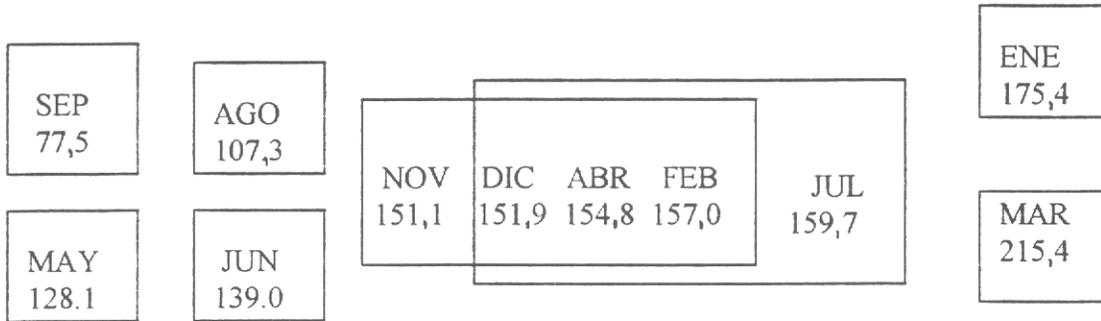


Fig. 11a. Caracol trophon: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple a posteriori de los pesos medios. Se incluyen los pesos medios (g) retransformados de logaritmo natural.

CARACOL PIQUILHUE (PESOS MEDIOS)



CARACOL PICUYO (PESOS MEDIOS)

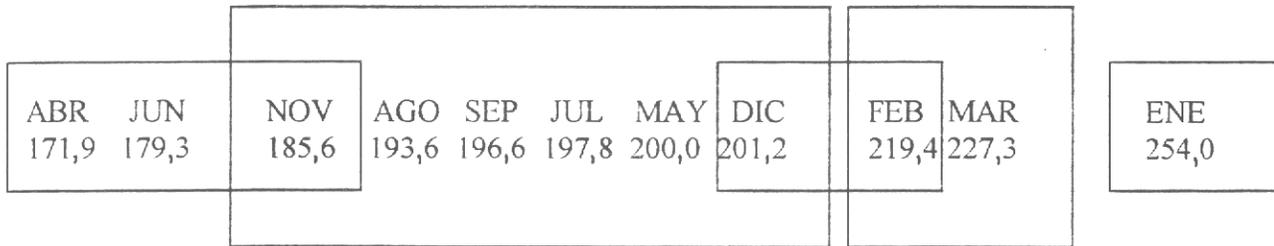


Fig. 11b. Caracoles piquilhue y picuyo: grupos homogéneos definidos luego de una comparación múltiple a posteriori de los pesos medios. Se incluyen los pesos medios (g) retransformados de logaritmo natural.

CARACOL TROPHON

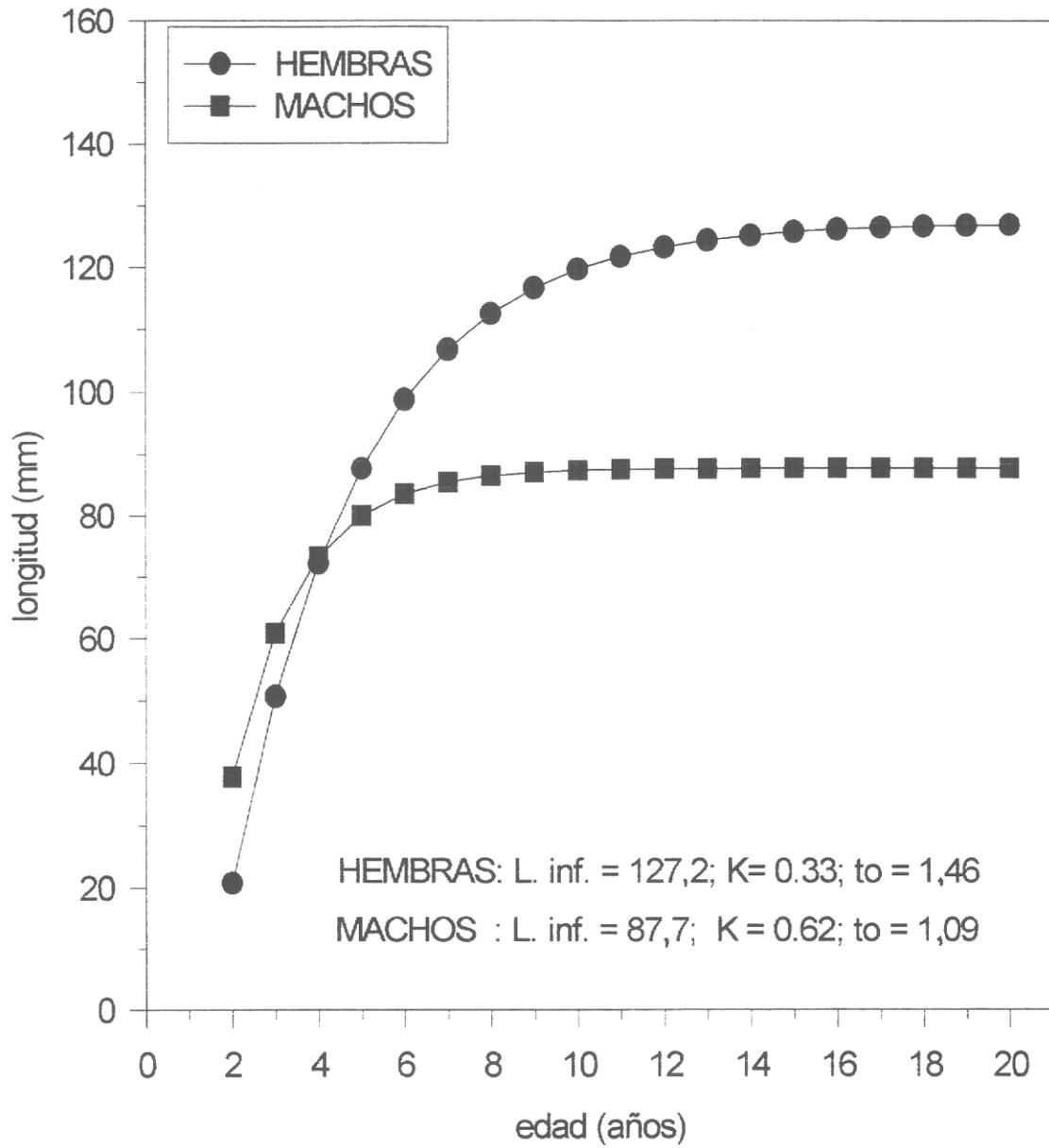


Fig.12. Caracol Trophon: curvas de crecimiento para machos y hembras.

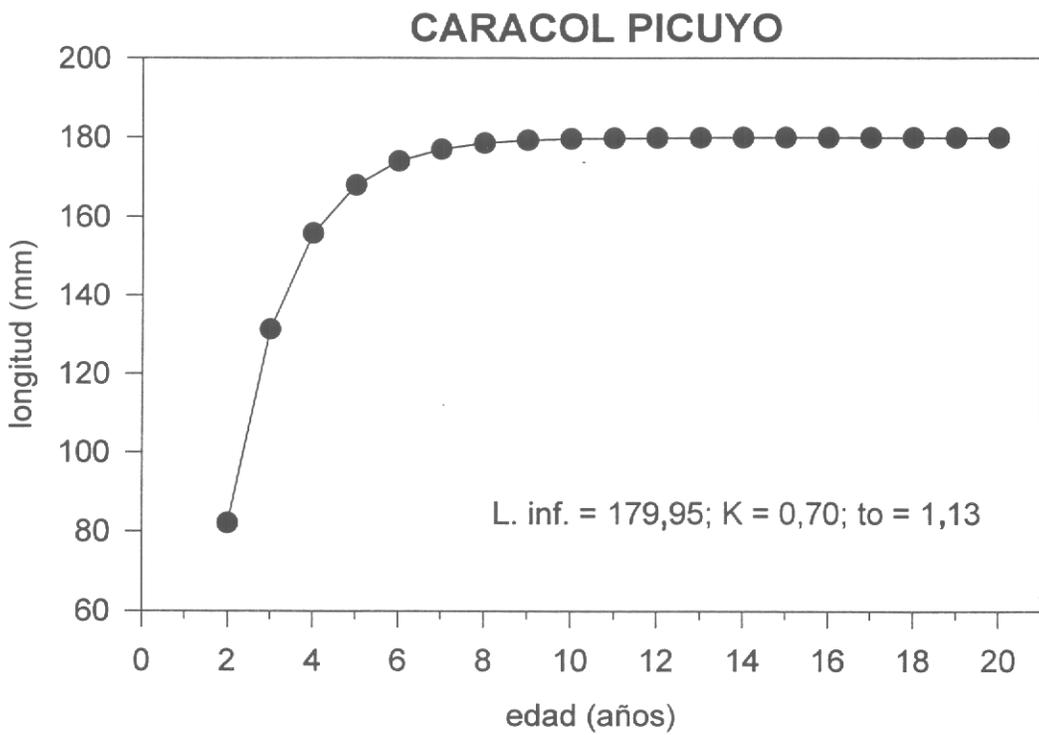
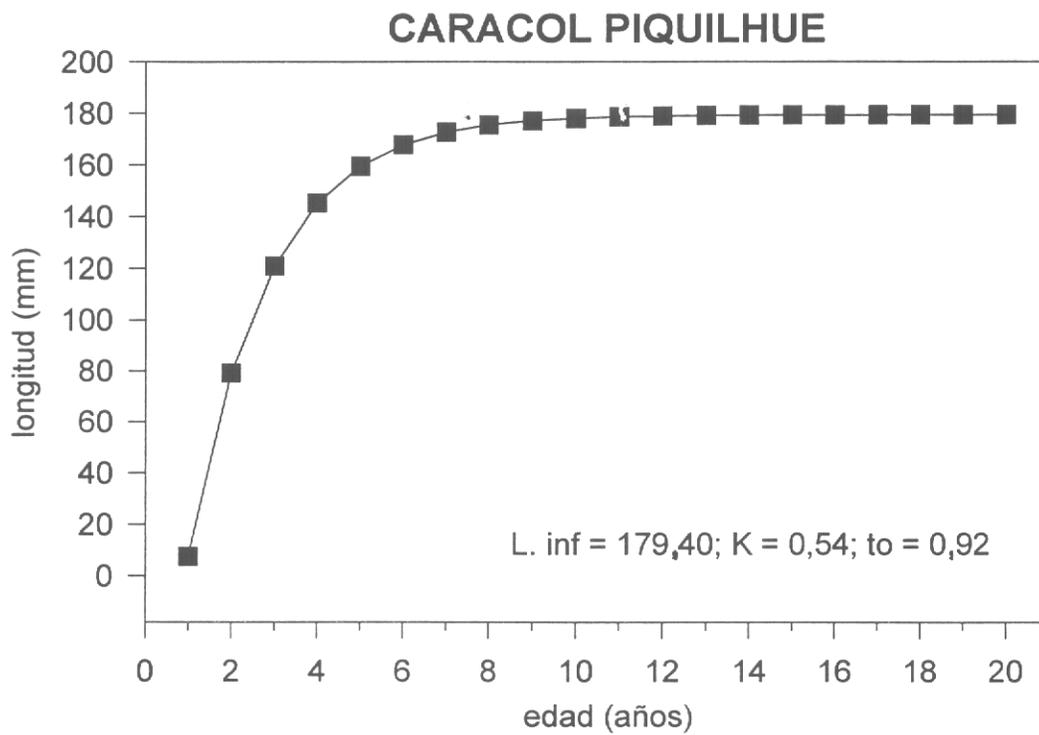


Fig.13. Curvas de crecimiento para los caracoles piquilhue y picuyo.

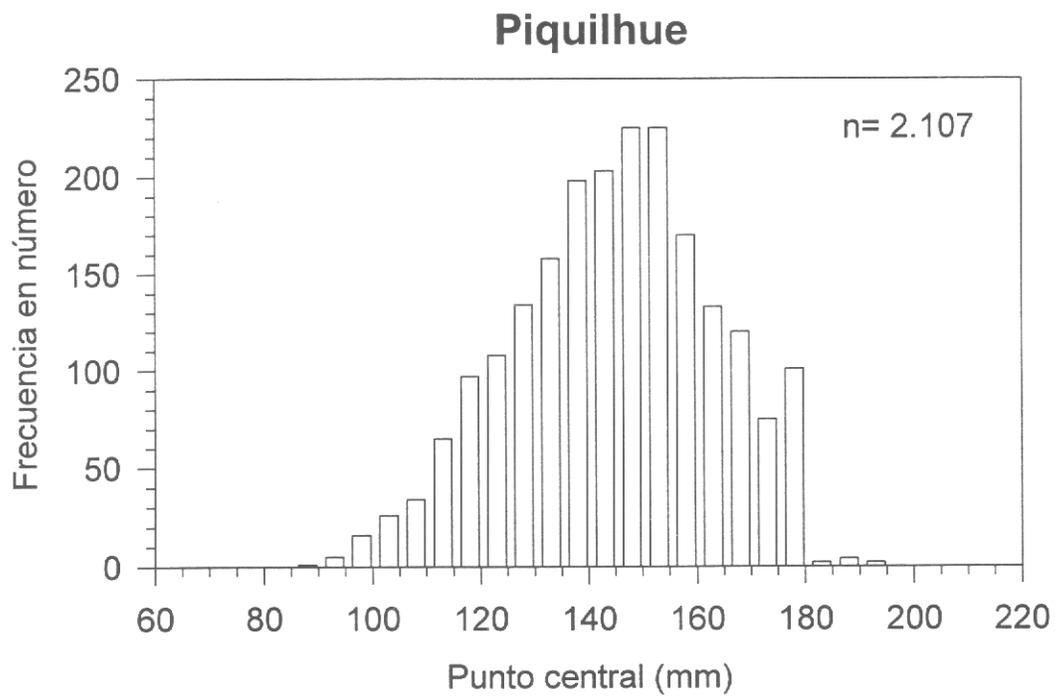
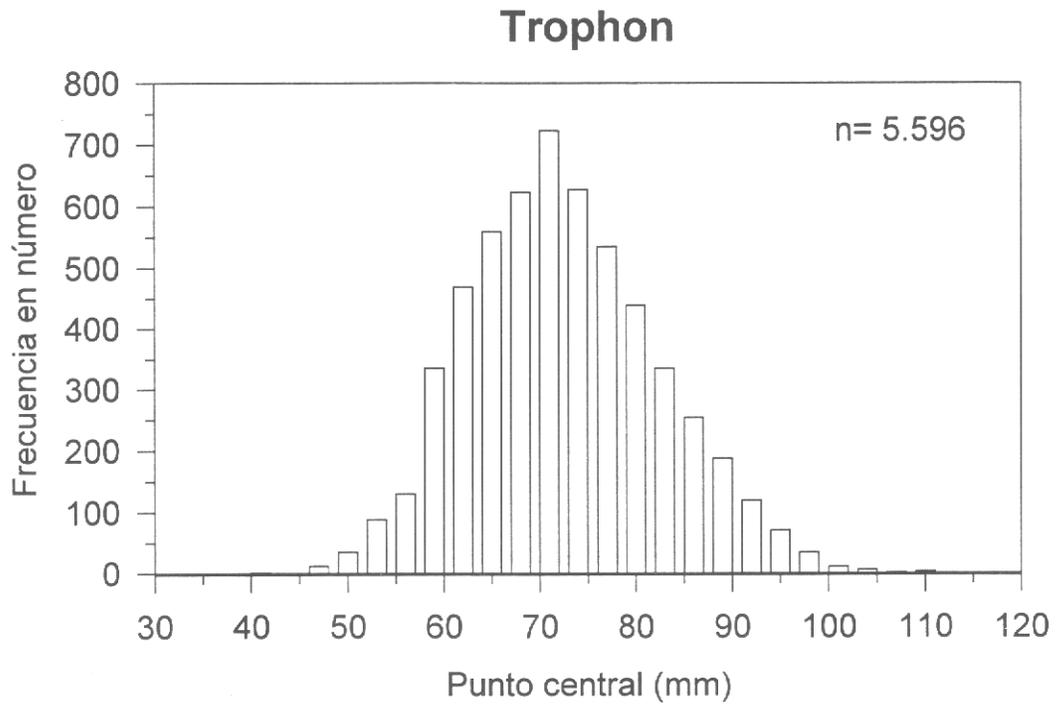
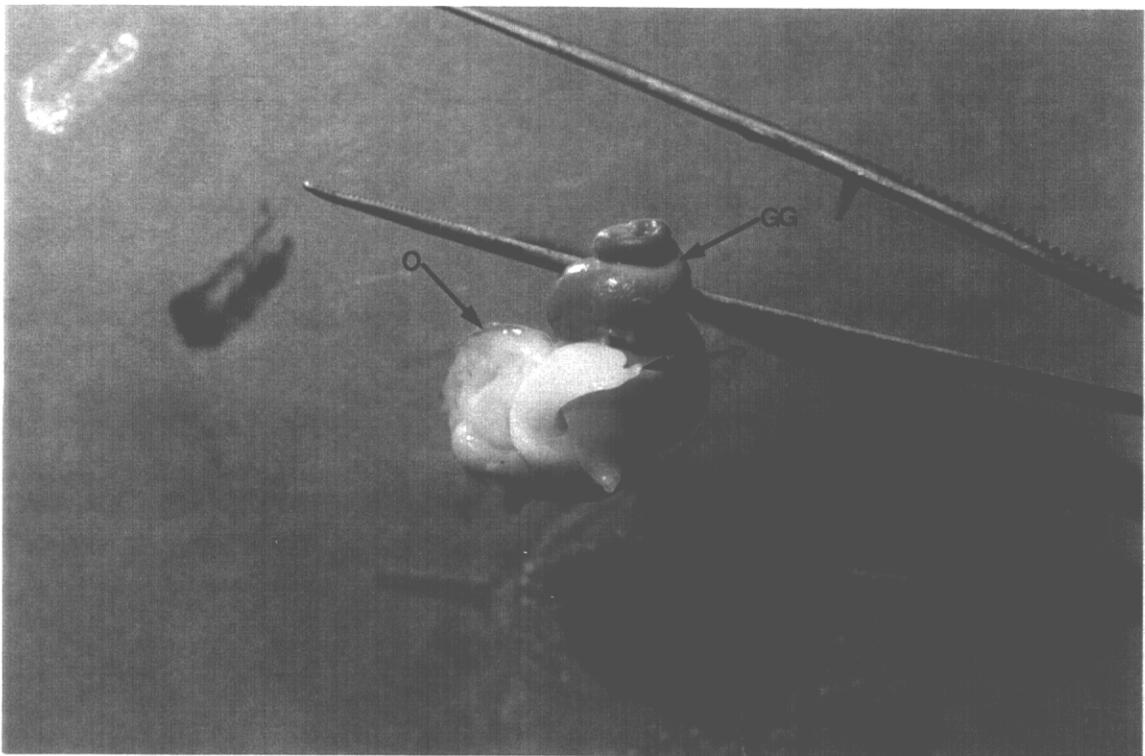
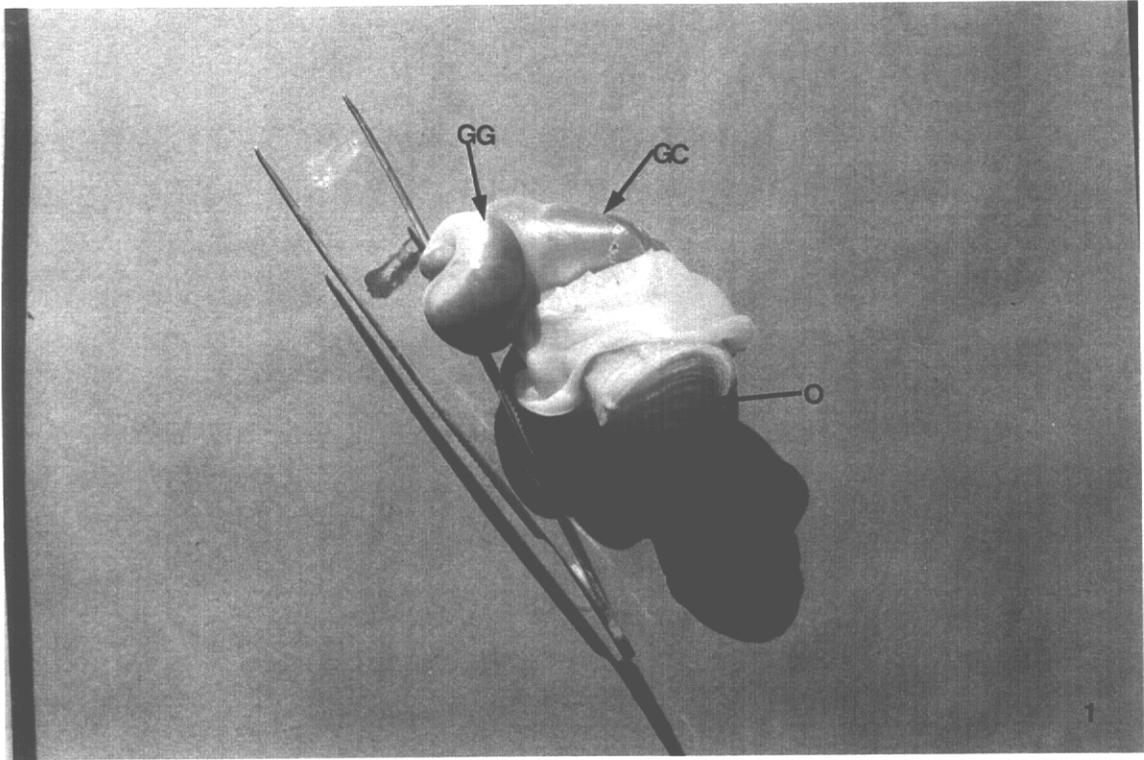


Fig. 14. Distribución de frecuencia de tallas global de los desembarques para los caracoles trophon y piquilhue. Datos en intervalos de 3 y 5 mm de longitud respectivamente

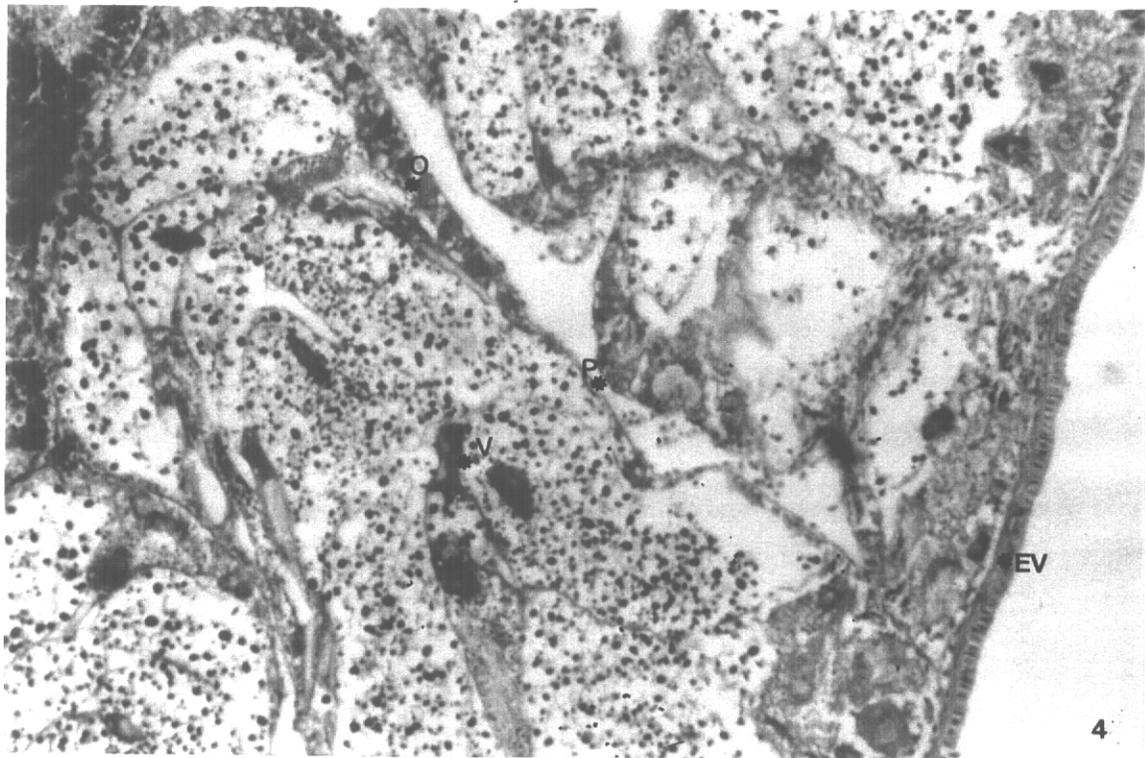
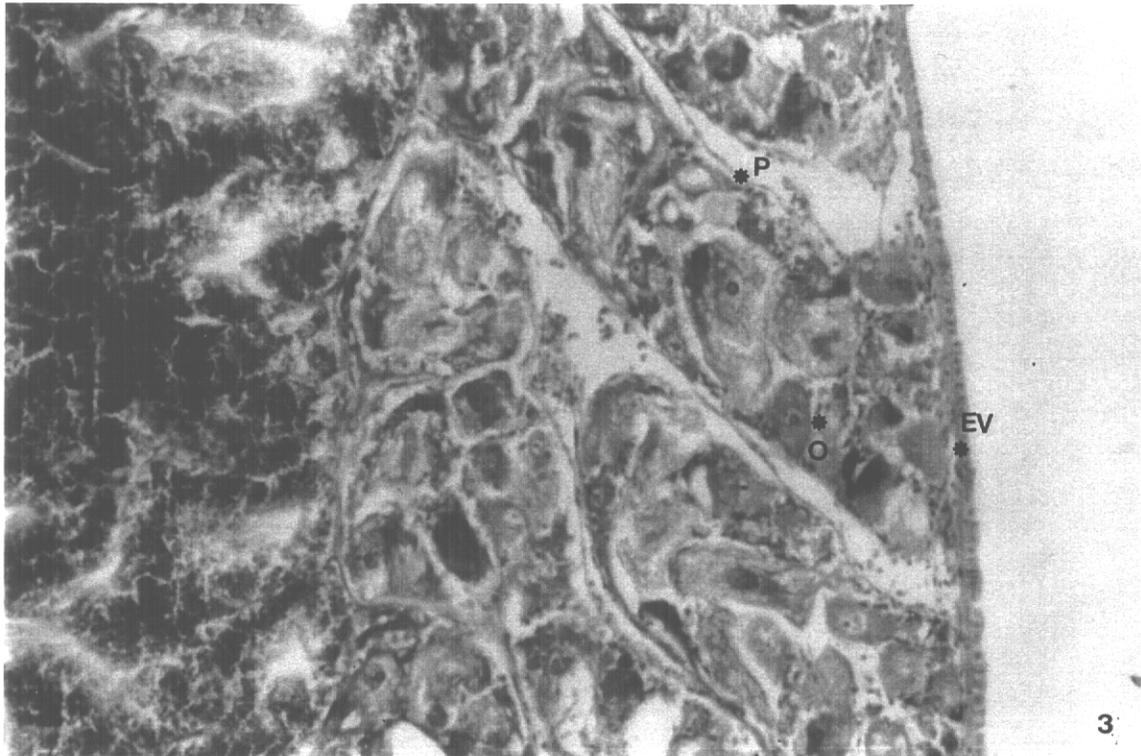
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FOTOGRAFÍAS



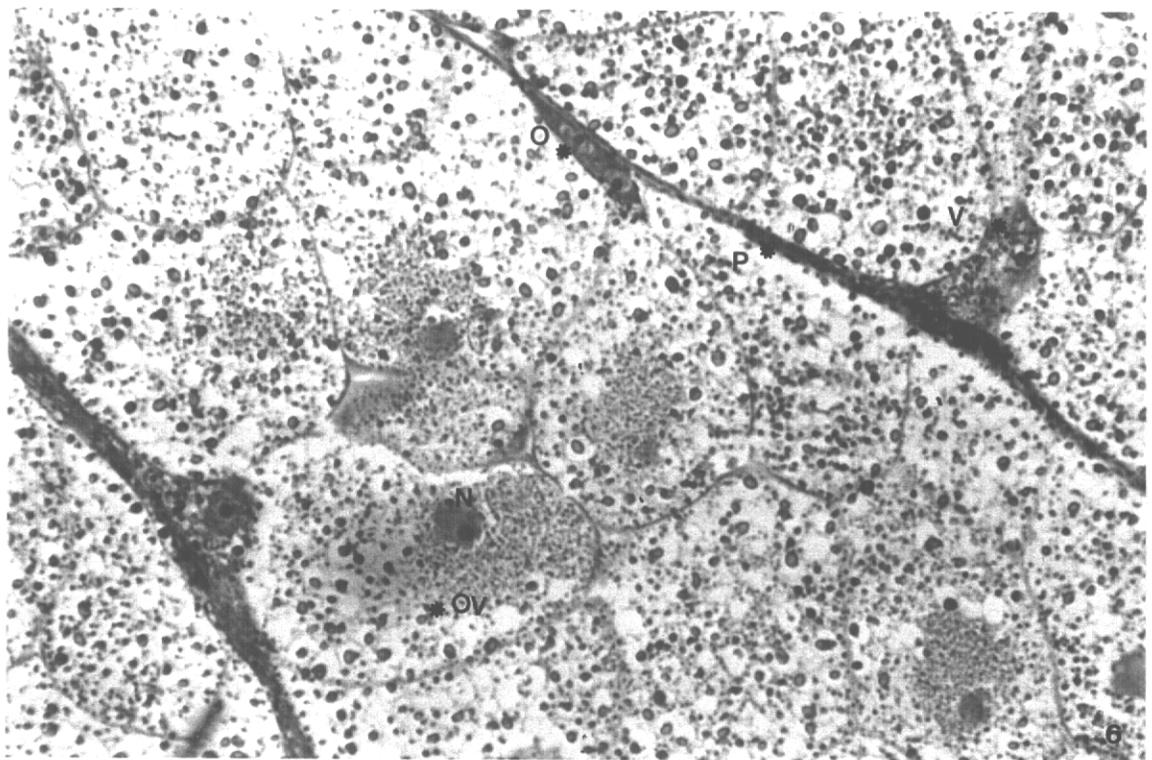
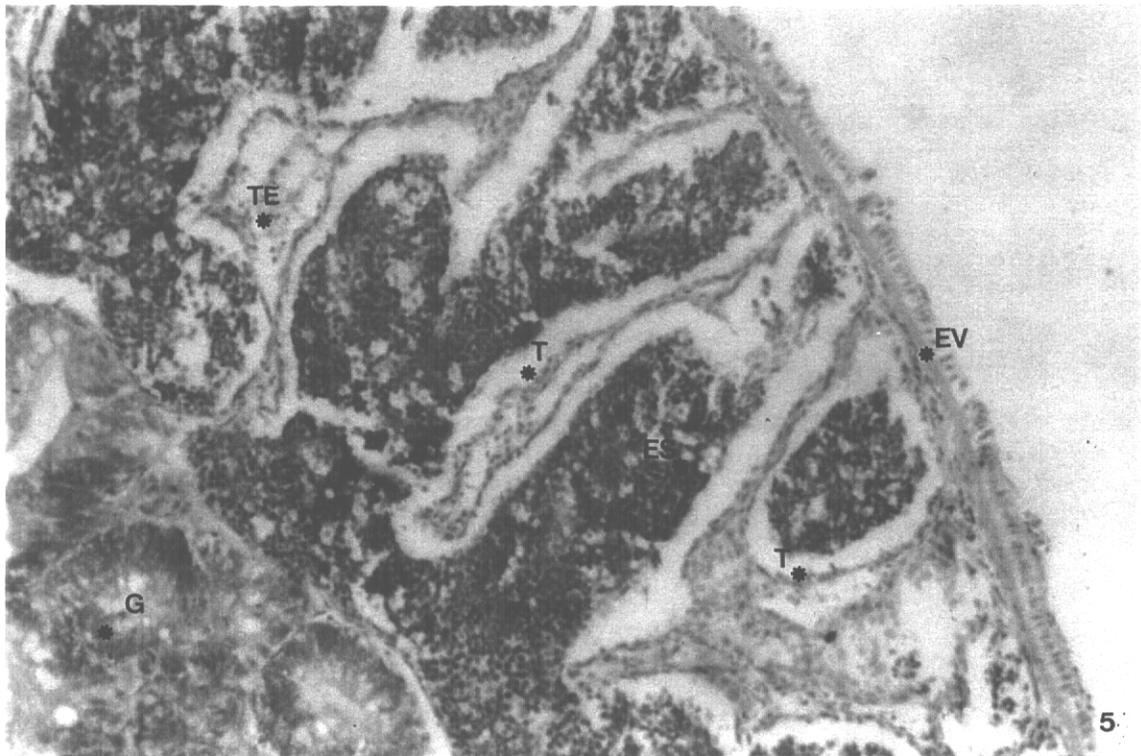
Fotografía 1. HEMBRA (70 mm). GG: complejo gónada glandula digestiva; GC: glandula de la cápsula; O: opérculo.

Fotografía 2. MACHO (45 mm). GG: complejo gónada glándula digestiva; P: pene; O: opérculo.



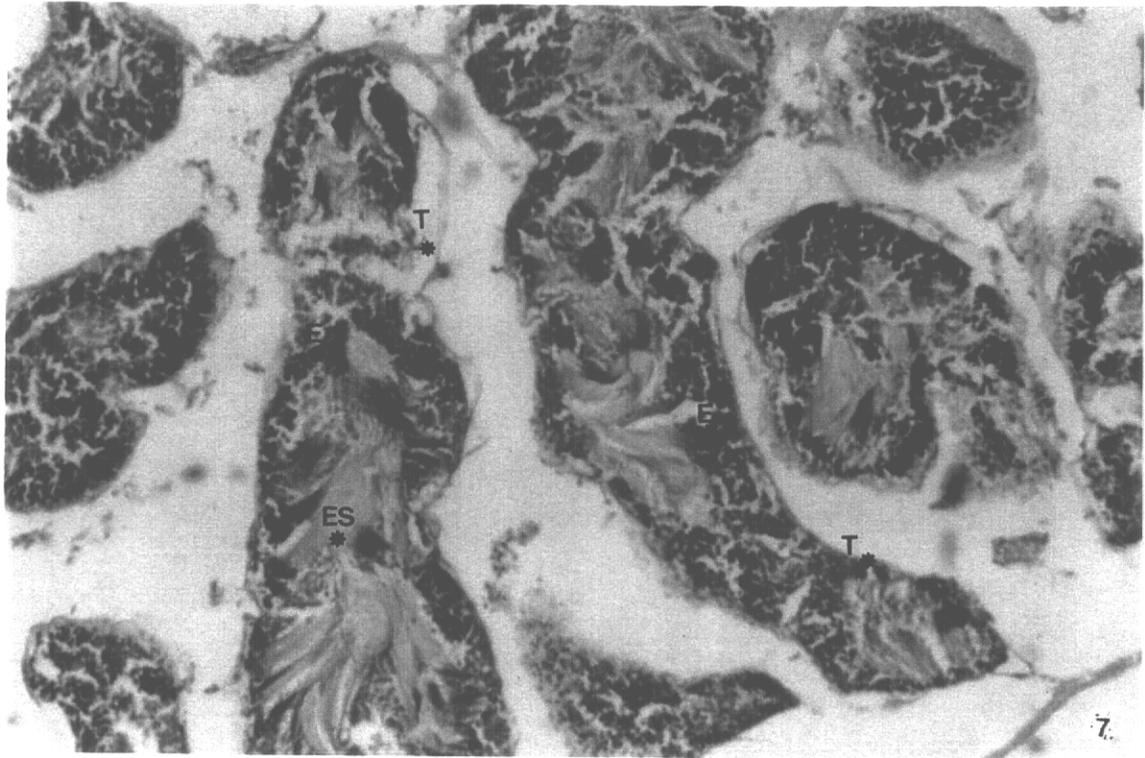
Fotografía 3. HEMBRA PREMADUREZ. O: ovogonios; P: pared folículos; EV: epitelio visceral. Aumento 50x

Fotografía 4. HEMBRA EN MADUREZ. O: ovogonios; P: pared folículos; V: ovocitos en vitelogénesis; EV: epitelio visceral. Aumento 125x



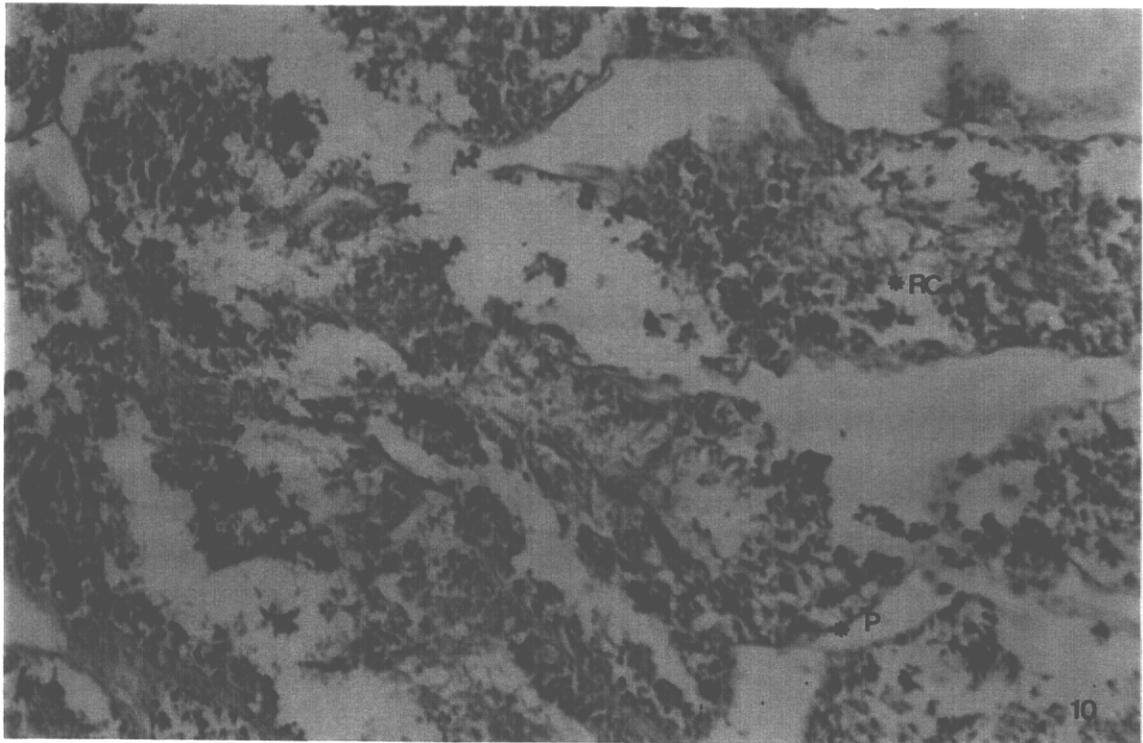
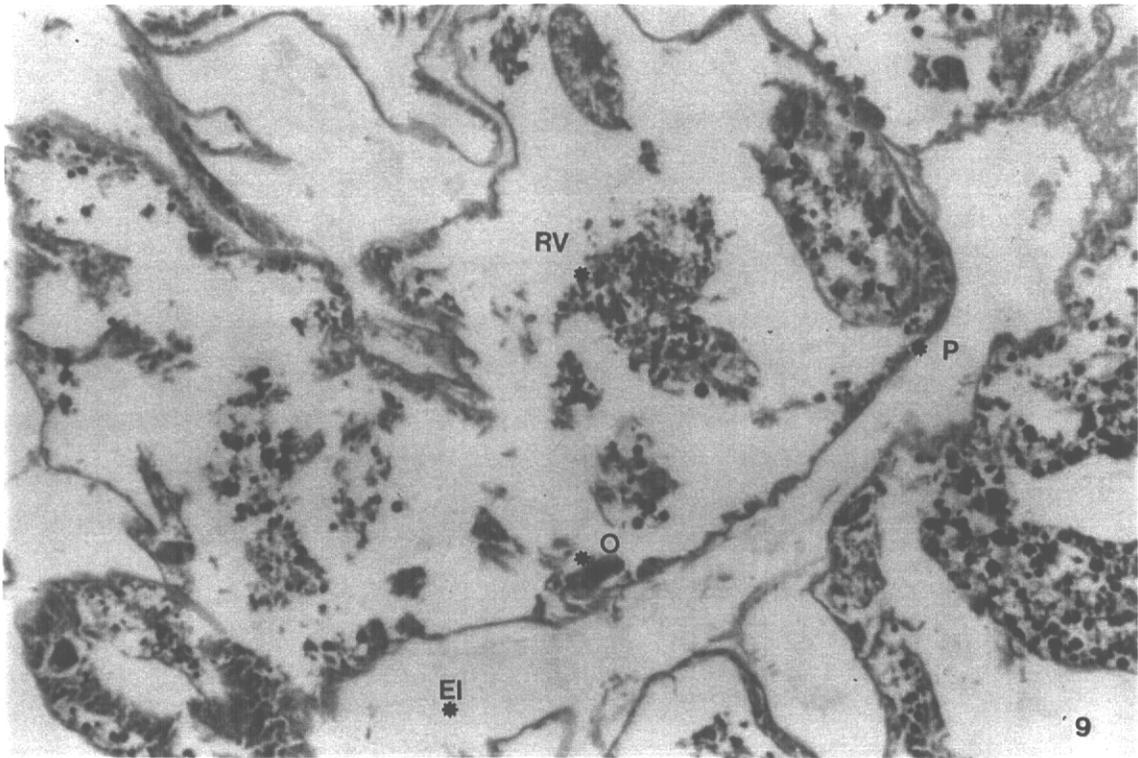
Fotografía 5. MACHO EN MADUREZ. G: glándula digestiva; T: túbulos; EV: epitelio visceral; TE: tejido epitelial; ES: espermatoцитos. Aumento 50 x

Fotografía 6. HEMBRA EN MADUREZ MÁXIMA. OV: óvulos; P: pared folículos; O: ovogonios; VI: plaquetas vitelinas; N: núcleo. Aumento 125 x



Fotografía 7. MACHO EN MADUREZ MAXIMA. T: túbulos; E: estrato de células en madurez; ES: espermatozoides. Aumento 125 x

Fotografía 8. MACHO EN MADUREZ MAXIMA. T: túbulos; ES: espermatozoides; C: conductos de vaciamiento. Aumento 125 x



Fotografía9. HEMBRA EN REGRESION. O: ovogonio; P: pared folicular; RV: restos de vitelo; EI: espacio interfolicular. Aumento 125 x
 Fotografía10. MACHO EN REGRESION. P: pared túbulo; RC: restos celulares. Aumento 125 x