

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

**ASPECTOS DE LA BIOLOGIA
DEL MEJILLON *Modiolus capax*
(Conrad, 1837), en la BAHIA DE
LA PAZ, B.C.SUR, MEXICO.**

TESIS PARA OPTAR POR LA
Maestría en Ciencias

QUE PRESENTA:

ROSA ISABEL OCHOA **BAEZ**

La Paz Baja California Sur, marzo de 1987.

C O N T E N I D O

	PAGINA
RESUMEN	i
1. INTRODUCCION	1
2. MATERIAL Y METODOS	7
3. RESULTADOS	18
4. DISCUSION	66
5. CONCLUSIONES	100
6. REFERENCIAS	103
7. RELACION DE FIGURAS	111
8. FIGURAS	116
9. RELACION DE TABLAS	146
10. TABLAS	149

R E S U M E N :

El presente estudio tiene como objetivos principales el describir algunos parámetros de las poblaciones de Modiolus capax (Mollusca: **Mytilidae**) que habitan en la Bahía de La Paz, B.C.S. Su distribución local requiere condiciones ambientales asociadas al continuo intercambio de agua con abundante materia orgánica en suspensión, substrato duro, acompañado con arena y detritus en abundancia. Forma parte de una comunidad con varias especies de invertebrados y algas, que se ubican **ecóticamente** en el **mesolitoral** y su mayor abundancia ocurre entre dos y seis metros de profundidad. Las poblaciones tienden a presentar una composición de tallas bimodal. El reclutamiento a la población requiere la presencia de adultos, se hace evidente cuando los juveniles tienen entre seis y diez milímetros de longitud de concha, lo que se lleva entre 40 y 50 días después de la fertilización. La reproducción abarca varios meses del año. La gametogénesis avanzada y el desove máximo coinciden con los incrementos de temperatura del agua y la abundancia de fitoplancton compuesto por diatomeas que caracterizan el cambio de estación. El reclutamiento reproductor ocurre entre los 30 - 40 mm. Es una especie gonocórica estable, con hermafroditismo esporádico y protandria. Las tallas que demuestran mayor potencial reproductor, están entre los 60 y 100 mm de longitud, cuando tienen más de dos años de vida. El promedio mensual de talla de las hembras es mayor que el de los machos. La proporción de sexos en peso varía **de 1:0.97**. En cuanto al crecimiento se refiere, se identificaron tres grupos principales que se comportan de distinta manera: uno que se compone por los recién reclutados y hasta que alcanzan un año de vida (grupo de edad I). El crecimiento de este grupo en las canastas de cultivo, es comparable a lo que se observó en el medio natural. El grupo de edad II, también muestra un comportamiento equivalente. En el grupo de edad III, quedan aquellos individuos mayores de tres años que se comportan de manera distinta a los primeros. Los parámetros de la curva de crecimiento ajustada al modelo de Von Bertalanffy se obtuvieron como: $L_{\infty} = 137.66$ mm, $k = 0.056$ y $t_0 = 0.485$. Las observaciones

en las canastas de cultivo corroboraron que el **índice** de crecimiento instantáneo es mayor en el verano y se acentúa para las clases menores de 45 mm. También demuestran que el crecimiento de la parte orgánica del cuerpo (tejidos blandos) se detiene, durante el invierno. Se detectó que el crecimiento de la concha con respecto al peso de los tejidos blandos es casi isométrico. La relación peso-longitud, también refleja una relación isométrica que se ajusta a un modelo $W = al^b$, con valores de la pendiente que varían acercándose al valor de 3.0. El factor de condición óptimo se registró antes del desove, y se recuperó en menor magnitud después de éste. Se registró una mortalidad de la población del 85% en abril de 1983, empero se desconoce el agente causal. El banco se recuperó al cabo de dos años y aparentemente se mantuvo por un **25%** de la población que sobrevivió a ese fenómeno. **Se** asumió que la temperatura promedio mayor en comparación con otros años, favoreció a la **reproducción, el** reclutamiento y crecimiento de la especie en el Canal de la Ensenada de La Paz. El agotamiento de los bancos aparentemente está en relación directa de la captura de los adultos en estas localidades. Se atribuyó alguna influencia del fenómeno de "El Niño", a la reproducción, al reclutamiento y quizá a la presencia del factor que causó mortalidad masiva. Se obtuvo información biológica relativa a dicha especie, que permitirá el desarrollo de líneas de investigación posterior en diversos temas. Así como, un experimento piloto, dirigido a diseñar cultivos de esta especie, aprovechando las condiciones ambientales adecuadas de la **ensenada.** -

Los resultados de este estudio autoecológico, vienen a llenar un faltante en la información que se tiene sobre las especies de mitílidos de México y en el conocimiento de los mejillones del mundo, además de proporcionar elementos necesarios para su posible **explotación.**

1. INTRODUCCION

1.1. IMPORTANCIA DE LOS MEJILLONES COMO RECURSO

Los mejillones son moluscos bivalvos que tienen gran demanda como recurso en algunas partes del mundo. Algunas especies se han explotado a partir de bancos naturales, aunque desde hace muchas décadas la producción más importante se basa en el cultivo extensivo, que proporciona cosechas considerables para los países que destinan recursos de todo tipo a su producción. **En síntesis**, en la actualidad representa una actividad que produce cerca de 600,000 toneladas métricas anuales en promedio para todo el mundo (FAO, 1983).

- A nivel mundial se explotan ocho especies de mejillones del género Mytilus sp., de ellas la más importante en producción es Mytilus edulis el "mejillón azul" que se cultiva extensivamente en: España, Holanda, Francia y Dinamarca, con producciones globales que alcanzan las 342,000 toneladas métricas por año en promedio (FAO, 1978). El país que produjo las más altas capturas fué Holanda en 1978 con 118,485 toneladas, excediendo en ese mismo año a España, que tiene una producción promedio anual de 107,264 toneladas.

En Sudamérica los mejillones han sido objeto de interés y explotación. En Perú se captura Aulacomya ater, que tiene las más altas producciones después de las especies de pelágicos menores (anchoveta y **macarela**); este país produce más de 22,000 toneladas anuales en promedio de A. ater con incrementos anuales. De esta misma especie Chile produce en promedio por año, desde 1973 alrededor de 8,000 toneladas.

De los "choros" Mytilus chilensis se han obtenido hasta 11,000 toneladas en 1979-80. Otros como M. canaliculus, en Nueva Zelandia, M. plantensis de la Argentina, M. planulatus de Australia, M. californianus

en el Norte de México y Sur de Estados Unidos, así como Perna perna en Venezuela producen menos de 5,000 toneladas anuales,

Por otra parte incluidos en la familia Mytilidae se encuentran los Modiolinae, que ocupan un sexto lugar en la captura de mejillón en el mundo, a pesar de que Modiolus tiene un valor comercial limitado (Seed y Brown, 1977). Las especies explotadas son Modiolus modiolus, M. eiseni y M. demisus. Tailandia es el país que sobresale en la producción de Modiolus con un promedio de 23,000 toneladas **anuales, cifra** que se superó en forma notable en 1982 y 1983 (Tabla 1).

En México la producción de mejillón se ha incrementado, alcanzando las 695 toneladas en 1980. Al mismo tiempo se ha desarrollado interés en la construcción de balsas y colectores de semilla, incluyendo personal y operación para el incremento de estas capturas, mediante el desarrollo de monocultivos. Las zonas en donde esta labor merece mención son: Bahía Tortugas, B.C.S. y Bahía de Todos Santos; también existe la posibilidad de realizar cultivos en Bahía de Los Angeles, Baja California Norte. México produce algunas capturas de M. californianus sobre el cual se desarrollan ciertas investigaciones y se dispone de infraestructura para su **cultivo** (García-Pámanes, **et al.**, 1982); aunque la producción es a menor escala en comparación con los países bajos.

En la actualidad existen otros proyectos de investigación en México para estudiar especies de mejillón como Modiolus capax, fines a desarrollar cultivos en algunas regiones del norte del país, (García-Domínguez Com. personal).

Es necesario hacer notar que en México, el consumo de mejillón es limitado, ya que se restringe solo a determinados sectores de la población. Por esta razón se explota en mínima escala, debido a que existen y antes existieron otros recursos con alta demanda nacional y para exportación. Además no es de dominio público que el mejillón tiene sabor agradable y un contenido **protéico** del 69.5% (Mateus y Scott, 1986), determinado en **mitílicos**.

1.2. JUSTIFICACION

El presente estudio ha sido planteado como una iniciativa para el análisis de una población bentónica, que por el momento representa un recurso potencial en la Bahía de La Paz, B.C.S., en vista de que los bivalvos de interés comercial en la región (Olguín, 1976; Baqueiro, et al, 1982), como por ejemplo: Argopecten circularis ("almeja catarina"); Megapitaria aurantiaca, M. squalida ("almeja chocolata"); Lyropecten (Nodipecten) subnudosus ("almeja voladora"); Pecten vogdesi ("almeja voladora"); Pinna rugosa ("callo de hacha"); Pinctada mazatlanica ("madreperla") y Pteria sterna ("concha nácar") entre otros, se encuentran sobreexplotados o agotados (Baqueiro, -1981, 1982). Al mismo tiempo los intentos de cultivo han fracasado por diversas causas incluyendo: el desconocimiento de su bio-ecología y aunado a una inadecuada administración, han obligado a buscar alternativas sobre recursos potenciales que puedan proporcionar buenos resultados en su reproducción, crecimiento, supervivencia y tolerancia a condiciones en zonas sujetas a la influencia humana.

La captura y consumo del mejillón en el área de La Paz, B.C.S. está restringido a pescadores de ribera y turistas que por su gran accesibilidad podrían lesionar los bancos naturales, ya que, como se indicó no existe ninguna regulación, que podría propiciar un agotamiento irreversible de las poblaciones silvestres como ha ocurrido con otras especies en la zona.

Modiolus capax ó "**choro**" como se le conoce en la región, y que fué objeto de este estudio pertenece al **grupo** de especies que se encuentran desconocidas en sus aspectos biológicos, por lo que ofrece amplias posibilidades de investigación y con base en ellas aplicar técnicas para su cultivo y producción.

1.3. OBJETIVOS

Los objetivos generales de esta investigación son describir la **dinámica** de la población de M. capax, en la Ensenada de La Paz, B.C.S. con **es-**

pecial énfasis en la actividad reproductiva, el crecimiento individual y el factor de condición de la especie en esta zona. Entre los objetivos **particulares** deben mencionarse:

- Las temporadas de madurez y desove de M. capax en un ciclo anual.
- La extensión y dominancia de las fases gametogénicas en el ciclo de madurez.
- La talla mínima de madurez y desove.
- Los factores que influyeron en el ciclo reproductor en la temporada del estudio.
- Las variaciones de la condición de los individuos en relación con la maduración y el desove, el crecimiento y el habitat.
- La talla de reclutamiento a la población.
- El coeficiente de crecimiento individual.
La curva de crecimiento.
- La mortalidad en condiciones naturales.

1.4. ANTECEDENTES

Las características biológicas de los mitílidos han sido mencionadas por diversos autores y existe una cantidad de información considerable sobre su reproducción, época de crianza, crecimiento individual, **poblacio-**, **nal**, desarrollo larvario, épocas de fijación, etc. Sin embargo, son escasos los datos sobre mitílidos que tienen eminentemente una distribución tropical y subtropical; con todo existen algunos antecedentes biológicos para Perna perna de Venezuela y para Mvtilus platensis, en Sudamérica (Salaya, et al., 1973)

En el presente estudio se emplean conceptos y metodologías ya utilizadas por otros investigadores. Bayne (1976) hace una recopilación de información de los mejillones del mundo, excepto las especies mexicanas.

La única **incluída** es M. californianus, que fué objeto de estudio en el sur de los Estados Unidos (Coe y Fox, 1942, 1944 y Young, 1941, 1942).

Se han estudiado algunos aspectos que los distinguen de otros moluscos como por ejemplo, su gran resistencia a cambios drásticos en el **ambiente** que los rodea, es decir, la tolerancia a variaciones extremas de salinidad, por cortos y largos períodos, a la exposición de contaminantes de diversa índole, utilizándose para limpiar zonas de residuos de petróleo o metales (Boiko, 1975 y Cunningham, 1979). Por otra parte, se ha demostrado su alto **índice** de crecimiento individual y reclutamiento masivo en condiciones favorables.

Todo lo anterior hace que los mejillones como componente importante de las comunidades bentónicas, sean relevantes y revistan gran importancia motivando el interés para realizar investigaciones que proporcionen un conocimiento profundo de su biología, como antecedente indispensable, cuando se trata de someter a una especie a procesos de cultivo para la producción de alimentos.

Aunque la información disponible al respecto de M. capax es deficiente, se han tomado como base los estudios realizados en especies de los géneros Mytilus y Modiolus, sobre los cuales, existen numerosas investigaciones. No obstante de ser especies de regiones frías y templadas ofrecen un punto de comparación adecuado por tratarse de especies de la familia Mytilidae, cuyos antecedentes trata Soot-Ryen (1955). M. capax tiene una distribución tropical y subtropical con temperaturas que fluctúan entre los 16 y 32° C, en límites extremos en invierno y verano respectivamente. La especie se ha citado desde Santa Cruz, California, U.S.A. hasta el Perú (Keen, 1971; Brusca, 1980 y Rehder, '1981).

También se encuentra en las Islas Galápagos (Soot-Ryen, 1955). Es abundante en Bahía Concepción y hasta el Norte de Santa Rosalía (Olguín, 1976) en la costa occidental del Golfo de California (Fig. 1 y 2).

1.5. POSICION SISTEMATICA

La especie que nos ocupa se ubica en el siguiente esquema taxonómico:

Phylum	MOLLUSCA
Clase	PELECIPODA
Orden	MYTILOIDEA
Superfamilia	MYTILACEAE
Familia	MYTILIDAE
Subfamilia	MODIOLINAE
Género	<u>Modiolus</u> Lamarck, 1799
Especie	<u>Modiolus capax</u> (Conrad, 1837)

SINONIMIA: Modiola spatula (Meckel, 1849) y Modiola subfuscata (Clessing, 1889).

El género Modiolus descrito por Lamarck (Soot-Ryen, 1955; Keen, 1971), se utilizó ampliamente en la literatura del siglo XIX, sin embargo, con anterioridad ya **había** sido nominado como VolSELLa (Scopoli, 1777), este nombre, en la actualidad no se utiliza, porque no es binominal.

El género Modiolus agrupa organismos afines a los mitílidos, Seed (1976), consideró a las especies "mitiliformes", aquellas que presentan el umbo terminal y a las especies "modioliformes" las que poseen el umbo sub-terminal. Ambas incluidas en la Familia Mytilidae.

2. MATERIAL Y METODOS

El material biológico que se utilizó para desarrollar el presente estudio se colectó en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México, (Fig. 3), que se encuentra situada a los 24 grados 11' y 24 grados 06' latitud Norte y a 110 grados 19' y 110 grados 25' longitud Oeste.

Se trazó un plan de estaciones de colecta, numerándolas en orden progresivo desde el canal de la ensenada hasta la bahía (Fig. 3); cada estación representó una localidad que se designó como sigue:

- ESTACION (1) "Barco Hundido" (frente a Gran Hotel Baja)
- ESTACION** (2) "Muelle Fiscal"
- ESTACION (3) "Seguro Social Viejo"
- ESTACION (4) "Playa Coromuel"
- ESTACION (5) "El **Caimancito**"
- ESTACION (6) "Playa Costa Baja"
- ESTACION (7) "Muelle **Sanimar**"
- ESTACION (8) "Muelle Pichilingue"

El plan de muestreo contempló dos aspectos principales. A) Una colecta se-
cuente con periodicidad mensual, en una localidad escogida previamente. B) Otro
colecta de prospección en varias localidades de la bahía, sin periodicidad es-
tablecida. El primer caso se dirigió a obtener el material para los estudios
de reproducción, crecimiento, condición y mortalidad. El segundo caso se con-
sideró para la captación de información sobre la presencia y composición de los
bancos de M. capax, en la Ensenada de La Paz, B.C.S.

Los ejemplares se extrajeron por medio de buceo autónomo o buceo SCUBA
a una profundidad entre 1 y 6 metros, conservando las mismas zonas de colecta,
sobre una superficie de 5 a 10 metros cuadrados. La muestra en conjunto, consis-
tió de los mejillones que quedaban contenidos en una cubeta de 10 litros de capa-
cidad siempre en número mayor a 60 ejemplares. Tanto en los muestreos mensuales
como en los de prospección se registró la temperatura superficial del agua.

Los ejemplares fueron llevados al laboratorio, donde se les liberó de la fauna acompañante, detritus, algas y limo. Se lavaron con abundante agua hasta quedar libres de fango, fauna y flora acompañantes. A todos y cada uno de los ejemplares se les registraron datos merísticos como: longitud, altura y diámetro de la concha, (Fig. 4c) (mediante un calibrador milimétrico), también se registró el peso total (peso con concha), peso húmedo de los tejidos blandos (peso sin concha).

Se seleccionaron los ejemplares menores de 50 mm de longitud de concha para formar los lotes que se depositaron en canastas de cultivo, con el fin de obtener las observaciones del crecimiento.

Aparte se separaron ejemplares de todas las clases de talla para constituir una muestra de más de 30 individuos, para los estudios de reproducción. En la prospección solo se utilizaron para monitorear el estado reproductivo y la distribución de frecuencias por tallas, así como la condición.

La prospección se inició en la estación 6 obteniéndose la primera colecta en diciembre de 1982. Después se colectó en las otras estaciones y como resultado de muestreos iniciales se eligió la estación 1 para las colectas mensuales, determinándose a la estación 1 como la más adecuada, por estar menos accesible a los pescadores de ribera, turistas y otros, lo cual aseguraría el evitar la intervención fuera del muestreo. En la estación 1 se colectaron muestras cada mes entre abril de 1983 y mayo de 1984 (Tabla 4) las cuales consistieron de ejemplares de M. capax y la fauna acompañante. En las estaciones 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se hicieron otras colectas aisladas.

2.1. METODOLOGIA PARA LOS ESTUDIOS DE REPRODUCCION

A los ejemplares **seleccionados** para determinaciones de actividad reproductiva, además de registrarles los datos **merísticos** antes mencionados se les determinó el grado de madurez **gonádica** y el sexo por medio de una apreciación morfofocromática, ya empleada por otros **autores**, que identifica a los machos como aquellos ejemplares que poseen una gónada de color amarillo-claro, de **aspecto** liso. Y a las hembras por su gónada naranja-rojizo con aspecto granuloso en el interior. Al mismo tiempo se les registró el peso gonadal. Posteriormente se fijaron en formol al 10% , aparte en algunos ejemplares se hicieron fijaciones especiales en: líquidos de **Zenker**, Bouin, Helly, Carnoy y Formol-calicio, (Gray, 1958; Gurr, 1962).

Las gónadas fijadas se sometieron a métodos histológicos para la inclusión en parafina, se hicieron cortes de 5 a 7 micras y se colorearon con **Hematoxilina-eosina** y técnicas generales para el tejido conjuntivo, las **de: Van Gieson**, tricrómica de Mallory y tricrómica de Gallego. En algunos casos se aplicaron técnicas citoquímicas como: ácido peryódico-Schiff (PAS), Feulgen. Se hicieron algunos cortes por métodos de congelación y se aplicó la técnica del Sudan III para identificación de lípidos, (Pearse, 1960).

Se hicieron las observaciones histológicas mediante las cuales se hizo una descripción de la anatomía microscópica de la gónada, con especial énfasis en las características que permiten identificar las **etapas de** la ovogénesis y espermatogénesis; que se utilizaron para describir los estadios de desarrollo gonádico; además de considerar los caracteres citológicos y citoquímicos del **órgano**, en las hembras, en los machos y también en los indiferenciados. También se describieron las fases de desarrollo de la gónada clasificándose los **diferentes** grados de maduración, con base en los siguientes parámetros:

- Tamaño, color y aspecto general de la gónada.
- Proporción del peso de la gónada con respecto al peso total del organismo.
- La abundancia y distribución de tejido conjuntivo con sustancias de reserva.
- Abundancia de gránulos y distribución de lípidos y carbohidratos.

- Grado de desarrollo folicular.
- Presencia de gametos maduros (se consideró el diámetro y etapa de desarrollo folicular).
- Grado de ocupación de los folículos por los gametos.
- Presencia de gametos residuales o en degeneración.
- Presencia de células conjuntivas específicas.

Con base en lo anterior se elaboró una escala de estadios de desarrollo gonadal para la especie en estudio, en comparación con la que se utiliza para Mytilidae (Seed, 1969a). Y se describen siete fases o estadios que se designaron como sigue:

1. Indiferenciados y virginales (ESTADIO 0)
2. Gametogénesis inicial (ESTADIO 1)
3. Gametogénesis intermedia (ESTADIO II)
4. Gametogénesis avanzada (ESTADIO III)
5. Madurez y desove (ESTADIO IV)
6. Recuperación gamética y postdesove (ESTADIO V)
7. Postdesove franco y reabsorción (ESTADIO VI)

De acuerdo a lo anterior se obtuvo la frecuencia relativa de estadios de madurez gonádica para los muestreos biológicos ordinarios en la estación (1) y en los muestreos de prospección. También se obtuvo la frecuencia de estadios de madurez gonádica de las hembras y de los machos por separado , y por clases de tallas.

La proporción de sexos se obtuvo por dos métodos: A) por recuento de hembras, cálculo de la frecuencia absoluta y frecuencia relativa en cada caso. B) el otro método consistió en estimar la proporción de cada sexo por medio del peso, del conjunto de hembras, separado del conjunto de machos en cada muestra. También se consideró el peso de indiferenciados en caso de estar presentes. En estos casos no se consideró la talla. Sin embargo, se calculó la proporción de sexos por clases de tallas desde los 40 y hasta los 120 mm de longitud de concha.

Para el seguimiento de ciclo anual de reproducción, se emplearon las frecuencias de estadios de madurez y ciclos gaméticos tanto de hembras como en machos. Para complementar lo anterior, se corroboró el evento del desove, al identificarse, la presencia de folículos vacíos en parte o en su totalidad, con gametos residuales y sin signos de degeneración; en coincidencia con otros procedimientos que se mencionan a continuación.-

Se utilizaron además indicadores de la actividad reproductiva como: el **índice** gonadosomático (Sastry, 1970), y el **índice** gonádico utilizado en mejillones (Seed, 1976).

-Para calcular el **índice** gonadosomático se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{I.G.S.} = \frac{P_g}{P_c} \times 100 \quad (1)$$

Donde IGS = **índice** gonadosomático, P_g = peso de la gónada, P_c = peso húmedo (peso del tejido blando).

El **índice** gonadosomático se calculó para todos y cada uno de los ejemplares a los que se registró peso de gónada, se calcularon los valores medios para cada muestra, con sus variaciones, valores máximos, mínimos para cada mes, y en las colectas de prospección. También se calculó para las hembras y los machos por separado, por último se obtuvo para cada clase de talla.

El **índice** gonádico (Seed, 1969a) se obtuvo utilizando las frecuencias de los estadios de madurez que resultaron en cada muestra mensual. Se calcula al multiplicar el número de individuos de cada estadio (la frecuencia registrada del estadio), por el nivel numérico del estadio y los productos resultantes se suman **entre** sí. El resultado se divide entre el número total de individuos en la muestra. El **índice** gonádico se puede expresar según la siguiente ecuación:

$$\text{I.G.} = \frac{N_i(1)+N_{ii}(2)+N_{iii}(3)+N_{iv}(4)+N_v(5)+N_{vi}(6)}{N} \quad (2)$$

Donde: I.G. = índice gonádico, N_i = frecuencia del estadio 1, N_{ii} = frecuencia del estadio 2, N_{iii} = frecuencia del estadio 3, N_{iv} = frecuencia del estadio 4, N_v = frecuencia del estadio 5, N_{vi} = frecuencia del estadio 6 y N = número total de individuos en la muestra.

El índice gonádico se calculó en cada muestra mensual y se siguió durante todo el ciclo de muestreos haciendo una comparación con los valores que se encontraron en las localidades de prospección.

2.2. METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DEL CRECIMIENTO,

Para el estudio del crecimiento se utilizaron los ejemplares colectados en los mismos muestreos biológicos, aplicándose dos procedimientos diferentes:

A). El seguimiento de frecuencias modales por períodos mensuales en una localidad en el Canal de la Ensenada: la estación (1). Para este objetivo se ensayaron tres diferentes intervalos de clase: de 5 en 5 mm, de 10 en 10 mm y de 20 en 20 mm. Se eligió el intervalo de 10 en 10 mm, con lo cual se obtuvieron doce clases de talla (Tabla 3).

Se elaboraron histogramas de distribución de frecuencias por mes y se siguió el desplazamiento de los grupos modales, describiéndose las frecuencias modales mediante la graficación en papel de probabilidad, para todos y cada uno de los meses muestreados, tanto en la estación 1 como en las colectas de prospección.

Se calcularon los valores promedio por grupos modales a lo largo del ciclo de muestreos y se codificó el tiempo transcurrido entre cada frecuencia modal. Con los valores de tiempo codificado y los promedios mensuales por grupo se hizo un ajuste al modelo de Von Bertalanffy, obteniéndose además la curva tipo para el crecimiento de la especie. La estimación de la longitud infinito se calculó con la gráfica de Ford-Walford l_{t+1} contra l_t , (Beverton y Holt,

1957).

B). Por otra parte, el incremento de talla de los organismos se siguió por observaciones directas de lotes marcados de ejemplares, en canastas de cultivo, bajo el siguiente procedimiento:

A partir de junio de 1983 se seleccionaron los ejemplares que tenían tallas menores de 40 mm, de longitud de concha, formándose lotes con un número conocido de organismos. Cada grupo se integró en una fecha distinta, puesto que, la muestra marcada se obtuvo de las mismas colectas mensuales. Las fechas de ingreso, el número de **especímenes** y las **clases** incluidas se presentan en la tabla 5.

Cada grupo se colocó por separado en canastas de cultivo tipo **Niester**, y se mantuvieron suspendidas de una cuerda superficial a 2 metros de profundidad, en la localidad de **la estación 1** (Fig. 3).

El número de organismos por canasta fué variable según la clase de talla y con bajas densidades para no entorpecer el crecimiento. Se debe aclarar que cada lote se componía por ejemplares con tallas de una, dos y hasta tres clases (Tabla 5).

Cada mes a todos y cada uno de los ejemplares se les registraron medidas de longitud, altura y espesor de la concha y el peso total después de haber limpiado la concha. En cada ocasión se registró el incremento de talla individualmente y en la población contenida en cada una de las canastas. Se obtuvo el valor promedio del incremento en cada talla, y se vió el desplazamiento entre cada registro.

Aparte se **graficaron** las frecuencias modales por cada nivel a través de un seguimiento mensual. Se calculó el incremento mensual por diferencia mes con

mes. Se siguió el desplazamiento modal por mes de los organismos que componían cada lote y se ajustaron los valores promedio al modelo de Von Bertalanffy que se indica por la siguiente ecuación:

$$L_t = L_\alpha \left[1 - e^{-K(t_1 - t_0)} \right] \quad (3)$$

Donde: K = tasa de crecimiento instantáneo, L_t = longitud total, L_α = longitud ~~final~~ ^{in final}, t_0 = tiempo inicial, t_1 = tiempo final.

Por otro lado se aplicó el método empleado para obtener el valor del índice de crecimiento (K) para los mitilidos (Wilson, 1977) que se expresa por medio de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{\log L_2 - \log L_1}{t} \quad (4)$$

Donde: K = crecimiento relativo instantáneo, L_1 = longitud inicial de la concha, L_2 = longitud al tiempo t y t = tiempo transcurrido entre L_1 y L_2 .

Mediante este método se obtuvieron los valores de K y se trazó la curva que describió el comportamiento de este parámetro, por cada lote y entre cada mes y por estación (primavera, verano otoño e invierno).

Se analizó la relación que existe entre el crecimiento en longitud, altura y diámetro mediante la correlación entre la longitud y la altura, y la correlación entre la longitud y el diámetro, y las relaciones que se presentan entre la longitud y el peso. Por último se relacionó el peso total contra el peso de los tejidos blandos (peso sin concha).

2.3. ESTIMACION DE LA CONDICION O ESTADO

La condición de los organismos tanto en los muestreos para la reproducción como para el crecimiento, se **obtuvo** por medio de la estimación de los **índices** de condición, por tres formas distintas: Se obtuvo la relación peso longitud para todos y cada uno de los muestreos, con un ajuste de regresión potencial, con lo cual se obtuvieron: la curva, los valores de a (intersección), b (pendiente), el coeficiente de correlación y coeficiente de determinación. Se graficaron la longitud y el peso en diagramas de dispersión y curva ajustada, para cada mes tanto en el muestreo biológico como en el masivo, los de prospección y para los ejemplares de las canastas.

Se graficaron las anomalías del valor medio de los valores de la **intersección** a lo largo de 11 meses en la estación 1.

Se emplearon otros **índices** de condición, a través del peso de los **organismos**, en relación con su talla y el peso libre **de la** concha. Se calculó el **factor de** condición de Fulton (Hile, 1936) que se obtiene con la siguiente **expresión**:

$$\log FC = \log Pt - (3) \log L \quad (5)$$

Donde FC = factor de condición, Pt = peso total y L = longitud de la concha.

El factor de condición se calculó por clases de tallas y por sexos.

Otro valor de la condición se obtuvo con la misma expresión anterior pero substituyendo el valor del exponente por la pendiente de la regresión **peso-longitud**.

$$\log FC = \log Pt - (b) \log L \quad (6)$$

Donde FC = factor de condición, Pt = peso total, L = longitud y b = pendiente en la regresión potencial del peso contra la longitud.

Se estimó la proporción de tejidos blandos por medio del **índice** de peso, que relaciona el peso con concha (peso total) y el peso de la carne, se calcula de la siguiente manera:

$$IP = \frac{PC}{Pt} \times 100 \quad (7)$$

Donde IP = **índice** de peso, Pc = peso sin concha y Pt = peso total.

Se consignan los valores medios, la desviación típica en cada caso.

Se calculó el **índice** de peso por cada sexo y por cada clase de talla para cada colecta y se realiza el seguimiento durante todo el ciclo.

2.4. ESTIMACION DE LA MORTALIDAD

Se calculó la supervivencia por medio de la siguiente ecuación:

$$S = \frac{N_1}{N_0} \quad (8)$$

Donde No = sobreviviente al tiempo 0, N1 = sobrevivientes al tiempo t y S = supervivencia.

El modelo para el cálculo de **índice** de mortalidad se expresa por medio de la siguiente ecuación:

$$N_t = N_0 e^{-Zt} \quad (9)$$

Donde el **índice** de mortalidad es Z , y t es el tiempo, N_t = frecuencia de sobrevivientes al tiempo t y N_0 = frecuencia de sobrevivientes al tiempo 0.

2.5. FACTORES AMBIENTALES

Se obtuvieron registros de temperatura superficial en cada muestreo. Por otra parte, se calcularon los valores medios y su desviación de los registros que se presentan en la tabla de mareas (datos del Instituto de Geofísica de la UNAM), de 1980 a 1985. Además, se graficaron los valores medios por estación del año de: temperatura, salinidad y oxígeno, en registros de tres localidades de la Ensenada de La Paz, B.C.S., el Malecón, Playa San Juan de la Costa y Playa **Calerita (Muñetón, Comun. personal)**. Los registros de temperatura durante todo el ciclo de muestreos se graficaron mensualmente y se compararon con determinaciones efectuadas en 1982-83 para otros estudios en la Bahía de La Paz. (Granados y Alvarez-Borrego, 1984).

2.6. CARACTERISTICAS GENERALES

Se describen las características morfológicas de la especie, con base en las observaciones directas de los ejemplares colectados, en especial sobre: la morfología externa.

Se revisó la anatomía interna, con **especial énfasis** en el sistema reproductor.

3. RESULTADOS

3.1. HABITAT Y DISTRIBUCION

El presente estudio resultó de un análisis realizado en una comunidad bentónica caracterizada por la presencia dominante de un mitilido, M. capax, que constituye bancos silvestres ubicados en manchones por debajo de la línea de más baja marea en las costas de la Ensenada de La Paz, B.C.S. Los bancos más poblados de esta especie se distribuyen y se localizan entre los 2 y 6 metros de profundidad en las zonas de fondos pedregosos con abundante limo al igual que otros modiolinos, Otros bancos **naturales** están en las construcciones para los muelles y en objetos hundidos en el fondo marino, como la población sobre la cual se obtuvieron las muestras mensuales en la estación 1, que está depositada sobre el casco de metal de un barco hundido.

En estos **habitats** las poblaciones de M. capax, nunca quedan al descubierto aún en las mareas más bajas de sisigia, por lo cual esta especie presenta su mejor desarrollo poblacional en el piso mediolitoral, aunque en la escasa literatura se dice que habita en la zona intertidal (Keen, 1971), (Brusca, 1980) y Redher, (1981), menciona que se presenta entre los 3.5 y 30 metros de profundidad. Es probable que sí habite a más de 10 m de profundidad, sin embargo, no fué posible corroborarlo en este estudio, puesto que la profundidad en la ensenada no excede a nueve **metros**. En la Ensenada de La Paz, B.C.S., existen bancos más o menos poblados, donde forman una comunidad en la que participan otros invertebrados y algas. Esta fauna y flora acompañantes se depositan entre y sobre las conchas del mejillón, su abundancia y diversidad son variables según la época del año, la ubicación del banco, el grado de agregación y la posición en el perfil del litoral, así como la profundidad. Los bancos más poblados se localizaron en la región del canal principal de la ensenada, (Fig. 3), ésto es, la mayor abundancia por metro cuadrado se encontró en la estación 1, este banco se encuentra a unos 100 m de la línea de costa, a una profundidad entre los 1.5 y 8 m, con respecto a la marea **baja**.

La estación 6 se ubicó en "Costa Baja" que se caracteriza por ser una playa tendida que tiene el fondo compuesto por rocas menores, piedras y restos de conchas sobre arena con materia orgánica. Los manchones de M. capax están dispersos entre uno a cuatro metros de profundidad ó menos en las mareas más bajas, nunca quedan expuestos al aire. Las poblaciones del mejillón se **localizan** a unos 200 m de la línea de costa, a lo largo de aproximadamente 400 m, la mayor densidad está entre dos y cuatro metros de profundidad.

En comparación en la playa de la estación 5, las agregaciones de esta especie se encuentran sobre rocas y piedras que están a más de un metro de profundidad y a más o menos 50 metros de la línea de costa. En la playa "**Coromuel**" el habitat adecuado para las **comunidades** de mejillón está muy próximo a la línea de marea, es el sitio donde se encontraron ejemplares vivos más próximos a la costa (entre 5 y 10 m), pero siempre cubiertos por el agua.

Los bancos de los muelles, presentan características similares, puesto que la ocupación por M. capax ocurre sobre las columnas que sostiene la plataforma. Los ejemplares pueden encontrarse aislados o formando grupos de 3 a 5 individuos con cirripedios, briozoarios y diversas algas. La densidad de organismos por metro cuadrado se presentó variable en las estaciones 4, 5, 7, 8 y 9, (Tabla 4), según la profundidad y composición del substrato.

3.1.1. ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LA FAUNA ACOMPAÑANTE

M. capax en su habitat forma agregados o parches de varios individuos unidos entre sí por los filamentos **bisales** (del **bisu**) y, a las piedras, rocas, conchas u otros objetos. Entre estas asociaciones de varios individuos de la especie, se alojan otros organismos que aprovechan la conformación que se produce, a la cual le confieren una estructura propia, en la que se depositan: limo, detritus y sedimentos en abundancia. El conjunto constituye la comunidad compleja en la

que una de las especies dominantes es M. capax rodeado de esponjas, briozoarios, poliquetos, turbelarios, equinodermos, crustáceos, ascidias y otras varias especies de moluscos, inclusive algunos peces. La diversidad de especies en la comunidad es amplia y se distinguen otros componentes dominantes en la macrofauna como: Eurithoe complanata, que es uno de los poliquetos más abundantes, se aloja entre y bajo los parches de M. capax, sobre todo en las **playas** rocosas o con piedras como en la estación 3 y 6. En cambio en la estación 1 y la 2 no se encontró a E. complanata.

El otro grupo acompañante en abundancia es el de los crustáceos (Tabla 6) se presentan varias especies de cangrejos que se les encuentra durante todo el año, la abundancia y diversidad de este grupo es notable; algunas de las especies más frecuentes son: Eriphia squamata, Alpheus californiensis y Tetraclita sp que es muy frecuente sobre las conchas de M. capax, así como Calcinus californiensis.

Los equinodermos ofiuroideos, representan otro de los grupos dominantes en la comunidad, y aprovechan su conformación para la crianza; en el verano y otras épocas del año, es común la incidencia de juveniles entre los agregados de mejillón. Las especies más frecuentes son: Ophioderma panamense y Ophiotrix spiculata.

Existen otros moluscos participantes de la comunidad, uno de los más abundantes es Crepidula striolata, a la cual se le encontró en todas las estaciones muestreadas y por lo general desde las etapas juveniles y sobre los juveniles de M. capax; en promedio se observaron tres ejemplares de C. striolata por 10 de M. capax. En julio de 1986, dicha proporción se modificó a densidades casi equivalentes de estas especies en la estación 1.

Otros moluscos participantes son menos frecuentes, y tienen baja abundancia como: Pteria sterna, Pinctada mazatlanica, Muricanthus nigritus; ocasionalmente Octopus bimaculatus y Aplysia californica.

Las esponjas, como Leucosolenia irregularis es muy común, igual que las **ascidias** y los briozoarios, sobre todo en las estaciones 1 y 2 (en los muelles y "Barco Hundido"), y peces pequeños.

En las canastas de cultivo se observaron reclutamientos masivos por estación de: Tetraclita sp, Anomia peruviana (en primavera y verano), Argopecten circularis en el invierno y Atrina sp, P. mazatlanica o P. sterna ocasionalmente. También en las canastas se reclutaron peces **gobidos** durante todo el año.

3.2. CARACTERISTICAS GENERALES

Morfología externa

Modiolus capax presenta una concha de color café violáceo oscuro que se distingue desde que se fija. La característica externa más notable del "mejillón caballo" o "choro barbón", es la presencia de prolongaciones coriáceas del periostraco a manera de pelos con prolongaciones hacia un lado (**Fig. 5 y 6**), estas ornamentaciones se van formando una en seguida de la otra durante el crecimiento y se pueden distinguir con claridad desde las etapas juveniles cuando mide unos 5 mm de longitud. La longitud de las prolongaciones es proporcional al tamaño del cuerpo, cubriéndolo desde la parte baja del umbo hasta el borde de la concha. Se observó, que si, estas prolongaciones son removidas por algún agente externo, ya no se forman otra vez, lo cual ocurre con frecuencia en ejemplares mayores de 20 mm de longitud, sobre los que la fauna acompañante ha surtido su efecto durante un tiempo más prolongado. Se observó que la ocupación externa de las conchas de M. capax, se presenta desde los juveniles, cuando **alcanza** cerca de los 10 mm, sobre todo en la época en que se **reclutan** los juveniles de otras especies, al mismo tiempo que el mejillón.

El aspecto externo de M. capax en su medio natural queda enmascarado por la presencia de epibiontes y limo en abundancia que se retiene por las prolongaciones del periostraco. Sobre éstos se encuentran numerosos organismos bentónicos que forman una fauna acompañante diversa que se modifica en tiempo y espacio según la ubicación de los bancos y su localización. Lo anterior hace que los agregados de estos moluscos formen una comunidad compleja y característica, que permite cierto grado de mimetismo al mejillón objeto de estudio, y que además le da un aspecto externo poco agradable como recurso comestible . (Fig. 6).

La concha presenta forma globosa alargada, cerca del umbo se ensancha característica que distingue a los **modioli-**formes, según Seed, (1969). (Fig. 4a). La longitud de la concha presentó amplias variaciones, la talla mínima registrada fué de 5 mm y se colectó en septiembre de 1983. La longitud máxima registrada en julio de 1985 y fué de 132 mm, y se colectó en julio de 1985 (Tabla 5). La longitud, altura y espesor de la concha presentan variaciones notables entre sí y entre los diferentes organismos, sin embargo, al hacer un ajuste de regresión lineal para cada par de ejes, se encontró una correlación alta, con valores de **r** superiores a **0.90** (Tabla 8). Se encontró una tendencia de las tallas juveniles y jóvenes, (menores de 45 mm de longitud) a **presentar** ensanchada la altura de la concha, con respecto a las tallas grandes .

Al comparar las proporciones que existen entre la longitud, la altura y el espesor, del cuerpo, con la concha se obtuvieron los siguientes resultados: la altura con respecto a la longitud presenta una proporción promedio del 59.6% con un coeficiente de variación del 13.25 encontró en un ejemplar de 60 mm y el mínimo en otro de 114 mm de longitud. Cuando se refirió al espesor o diámetro entre las dos valvas, a la longitud, se encontró que existe una proporción promedio del 43.5% con una variación del **15%**, el valor máximo no excede al 68 y al mínimo al 14 se encontró que la relación proporcional entre la altura y el espesor, está en términos del 73.6% con una variación no mayor del 15%. Sin embargo la correlación entre longitud y altura presenta un valor mayor a 0.9 en un ajuste lineal (Tabla 8). De la misma manera se comporta la correlación de la longitud, contra el espesor (Tabla 8) (Fig.33), pero los valores de la pendiente son notablemente distintos, mientras que para la regresión longitud-altura fué **de 0.44**, para la longitud-espesor fué de 0.36. Existe variación de un mes a

otro, pero no de consideración; excepto en la colecta de julio de 1985, en que se presentó una gran variabilidad en la morfología externa de las conchas, aún entre las mismas clases de tallas..

3.3. Morfolofía interna

La anatomía interna de M. capax conserva las mismas características descritas para los mitilidos, el cuerpo tiene simetría bilateral, una región dorsal donde se localizan los Órganos del sistema circulatorio y los músculos aductores desiguales en la región anterior y posterior. En la región **antero-ventral** se localiza la boca rodeada por los palpos labiales, la gónada y hacia la región posterior se encuentra el ano y el nefridioporo.

El tubo digestivo se inicia en la boca, rodeada por los palpos labiales, los cuales se forman por tejido elástico fibroso con prolongaciones unidas por puentes de tejido conjuntivo. Los palpos labiales forman una estructura a manera de embudo, que pasa por la boca y forma el esófago corto, que a su vez desemboca en el estómago, este órgano tiene dos cavidades que se comunican y donde desemboca el saco del estilete. La región del estómago se encuentra rodeada en su totalidad por la glándula digestiva y tejido gonadal. El intestino forma una asa que se dirige en posición dorsal, pasa por encima del músculo aductor y desemboca en el ano a la cavidad paleal posterior.

La anatomía microscópica del tubo digestivo se forma por tres capas: la interna constituida por un epitelio cilíndrico pseudoestratificado con células altas. y prolongaciones a manera de **cilios**, que son más largas en la región del estómago e intestino, debajo de este epitelio se ubica una capa delgada de tejido conjuntivo laxo con algunas fibras, a su vez esta capa está rodeada por la capa serosa que forma el manto, donde se **dis-**

tinguen gran cantidad de células mucosas, del tipo de las **cali-ciformes**, que se tiñen intensamente con los colorantes ácidos (Fig. 7). La glándula digestiva ocupa la región media de la masa visceral y se distingue anatómicamente por su color café oscuro negro. En su histología se caracteriza por ser una glándula **acinosa** compuesta con acini mucosos serosos y seromucosos con granulaciones notables que tienen reacción positiva **intensa** a la **técnica** de PAS. Su abundancia y distribución varían de un organismo a otro y de una colecta a otra.

En sí la estructura interna, del sistema circulatorio, excretor y para el intercambio de gases, se describe igual que para la mayoría de los bivalvos, en especial para el género Mvtilus, con el cual presenta afinidad, sobre todo en lo que se refiere a su anatomía interna, (Field, 1922; Write, 1937, citados por Seed, 1969a).

Otro sistema sobresaliente en la anatomía interna corresponde al sistema reproductor. Se constituye por una glándula tubulosa **ramificada** que forma la gónada, posee un conducto al que desembocan las ramificaciones el cual es la vía de salida de la secreción. Tanto en hembras como machos se presenta la estructura mencionada.

3.4. R E P R O D U C C I O N

3.4.1. ~~ANATOMIA~~ MICROSCOPICA E HISTOLOGIA DE LA GONADA

La gónada de M. capax es un órgano en forma de saco que presenta en su anatomía microscópica dos componentes principales: una cápsula conjuntiva con algunas fibras aisladas y el estroma conjuntivo se compone por elementos a los que se les denominó: células de tipo "a", éstas tienen forma poligonal o **semisférica** (Fig. 8), tienen el citoplasma hialino y uno o varios núcleos esféricos regulares, siempre en posición periférica. Estas células tienen baja afinidad tintorial, y son características por las sustancias granulares que presentan en su interior. Al microscopio Óptico parecen tener **interconexio-**

nes entre sí. Son-abundantes en las etapas de desarrollo temprano, forman el tejido interfolicular, su máximo grado de ocupación gonádica se presenta en **la etapa de indiferenciación** y al iniciarse la actividad **gametogénica**. Así mismo, este tejido se reduce de manera significativa en la madurez, etapa en la cual los folículos alcanzan su máximo desarrollo y ocupan todo el volumen gonadal, (Fig. 12c).

En el tejido conjuntivo se localizaron otras células, de forma esférica típica, con citoplasma claro conafinidad por los colorantes ácidos. El núcleo es claramente esférico con notable afinidad por los colorantes básicos; a estas células se les llamó del tipo "b" (Fig. 7); los diámetros de dichas células son regulares con un promedio entre 8-10 micras. Se notaron más numerosas en las etapas de desarrollo gamético temprano, principalmente entre los folículos y entre las células de tipo "a".

El tejido conjuntivo interfolicular se ve sujeto a cambios considerables en su morfología y composición, determinados por la maduración, sobre todo en las células del tipo "a", debido al almacenamiento de sustancias granulares nutritivas, que se identifican por su afinidad a los colorantes ácidos como la eosina, aparte de presentar reacción positiva a las técnicas para lípidos principalmente. Aunque la fijación y deshidratación afectan a estos compuestos, como los pigmentos de color naranja que se encuentran en las gónadas, también resultan positivas las reacciones con el método del ácido-peryódico-Schiff, para glucógeno. Las mayores concentraciones de sustancias granulares entre los folículos se encuentran en la etapa temprana de desarrollo gamético, tanto en hembras como en machos. En la **gametogénesis** intermedia estos elementos disminuyen y están ausentes en la madurez y el desove. Puede observarse alguna recuperación después del desove, pero es poco significativa.

El otro componente principal en la gónada son los **túbulos** o folículos en los cuales se lleva a cabo la producción **gámica**. Estos **túbulos** se **ramifican** ampliamente y proliferan desde el inicio de la gametogénesis y en la madurez ocupan casi todo el estroma conjuntivo, dejando éste último, reducido a los tabiques entre cada folículo (interfoliculares) (Fig. 7). Los folículos tienen una membrana basal sobre la que se asienta el epitelio germinativo; que se identifica por células esféricas de núcleo grande, donde la proporción núcleo-citoplasma representa un 3 : 1, además de presentarse estadios de división meiotica y mitosica.

3.4.2. O V O G E N E S I S

La ovogénesis es un proceso que al igual que en otras especies se caracteriza por la serie de cambios que conducen a la formación de los **ovocitos**. Su inicio se identifica por la presencia de células esféricas o poligonales de diversos diámetros formando conglomerados en las paredes interiores de los folículos, con divisiones meióticas en un 60% o más. Se distinguen además núcleos con eucromatina y heterocromatina, con afinidad acentuada por colorantes básicos como la hematoxilina, azul de toluidina, fucsina básica y otros. A medida que se sintetiza el vitelo se producen sustancias granulares finas que coinciden con el aumento de diámetro de estas células, modificando sus características citoplásmicas. Los ovocitos primarios **corresponden** a las células antes descritas, en cuanto se inicia la acumulación de **vitelo**, a las 20 micras nos encontramos con los ovocitos secundarios. La evidencia de vitelo se distingue por la presencia de finas granulaciones que tienen afinidad por colorantes ácidos (Fig. 8). Se les encuentra dispersas por el citoplasma sobre todo cerca del núcleo, la cantidad de sustancias granulares acumuladas varían de una célula a otra, inclusive en el mismo estado de desarrollo, en células de igual diámetro, también varían de un folículo a otro en la misma gónada. Dentro de esta gran variabilidad, se van formando los ovocitos que llegan a la gametogénesis avanzada y la madurez; caracterizándose por su forma poligonal, causada por la presión que

ejercen los ovocitos contiguos, el diámetro máximo del **ovocito introvárico** se encuentra entre las 65 y 70 micras, su núcleo es esférico claro, la cromatina se encuentra dispersa, en finos gránulos y muestra baja afinidad tintorial (Fig. 9). El citoplasma del **ovocito** maduro es claro, con el vitelo en forma de granulaciones finas dispersas, que se acumulan en la proximidad del núcleo sin cargarse hacia algún extremo. Algunos ovocitos secundarios y maduros conservan una conexión con la base del folículo, adoptando forma de "pera" (Fig. 9), figura que frecuentemente se observa en las gónadas de bivalvos. La vitelogénesis se presentó en ejemplares de tallas superiores a los 30 mm de longitud de concha. La cantidad de folículos con signos de vitelogénesis fueron **escasas**, pudiendo encontrar solo dos o tres por campo, con pocas células en su interior. El proceso **vitelogénesis** se le identificó en varios meses del año; sobre todo en primavera y verano. La mayor proporción de células en vitelogénesis avanzada se observan antes del desove y en ejemplares adultos entre los 50 y 100 mm de longitud, en los meses de mayo, junio, julio, septiembre y octubre.

3.4.3. ESPERMATOGENESIS

La espermatogénesis se presenta como un proceso en el cual se modifican las características morfológicas de las células germinales, de manera inversa a lo que ocurre en la vitelogénesis. La gónada masculina se compone como una glándula tubulosa **ramificada**, rodeada por un estroma conjuntivo igual al que se encuentra en las hembras. Están presentes las células tipo "a", que almacenan sustancias granulares (lípidos y glucógeno) y las del tipo "b". Las ramificaciones de los **túbulos** se distribuyen por todo el estroma y se forman por una pared conjuntiva con algunas fibras aisladas, que al igual que en las hembras, sostiene una membrana basal, sobre la cual está el epitelio germinativo, constituido por células llamadas **espermatogonias**, que se caracterizan, comparativamente a las de las hembras. Sin embargo, los cambios que se suceden para llegar a espermatoцитos secundarios son notablemente distintos. La principal diferencia reside en la reducción de tamaño, en contraste con el proceso de ovogénesis.

En la formación de espermatozoides se **ve que el diámetro** de los **túbulos** se modifica según el grado de avance en el desarrollo y el nivel del corte. Dentro de los **túbulos** las espermatogonias se distinguen como células esféricas de núcleo grande, el cual ocupa más de un 90% del volumen celular, la cromatina muestra organización meiótica y mitótica, al mismo tiempo el núcleo se ve hinchado. Este tipo celular forma un estrato de dos o tres capas, en la última se empiezan a intercalar células de menor diámetro (Fig.10), que constituyen a los espermatocitos primarios y secundarios, donde el núcleo se encuentra disminuido en su tamaño y la cromatina está concentrada, con fuerte afinidad tintorial. Esta etapa, es la que precede a la espermatocitogénesis o espermateliosis. Estas células forman un estrato de 4 a 6 capas, en el cual se van intercalando las espermatides, que se caracterizan por un tamaño menor, la cromatina más concentrada y la formación del segmento intermedio (Fig. 10). Es necesario hacer observaciones con más de 100 aumentos para distinguir el segmento intermedio y la formación del flagelo. La terminación del proceso que concluye con la formación de los espermatozoides, se hace más notable en la etapa que ha sido clasificada como estadio III o **gametogénesis** avanzada, en esta etapa el **túbulo** se encuentra ocupado en su interior por espermatides en un 10% y espermatozoides en un 85%; el resto o menos lo constituyen algunas espermatogonias y espermatocitos que pueden verse en la base del **túbulo** (Fig. 12g).

Las espermatides y espermatozoides proliferan activamente en la etapa previa al desove, de tal manera que los tubos seminíferos ocupan todo el volumen **gonádico, donde** el tejido conjuntivo nutritivo y la sustancia amorfa ya no están presentes. Sin embargo, se ha incrementado el diámetro de los **túbulos**, en su mayoría, aunque en una misma gónada se pueden encontrar **túbulos** con escaso desarrollo espermático o diámetro disminuido. En la mayoría de las muestras observadas la composición celular germinativa fué muy heterogénea, con una alta frecuencia de la que se clasificó como **gametogénesis** intermedia, o la etapa de recuperación que sigue a un desove.

Los primeros signos de desarrollo espermático se encontraron desde 29 mm de longitud de concha. Se observan escasos **túbulos** de pequeño **diá-**

metro (20-30 micras) repartidos en el estroma, se refleja una proliferación en la parte interna con algunas espermátides, no se distinguen espermatozoides con características definitivas.

De acuerdo con los **cambios** morfológicos que se presentan en la gametogénesis se clasificaron los estadios para la descripción del ciclo anual.

3.4.4. ESTADIOS DE DESARROLLO GONADICO

Indiferenciación (Estadio 0)

En esta etapa (Fig. 12a) el componente principal en la gónada es el tejido conjuntivo laxo con abundantes células del tipo "a", con inclusiones citoplásmicas poco abundantes, sin pigmentos, lípidos y glucógeno. Se encuentran células del tipo "b" cerca de los folículos y pueden estar presentes folículos o **túbulos** aislados con desarrollo incipiente, donde pueden verse alguna actividad gamética temprana; sin embargo, no permite definir el sexo, y ésta viene a representar la característica definitiva, para la asignación a este estadio; aunque existen algunas variantes en cuanto a abundancia de los componentes principales. No obstante, la gónada tiene un diámetro menor al que por lo general se presenta en etapas posteriores. Esta etapa del desarrollo se encontró con baja frecuencia en el ciclo de observaciones, en ejemplares mayores de 45 mm, en la primavera y el verano. Sin embargo, tiene muy alta frecuencia en los grupos de tallas menores de 35 mm, aún en la primavera y verano (Fig. 17).

La frecuencia más alta de indiferenciados ocurre en las tallas menores de 40 mm, aunque también **se presentó** en tallas mayores, en la temporada de baja actividad reproductiva, o bien, en algunos ejemplares de las tallas (más de 110 mm de longitud de concha) con baja frecuencia.

Gametogénesis inicial (Estadio I)

El análisis histológico permite identificar en esta etapa la presencia de folículos femeninos, con ovogonias y ovocitos primarios, cuyos diámetros varían entre 10 y 20 micras. En ambos casos se encuentran adheridos a la pared del folículo. A nivel nuclear se observan varias fases meióticas, su citoplasma es escaso con afinidad basófila, por lo común en esta etapa se localizan numerosas agrupaciones de este tipo celular repartidas en la mayoría de los folículos. Es usual encontrar ovocitos en etapas más adelantadas (Fig. 12b).

Los folículos del estadio 1 pueden ocupar un 10% del volumen total de la gónada y el resto está ocupada por el tejido conjuntivo, en este caso con gran cantidad de inclusiones citoplasmáticas granulares, en el interior de las células del tipo "a". Las técnicas para demostración de lípidos (Sudan III) y para los carbohidratos (ácido - peryódico - Schiff) tuvieron resultados francamente positivos.

Con técnicas histológicas como hematoxilina de Harris, las inclusiones también se distinguen por su fuerte afinidad a los colorantes ácidos.

Gametogénesis intermedia (Estadio II)

Se caracteriza por la presencia de folículos con diámetros mayores en un 80 a 100% en los cuales se observaron ovogonias, ovocitos primarios, secundarios y Óvocitos maduros, la proporción de cada tipo es muy variable, pero los más frecuentes corresponden a los ovocitos en vitelogénesis.

La asignación de este estadio, para el caso de este estudio, presentó cierto grado de dificultad, puesto que, tanto se encontraron folículos de diámetros menores, ocupados por ovocitos vitelados de más de 50 micras como también se encontraron folículos, de diámetros mayores de 300 micras, que contenían ovocitos primarios y ovocitos en varias fases de la formación del vitelo (Fig. 12c).

En los machos se consideró una condición similar, con la composición celular espermática. Sin embargo, se incluyó en este estadio a aquellos ejemplares que carecieran de espermátides y espermatozoides.

Por otro lado, para la asignación al estadio II, debía estar presente, el tejido conjuntivo con abundantes inclusiones granulares, como una condición absoluta, en su defecto no se incluyeron. La presencia o ausencia de tejido nutritivo resultó ser el carácter determinante para la asignación al estadio II. Esta etapa de desarrollo mostró la más alta incidencia después del estadio de madurez y sus más altas frecuencias **se** detectaron en la primavera de 1983 y 1984. También se mostró abundante en el otoño de 1983.

Gametogénesis avanzada (Estadio III)

Durante esta etapa ocurre la ocupación total de los folículos por **ovocitos** con vitelo, que alcanzan un diámetro mayor de 60 micras, al mismo tiempo que adoptan forma poligonal. La presencia de ovocitos primarios y secundarios ha disminuido en un 90% por lo que son escasos ó están ausentes. El componente conjuntivo queda solo en las paredes de los folículos compuesto por **substancia** amorfa con algunas fibras, no están las células tipo "a". Hacia la región medular del órgano se localizan grandes conductos revestidos por epitelio **cilíndrico** ciliado, que conducen ovocitos maduros rodeados por partículas y **substancia** amorfa eosinófila.

Las gónadas maduras se identificaron en todos los meses analizados aunque las más altas frecuencias se encontraron en junio y julio de 1983. Al hacer un análisis de distribución de frecuencias relativas de todos los estadios de madurez durante el ciclo estudiado, se encontró que el máximo corresponde al estadio III, (Fig. 18c); siempre está presente entre las tallas de 50 a 90 mm de longitud, aunque de septiembre a noviembre se registran las más bajas frecuencias del estadio III.

Madurez y desove (Estadio IV)

La madurez en las hembras se caracteriza por la presencia de **folículos** con ovocitos maduros, **más** espaciados entre sí, adoptan la forma esférica **y** coinciden con la presencia de ovocitos en **proliferación**, como un indicador de la recuperación (un segundo ciclo gamético) que prepara a la gónada para otro desove.

Postdesove (Estadio V)

La salida del ciclo reproductor se marca por la alta-incidencia de la etapa de postdesove, en la cual las hembras muestran una gónada **flácida**. Los folículos se encuentran con algunos ovocitos maduros y también ovocitos jóvenes pero en menor proporción. Es común que ocurran numerosos ovocitos con vitelo **y** signos de autólisis en algunas zonas de la gónada o en su totalidad. (Fig. 12d). En estas circunstancias la gónada puede tener un peso mayor a las gónadas con folículos casi vacíos, **y** se considera postdesove por la autólisis que repercute en disminución de la potencialidad reproductiva.

Reabsorción gonadal (Estadio VI)

Esta etapa tuvo una baja frecuencia en todo el ciclo de observaciones, se asigna a aquellos ejemplares que histológicamente mostraron la gónada con abundante tejido conjuntivo interfolicular sin granulaciones de **reserva** 0 con muy pocas, además de presentar algunos folículos con el diámetro reducido **y** sin células germinales activas. Se pueden encontrar algunas hembras con ovocitos maduros aislados, coincidiendo con células **fagocíticas** (Fig. 12d); este estadio gonadal se encontró en ejemplares de **diversas** tallas, con una mayor incidencia en organismos grandes mayores de 90 mm de longitud, en la época de invierno.

Este **estadio en** algunas ocasiones puede ser confundido con el de indiferenciación, sin embargo la posibilidad de identificación del sexo y la presencia de células fagocíticas, así como ausencia de tejido conjuntivo de reserva, permite definir la clasificación del ejemplar, hacia el **estadio VI** (Fig. 11).

3.4.5. TALLA MINIMA DE RECLUTAMIENTO REPRODUCTOR

El reclutamiento a la reproducción es un proceso que para esta **especie, se** encuentra asociado a la temporada reproductiva, debido a que la **insistencia** de ejemplares maduros y en desove, en tallas menores de 40 mm, se registró principalmente en la primavera y verano. Al mismo tiempo se debe señalar que la actividad gametogénica incipiente se detectó, en ejemplares desde los 29 mm en un 5% en los machos, aunque también se detectó en hembras con una frecuencia menor, y a partir del mes de mayo. Los individuos en gametogénesis avanzada y con ovocitos maduros se encontraron a partir de los 40 mm de longitud de concha. Con una cierta tendencia a la protandria. Los primeros signos de desove se detectaron a los 40 mm en el mes de julio. Es necesario señalar que el desarrollo folicular en las tallas menores de 40 mm es menos significativa, que en las tallas de mayor longitud. Mientras en un ejemplar de 80 mm de longitud de concha, se encuentran 10 a 20 folículos por campo en uno de 35 a 40 mm se encuentran solo 5 a 7 en promedio.

3.4.6. INDICE GONADOSOMATICO

Al analizar los resultados sobre las estimaciones del **índice gonadosomático** de la población de la estación 1, se encontró que durante el mes de abril el valor medio correspondió a 3.74 se nota un incremento hacia mayo hasta 5.47, este valor perdió 0.47 décimas en junio, sin embargo después se incrementa notablemente hasta 7.9, pero su valor más alto registrado en 1983, **fué** en septiembre (8.68), mismo que decae en forma brusca al mes siguiente, pero en noviembre se vuelve a elevar hasta 7.3 (Fig. 13).

El año siguiente en enero se registró un valor medio de 4.5 se incrementa hasta 8.11 en marzo, con un descenso de más del 50% en abril.

Este **índice** demostró tener una relación estrecha con el tamaño de la gónada, puesto que representa la proporción en peso de la misma. Los valores medios encontrados oscilaron entre 2 y 8 (Tabla 9 y 10), entre abril de 83 y mayo de 1984 (Fig. 13).

Los tres valores más altos registrados se presentan: uno al inicio del verano, el segundo a mediados del otoño y el tercero a fines del invierno. Al compararlo con la frecuencia de maduros se encuentra una coincidencia de incrementos entre la primavera y verano. Sin embargo durante el otoño e invierno concurre de manera inversa, a un mayor valor en el índice gonadosomático, menor frecuencia de maduros. Al entrar la primavera de 1984 el ascenso del **índice** gonadosomático no concuerda con la de maduros, (Fig. 14).

Al calcular el **índice** gonadosomático por separado, para las hembras, se encontró que en los meses de desove éstas últimas, presentan un valor promedio mayor al de los machos, en la mayoría de los meses estudiados (Tabla 9 y 10). Esta condición también se encuentra al comparar las tallas promedio en cada sexo y para cada mes (Fig. 13b). Este **índice** no puede utilizarse por sí solo para determinar la temporada de reproducción, en vista de que se afecta por factores que influyen en el peso del organismo.

3.4.7. INDICE GONADICO

El **índice** gonádico que proporciona una estimación de la condición reproductiva de la población mostró sus valores intermedios entre 3.0 y 3.5, durante junio, julio, agosto y septiembre. Hacia octubre el valor se eleva, de tal manera que en noviembre y diciembre se obtienen los valores más altos, lo cual tiene un significado de mayor frecuencia de desovados. Los valores bajos e intermedios se registran otra vez hasta febrero, marzo, abril y mayo. Las variaciones en el **índice** gonádico, mostraron una estrecha relación con la composición de estadios de madurez, no así para el **índice** gonadosomático, puesto que, no existe correlación entre estos dos **índices**.

Este **índice** demostró tener una relación estrecha con el tamaño de la gónada, puesto que representa la proporción en peso de la misma. Los valores medios encontrados oscilaron entre 2 y 8 (Tablas 9 y 10), entre abril de 83 y mayo de 1984 (Fig. 13).

Los tres valores más altos registrados se presentan: uno al inicio del verano, el segundo a mediados del otoño y el tercero a fines del invierno. Al compararlos con la frecuencia de maduros se encuentra una coincidencia de incrementos entre la primavera y-verano. Sin embargo durante el otoño e invierno concurre de manera inversa: a un mayor valor en el **índice** gonadosomático, menor frecuencia de maduros. Al entrar la **primavera** de 1984 el ascenso del **índice** gonadosomático no concuerda con la de maduros, (Fig. 14).

Cuando se calculó el **índice** gonadosomático por separado, para cada sexo se encontró que en los meses de desove, las hembras, presentan un valor promedio mayor al de los machos, en la mayoría de los meses estudiados (Tabla 9 y 10). Esta condición también se obtuvo al comparar las tallas promedio en cada sexo y para cada mes (Fig. 13b). El **índice** gonadosomático demostró que no puede utilizarse por sí solo para determinar la temporada de reproducción, en vista de que se afecta por los factores que influyen en el peso del organismo, presentándose gran variación de un mes a otro.- (Fig. 13a).

3.4.7. INDICE GONADICO

El **índice** gonádico estima la condición reproductiva de la **población**; mostró valores intermedios entre 3.0 y 3.5, durante junio, julio, agosto y septiembre. Hacia octubre el valor se eleva, de tal manera que en noviembre y diciembre se obtienen los valores más altos, lo cual significa una mayor frecuencia de desovados. Los valores bajos e intermedios se registran otra vez hasta febrero, marzo, abril y mayo. Las variaciones en el **índice gonádico**, mostraron una estrecha relación con la composición de estadios de madurez. Entre el **índice** gonádico y el **índice** gonadosomático no existe correlación.

3.4.8. PROPORCION DE SEXOS

De acuerdo con las muestras analizadas en la estación 1 se **encontró** que existe una amplia variación en la proporción de hembras y machos a lo largo del ciclo de reproductivo. Sin embargo, se notó una tendencia hacia frecuencias más altas en la proporción de machos, en la mayoría de los meses (Tabla 11). En la generalidad se obtuvo una relación de proporción de 100 : 120, (hembras / machos), **esta relación** varía **según** la talla de los ejemplares y la temporada del año. En el mes de abril de 1983, se encontró un predominio de machos en proporción 100 : 130 cuando se cuantificaron por número de ejemplares de cada sexo. Al obtener la relación por peso se encontró que la proporción de machos disminuye sin llegar a igualar al de las hembras.

En los meses de abril, mayo y junio se **obtuvo una** proporción mayor de hembras en las muestras utilizadas para estudios gonádicos. De julio a octubre la proporción de machos supera en las del 40% a la de hembras. **En** noviembre, diciembre, enero y febrero la cantidad de hembras **fué** mayor a la de machos (Tabla 11).

Al agrupar los resultados por estación del año, se encontró que la cantidad de hembras y machos es equivalente en la primavera y verano. Y **al cuantificarlos** por peso de cada sexo se encuentra una proporción mayor de hembras (100 : 91). Durante el otoño e invierno ocurrió una condición similar ; aunque se incrementa la proporción de machos en un 28% al resultado anterior por número y en un 5% al anterior por peso (Tabla 12).

En las localidades de prospección se encontró una relación diferente, tanto en número como en peso, con predominio de la proporción de machos sobre la de hembras en 20% por número y en un 17% por peso (Tabla 11).

Si se compara con las muestras de las localidades de prospección en la estación 6, las tallas correspondieron a las clases de 75, 85 y 95 y tratándose de individuos grandes, colectados en el mes de julio, donde la proporción de sexos se encontró sobre 100 : 95.

En el mes de mayo, **en** que se inicia reclutamiento a la maduración y el desove la proporción se determinó en 100 : 60, en una muestra compuesta principalmente por ejemplares de la clase de 50, la frecuencia modal de tallas para esta ocasión estuvo en los 55 mm. Al analizar la proporción de hembras y de machos en relación a las tallas se encontró que las hembras presentan, un promedio de tallas, superior a la de los machos (Fig. 15), es decir, los machos por lo regular tienen menor tamaño que las hembras, y de igual manera se **comportaron** en **el peso**. Sin embargo, al revisar la proporcionalidad de sexos en cuanto al peso se detectaron valores equivalentes en la mayoría de los casos en términos de 100 : 107 (Tabla 11), con un coeficiente de variación del 44%.

Cuando se obtiene las frecuencias relativas de machos a lo largo del año se observa que la variación es poco significativa, pero al revisar la de las hembras se ve que existe mayor variación, algunos meses la proporción porcentual de hembras presenta un pico, en el período de madurez y desove, como ocurrió en el mes de julio de 1983, otro pico en octubre del mismo año, y otro en marzo de 1984. La proporción de machos se incrementa en parte por la incidencia de organismos recién reclutados a la población reproductora, puesto que se detectó una **cierta tendencia a la protandria, en tallas** menores de 30 mm.

El hermafroditismo y la bisexualidad fueron eventos que se registraron en la población de **M. capax**, con frecuencias bajas. El hermafroditismo se presentó en un ejemplar de 60 mm, en junio de 1983. **En** éste se encontraron folículos femeninos con ovocitos desarrollados, coincidiendo y en vecindad con folículos masculinos (Fig. 16a), sin entremezclarse las células gaméticas. También se identificaron ejemplares bisexuales, que se distinguen por la presencia de folículos compuestos por ovocitos en **vitelogénesis** y espermatocitos, espermatides y espermatozoides, al mismo tiempo y **dentro** del mismo folículo (Fig. 16b), en un estadio II del desarrollo gamético para la parte femenina y un estadio de postdesove para el componente masculino. **La** incidencia de estas anormalidades fué menor del 0.5% para la zona y período de estudio.

3.4.9. CICLO ANUAL DE REPRODUCCION

Las poblaciones de M. capax en la Bahía de La Paz, durante 1983-1984, mostraron un comportamiento reproductor particular. Los ejemplares colectados en diciembre de 1982 **en la** zona de la estación 6 se encontraron en etapa de postdesove, la frecuencia del estadio V llegó a más del 60% y el **índice** gonádico fué de 4.6. Aunque esta localidad no corresponde a la que se siguió mensualmente, ilustra lo que ocurría en el invierno previo al estudio. También en la estación 6, en el mes de marzo, se presentó una situación distinta, donde predominó el estadio de gametogénesis intermedia, con 76%. En este caso el **índice** gonádico se registró en 1.8.

En el mes de febrero de 1983, en la zona de la estación 5 también se encontró una alta frecuencia del estadio II, seguido del III. Coincidiendo con un **índice** gonádico de 2.0. A un mes de entrada la primavera del 1983, presentó un 65% de ejemplares en gametogénesis intermedia, con un 13% de maduros. En el mes de mayo se incrementa la proporción de maduros hasta el 53% mientras el **índice** gonádico llegó a 2.3. Hacia los meses de junio, julio y agosto, la proporción de maduros y en desove, se eleva hasta un 90%. Después viene un descenso marcado en octubre (Fig. 18a). Entre octubre y noviembre se observó una recuperación, de la condición de postdesove, con valores **de índice** gonádico de 4.5 con predominio del estadio V, presentándose signos de destrucción intrafolicular acentuada. Sin embargo, el **índice** gonadosomático mostró un valor medio alto, que desciende al mes siguiente y en enero se llega a la 3.4 y baja 2.5 en febrero. En marzo y abril vuelve a recuperarse con un valor medio de 7.4 mientras la proporción de maduros se incrementa al 33% (Fig. 18b).

Lo anterior indicó que para la temporada en que se efectuó el estudio, M. capax se reprodujo desde mayo, con mayor intensidad en julio y principios de agosto. Después la actividad reproductiva descendió de **septiem-**

bre a noviembre, solo en parte, puesto que, aún en noviembre se registró un incremento en la proporción de maduros y en desove, así como un valor de 7.3 en el **índice** gonadosomático. Posiblemente en diciembre se encontraban en desove más de un 20% de la población. Al entrar 1984, se nota por la presencia de una alta frecuencia de gametogénesis intermedia, en enero, seguida por la madurez hacia febrero y marzo, meses en los que ocurrió **el** desove, puesto que, a fines de abril la fracción de maduros desovantes pasó a desove y postdesove en un 30%.

Con trece meses de observaciones continuas se describió el ciclo de actividad reproductiva, encontrándose que el máximo desove ocurrió entre el final de la primavera y principios del verano. Después ocurrió una **recuperación** gonádica que produjo otro desove de menor intensidad. De acuerdo con los resultados la disminución de la actividad se observó a fines del otoño y en el primer mes de invierno. La actividad gametogénica entre 1983 y 1984 fué continua con algún desovante esporádico; en contraste con los resultados de otro estudio realizado entre 1979 y 1980, en que disminuyó durante el invierno en casi 90% (Ochoa-Báez, 1985).

3.4.10. **ANALISIS** DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA POR TALLAS

Con el fin de conocer el aporte reproductivo de cada talla se analizó la condición **gamética** por clases de tallas, encontrándose lo siguiente: las tallas menores de 55 mm, se reclutan a **la** reproducción, después de las clases superiores (sobre todo aquellos 85 a 95 mm), no **obs-**tante, ya en el mes de mayo ingresan a la población reproductiva, tallas entre 65 y 75 mm, de tal manera, que en junio y julio también participan en el proceso reproductivo los individuos menores a 50 mm. Estas observaciones coinciden con los resultados que se obtuvieron del **índice** gonádico y el **índice** gonadosomático (Fig. 19). Es necesario señalar que por lo tanto, las tallas con mayor potencial reproductor son las que están por arriba de los 60 mm, debido a que: se inician antes en la producción de gametos, además de que participan en los dos períodos de desove,

3.5. C R E C I M I E N T O

3.5.1. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE TALLAS ENTRE 1983 - 1984

Uno de los métodos utilizados para estimar el crecimiento de las **especies** es el seguimiento de la distribución de frecuencias modales por períodos prolongados de tiempo. En el presente estudio fué uno de los métodos que se aplicaron, con el antecedente de que ya ha sido aplicado en los bivalvos **mitilidos** (Seed, 1969b; Seed y Brown, 1975).

Para obtener la mejor representatividad modal se agruparon los datos en intervalos distintos. El agrupamiento de cinco en cinco milímetros produjo 24 marcas de clase, con igual número de intervalos. Este permitió distinguir numerosas frecuencias modales, que se presentan en las diferentes muestras hasta seis frecuencias modales por mes y en todas las localidades. El agrupamiento de 5 en 5 permite proponer que la composición por tallas de la especie es **polimodal** (Fig. 20) como ha sido sugerido para los mitilidos, (Seed, 1969b).

Con este ensayo se detectaron grupos modales desde los 15 mm de mayo a noviembre de 1983 (Tabla 14); también se registraron frecuencias modales en 20 y 25 mm entre abril y mayo. En todas las **localidades** durante todo el año se presentaron los de 30 a 45 mm y de 65 a 70 mm. Solo en abril de 1983 se observaron grupos modales en 60 y 100 mm. Los grupos mayores de 90 mm no se encontraron en septiembre y octubre y desde enero a marzo de 1984 (Fig. 21).

Lo anterior **demuestró** que en cada mes pueden obtenerse varias frecuencias modales en más del 50% de las clases, por lo cual es difícil llevar a cabo el seguimiento mensual, ya que, los grupos solapan de un mes a otro.

Cuando se agruparon los datos de 10 en 10 mm se eliminan frecuencias modales marcándose solamente las más sobresalientes, de tal manera que en cada mes se distinguen dos o tres grupos modales (Fig. 21), **Con** trece intervalos de tallas (Tabla 3). De esta manera fué posible hacer un seguimiento mensual de estos grupos que pueden representar clases anuales. Se encontró un grupo modal

de ejemplares siempre menores de 25 mm, en los meses de mayo, junio, julio, septiembre, octubre y noviembre de 1983. Después se detectaron frecuencias modales en las clases entre 35 y 45 mm desde septiembre de 1983 a abril de 1984. Posteriormente se distinguen grupos modales de las clases entre 55 y 75 mm en los meses de abril a octubre y de noviembre a enero, de tal manera que, se podría considerar que este grupo está presente todo el año. Las clases mayores de 90 mm, solo se detectaron en los meses abril, mayo, septiembre, octubre de 1983 y enero de 1984.

En el primer análisis se encontró un desplazamiento modal, entre el mes de junio y julio, de la clase III hacia la IV y V. Un segundo corrimiento de **frecuencia** modal se registró entre septiembre y octubre, de la clase II a la III y de la V a la VI, en este mismo período. El tercer cambio modal se registró entre noviembre y enero de 1984, de la clase III hacia la IV. Y el último cambio modal se vió entre enero y marzo de 1984, de la clase VI hacia la VII (Fig. 21).

Por otro lado, la composición por tallas en cada mes, debe describirse, sobre la base de que el incremento en longitud y peso, repercute en forma directa sobre la proporción de cada clase de talla en el tiempo. La distribución de frecuencias de tallas en la especie estudiada mostró una amplia variación en cada mes de observaciones, aunque en principio se encontró que se presenta una distribución de tipo bimodal, como la que se obtuvo en el primer mes de muestreo en **la estación 1**, (Fig. 21). También se registró una composición por tallas **bimodal** en la zona de "Costa Baja" (estación **6**), en diciembre de 1982 y marzo del 1983 (Fig. 22) En el monitoreo que se realizó en la estación 1 en mayo de 1986, se **encontró** otra vez la composición bimodal, con una moda en la clase de 40 y otra en la de **90**.

De abril a mayo de 1983, se presentó una mayor cantidad de tallas menores de 40 mm, con la moda en la clase III (21-30 mm), donde el porcentaje de éstos es del **21%**, mostrándose como el valor más alto de este mes. La siguiente frecuencia modal se localizó en la clase X, con un valor porcentual del 12%. Para este primer mes la composición **por** tallas del banco se encontró hacia una mayor abundancia de las clases menores a los 50 mm, **representando** el 52% de la muestra completa. Un 27% se encontró para las clases VI y VII. El resto lo **consti-**

tuyeron ejemplares mayores de 60 mm, en un 37%.

Al siguiente mes se modificó la composición antes descrita, por el incremento en las proporciones de las clases IV y V, aunque la más alta frecuencia persistió en la clase III. De esta manera el porcentaje de individuos menores de 60 mm es significativo, expuesto en un 68%.

La frecuencia modal de los ejemplares de las clases mayores de 60 mm, se distribuyó de manera regular con un 30% del total. El 2% restante **correspondió** a ejemplares entre 60 y 70 mm.

El mes de junio de 1983, se mostró con modificaciones al respecto del mes anterior, sobre todo en el grupo de clases mayores (VII, IX, X, XI y XII). No obstante se detectó una frecuencia modal en la clase IX, con un 7.7% del total. A diferencia de los meses anteriores, no se encontró representada la clase I y la II tuvo una baja frecuencia del 4.65%. Sin embargo en esta porción de la muestra total, continúa la moda en la clase III, de hecho, no se observó un desplazamiento modal, hasta estas fechas.

Cuando se revisó la distribución del mes de julio del mismo año, se encontró una modificación considerable al esquema anterior. La clase I se registró por primera ocasión, aunque la frecuencia fué del 1.5%. La moda se situó en la clase V, con un 19.5%. En este mes la proporción porcentual de las clases de la I a la V, fué del 66.5%. Es necesario hacer notar que se observó el primer desplazamiento modal del período, de la clase III, hacia la clase V. Se encontró otra alta frecuencia en la clase VII, con un 12%. Se encontró una fuerte disminución de las clases mayores de 70 mm, representadas por un 21%.

Durante el mes de agosto no se obtuvieron muestras; **aunque** el 6 de septiembre se colectó, encontrándose como característica principal a la composición por tallas, la aparición de una frecuencia modal en la clase II del 16%. Es importante resaltar que este evento significó el reclutamiento más notorio y que constituyó la clase anual de 1983, (Fig. 21). Al mismo tiempo la clase I se registró con un incremento, mientras que se localizó otra moda en la clase V.

Hacia el mes de octubre se encontró otro desplazamiento modal de la **clase** II hacia la clase III, transcurridos 48 días, la proporción porcentual en este caso se elevó a 27% en la clase. III, a diferencia del mes anterior en que apenas llegó al 7.5%. Otra de las características notables en este mes, fué que este corrimiento modal significó el incremento de talla del grupo reclutado el mes anterior. Otra de las características más notables en este mes, se **manif**estó con otro desplazamiento modal de la clase V a la VI, con un incremento en **por**centaje del **120%**, en la clase VI, con respecto al anterior, (Fig. 21).

Al **analizar** el mes de noviembre se obtuvo un esquema muy semejante al del mes anterior, donde la moda se localizó en la clase III con un porcentaje del 30.7%. Mientras que la clase VI también continúa con una frecuencia modal de 19.3%. Además se nota una disminución en la abundancia de las clases mayores de 70 mm.

Transcurridos 40 días se obtuvo la siguiente muestra, en enero, donde se encontró otro desplazamiento modal de la clase III hacia la IV, la frecuencia modal de la clase VI del mes anterior se sigue presentando, pero con menor proporción. Al mes siguiente transcurridos 50 días no se modifica la ubicación de la frecuencia modal de la clase IV, incrementándose **en un 100%**, lo cual señala un aumento de la talla.

3.5.2. COMPARACION DE FRECUENCIAS RELATIVAS POR CLASES DE TALLAS.

Al hacer la comparación de frecuencias relativas (en porcentaje) de las clases de talla, se obtuvieron los siguientes resultados:

La clase 1 (marca de clase **4.5**), presentó bajas frecuencias a lo largo del año. En los meses de agosto y septiembre se detectaron las más notables y corresponden a un 4.5% del total de la muestra en ambos meses, (Fig. 23).

La clase II (marca **14.5**), se encontró con frecuencias significativas en el mes abril, mayo y junio, del 10 y menos de **10%**, (Fig. 23). La más alta **registra**-

da se detectó en septiembre, en un 16%. Esta clase está presente todo el año, de 1983, excepto en diciembre, y se vuelve a evidenciar en enero de 1984, en un **8%**, en enero, (Fig. 21). Al analizar este evento se concluyó que el reclutamiento a la población se **lleva a** cabo durante todos los meses del año, con diferente magnitud, donde el más importante que constituye la clase anual es el de septiembre, que debió iniciarse desde agosto , en consideración de que el **deso-**ve se registró en el mes de julio.

La clase III (marca **24.5**), fué una de las mejor representadas en el período estudiado, registró las más altas frecuencias en todos los meses. Durante abril, mayo y junio se tienen valores superiores al **15%**, que disminuyeron para septiembre y se incrementaron bruscamente en octubre **y** noviembre, con frecuencias que llegaron al 35% en noviembre. La clase está representada todo el año de 1983, disminuyendo significativamente a partir de febrero de 1984.

La clase IV (marca **34.5**), se registró con frecuencias variables en todo el período, encontrándose escasa variabilidad para 1983, se mantuvo una proporción del 15% con pequeñas variantes, (Fig. 23) de abril a septiembre, pero disminuye en octubre al 10%. Las más altas frecuencias se registraron en enero y febrero de 1984, en éste último se obtuvo un 25%.

La clase V (marca **44.5**), se encontró en todo el período de 1983, con frecuencias entre el 15 y **20%**, las más bajas se encontraron en abril, (Fig. 23). En 1984 se presentó el valor más alto en un 25%.

La clase VI (marca **54.5**), se encontró de manera **continua** todo el año, pero los valores más altos estuvieron en octubre y noviembre de 1983 y en marzo de 1984. Desde mayo y en adelante los porcentajes de esta clase se encontraron entre el **9 y 19%**, donde el valor **más** bajo fué en abril.

La clase VII (marca 64.5) también se encuentra todo el período, pero con frecuencias menores al **10%**, pero en marzo, abril y mayo de 1984, se localizaron incrementos hasta del 20% y más, (Fig. 24).

Las clases VII, IX, X y XI, (marcas: 74.5, 84.5, 94.5 y 104.5 respectivamente), mostraron un comportamiento muy semejante con valores porcentuales inferiores al **10%**, con poca variación entre sí y de mes a mes. Lo más sobresaliente en ésto, se puede señalar al respecto de la disminución porcentual de clase a clase, de tal manera que en la clase X y XI, los valores fueron menores del **6%**, excepto en el primer mes de **muestreo (abril, 1983)**, en que esta clase llegó al 12%. La clase XII (marca **124.5**), se presentó todo el año, siendo la que registra las más bajas frecuencias de todas, con proporciones menores del 2%.

La clase XIII (marca **134.5**), no se presentó en ningún mes del período 1983-84, no obstante, en la Única colecta de julio de 1985, se registra con una frecuencia del 0.5%.

3.5.3. AJUSTE AL MODELO DE VON BERTALANFFY

Según la presentación de las clases modales se pueden distinguir tres grupos principales en la distribución, con un valor promedio que caracteriza a cada uno. El **GRUPO A**, (< 45 mm de longitud de concha). El **GRUPO B**, (entre 46 y 79 mm) y el **GRUPO C**, (mayores de 80 mm). Al calcular los promedios para cada GRUPO (A, B y C.), es posible hacer el seguimiento mensual, encontrándose que el **GRUPO A**, (Tabla 15) obtiene un valor promedio de 28.40 mm, con una desviación típica de 6.33. Para el **GRUPO B** se obtiene 60.80 en promedio y la desviación típica 4.97. El **GRUPO C** presenta un promedio de 91.20 mm y 4.7 de desviación típica.

El número de individuos por grupo muestra variaciones (Tabla 15) en cada clase, sin embargo, es posible seguir la proporción del grupo en cada mes y los desplazamientos (Figs. 21 y 22) y determinar así la mortalidad por cada clase, lo cual se tratará más adelante.

Con los valores promedios mensuales de cada clase se obtuvieron valores de L_{∞} , mediante la aplicación del método de Ford-Walford, (Fig. 26), encontrándose que para el **GRUPO A** el valor de $L_{\infty} = 47.3162$. Para el **GRUPO B**,

$L_{\alpha} = 90.3625$ y para el GRUPO C el valor es $L_{\alpha} = 124.96$.

Con los valores promedio por mes se ajustó la curva de crecimiento al modelo de Von Bertalanffy, el tiempo se codificó a una unidad de 42.0 días, entre cada observación, como un valor promedio de tiempo que transcurrió entre cada frecuencia modal. El total de días se extendió a 381, entre el 26 de abril de 1983 y 4 de mayo de 1984.

Se hizo necesario hacer el ajuste para cada grupo de manera independiente, con lo cual se obtuvo una curva de crecimiento en tres etapas, (Fig. 32) y un ajuste para cada grupo por separado, tomando como tiempo 0 para el primer GRUPO A el 0. Para el GRUPO B, el tiempo en el GRUPO A alcanza L_{α} . Y para el GRUPO B, el tiempo en que 2 alcanza L_{α} . De esta forma se obtuvieron tres curvas con tres ajustes distintos donde los valores para cada una se describen como sigue: La ecuación para el GRUPO A se presenta:

$$L_t = 47.033 \left[1 - e^{-0.2705 (t-0.3502)} \right]$$

Para el GRUPO B, se encontró que el valor de K disminuye y el de t_0 aumenta presentándose la ecuación como sigue:

$$L_t = 77.9 \left[1 - e^{-0.235 (t-0.2530)} \right]$$

Por último para el GRUPO C, se encuentra que el valor de K disminuye en un 33319, y el valor de t_0 aumenta considerablemente. La ecuación se presenta como sigue:

$$L_t = 124.7 \left[1 - e^{-0.009 (t-13.72)} \right]$$

Los valores observados y calculados, así como residuales y coeficientes de correlación se presentan en la tabla 16 .

Por otra parte los valores en conjunto se utilizaron para llevar a cabo el ajuste global de los tres grupos obteniéndose una sola curva ajustada, (Fig. 32). Con intervalos de tiempo codificado a 42 **días** como unidad. La **ecuación** se obtuvo como sigue:

$$L_t = 137.66 \left[1 - e^{-0.056 (t-0.485)} \right]$$

Los valores de la regresión se presentan: . alfa = 7.05650, beta = 0.94874 y el coeficiente de correlación $r^2 = 0.97$. Los residuales de la diferencia entre valores observados y calculados ($n = 24$) se obtuvieron en 6.1678. El diagrama de dispersión y la curva ajustada muestran un cambio en la trayectoria entre los 40 y 50 mm y entre los 70 y 75 mm, coincidiendo con los valores de L que se obtuvieron con el método de Ford-Walford. La distinción de los tres grupos se hace evidente, con un comportamiento independiente.

El GRUPO A, como tal se mostró bien representado a todo lo largo del **ciclo**. El GRUPO B presentó menor abundancia que **el A**, en los meses en que se marca la distribución modal como fué al inicio del muestreo en la estación 1, y en el monitoreo que efectuó en mayo de 1986 en este mismo banco. Y en los muestreos de prospección de la estación 6. Este grupo estuvo escasamente representado en los meses de abril, mayo y junio, en cambio se recuperó de septiembre a marzo (Fig. 21). El GRUPO C se encontró bien representado en los primeros meses del muestreo (abril y mayo de 1983) en la estación(en las colectas de prospección de la estación 6; no obstante en la estación(1), su densidad disminuyó desde junio de 1983 hasta mayo de 1984, mes en que se evidenció una mortalidad masiva. Después de dos años el GRUPO C observó las frecuencias más altas (Fig. 21), aún en la estación 1. Esta observación permite hacer dos consideraciones: la primera es que el GRUPO C fué el menos afectado por la **mortalidad** masiva; y segunda, que fué el grupo que contribuyó a la recuperación del banco. Además de que se fortaleció, posiblemente por la disminución de **competencia** con las clases menores.

3.5.4. OBSERVACIONES DE ORGANISMOS MARCADOS

El seguimiento de lotes conocidos de ejemplares en canastas proporcionó información real del incremento en talla en intervalos de tiempos conocidos. Los lotes se ingresaron al tiempo 0 y registrándose los datos **merísticos** cada mes; el tiempo transcurrido entre cada registro **fué** variable (Tabla 5), en promedio se llevó a cabo, cada 31.3 días con una desviación típica de 9.85, extendiéndose a lo largo de 277 días.

Como resultado de lo anterior se obtuvieron las siguientes observaciones:

LOTE I.- (< 20 mm). Los registros mensuales de este grupo se iniciaron en septiembre de 1983 y terminaron en marzo de 1984. El lote se integró con ejemplares que resultaron del reclutamiento masivo detectado en dicho mes y que **fué** el producto del período reproductivo de julio del mismo año, que ya ha sido mencionado. El número inicial de ejemplares en la muestra **fué** de 168, la **mayoría** de los individuos con tallas menores de 20 mm, el promedio estuvo en 14.3 mm. El incremento mensual promedio alcanzó los 3.42 mm a lo largo de todo el período, que abarcó, en este caso, 196 días (Tabla 5). Este valor de incremento varió al considerar las tallas máximas y mínimas dentro del mismo lote al tiempo t. El incremento total para el lote 1 en los seis meses llegó a 24.16 mm.

Los valores promedio por mes al ajustarse al modelo de Von Bertalanffy, para este lote se pueden ver en la Tabla 17. Donde la ecuación final se **expresa** de la siguiente manera:

$$L_t = 43.26 \left[1 - e^{-0.2846 (t - 0.5261)} \right]$$

Cuando se aplicó la ecuación 4 (Material y Métodos) para calcular **índice** de crecimiento instantáneo se encontró que dicho **índice** se modifica de mes a mes detectándose un claro descenso, el más notable se observó entre septiembre y octubre, aunque continua hasta que, entre enero y febrero aumenta ligeramente. El incremento en los valores promedios del peso por cada mes se observan en la figura 27, encontrándose que entre noviembre y enero el incremento del peso se detiene 0 es mínimo, aunque vuelve a ascender entre enero y febrero (Fig. 27).

Los valores de **índice** de crecimiento instantáneo a todo lo largo del período demuestran que: entre las tallas mínimas es mayor ($k = 0.015$), mientras en el grupo de tallas máximas disminuye ($k = 0.0012$). El **índice** de crecimiento instantáneo aplicado a los promedios mensuales ilustra mejor el valor del **índice** para este lote al tiempo (n) ($k = 0.071$).

LOTE II. Este grupo corresponde a aquellos organismos que permanecieron seis meses en las canastas. El lote se formó con 38 ejemplares que en conjunto alcanzaron una talla promedio de 19.21 mm y al terminar de 46.97 mm. La moda del grupo de desplazó de la clase de 20 a 40 mm, tuvo un ritmo de crecimiento más acelerado que el lote III. El tiempo total de días en el experimento se extendió a 196. El incremento mensual promedio se determinó en 5.5 mm. Las observaciones de lote **marcado** dan continuidad a las del lote 1, puesto que las clases de tallas incluídas son mayores (Tabla 5).

Los cálculos de **índice** de crecimiento instantáneo promedio **se determinó** en 0.00095.

Los promedios mensuales llevados al ajuste de Von Bertalanffy permitieron obtener la siguiente ecuación:

$$L_t = 57.82 \left[1 - e^{-0.21 (t - 0.8944)} \right]$$

Donde el valor de residuales resultó igual a 0.9739 y el coeficiente de correlación fué de 0.90.

Al revisar el peso se notó que entre septiembre y diciembre el incremento fué mínimo, después asciende de manera notable entre enero y febrero. Si se Comparan los incrementos de talla y peso se ve que, la primera fué menor.

La supervivencia del grupo fué del 75.4% a lo largo del período, no obstante en mayo de 1984, se afectó en un 59%.

LOTE III. Las observaciones en este grupo se hicieron desde junio de 1983, por tanto fué el que permaneció más tiempo en las canastas. El lote se formó con 57 organismos (Tabla 19). Al tiempo 0 tenía un promedio de tallas de 28.25 mm y al terminar' de 51.02. El incremento mensual promedio fué de 2.63 mm y el incremento total de 23.69 y la desviación típica de 1.38. La curva de crecimiento **obtenida** con los valores promedio de la longitud mostró, que entre noviembre y enero el incremento de talla fué mínimo (de 4.5 a 9.0 g), y al revisar los promedios del peso se encontró un incremento más regular que los llevó de 10 a 23.8 g aproximadamente.

Para este grupo, el **índice** de crecimiento instantáneo, mostró un valor máximo en septiembre, que desciende hasta enero y se incremento ligeramente en febrero, para volver a descender en marzo. Este grupo tuvo variaciones más marcadas que en el anterior, mismas que se corroboran al comparar el **índice** de crecimiento y los valores promedio de la curva. Se encontró que la constante K del ajuste es menor que para el lote 1. También se registró un aumento en el valor de L_{∞} y para t_0 . La ecuación se presenta como sigue:

$$L_t = 68.95 \left[1 - e^{-0.97 (t - 0.429)} \right]$$

Se encontró que la constante K del ajuste, para-este lote es menor que para el LOTE 1. También se registra un aumento en el valor obtenido para L_{∞} y para t_0 . Los valores residuales son menores (0.006099) y el coeficiente de correlación es más alto (0.95).

La mortalidad que se registró en el lote III, fué baja; desde el inicio del experimento hasta el último registro, antes de la mortalidad masiva, sobrevivieron un 78% de la muestra. Después sólo quedó un 30%.

LOTE IV. El lote de ejemplares marcados como IV consistió de **ejemplares** que se colectaron en septiembre y se mantuvo en observación mensual hasta marzo. La talla promedio al tiempo 0 fué 40.7 mm con una desviación típica de 3.5. La frecuencia modal **del grupo** estaba en 45 mm al empezar. El incremento mensual se encontró en 2.5 mm en 172 días. El grupo del lote IV, estuvo el **mis-**mo tiempo en observación que el lote 1, aunque este **grupo** se caracterizó por **es-**tar constituido de tallas mayores (entre 40-60 mm). (Tabla 5). La frecuencia modal al tiempo 0 para este lote fué de 50 mm. Al igual que en los otros casos **también** se ajustaron los valores promedio mensuales al modelo de Von **Bertalan-**ffy, encontrándose que el valor de K fué menor que para los anteriores ($k = 0.04358$) mientras que, L_{∞} se tiene en 89.20. El coeficiente de correlación $r^2 = 0.98$. La ecuación ajustada es la siguiente:

$$L_t = 89.20 \left[1 - e^{-0.435 (t-13.84)} \right]$$

Al comparar las curvas obtenidas con los valores promedio se nota un incremento regular en la longitud de la concha, presentándose variaciones evidentes en la gráfica del coeficiente de crecimiento instantáneo. (Fig. 29). También se encontró que entre enero y febrero el crecimiento en peso se detuvo o fué mínimo, igual que ocurriera en el lote 1 y los demás. La tasa de crecimiento mostró variaciones que concuerdan con lo que se muestra en la curva de crecimiento. Los resultados en este lote complementan y dan continuidad a las observaciones del lote 1, como un grupo de clase mayor. Si se comparan con los otros lotes se verá con claridad que este grupo muestra un crecimiento más lento, donde el incremento es menor en un 50% al registrado en los lotes 1 y IV.

LOTE v. Este grupo de ejemplares ingresó en noviembre, por lo cual fué el que permaneció menos tiempo en observación. No obstante, se registró el incremento relativo que se presenta en las tallas mayores de 50 mm. El promedio de talla al tiempo 0 fué de 58.63 mm, al terminar, después de 150 días en el experimento fué de 60.0 Los valores promedio **graficados** por mes indican que **en-**

tre febrero y marzo el incremento fué mínimo, (Fig. 30).

El **índice** de crecimiento se incrementó entre noviembre y enero 3 décimas de punto, y hacia febrero y marzo disminuye, (Fig. 30).

La ecuación **ajustada al modelo de Von Bertalanffy** para este grupo se expresa como sigue:

$$L_t = 62.23 \left[1 - e^{-0.83 (t-2.72)} \right]$$

Es necesario hacer notar que el ajuste al modelo en este caso no fué adecuado y los valores que se obtuvieron lo confirman.

Los lotes antes analizados de manera independiente proporcionaron información para ajustar los promedios mensuales y sus incrementos, a una curva general para todas las clases abarcadas. De esta manera se elaboró la curva ajustada mediante el modelo de Von Bertalanffy, de la misma **manera** que como antes se mencionó para los promedios obtenidos de los grupos principales (A, B y C), identificados en el análisis de la distribución de frecuencias.

Para los lotes en canastas el tiempo **transcurrido entre** cada observación mensual se codificó en 31 días como promedio. La curva de crecimiento ajustada (Fig. 31), demostró que en 600 días aproximadamente se alcanza el valor de L ($L_a = 66.38$). El valor de $K = 0.00250079$ y $t_0 = 86.84$ para las clases de tallas menores 50 mm, (Tabla 17). La ecuación se presenta:

$$L_t = 66.38 \left[1 - e^{-0.250 (t - 86.84)} \right]$$

Al incluir los promedios del lote (LOTE V) que agrupó las tallas mayores de 50 mm, los valores del ajuste al modelo se modifican. Y de esta manera los valores se presentan como sigue: $L_a = 70.43$, $K = -0.00191291$ y $t_0 = 144.16$.

La ecuación ajustada se encuentra:

$$L_t = 70.43 \left[1 - e^{-0.19 (t-144.0)} \right]$$

3.5.5. INDICE DE CRECIMIENTO INSTANTANEO POR CLASES DE TALLAS

El seguimiento de las proporciones en las frecuencias por clases de tallas permitió, elaborar una tabla de incrementos de tallas en el tiempo, a los cuales se les pudo calcular la tasa de crecimiento instantáneo, según la ecuación (4), que se menciona en Material y Métodos .

Al graficar los valores obtenidos para el parámetro K, contra las clases de tallas, se observó que existe un claro descenso del valor de K entre la clase I a la clase II, (Fig. 42). Después ocurre otra disminución entre los 30 y 40 mm, que se mantiene constante inclusive con un leve ascenso en la clase IV. K (0.0027019756). Después se presentó un tercer descenso, en las clases de tallas mayores a los 50 mm, que continúa hasta los de 90 mm.

3.5.6. INDICE DE CRECIMIENTO INSTANTANEO POR ESTACIONES DEL AÑO

Cuando se analizan los valores de K por estación del año, se encontró que siguen el mismo patrón, así durante el verano se identifican las mayores variaciones, entre las clases V y VI, en que disminuye fuertemente el valor a menos de 0.004.

Se encontró que al sacar la media de los valores de K, por estaciones se encontró un valor de 0.001846502, las clases II y IV.

El índice de crecimiento más alto se registró en el verano en estas tallas, (0.01693666), en las tallas entre 5-15 mm, (Tabla 26). En el mismo verano se registró, una tasa baja en las tallas de 55 a 65 mm (K = 0.0003538), el promedio de índice de crecimiento instantáneo durante el verano se obtiene

como sigue: $K = 0.003958$, con una desviación típica del 0.006. Al comparar los valores de K para las cuatro estaciones del año, se encuentra que en la primavera el valor es menor (0.0012) con una desviación típica baja (0.0006). El verano es la estación que registra los valores- más altos de K antes mencionados, pero la variación es diez veces mayor. En el otoño el valor de K es mayor que en la primavera pero mucho menor que en el verano en **60.53%**, y en el invierno se registran valores bajos. Si consideramos al verano como el **índice** que refleja el 100% del crecimiento encontraremos que en la primavera es solo el **28.94%**, en otoño es el 39.47% y en el invierno es solo el 31%. Lo anterior conduce a afirmar que durante el verano el crecimiento es notablemente mayor. En la **primavera** y otoño es equivalente, con un valor de K comparable.

3.5.7. ALOMETRIA EN EL CRECIMIENTO

En los moluscos como en otros animales el **índice** de crecimiento de las diferentes partes del cuerpo no es uniforme, es decir,, crecen más de una parte que de otras. Las diferencias en el crecimiento relativo de una parte del cuerpo con respecto a otra se considera como un patrón y se denomina como alometría del crecimiento. Esta relación se puede describir mediante un modelo potencial que se expresa por la ecuación linealizada: $\log Y = b \log x + \log a$.

Donde "**y**" es la medida de alguna parte del cuerpo, en este caso se consideró la altura de la concha en un caso. En otro caso se consideró el diámetro o ancho entre las dos valvas. El valor de "**x**" representa la medida del cuerpo completo o de otra parte, para estos casos se consideró la longitud total de la **concha**. Los valores de "**a**" y "**b**"son constantes. La constante "**a**" es igual "**y**", cuando la constante "**b**" es igual a la unidad, éste es el **índice** de crecimiento **inicial**, indica el radio de dos **índices** de crecimiento, entre dos diferentes partes del cuerpo. (Ver Wilbur y **Owen**, 1964; Seed, 1980).

Con el fin de corroborar si el crecimiento en **M. capax** se presenta de la misma manera en las diferentes partes de la concha, se correlacionó la longitud contra la altura y el diámetro. De acuerdo con los resultados de las regresiones aplicadas, se encontró que resultan valores cercanos a la unidad (para la altura $b = 0.80$, mientras, que para el diámetro $b = 0.84$) (Tabla 8).

Estos resultados nos permiten proponer que el crecimiento de la longitud con respecto a la altura y al diámetro de las conchas, tiende a la **isometría**, puesto que, de la pendiente "**b**" son cercanos a 1.0. La diferencia que existe, de un **20%**, expresa la 'variación que afecta a estos dos ejes en sus proporciones en las diferentes tallas. Los tamaños menores de 40 mm se encontró que la altura representa en proporción hasta casi un 60% de la longitud, mientras que para las tallas mayores de 50 mm, este porcentaje disminuye. De tal manera que, el crecimiento en el GRUPO **A**, sugiere que la altura tiene un incremento ligeramente mayor con relación a la longitud, condición que se modifica en los grupos de edades más avanzadas.

Al revisar la relación que existe entre la longitud y el peso total, en un ajuste de regresión potencial, se encuentra que el valor de la pendiente "**b**" es casi 3.0 (Tabla **8**), lo cual indica que el crecimiento en volumen es isométrico con respecto al incremento en longitud. Y la relación de crecimiento en longitud con respecto al del volumen de los tejidos blandos, también mostró una tendencia a la isometría menos marcada.

Cuando se analizó la relación que se presenta entre el crecimiento en peso o volumen total, con respecto al peso o volumen sin la concha, se encontró una relación isométrica franca, puesto que el valor de **b** fué de 0.91, casi igual a 1.0, con un coeficiente de correlación de 0.96 (Tabla 8).

Si se comparan los resultados de los lotes en canastas con los del medio natural, se observó que son comparables las estimaciones del **índice** de crecimiento absoluto y relativo; durante el primer año de vida, en correspondencia al grupo de edad 1, (**LOTES** I y II) en las canastas. En ambos casos la curva ajustada tiene una forma sigmoidea, se muestra un rápido incremento por unidad de tiempo (mes) de 3.025 mm, lo cual significa que después de la fertilización, al transcurrir un año aproximadamente (\pm 365 días) los individuos alcanzan 39-40 mm; aunque el **índice** varía según las diferentes épocas del año, como se demostró con los valores de **K** (Tabla 26).

El valor de L_a estimado para los lotes en canastas, y el medio natural, resulta mayor para este último, lo cual confirma que en el medio natural el ritmo de crecimiento es un poco mayor, al compararlo con el de las canastas, (Tablas 16 y 17). Si se considera que los registros por ambos medios se llevaron a cabo en la misma localidad, se encuentra que la estimación de la diferencia es real, pero al mismo tiempo es mínima, 8.5% menor en las **canastas** que en el medio natural.

De acuerdo con las observaciones de las canastas el crecimiento absoluto para el segundo año de vida disminuye a 1.99 mm, en promedio de incremento acumulativo por mes, con un **índice** de crecimiento instantáneo menor (LOTES III y IV), ver tabla 19.

El crecimiento absoluto para el segundo año de vida se obtuvo en un promedio de 66 mm, en concordancia con el valor de L_a obtenido para los lotes en canastas. En cambio en el medio natural este valor puede ascender hasta más de 70 mm. Según la curva de crecimiento relativo L_a puede llegar **has-**ta los 77 mm, marcándonos un grupo de edad 2, en años, con un **índice** de **creci-**miento (K), menor que para el primer año.

Debe señalarse que será conveniente complementar estos resultados con determinaciones de edad por lecturas de anillos de crecimiento, con el fin de conocer en detalle la periodicidad de formación de las marcas y la longevidad máxima de la especie, así como los **factores** que influyen en la formación de los anillos.

3.4. C O N D I C I O N

La condición, estado de "gordura" o "grado de bienestar" que presentaron los ejemplares analizados, se estimó de tres diferentes maneras; con base a las variaciones que se presentan en el peso, en relación con la longitud, como una constante.

El peso total y el peso sin la concha **presentaron** (Tabla 20) **va-**
riaciones considerables, debido a que este parámetro se afecta de manera no-
table, por la composición de tallas en la muestra y el número de ejemplares.
Los promedios de peso por mes podrían mostrar una estimación de la condición,
si la muestra fuera homogénea en cada registro. En este caso se encontró gran
variabilidad (de un mes a otro) por la heterogeneidad de las muestras.

3.4.1. INDICE DE PESO

La relación entre el peso con la concha (peso total) y el peso sin la
concha (peso húmedo) se pueden expresar en términos de proporción, o como una
relación-simple entre ambos parámetros, al dividir el menor entre el mayor ob-
teniéndose un **índice** de proporcionalidad, que se le denominó: **índice** de peso.
Este valor numérico, se utilizó para seguir la condición de peso de los indivi-
duos, por cada mes. Se encontró que dicha relación presenta variaciones a lo
largo del ciclo anual, (Fig.3 4).

Una estimación global de este **índice** sobre 810 ejemplares de todas las
tallas y localidades resulta en un promedio de 27.79 con una desviación típica
de 16.3, lo que indica una variación del 58.6%.

Las oscilaciones mensuales en los valores promedio (Fig. 34) y la des-
viación típica son equivalentes: aunque los límites máximos y mínimos tienen
una variación más amplia en el mes de junio, siendo mínima en septiembre de
1983. Lo anterior significó que la condición del organismo (en proporción de
tejido blando) se encuentra recuperada en el mes de junio, justo antes del deso-
ve que se registrara en julio. Después la condición está mermada en septiembre,
a fines del verano. Posteriormente ocurre la recuperación hacia el otoño e in-
vierno, con valores máximos en diciembre, que decrecieron hacia la entrada de
la primavera de 1984, entre febrero, marzo y abril, período en que se presentó
la mortalidad masiva.

Cuando el **índice** de peso se obtuvo por clases de talla se detectó que las &-

ses menores de 50 mm presentan un **índice** de peso mayor de 26.5 (Fig. 35) (Tabla 21) en tanto que, de 60, 70 y 80 mm, tienen un **índice** de peso muy cercano al valor promedio, y las clases mayores de 90 mm, tienen un **índice** menor al promedio. Dichos resultados se detectaron tanto en los muestreos ordinarios como los de prospección, demostrándose que en las tallas menores de 70 mm (GRUPO A y B) tienen una biomasa superior a las tallas **>70 mm.**

La relación entre el peso total y el peso húmedo se ajustan a un modelo lineal de regresión con un **índice** de correlación de 0.97 para todos los meses en promedio, expresándose una correlación directa entre ambos parámetros para todas las tallas, lo cual representa una constante de **la población**, independiente de la época del año y del tamaño de los individuos en la muestra (**Tabla 22**). Se encontró que los valores de la pendiente y la intersección indican variaciones en la condición, puesto que al ascender el valor de la intersección, el peso de los tejidos blandos disminuye, si consideramos que el peso de la concha se mantiene como una constante. En relación a lo anterior resultan notables los valores obtenidos en septiembre y octubre de 1983.

3.4.2. FACTOR DE CONDICION

El ajuste potencial a la relación que existe entre la longitud y el peso (Fig. 37) se calculó para todos los meses, encontrándose que el valor de la pendiente varía en términos cercanos al valor de 3.0, lo cual, indicó que el crecimiento entre la longitud y el peso, apuntan a una relación isométrica. No obstante para estimar la condición, el valor de "**b**" permitió calcular el factor de condición, según la variación de la pendiente, entre cada mes. De esta manera se encontró que existen diferencias si se considera el peso con concha (peso total), o si se considera el peso sin **concha** (**tejidos blandos**) (Tabla 23). Se observó que en el mes de mayo-el valor de "**b**", tiene un máximo para ambos registros de peso, y un mínimo en junio. Hacia septiembre el valor pasa de 3.0, lo cual nos indicó que la condición se superó de manera notable. Mientras que el peso total se mantiene disminuido (< 2.5) (Fig. 38).

Hacia octubre y noviembre la relación de peso de la carne desciende, y se recupera ligeramente hacia febrero de 1984. Mientras la relación del peso total, se recupera entre agosto **y septiembre** y registra un máximo en **octubre**, (con un valor de 3.0). Después tiene un descenso y de enero en adelante los **va-**lores oscilan cerca de 2.5.

Lo anterior nos permite proponer que la variación de "**b**", al-considerar el peso sin concha, (Fig. 38) proporciona una estimación más **real** de las variaciones en la condición, no obstante que, se presenta inversa a los resultados que proporciona el **índice** de peso.

El promedio de los valores mensuales de la pendiente se encontró en **tér-**minos de 2.47, la desviación típica 0.23, para el peso con concha. Para el peso sin concha se encontró en 2.73.

Las anomalías de la intersección se **graficaron** y se encontró que hubo un descenso importante en el mes de junio, mientras el máximo se registró en octubre y noviembre. Dichas anomalías en el valor de "**a**" (Fig. 39), indican que se presentan cambios en la condición de los organismos de un mes a otro, siguiendo una oscilación periódica cercana a cero. El valor mínimo (-0.008) se registró en junio, con un ascenso notable hacia julio. Estos resultados coinciden con el **índice** de peso, el cual presenta su valor máximo en junio. Por lo tanto, aquí también existió una relación inversa, que en ambos casos corrobora el mismo evento, describiéndose como una condición óptima en el mes de junio, que sufre un descenso importante hacia el mes **siguiente**. Y en los **posteriormente** se mantiene con cambios entre septiembre y diciembre que apuntan a una condición regular recuperada en el mes de enero; aunque no en la misma magnitud que en la primavera de 1983.

Por último se observó que el factor de condición calculado mediante la substitución de los valores de "**b**" en la ecuación: $FC = a/l^b$ demostró que las observaciones antes descritas se confirman.

Cuando se substituye el valor de "b" por el de la pendiente mensual que se obtuvo en la regresión peso longitud (Tabla 23) la condición máxima se tiene en julio, con un descenso brusco hacia septiembre, recuperándose en octubre y después vuelve a descender en noviembre, hasta que, en febrero alcanza un valor cercano al promedio (Fig. 37).

En el caso que consideró un valor de $b = 3.0$ o bien, cuando se utilizó el valor de "b" promedio para todas las muestras analizadas en conjunto ($b = 2.94$), se encontró que el máximo coincide en el mes de julio, para ambos valores. A partir del mes de septiembre en que llega al mínimo, un valor equivalente al de abril se mantiene casi sin variación (Fig. 37).

El factor de condición calculado por clases de tallas y por sexos mostró algunas variantes que se presentan en la tabla 24 y que corresponden claramente con la localidad y la temporada.

El factor de condición promedio de los machos, resultó mayor que en las hembras, (Machos = 0.013413 y Hembras = 0.0072867); aunque en ambos casos la variación es notable, en julio, el valor es sumamente alto (para los machos = 0.162 y para las hembras 0.0852). Después en septiembre baja bruscamente y **asciende** en octubre.

Al comparar las diferentes maneras de estimar y presentar la condición de M. capax, se encuentra que el peso total y el peso del tejido blando por sí solos, representan la variación de este parámetro en el tiempo, afectado por diversos factores. El **índice** de peso es una medida de la condición **de** los organismos puesto que proporciona un valor numérico que descarta la diferencia que afecta al peso del tejido blando y al peso de la concha, en vista de que ambos, tienen una relación directa en la condición nutricional del animal. Señala el punto en que un valor máximo de peso de los tejidos blandos es **independientemente del peso de la concha; y coincide con lo que expresa la estimación de los parámetros de intersección y pendiente en la regresión** de ambas medidas de peso. Al **mismo** tiempo es **nece-**

sario hacer notar que el **índice** de peso no permite **detectar** la influencia que ejerce el peso de la gónada.

3.5. M O R T A L I D A D

La mortalidad fué un parámetro que se calculó a través del **índice** de supervivencia utilizando las frecuencias relativas de los grupos anuales **identificados** (GRUPOS **A, B y C**), los cuales demostraron tener un comportamiento **particular** para cada uno, (Tabla 18).

Al ajustar los datos al modelo de mortalidad de la ecuación (6), se **encontró** un valor promedio de $Z = 0.66$, lo cual significa que se tiene una supervivencia del 48.31. Se encontró que la mortalidad es un parámetro que se comporta de diferente manera, según el banco de que se trate. En la estación 1, la supervivencia que se registra entre el paso del GRUPO A (< 40 mm), hacia el GRUPO B ($\div 41-80$ mm) en promedio fué del 78.57. Y el valor de mortalidad se encontró en 21.43%.

Las frecuencias relativas de individuos por cada mes, y en cada grupo, tienen una **amplia** variación (Tabla 18), por lo cual, cuando se calculó el **índice** de supervivencia, no se obtienen resultados congruentes en todos los casos. La mortalidad calculada para los GRUPOS A y B, está interferida por el reclutamiento. En el GRUPO **A**, existe una alta mortalidad, pero también ocurre un reclutamiento continuo, que en la estación 1 generó una mayor abundancia como grupo. En cambio en el GRUPO B la mortalidad disminuyó y ésto repercutió en el reclutamiento al grupo.

En la estación 1, el GRUPO C tuvo una alta ($> 50\%$) mortalidad, en cambio en las estaciones de prospección, el GRUPO C es el que tiene la más **baja** mortalidad ($< 50\%$); aunque el reclutamiento a este grupo está **restringido**.

Entre el GRUPO C y el GRUPO B, la supervivencia se obtuvo en el **26.98%**, con un coeficiente de variación del 52.26%. Lo anterior indicó que la mortalidad, fué sumamente alta en el **banco de la (estación 1)**, en las tallas grandes. GRUPO B al GRUPO C. Cuando se calculó la supervivencia que se presenta **entre el GRUPO A y el GRUPO C**, se encuentra que sobreviven un **40.5%**, que llegan a las tallas más grandes, y la mortalidad se expresa **en un 59.49%**, valor comparable al que se obtiene en el modelo de mortalidad, ($N_t = N_0 e^{-rt}$).

Sin embargo, en las estaciones 5 y 6 se encontró que la supervivencia es muy alta en los grupos de tallas mayores de **70 mm**, lo cual se refleja en la abundancia relativa del GRUPO B y en especial de C, que presenta la máxima abundancia.

En abril de **1983**, cuando detectó una mortalidad masiva del **85.5%**, de la población natural; se evidenció, primero en la estación 1, los ejemplares se mostraron con signos de descomposición en la fecha en que se hizo el muestreo (4-mayo-1983). Se calculó una mortalidad del **92.6%**, en las tallas menores de 40 mm. Este valor disminuyó a 88.57% en las tallas entre 41 y 80 mm y en las tallas de los adultos grandes se determinó en 69.56%. Este evento afectó de la misma manera a los lotes en canastas de cultivo, en una proporción equivalente, puesto que, se registró en promedio 73%.

Para los lotes de las canastas se encontró que: el LOTE 1, registró una mortalidad del 90%. El LOTE II presentó una mortalidad del 64%. El LOTE III, del 82.0%. El LOTE IV, del 59.2% y el LOTE V, del 62%.

Las causas que provocaron esta mortalidad masiva se desconocen. **El banco** quedó mermado en casi el 90% de su población total, por lo cual se tuvo que interrumpir el plan mensual de muestreos que se venia desarrollando, y al mismo **tiempo** se dieron por terminadas las observaciones del crecimiento en los lotes de las canastas.

Se puede concluir que la mortalidad en esta especie es un evento variable que está en estrecha relación con las condiciones ambientales durante el

ciclo de observaciones. Los grupos de edad más afectados en el banco de la estación 1 durante 1983 **fueron** los adultos mayores de 70 mm. Mientras que persistieron los grupos de edades tempranas (menores de 50 mm). No obstante en una situación irregular **de mortalidad** masiva como la que se presentó, los grupos más susceptibles fueron los jóvenes. Las tallas grandes resistieron al agente nocivo, permitiéndoles **sobrevivir** en un 30%. Esta pequeña población super-viviente persistió hasta después de un año, con una abundancia relativa que se elevó al **55.38%**, (Tabla 18), en julio de 1985, para el GRUPO C. Y a un 41.53% para el GRUPO B, en tanto que el GRUPO A solo se pudo registrar en un 3.08; después en mayo de 1986, el GRUPO A se recuperó en un 78.5% de la proporción que se tenía en marzo de 1984, hasta antes de la mortalidad masiva. Con valores de abundancia comparables a los que se encontraron en los bancos de las estaciones 5 y 6 (22.0 a **24.6%**, del GRUPO A).

La recuperación del banco de la estación (1), lo llevó a tener una **composición** por tallas semejantes a los bancos de las estaciones 5 y 6, donde la mortalidad afecta menos a las tallas grandes, por lo cual son las más abundantes, y para este caso, constituyeron la población que contribuyó así para la recuperación del banco. Y muestran una distribución de frecuencias de tallas de tipo bimodal como la que se encontró en el banco de la estación 6, en diciembre de 1982, (Fig. 40).

Es posible que el banco de la **estación (1) durante** 1983, se viera incrementado en su densidad de población por tallas menores de 60 mm, debido al reclutamiento masivo que se registró en ese año, y un rápido crecimiento de las tallas pequeñas. Simultáneamente se debió presentar un factor que causó mortalidad de tallas grandes, como un predador activo, durante el verano.

3.6. VARIACIONES DE LOS FACTORES AMBIENTALES

3.6.1. T E M P E R A T U R A

Las anormalidades térmicas de 1982-1983, fueron producidas Y se tienen evidentes modificaciones. En la Bahía de La Paz, **la** temperatura **super-**

ficial del agua presentó fuertes variaciones, a lo largo del año. Para el período estudiado se registró valor mínimo promedio de 18° C a finales del invierno y principios de primavera. Un valor promedio máximo en el verano, sobre los 32° C, mientras el promedio anual se encontró a los 25° C. Para 1982-83 y 84 se encontraron valores de temperatura superiores que se registran en otros años. Lo anterior significó que, para esta temporada la temperatura anual promedio fué más elevada (Fig. 41), condición en cierto grado anómala. En invierno 82 - 83 el valor promedio estuvo en 23.4° C. En tanto que en el invierno de 1984-85 fué de 22.4° C. En el verano de 1983, la temperatura superficial promedio en la bahía se registró en 29.8° C, el valor medio más alto registrado en el período de estudio. Después en el verano de 1985, el valor medio estuvo en 26.6° C. La variación entre cada estación y de mes a mes fué equivalente con una variación entre 1.5 y 2.0° C, (Fig. 41) Tabla 25).

3.6.2. SALINIDAD Y OXIGENO

De acuerdo con datos revisados los valores de salinidad y la concentración de oxígeno presentan variaciones menores en todo el período estudiado encontrándose valores medios con oscilaciones notorias al analizar el comportamiento de estos parámetros por estación del año.

La salinidad en el invierno resultó en más de 35 pp/1000, de manera comparable se encuentra en el verano, otoño e invierno 83 y 84. Sin embargo, en la primavera de 1983 y 1984 se presentó una condición similar con valores inferiores a 34.5 pp/1000, donde las variaciones más altas se encontraron en los meses de invierno en ambos años.

Los registros de concentración de oxígeno por estaciones del año se presentaron con valores medios equivalentes para la primavera y verano de 1983. Durante el verano y el otoño ocurrió un ascenso con valores promedios de 6.0 0 mayores condición que se modificó considerablemente en el invierno de 1984, en que el valor promedio bajó a 3.0, con variaciones mínimas, (Fig. 41).

4. D . I S C U S I O N

4.1. SISTEMATICA Y DISTRIBUCION

Al plantear un estudio autoecológico como el que se llevó a cabo en las poblaciones de Modiolus capax, se consideró, la identificación taxonómica de la especie, como uno de los aspectos más importantes para garantizar que no fuera confundida con otras de apariencia semejante. A diferencia de otros **moluscos** M. capax presenta características morfológicas típicas para su identificación, como: la charnela desplazada a un costado en el extremo anterior, formando una articulación más amplia que caracteriza al género Mytilus. Otro carácter distintivo de los modiolinos, no exclusivo, es la presencia de ornamentaciones en el periostraco a manera de "pelos", que para el caso de M. capax se trata de "pelos" aserrados (Fig. 5) y es determinante para identificar a la especie, según los sistemas de clasificación que presentan Soot-Ryen (1955), Keen (1971) y Rheder (1981). Carpenter (1855-57, citado por Soot-Ryen, op. cit), señaló que los juveniles de M. capax menores de 10 mm, tienen solo pelos largos no aserrados. En este trabajo, todos los **especímenes** revisados presentaron "pelos" aserrados cubriendo la concha; aunque también presentaron filamentos no aserrados en la región -dorsal, aun aquellos mayores de 6 mm, lo que descarta la idea de Carpenter (loc. cit.).

La forma de la concha mostró gran variabilidad en la relación de proporciones entre los ejes de simetría (longitud, altura y diámetro). En los juveniles la altura puede llegar a ser más del 50% de la longitud, así como mencionara Redher (1981).

La variabilidad en la forma de la concha, se puede considerar como un carácter común entre los mitílidos, que se atribuye a las variaciones en el medio ambiente. En M. capax vió acentuada en aquellos **individuos** colectados después que pasó el año de la mortalidad masiva que **afec-**

tara los bancos de la Ensenada de La Paz, a tal grado que podría pensarse que se tratara de especies distintas, ya que, las proporciones entre los ejes de simetría se modificaron en extremo. Cuando se correlacionó la longitud con la altura y la longitud con el diámetro se obtuvieron **índices** de correlación siempre mayores del **85%**, lo que demostró que, aunque exista una amplia variabilidad en la forma y crecimiento de la concha se trata de una sola especie que se afecta de manera comparable a otras de la misma familia, como se ha encontrado para M. edulis y M. palloprovincialis en el Mediterráneo (Seed, 1972).

La distribución geográfica de las poblaciones de Modiolus capax, es compartida con otras especies del género Modiolus, como: M. eiseni, M. rectus, M. americanus y M. modiolus. En la Bahía de La Paz, M. capax fué la única especie encontrada; fuera de esta zona, hacia el lado occidental del Golfo de California, puede encontrarse al mismo tiempo que M. americanus, el cual se cita para Mazatlán, Sinaloa, México, (Soot-Ryen, 1955).

Y en la costa occidental de Baja California, se le ha colectado en Bahía Tortugas, por lo cual es posible que también ocurra en Laguna San Ignacio y más al Norte. Aunque habría que esclarecer si se trata de M. capax, o M. americanus, o de M. modiolus, ésta última especie es eminentemente boreal y ártica; no obstante que se le cita para el Mediterráneo (Soot-Ryen, 1955). M. capax, es una especie más bien tropical, que no se ha colectado en Bahía Magdalena, donde es posible que las condiciones de esta laguna costera no le sean favorables.

La especie se encuentra bien representada dentro del Golfo de California, tanto en la costa oriental como occidental, en lugares que **reúnen** condiciones para el desarrollo de la especie. Pero son necesarios estudios que permitan precisar la distribución y la abundancia de los bancos.

En la distribución geográfica de M. capax, y de otros modiolinos y mitílidos es de gran importancia el régimen climático y las condiciones locales que prevalecen en la zona, lo cual, está en relación con la latitud y de esta manera se comprueba que M. capax, es una especie de la Provincia

Panámica, que tiene preferencia por localidades en las cuales existen condiciones propicias. A este respecto, se comprobó que se trata de bahías y lagunas costeras protegidas de la influencia oceánica intensa.

En la Bahía de La Paz y en especial en la Ensenada, se encontró que lo más importante para la ocupación por M. capax, es la presencia de un hábitat adecuado a nivel local., en sitios protegidos del oleaje de rompiente, donde debe existir un sistema de corrientes que favorezcan al intercambio de materia orgánica en suspensión. Los bancos más poblados de esta especie se localizaron entre 2 y 6 metros de profundidad; detectándose que el límite vertical lo determina el tipo de fondo, caracterizado por la presencia de arena, grava, objetos duros y sobre todo con depósitos **de detritus** orgánico en abundancia, además de un intercambio activo de agua con partículas en suspensión y suficiente oxigenación; como lo que caracteriza al canal de la ensenada, (estación 1).

La profundidad demostró tener una cierta importancia, ya que se le encontró en playas como la de las estaciones 5 y 6, donde en las mareas más bajas de siggia M. capax, se le encuentra a una profundidad de 50 cm, nunca expuesto al aire, por lo que se observó que, a diferencia de otros **mití-lidos**, esta especie se distribuye predominantemente en el mesolitoral, ó sublitoral como se menciona para M. modiolus, (Brown y Seed, 1977).

De acuerdo con lo antes expuesto y al analizar los resultados se comprobó que las condiciones del canal de la ensenada son favorables para el buen desarrollo **poblacional e** individual de la especie, puesto que; primero, se detectó un reclutamiento masivo en agosto y septiembre de 1983. Y después que ocurrió la mortalidad del banco en más del **85%**, se observó la restitución y repoblación al año siguiente.

La recuperación del banco de la estación (1) fué evidente ya que en mayo de 1986 ya se había restablecido, aunque la abundancia y composición por tallas se había modificado, adoptando una semejanza con la composición que se registró en la estación (6), al inicio del ciclo de colectas; en la

que el grupo dominante fué los individuos mayores de 60 mm (Fig. 40). La distribución por tallas demostró que las clases menores de 60 mm se recuperaron.

Lo más relevante en esta relación población-comunidades de fauna acompañante, es que, se pudo restablecer el equilibrio ecológico de las otras comunidades después de cierto tiempo (un ciclo anual), puesto que las condiciones de la localidad no se modificaron por otros factores determinantes como pudieran ser la contaminación; aunque es posible que en parte, sí influyó el agente desconocido que causó la mortalidad masiva de M. capax en 1983.

En otras localidades como en la playa (Costa Baja), que al inicio del ciclo de muestreos, tenía una composición por tallas de tipo bimodal y una abundancia representativa de alrededor de 20 ejemplares por metro cuadrado, se vió mermada por explotación en abril de 1983, fecha en la cual había "0" individuos por m^2 . En esta zona; aunque el banco estaba bien establecido, después, no se reunieron las condiciones idóneas para el reclutamiento de juveniles al año siguiente, puesto que en las prospecciones de 1983, 1984 y 85 el banco no se había restablecido nuevamente. Es posible que la estructura dinámica del lugar hubiera cambiado de manera significativa, y **sí, había** cambiado la conformación del fondo al extraer a los adultos mayores de 60 mm de concha, también se capturaron los juveniles, que se encontraban adheridos a ellos; aparte se modificó el substrato, al remover los objetos duros que habían sido el soporte de los adultos. Debe considerarse que entre los aspectos dinámicos de la comunidad física creada por los organismos sésiles, se condiciona un sistema de asociación de la fauna que es una característica importante (Dean, 1981). Además el incremento de sedimentos, fragmentos de conchas y filamentos **bisales**, propician un ambiente heterogéneo en la estructura del habitat (Tsuchiya y Nishihira, 1986).

En el caso de M. capax, además de la modificación del substrato, que es de suma importancia, la causa más relevante que impidió el restablecimiento del banco, **fué** la no existencia de individuos adultos, con lo cual no se dieron las condiciones adecuadas para la fijación de los juveniles,

impidiéndose el reclutamiento, ya que este proceso se lleva a cabo en el seno de los agregados que forman los adultos y la comunidad que se conforma alrededor de ellos. En estas circunstancias se rompió el sistema y equilibrio ecológico que permite la ocupación por M. capax; aunque las corrientes arrastren productos (larvas) de la reproducción de la especie desde otras zonas de la bahía. Es posible que la acumulación de sedimentos en superabundancia impida que las larvas se depositen sobre los parches que forman los adultos, de tal manera que se genera un ambiente impropio.

Es probable que la reposición de los bancos de las playas como en las 3, 4, 5 y 6, se pueda ocurrir al cabo de varios años, aunque es necesario señalar que el banco de la estación (3) sobre el cual se efectuó un estudio entre 1979 y 1980 (Ochoa-Báez, 1985), a la fecha no se ha restituido, ni en parte, sino por el contrario se ha eliminado por completo.

La formación de agregados de varios individuos, entre los que se encuentran numerosas especies de crustáceos (cangrejos), asteriodeos, poliquetos, otros moluscos, además de briozoarios, esponjas y peces; hacen que la comunidad de la cual forma parte M. capax, tenga características que indican que la fauna acompañante de la especie, es de suma importancia para el establecimiento de los bancos; dado que deben existir relaciones interespecíficas bien definidas, entre algunas de las especies.

Es posible que exista una competencia por la materia orgánica en suspensión que se deposita entre los individuos y el plancton (fitoplancton) que sirve de alimento a M. capax, y los otros moluscos filtradores que conviven en la comunidad. Crepidula striolata, demostró ser una de las especies acompañantes más dominante, que utiliza como substrato de fijación a M. capax, desde las etapas más tempranas de su desarrollo, ya que se encontraron lapas juveniles sobre los juveniles de M. capax de 10 mm de longitud de concha y en los adultos; lo que indica que lo acompañan en su desarrollo y es posible que exista un efecto de competencia por espacio, o como depredador sobre sus larvas, si su tipo de alimentación lo permite. De cualquier manera, la relación entre las dos especies de moluscos (M. capax y C. striolata) debe ser investigada en un estudio posterior, pues-

to que persistió en todos los meses como fauna acompañante en proporción de una lapa por tres mejillones, en promedio, cifra que se superó, en julio de 1986, en la estación (1).

Otro de los grupos abundantes en la comunidad, corresponde a los ofiuroides, sobre todo en otoño e invierno, no así en el verano; es probable que ocurra una relación de depredación como la que se ha mencionado para M. edulis, por Asteria rubens, conocida como el mayor depredador de mejillones en muchas áreas (Seed, 1976), aunque este tipo de relación tendrá que ser estudiada.

En la comunidad que forma M. capax, se encontró una diversidad y abundancia de crustáceos (no determinada en este estudio), que merece especial atención ya que es probable que la depredación sobre los juveniles sea significativa, no así en los individuos grandes. Puede proponerse que en M. capax ocurra una situación como la que se presenta en M. modiolus, que escapa a la depredación por su crecimiento rápido; esta capacidad de escapar a la depredación ya se ha demostrado en diversas especies, como Mytilus californianus (Paine, 1976, citado por: Seed and Brown, 1978).

Estudios preliminares de laboratorio sugieren que los depredadores potenciales de M. modiolus, son capaces solo de atacar a los tamaños pequeños (menores de 50-60 mm) (Seed and Brown, 1975) y que después de este tamaño crítico el efecto se reduce considerablemente. Es posible que este factor sea el responsable de que en algunos bancos de M. capax, se encuentren mejor representados los grupos modales mayores de 60 mm como se presentó en la estación (6). Al mismo tiempo en la estación (1) la distribución de frecuencias por tallas demostró que los grupos más abundantes eran los menores de 50 mm, lo que indica que, en esta zona, el efecto depredador es mínimo sobre clases pequeñas, o bien el reclutamiento supera a la mortalidad por depredación.

Entre los otros grupos acompañantes de M. capax, en que sí se observó efecto depredador sobre tallas mayores, corresponde al caracol chino negro (Muricanthus nigritus) y el pulpo (Octopus bimaculatus) aunque, no

en gran medida, ya que estos dos moluscos son escasos componentes de la **co-**munidad.

En todos los casos antes mencionados, se debe recalcar, que se trata de observaciones preliminares que deberán ser esclarecidas en una investigación detallada de la estructura de la comunidad de la cual forma parte **M. capax**, encaminada a determinar la variación y abundancia en el tiempo y espacio de las especies que la integran. Sus relaciones con el medio, la localidad, la profundidad, así como, la determinación de sus relaciones ecológicas como factores determinantes para la composición de los bancos, ocupación, reclutamiento, reproducción, crecimiento y mortalidad de la **es-**
pecie.

4.2. R E P R O D U C C I O N

4.2.1. METODOLOGIA

La estimación de la actividad reproductiva, se ha llevado a cabo por diferentes métodos que pueden agruparse en dos principales: los directos e indirectos. Los primeros consisten en observar las características morfológicas, anatómicas externas y la anatomía microscópica del sistema reproductor en particular de la gónada. Al mismo tiempo, el registro de datos **merísticos** de dicho sistema y su seguimiento a lo largo del período de desarrollo y maduración.

En M. capax los métodos directos permitieron la diferenciación macroscópica de los sexos y de los estadios de maduración, sin embargo, se demostró que dichas apreciaciones en numerosos casos resultan falsas o erróneas, debido a que la morfología externa (color, transparencia del manto, diámetro y peso de la gónada entre otros) tiene una variación sumamente amplia atribuida a factores diversos como: la concentración de carotenoides, la cantidad de sustancias nutritivas almacenadas (glucógeno y lípidos), la proporción de agua asociada, al proceso gametogénico y a los tejidos en general, así como la apreciación personal del observador. Por lo tanto las determinaciones requieren de un análisis más minucioso y de detalle que se puede lograr a través de las observaciones microscópicas de los tejidos de la gónada y de los ganglios nerviosos que pueden estar asociados a la producción de neurohormonas que influyen en la reproducción.

Se encontró que en M. capax, igual que en otros mitílidos, al comparar las determinaciones macroscópicas, con las microscópicas existen discrepancias en la asignación del sexo y el grado de desarrollo gonádico. Lo cual tiene **repercusiones** para la obtención de los parámetros reproductivos; **demostrándose que, las observaciones microscópicas de la gónada, aunque están sujetas a una escala** arbitraria, subjetiva en cierto grado (Seed, 1969a), son los métodos directos que ofrecen información más real; aunque el animal debe ser sacrificado, lo

que impide continuidad para observaciones posteriores hechas sobre los mismos individuos (Seed, 1976).

Entre otros métodos directos propuestos para conocer la reproducción de los animales marinos, se ha señalado la observación directa del desove en el medio natural, lo cual en el caso de M. capax como en otros, resulta virtualmente imposible de obtener (Seed, 1969a), ya que se tendría que disponer de condiciones idóneas para el desove con los factores que de alguna manera intervienen para que ocurra tal evento.

La observación del desove en el laboratorio, es un método directo que se practica comúnmente y que permite, estimar el avance de la maduración de la gónada, hasta que ocurre el desove, siempre y cuando las gónadas estén expuestas y visibles como se presentan en los crustáceos. En los moluscos bivalvos como M. capax y otros mitílidos se puede llegar a lograr el desove, si las condiciones del experimento lo permiten, pero no se puede hacer un seguimiento del avance de la maduración, debido a que la gónada no se puede examinar, sin sacrificar al ejemplar. Por otra parte, habría que considerar que las condiciones deberán simular a las del medio natural de la especie, en: temperatura, **aereación**, flujo de agua, salinidad, aporte de alimento, etc. De otra manera resulta un medio extraño al organismo, que le causa tensión y que conduce a estimaciones incorrectas o falsas de la actividad reproductiva. En condiciones de laboratorio representa un buen método para la obtención de gametos maduros, donde la vitelogénesis, el desove y la fertilización pueden proceder normalmente, como se ha aplicado para varias especies de bivalvos, y ampliamente utilizado en M. edulis, pero se ha demostrado que en condiciones de alimento inadecuado, seguido por un cambio térmico drástico, incrementa la ocurrencia de desarrollo embrionario anormal (Bayne, 1975), por lo cual es necesario caracterizar la calidad de los gametos. Estas condiciones pueden en algún momento darse en el medio natural con muy baja frecuencia y en condiciones particulares, repercutiendo en la viabilidad de las larvas.

El obtener productos de la reproducción en condiciones **experimentales** es un valioso antecedente, para conocer el desarrollo embrionario, y larval de la especie, y así, facilitar la identificación de la fase **meroplánctónica** aso-

ciada al evento del desove.

Aunque en M. capax la inducción al desove de organismos escogidos en la temporada reproductiva, resultó negativa, a los diferentes estímulos aplicados, podría atribuirse a que los ejemplares seleccionados no se encontraban completamente maduros, o bien, a que los estímulos utilizados no son adecuados para la especie, no obstante que, el cambio térmico drástico, se ha empleado ampliamente con resultados satisfactorios en M. modiolus (Schweinitz & Lutz, 1976) al transferirlos de 14 a 20 grados centígrados, en presencia de gametos maduros. Es posible que en el caso de M. eadax el desove en el laboratorio requiera de un acondicionamiento durante un tiempo prolongado, con alimento adecuado, no estimulante. Entonces **podría** obtenerse el desove experimental con un cambio de temperatura de 18 a 29 grados centígrados, como el logrado por (Masson y Aviles, 1985, comunicación personal).

La obtención-del desove por estimulación térmica tiene la ventaja de que permite conservar a los ejemplares vivos para observación posterior, ya que, además es posible la recuperación de la gónada en algunas semanas, obteniéndose también un registro del tiempo de recuperación hasta el otro desove; como se observa en la almeja Tresus capax, (Bourne y Smith, 1972).

La clasificación arbitraria de la condición de la gónada en **mitílicos** ha sido empleada desde 1898 (Johnstone, 1898, citado por Seed, 1979), sin una descripción histológica de los cambios, que después se incluyó (Chipeperfield, 1953, 'Lubet, 1957 citados **por**: Seed, 196%). La cual consiste en: el análisis de la anatomía microscópica e histología de la gónada, de ejemplares durante un período prolongado de por lo menos un año, a fin de que tenga un significado ecológico aparte de la variación que presenta año con año.

Aunque el análisis histológico define el estado de actividad de la gónada, por lo regular representa una información solo cualitativa (Giese, 1974), en vista de que cada investigador utiliza "estadios de maduración" sujetos a una escala arbitraria distinta en cada caso, siendo inevitable un cierto grado de subjetividad (Seed, 1969a) lo cual obliga a manejar muestras

lo más numerosas posibles. Por otro lado, se recomendaría complementar la información con registros de la distribución de frecuencias de tallas del diámetro de los ovocitos, lo cual fué aplicado por primera vez en peces (Clark, 1936), y que en la actualidad se ha empleado en algunos invertebrados equinodermos. Aparte, entre los mitílidos, los registros de diámetro de los ovocitos se han aplicado solo para ver el tiempo en que se detecta el mayor diámetro del **ovocito** como un indicador del desove inmediato posterior.

Entre los bivalvos mitílidos han tenido mayor aplicación otros métodos directos como la determinación de **índices** gonádicos, para estimar la actividad de reproducción (Moore, 1934, Giese, 196-7 citados por: Giese, 1976).

El **índice** gonádico que relaciona el peso de la gónada con el peso total del organismo, multiplicado por 100, tal como se utilizó para este estudio, ha sido aplicado por Sastry (1966 y 1970), en Argopecten irradians. Rowell (1969), empleó como **índice** de actividad reproductora en M. modiolus el diámetro de la masa visceral invadido por la gónada. En el estudio de M. capax se utilizó un valor numérico que relaciona el peso total y de la gónada, pero se le denominó **índice** gonadosomático.

Es conveniente hacer notar que al aplicar el **índice gonádico** antes descrito, debe tomarse en cuenta, que tiene limitaciones (Giese, 1974), puesto que, el peso total del organismo está afectado de diferentes maneras por: la cantidad de agua, el contenido de sustancias de reserva, el mayor desarrollo del tejido muscular y por la talla propiamente. Lo anterior conduce a un cierto grado de imprecisión que obliga a hacer otras observaciones de manera simultánea, considerando lotes de ejemplares de tallas similares, como se hizo para M. capax.

Los **índices** gonádicos que se relacionan con el peso, tienen variaciones en **incremento**, que pueden ser interpretadas como proliferación en el tejido gametogénico, a consecuencia de transformaciones del material de reserva ya acumulado en el tejido conjuntivo, de tal manera que cuando ocurre el desove se tiene un descenso notable de este **índice**. Lo cual solo viene a

ser un indicador de que ocurrió la liberación de gametos. Y debe coincidir con una imagen microscópica de folículos parcial o totalmente vacíos.

Entre los mitílidos, en especial M. edulis Seed (1969a) utilizó un **índice** gonádico que define, mediante un valor numérico la condición reproductiva de la muestra, cuyo resultado puede extrapolarse a la población. Y se calcula como un promedio de promedios entre los estadios y el número de individuos de cada uno. Al aplicarse a las muestras de M. capax se encontró que variaba de 0 a 5. Cuando la mayor parte de los individuos se encontraban **maduros, los** valores del **índice** gonádico eran muy cercanos a 3.0. Se concluyó que este **índice** facilita la presentación numérica de la composición por estadios de madurez, mediante un valor promedio que refleja el estadio predominante, y por tanto es otro elemento de apoyo para describir el ciclo reproductor de la especie. No obstante, es necesario considerar que también es una estimación cualitativa que se afecta de la misma forma que la determinación de los estadios de madurez, puesto que se basa en ello, y por lo tanto, deberá ser complementado con otras observaciones cualitativas, como las que se basan en el registro de los cambios en los compuestos bioquímicos que participan en el aporte de material para la gametogénesis. En fechas más recientes se han empleado métodos que registran las variaciones en el contenido de carotenoides (Campbell, 1969) como un indicador de la maduración, puesto que, se acumulan de manera notable en la madurez. Por otro lado, en la actualidad se han utilizado también métodos serológicos para describir el ciclo reproductor (Bayne, 1982) de M. edulis registrando las variaciones en la cantidad de glucógeno. También se han utilizado las fracciones de enzimas lisosomales asociadas a las células del tejido interfolicular, por medio de reacciones citoquímicas específicas, (Lowe, et. al. 1982).

La determinación de abundancia de larvas e identificación de las mismas representa un problema que se debe tomar en consideración, puesto que, las larvas de bivalvos son semejantes en su morfología hasta la prodisoconcha, y resulta una situación que se agrava en zonas donde conviven numerosas especies de bivalvos como en la Bahía de La Paz, donde además de M. capax habitan más de veinte especies de bivalvos. Aparte las épocas de **reproducción pue-**

den ser simultáneas para Varias especies. El reclutamiento de los juveniles (plantígrados) (**Seed, 1969a**), mayores de 5 mm sí pueden considerarse un indicador de un período reproductor precedente, como una observación complementaria a los métodos directos y a la abundancia de larvas en el plancton, siempre y cuando estén definidas las características larvales diferenciales como en el caso de M. modiolus y M. edulis. (**Schuweinitz y Lutz, 1976**). El conocer plenamente las fases de desarrollo embrionario, para el caso de M. capax abren una línea de investigación que ha sido abordada desde la inducción al desove, la fertilización y desarrollo larvario, hasta la etapa de fijación, por **Masson y Aviles** (1985, comunicación personal.).

4.2.2. ANATOMIA E HISTOLOGIA DE LA GONADA

Con base en las consideraciones metodológicas antes mencionadas, el tema tiene especial importancia, puesto que, sobre estos estudios se elaboró la escala arbitraria de clasificación de la condición gonádica y para estimar la actividad reproductiva, así como se describió el ciclo de reproducción.

La anatomía del sistema reproductor e histología de M. capax no muestra diferencias significativas al compararse con lo que se ha descrito para M. edulis (Field, 1922, Write, 1937, citados **por: Seed, 1969a**), excepto que al igual que M. modiolus, en M. capax, el tejido gonadal no invade los lóbulos del manto (mesosoma), y sí invade las partes laterales y ventral de la glándula digestiva, tanto en la región anterior como posterior, principalmente en el período de máximo desarrollo gonadal, en el cual se observaron folículos masculinos o femeninos según el caso, entremezclados y rodeando los acini de la glándula digestiva y las asas intestinales (Fig. 7), característica que aprovechó **Rowell, (1969)**, como índice indicador de la actividad reproductiva.

La anatomía microscópica de las gónadas de M. capax presentó los mismos componentes que se han mencionado para muchos otros bivalvos y en particular para los mitílidos. Las células conjuntivas del tipo "a" corresponden absolutamente a las células conjuntivas con granulaciones y lípidos, llamadas vesículas de Langer o células de Leydig, cuya morfología no está bien conocida (Deleón, et. al. 1984). Este tejido interfolicular (Wildon y Hodgking, 1967), en M. capax se describió con características comparables a otras especies, aunque la concentración de sustancias granulares no es sobresaliente, aún en las etapas que se caracterizan por presentarlos. Se concluyó que la presencia de granulaciones por sí sola no contribuye como un carácter diferencial entre estadios, incluyendo los resultados citoquímicos. La presencia de glucógeno se hizo poco **evidente en las** etapas previas a la gametogénesis, lo cual indica que está presente pero en escasa proporción. Los compuestos **lipídicos** también se presentaron dispersos y se eliminaron totalmente con los solventes (alcohol, xilol) que se emplean para la técnica **histológica, aunque sí** se evidencian con claridad en cortes por congelación. La identificación de las sustancias granulares se lleva a cabo con facilidad, sin embargo la cuantificación de las mismas resulta impráctica con los métodos citoquímicos, y aunque se hace una apreciación global de ellos, se deberán aplicar métodos bioquímicos para aislarlos y cuantificarlos, de tal manera que se pueda comparar la concentración de los mismos con la imagen histológica y citoquímica y así corroborar las variaciones.

El tipo celular designado como "b" corresponde al tejido conjuntivo vesicular que por sus características morfológicas y distribución puede tener una función de tipo sanguíneo; se observaron con frecuencia en la cercanía de estructuras de tipo capilar, alrededor de los folículos y cerca del epitelio germinativo, con mayor frecuencia en la gametogénesis inicial e intermedia y después del desove.

Las células adipogranulares, las células vesiculares y de los folículos están sostenidos por fibras reticulares escasas y **colágenas** aisladas que solo se hacen evidentes con técnicas **especiales**. En la madurez **avanzada**, también los componentes fibrosos se reducen en cantidad **aún** en la cápsula conjuntiva que reviste el órgano.

4.2.3. ESCALA ARBITRARIA DE CLASIFICACION DE LA GONADA

La escala elaborada para M. capax que consistió de siete estadios que permiten caracterizar de manera adecuada a los tres niveles principales de actividad gonádica: a) Presencia de epitelio folicular incipiente e inactivo, incluido en tejido conjuntivo adipogranular abundante, sin definición del sexo. b) La proliferación folicular hasta la formación de gametos maduros, donde los indicadores principales son las proporciones de etapas gametogénicas y la cantidad de tejido interfolicular. c) El **postdesove**.

La asignación para el estadio 0 y el estadio 1, histológicamente, no representan problema alguno, puesto que la presencia de tejido conjuntivo adipogranular y diámetro de los folículos son características que se distinguen con claridad. Sin embargo, la imagen que se presenta en el estadio II y el IV, puede producir alguna **confusión; aunque** el carácter distintivo entre ambos, es la presencia de material adipogranular en mayor proporción, acompañado de notables ovogonias y ovocitos primarios, o bien espermatogonias y espermatoцитos primarios y secundarios, ocupando más de la mitad del volumen del folículo, según el caso.

Para la máxima actividad gonádica se asignaron los estadios III y IV, caracterizados por la presencia de gametos maduros en una proporción mayor del 50% del volumen interno de los folículos y una notable disminución de etapas tempranas de la gametogénesis. La presencia de carotenoides en esta etapa es determinante, sin embargo, con los métodos utilizados no es posible identificarlos debido a que se disuelven con el fijador (formol 10%) y aún más con el proceso para la técnica histológica. Se debe considerar que este carácter puede ser determinado en sus oscilaciones anuales, con otros métodos utilizados en este trabajo como el **índice** gonadosomático, si bien no hace una **estimación** precisa complementa la continuidad en las observaciones.

El estadio IV, fué la fase más difícil de definir, debido a que hay una gran variación en las proporciones de gametos maduros por la posible **ocu-**

rrencia de un desove y la recuperación inmediata que se refleja en nueva **proliferación** de ovogonias en la periferia de los folículos, coincidiendo con la imagen del estadio II. El carácter distintivo para el **estadio** IV, fué la escasez extrema de elementos granulares y **lipídicos**.

La escala utilizada al igual que la de diez estadios (Seed, 1969a) permite contemplar la recuperación, para un desove posterior, formando un **subciclo** que se puede repetir varias veces, entre el estadio II, III y IV .

La gónada desovada, está representada con el estadio V y VI. Los caracteres distintivos fueron la ausencia de fases gametogénicas tempranas, con algunos gametos maduros residuales y sobre todo signos de **degeneración** gamética con citolisis. La presencia de amebocitos ha sido considerada para otras especies, no obstante no fueron identificados en **M. capax**, por lo cual no se consideró este carácter. Entre los tres niveles de desarrollo, se encuentra **que, el** más frecuente a lo largo del año, es la actividad **gamética** proliferativa, con dominancia del estadio III (Fig. 12) seguido del estadio II y IV. Esto indica que la mayor parte del año la especie se estuvo reproduciendo, como ocurre con otras especies en la Bahía de La Paz (Baquero, 1981). Por lo tanto, se concluyó que los indicadores utilizados satisfacen el objetivo de jerarquizar los cambios de la gónada para seguir la actividad reproductiva.

4.5. CICLO REPRODUCTOR

La reproducción de **M. capax** es un proceso aparentemente continuo a lo **largode** todo el año con un periodo de actividad reproductora máxima, que para 1983-1984 se presentó desde junio y el desove máximo ocurrió en julio, marcándose por el descenso del **índice** gonadosomático y la frecuencia de individuos en maduración avanzada y desove. Encontrándose que la reproducción de la especie, en el área de estudio, se **llevaa** cabo a finales de la primavera y principios del verano, de la **misma manera** que se determinó para el ciclo

estudiado entre 1979-1980 (Ochoa-Báez, 1985), y coincidiendo con la información que se encuentra en la literatura para numerosas especies de **mytili-** dos, particularmente para **M. modiolus** (Brown and Seed, 1977); **Para Bra-** **chidontes darwinianus darwinianus** (Avelar, 1980) y para **M. edulis**. Se detectó un segundo período de desove de menor magnitud a finales del otoño, indicado por un ascenso del **índice** gonádico, el **índice** de peso y la frecuencia de maduros. Este segundo período, no **fué** claramente identificado en 1979-1980. El potencial reproductivo de este período pudiera tener una menor influencia no solo por la frecuencia menor de individuos activos, sino por la evidencia de signos de citolisis intrafolicular en un alto porcentaje de la muestra, hasta más del 18% en un mes, sobre todo en la época de gametogénesis después del primer desove masivo.

El **índice** gonádico como el **índice** gonadosomático y el **índice** de peso indican que se presenta una recuperación gonádica entre octubre y **no-** viembre, donde la gametogénesis se prolongó hasta el invierno y principios de primavera en que se presentó el primer desove de 1984. El ciclo gamético, en principio es continuo aunque se demuestra que entre la primavera y verano más del 90% de los adultos se reproducen simultáneamente, marcando la existencia de un ciclo que se repite anualmente con ciclos gaméticos **asincróni-** **cos** que producen varios desoves parciales, su número e intensidad pueden ser una característica de la población y depender de los factores ambientales predominantes, o de una combinación de ambos, que al final determinan el patrón de reproducción.

De acuerdo con **Seed, (1969a)**, en el ciclo anual los niveles de glucógeno deben **ser** altos al principio de los períodos gametogénicos y declinan **cuando el** tejido interfolicular es escaso **y** coincide con **el** desarrollo gamético avanzado. En **M. capax** los niveles de carbohidratos identificados mediante la técnica del ácido-peryódico-Shiff (PAS), son poco aparentes, en coincidencia con lo que se ha descrito para **M. modiolus** el cual incrementa glucógeno entre mayo y julio solo en una pequeña porción del peso total del tejido (Brown y' Seed, 1977). Si consideramos que la energía principal para la gametogénesis está almacenada en las células **adipogranulares** y vesiculares, que se ha demostrado con las fracciones variables de las mismas, determinadas por pruebas citoquímicas (**Lowe, 1982**), se debería esperar que las cantidades de glucógeno reducidas en los modiolinos, deben intervenir en estos procesos como se ha mencionado para **M. edulis**, Bayne (**1982**); quién además encontró que, en condiciones de stress las células adipogranulares declinan sin producción concomitante de gametos.

Para la especie objeto de este estudio, es posible que se presentara una condición distinta en la cual el desarrollo gamético ocurre a expensas del contenido de glucógeno que se mantienen con algunas variaciones, mismas que debieran ser corroboradas con estudios cuantitativos, puesto que morfológicamente no fue posible determinarlas. Se podría proponer la aplicación de métodos citoquímicos para la detección de enzimas del sistema lisosomal (alfa-glucoronidasa) que se han demostrado para las células **adipogranulares** y vesiculares de **M. edulis** (Lowe, et. al., 1982).

El período de reproducción de las especies de mitílidos y de los invertebrados en general ha demostrado tener variaciones en el período de gametogénesis y desove dependientes **del: habitat**, la distribución vertical y la distribución geográfica como lo que se menciona para el caso de **M. modiolus**, cuyas poblaciones intertidales tienen un ciclo más marcado que las del medio litoral (Brown y Seed, 1977). En **M. capax**, ésto no **fué** determinado, puesto que los bancos estudiados, están solo en el medio litoral.

Se han comparado las épocas de desove de los mitílidos en el mundo (Seed, 1979) encontrándose que existen diferencias que deben tomarse con precaución, puesto que no todos los trabajos se han realizado con el mismo criterio y en el mismo período de tiempo; no obstante se ha sugerido que los mejillones de zonas tropicales desovan antes que los **que habitan** en el **hemisferio norte**, considerando a la temperatura el factor principal que interviene en el control del ciclo anual (Seed, 1979). Ya desde 1920, se **había** dado importancia a dicho factor (**Orton**, 1920). Para el caso de **M. capax** es posible que las variaciones en el ciclo anual se determinen por el habitat, por la distribución geográfica, y también por la temperatura, encontrándose variaciones de un año a otro al comparar los resultados en períodos distintos (1979- 1980. y 1983-194) (Ochoa-Báez, 1985); así que pueden ser atribuidas a factores ecológicos locales y en este estudio en particular, a la influencia que **surtió** el fenómeno de "El Niño" de 1982-1983, en la costa occidental del **Océano Pacífico** que se manifestó de diversas maneras (Simpson, 1983, 1984a y 1984b), una de las cuales fué el adelanto del período de temperatura máxima anual promedio.

La escasa información en la zona, en cuanto a: condiciones **oceanográficas**, registros de parámetros ambientales y sobre la misma especie (**M. capax**), limitan el explicar más ampliamente. Sin embargo, de acuerdo con los resultados es necesario señalar que la temperatura anual promedio durante 1983 alcanzó valores superiores a los que en varios años anteriores se había registrado (**30.6° C** en el verano). Por tanto, las condiciones que prevalecieron en 1983 fueron más cálidas, pudiendo influir a favor de la producción gamética y el reclutamiento masivo que se observaron en dicho período.

Por otro **lado**, en la población analizada de **M. capax** se encontró que el reclutamiento a la población reproductora se lleva a cabo entre los 30 y 40 mm de longitud, igual que en **Geukesia demissa**; aunque el esfuerzo reproductivo de estas clases'es menor, tanto por el tamaño de la gónada, como por el volumen y la proliferación folicular individual. Además de que, existe una relación entre la fecundidad, la producción de huevos y el tamaño del cuerpo (Bayne, 1983). La primera madurez sexual puede alcanzarla

en el primer año de vida como ocurrió en 1983, y como ocurre en otros mitílidos como Perumytilus purpuratus (Losada y Reyes, 1981), en Perna perna (Salaya, et. al., 1973). A diferencia de M. modiolus que se empieza a reproducir hasta después de 4 a 6 años (Seed y Brown, 1977). Aunque ambas especies pertenecen al mismo género, su distribución geográfica marca una gran diferencia, en vista de que M. capax, es un bivalvo tropical. Hay una variación notable a lo largo del ciclo anual, en la que se presentó una tendencia hacia la mayor proporción de machos, cuando se determina por número de individuos de cada sexo y sobre todo durante el otoño e invierno: cuando se calculó por peso de cada sexo, se tiene una proporción de 100:95, lo que, en términos generales significa una cantidad equivalente de machos a la de hembras. En las 20 determinaciones mensuales de proporción de sexos por número, el 70% indican una mayor proporción de machos. Y en 18 determinaciones mensuales por peso, el 50% resultan en dominancia de machos. Lo anterior demuestra que las determinaciones por número de individuos de cada sexo tienden a cuantificar mayor número de machos. Y las determinaciones por peso demuestran que el número de machos es casi igual que el de las hembras, aún en el período de baja actividad reproductiva y en la madurez y desove donde se ha mencionado que existe una dominancia de hembras (Ochoa-Báez, 1985). Esto no puede significar que exista una descompensación o desequilibrio para la producción de gametos, puesto que, también se detectó que los machos tienen una menor talla que las hembras, lo que puede indicar que compensan esta situación con un mayor número de machos como ya se mencionó anteriormente, de tal forma que no exista ninguna deficiencia en la producción gamética.

Por otro lado, la baja frecuencia de hermafroditismo (0.1%) demuestra que M. capax, es una especie francamente gonocórica estable, donde el hermafroditismo es un evento individual aislado e incidental. Puesto que solo se registró un ejemplar en el mes de junio. Aunque, en Geukesia demissa se encontró en varice los meses excepto enero, febrero y junio, (Brousseau, 1982), el autor sugiere que posee un gonocorismo estable.

La bisexualidad puede interpretarse como una anomalía que por su baja incidencia, no representa una disminución en la producción de gametos,

además de ser otro evento sumamente aislado, que no ha sido informado para otras especies.

4.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONTROL DE LA REPRODUCCION

Los factores que influyen el ciclo gamético han sido clasificados en dos grupos principales: los factores "exógenos" y los "endógenos" (Giese y Pearse, 1974). Los primeros son los que dependen del medio ambiente y son externos al organismo. Los segundos son el resultado de la función **endócrina** de los individuos de la población. Se han considerado como factores exógenos : la temperatura, la salinidad, el fotoperíodo, el oxígeno' el ciclo lunar, las mareas y el tipo de alimento.

También se pueden mencionar otros factores que pueden considerarse estrictamente ecológicos como son: el efecto de los parásitos, la agregación y la migración.

4.6.1. TEMPERATURA

La influencia de la temperatura sobre la reproducción de los invertebrados marinos, incluyendo a los bivalvos ha sido discutida por numerosos investigadores desde hace más de 60 años. **Orton (1920)**, es el primero en discutir el efecto de la temperatura sobre el ciclo de reproducción, él sugiere que cada especie tiene una temperatura crítica para el desove y la crianza (Giese y Pearse, 1974). Se han realizado varios experimentos en los cuales la gametogénesis puede mantenerse y en temperaturas que simulan a las del verano. Otros experimentos dan fuertes evidencias de que las fluctuaciones en la temperatura del mar, son determinantes en la sincronización de las actividades reproductivas. Entre los bivalvos el ciclo gamético puede presentarse en diferentes épocas dependiendo de la distribución geográfica de la especie, y se encuentra en la mayoría de los casos que la máxima actividad reproductora ocurre entre primavera y verano. En el momento en que se inicia el ascenso de temperatura por la entrada de la primavera el desarrollo del **ovocito** se hace más rápido, de tal manera que en mayo la po-

blación está madura. Esta condición puede permanecer hasta que transcurre el verano, en el cual se presentan las más altas temperaturas, como ocurrió en el caso de M. capax, el desove se inició en mayo y el máximo ocurrió en julio cuando la temperatura ascendió de 27 a 29.5' C. El segundo desove de menor intensidad ocurrió en el descenso de 29 a 26.0' C.

Si consideramos que la población de M. capax tiene un ciclo **gamético** activo en primavera, verano y otoño, donde la máxima actividad **desovante** se tiene a principios del verano, y se **podría** atribuir al incremento de temperatura, el desove y la crianza; puede ser más que un efecto de la temperatura misma, una estrategia reproductiva de la especie, para favorecer al desarrollo más rápido de las larvas, lo cual aseguraría el llegar más rápido a la etapa de fijación. Esto a su vez favorecería a que las larvas encuentren condiciones Óptimas de habitat en corto tiempo.

Entre los mitílidos se ha discutido ampliamente el efecto de la temperatura con el factor que determina el ciclo anual de cinco especies de mitílidos (Wilson y Hodking, 1967), en **Australia**. No obstante, Seed (1976), menciona que las diferentes temperaturas críticas de desove dependen de sus condiciones fisiológicas o de la distribución **geográfica**, y la adaptación a desovar a diferentes temperaturas, especialmente a los límites de su distribución, siendo un importante factor de **especiación**. Por otro lado, las temperaturas extremas pueden inhibir el desove, o estimularlo como se practica en la inducción **del desove**, de manera experimental.

En el presente trabajo, no se encontró una correlación entre el **índice gonádico** y la temperatura. Es necesario hacer notar **que se** puso en evidencia que el incremento de la temperatura promedio coincide con el máximo desove de la población, aunque los desovantes se localizan desde los 23 y hasta los 30.0' C; lo cual sitúa a M. capax como una especie que sale del esquema presentado por Giese (1974), para las especies árticas, boreales y mediterráneas. Es posible que otras poblaciones de la misma especie situadas al norte del Golfo de California y en la costa occidental de la península de Baja California se pueden ubicar como especies del tipo mediterráneo

puesto que, las temperaturas del verano suelen ser menores de 26.0' C en promedio.

4.6.2. SALINIDAD

La salinidad es un factor que puede estar influyendo sobre la reproducción, sin embargo, las fluctuaciones de ésta en el medio marino son de poca significación, por lo que existen pocas evidencias. M. capax tolera concentraciones de salinidad superiores a las 33 00/000, dato corroborado con ejemplares de diversas tallas en acuario; cuando se correlacionó el **índice** gonádico con la salinidad se encontró una cierta significancia. Las variaciones mínimas en la salinidad registrada en el período de estudio, pudieran indicar alguna relación con el ciclo de reproducción, de manera indirecta, quizás a través de otro factor o conjunto de varios, excepto en invierno donde el valor promedio bajó.

4.6.3. MAREAS

El efecto de los cambios de marea ha sido escasamente argumentado. En M. edulis se atribuye a que las variaciones en la cantidad de **carotenoides**, se deben a los ciclos de marea, en relación con el tipo de alimento (Campbell, 1969). En los modiolinos, el efecto puede ser menos evidente, puesto que, nunca quedan expuestos al aire, aún en las mareas bajas; aunque, se ha observado que el ciclo reproductivo de M. modiolus es más marcado en la población intertidal (Brown y Seed, 1977), donde el efecto de marea es más pronunciado. En M. capax, los efectos de los ciclos de marea sobre la reproducción requieren de un estudio dirigido, sobre poblaciones localizadas en diferentes zonas de playa.

4.6.4. TIPO Y APOORTE DE ALIMENTO

La **accesibilidad** de alimento y movilización de nutrientes, son un importante factor-para la reproducción de los bivalvos (Gíese, 1974); puesto que, en su mayoría son alimentadores de partículas en suspensión como: fítoplancton, bacterias, hongos, protozoarios, materia orgánica en partículas y disuelta. De éstos, el fítoplancton tiene mayor relevancia, ya que algunas especies tienen preferencia por los dinoflagelados como en el caso de M. californianus (Buley, 1936 citado por Gíese y Pearse, 1974). En la especie se ha encontrado que el crecimiento acelerado de la gónada desde mayo a julio, y su recuperación en el otoño, coinciden con los **florecimientos** de fítoplancton. En Argopecten irradians (Sastry, 1961) y en Donax vítitatus el período de gametogénesis, corresponde con el máximo de abundancia de diatomeas en primavera, (Ansell, 1972). En el caso de M. capax se encontró una situación comparable, en vista de que, el período de **máxima** maduración y desove coinciden claramente con la abundancia máxima de diatomeas del tipo Rhizosolenia alata y Rh. calcar avis. Estas especies son substituidas a finales del verano por Chaetoceros afínis, Ch. discipiens y Ch. lasinnosus, en la Bahía de La Paz, B.C.S. (Nienhuís, 1980) donde se detecta una cierta secuencia en la sucesión de especies durante las diferentes estaciones, que muy posiblemente se relacionan con la **reproducción** de la especie; aunque deberá corroborarse por medio de un estudio que correlacione la abundancia y composición del fítoplancton con el grado de maduración gonádica y el desove.

4.6.5. NEUROSECRETION

Otro grupo de factores que influyen en la reproducción, dependen del organismo y se les ha denominado "factores endógenos" (Gíese, 1974 y Seed, 1979). Dichos factores resultan de las funciones **endócrinas** del individuo, en las cuales, el sistema nervioso juega un papel preponderante en la síntesis y descarga de neurohumores y neurohormonas. **La neurosecreción en los mitílidos ha sido revisada por Lubet (1966, 1973 citado por: Sastry, 1979) encontrándose por medio de estudios histológicos que existe una área endócrina u órgano neurohe-**

mal en la comisura cerebral de P. perna (Umiji, 1969). Sin embargo, la naturaleza química de los productos de secreción no ha sido bien establecida.

Se ha encontrado actividad neurosecretora cíclica en varias especies; por ejemplo, en M. edulis, los cambios de temperatura y salinidad afectan la producción neurosecretora, de tal manera que, es máxima en animales maduros no desovados, en contraste con individuos desovados mismos que presentan células neurosecretoras con vacuolas vacías.

. En Argopecten irradians la gametogénesis y el ciclo **neurosecretor** parecen tener una relación dinámica, en la **que, los** cambios ambientales regulan ambos ciclos. A través de un control de retroalimentación las sustancias **neuroendócrinas** pueden regular el metabolismo y la movilización de nutrientes de la gónada y los cambios en la gametogénesis en el medio **ambiente** (Sastry, 1975).

La actividad neurosecretora en M. capax asociada al ciclo de **reproducción** deberá ser abordada en investigaciones histológicas posteriores, encaminadas a la localización del área cerebral y las células nerviosas, con evidencias neurosecretoras, para posteriormente probar la relación cíclica de dichos elementos con el ciclo gamético de la especie.

De acuerdo con los resultados se mostró que la actividad gametogénica y el desove de M. capax se inicia cuando tiene un año de vida y mide entre 30 y 40 mm, coincidiendo con la primavera y verano. Al compararlos con la talla a la que inician su actividad reproductiva otras especies como M. modiolus & P. purpuratus y Perna perna, se observó que también estas especies se reclutan a la reproducción entre los 30 - 40 mm, no obstante dicha talla la alcanzan en períodos de tiempo distintos a M. capax; por ejemplo, M. modiolus alcanza su primera madurez después de 4 a 6 años (Seed, y Brown, 1977), en tanto que P. perna, la alcanza en menos de un año. Lo anterior demuestra

que la actividad reproductiva en estos mitílidos ocurre solo cuando han alcanzado una talla superior a los 30 mm, sin importar la edad. Solo en caso de P. purpuratus la primera madurez ocurre al primer año de vida (Lozada y Reyes, 1981); además, parece que la distribución geográfica no tiene importancia con respecto a la talla de primera madurez.

4.4. C R E C I M I E N T O

El crecimiento en los bivalvos es un parámetro que ha sido **extensamente** estudiado, no obstante que su estimación representa un problema, si consideramos que estos organismos se constituyen de dos partes, de formación y naturaleza distinta: una parte inorgánica (concha) y otra orgánica (tejidos blandos) que se incrementan en el tiempo; por tanto las estimaciones del crecimiento en estos organismos podrían seguirse en estos dos componentes por separado. Si bien el incremento de volumen podría ser un indicador para estimar el crecimiento, varía extensamente, por la cantidad de agua que retiene el cuerpo de los bivalvos, además de las variaciones por la acumulación de sustancias para la maduración de los gametos. Es por **ésto** que la estimación más real del crecimiento se hace sobre la parte dura (concha), en su eje anteroposterior (**Fig. 4c**), como una manera adecuada de expresar este parámetro.

En los resultados del presente estudio se vió que aunque existe una relación con tendencia isométrica al crecimiento de la concha con respecto al crecimiento del tejido blando, también se presentan períodos o etapas de incremento de la longitud de la concha, no coincidentes con el incremento en peso de la parte orgánica; ésto ya ha sido mencionado (Seed, 1969b). En una correlación entre el peso del tejido blando y el peso de la concha, en M. modiolus Brown and Seed (1977) sugieren que el peso de la concha es significativamente más rápido que el del tejido blando, en una población intertidal, donde $b = 0.975$, el cual es comparable al que se obtuvo para M. capax (Tabla 8); en ambos casos es un valor cercano a la unidad. Si se acepta que existe **isometría** entre el crecimiento de las dos partes del cuerpo de los bivalvos, es válido y aceptable el estimar el crecimiento relativo en las conchas, ya sea por cualquier método que se emplee: 1) distribución de frecuencias modales; 2) las medidas en ejemplares marcados, 3) marcas anuales por anillos de crecimiento.

4.4.1. LOS **MÉTODOS** PARA 'ESTIMACION DEL CRECIMIENTO

El seguimiento de la distribución de frecuencias de tallas como método para estimar el crecimiento, demostró durante este estudio, que el agrupamiento de los datos para formar las **clases**, es primordial, puesto que, proporciona información complementaria en dos sentidos. El agrupamiento de 5 en 5 mm, indicó que existe una composición polimodal donde cada moda representa una clase anual (Seed, 1969 y 1976); se menciona que el seguimiento de los desplazamientos en el tiempo, está limitado porque los grupos se solapan. Para este caso, esta composición polimodal indicó reclutamientos parciales, en un solo año, coincidentes con los varios desoves que se detectan en un mismo año.

El agrupamiento de tallas de 10 en 10 mm, permitió identificar con claridad los grupos anuales, también facilitó el seguimiento modal por grupos en el tiempo, asimismo permitió calcular el crecimiento relativo de la especie en condiciones naturales.

Durante este estudio se concluyó que la mayor dificultad para separar los grupos modales, se presenta después del segundo año, debido a que durante estos dos primeros años el crecimiento es rápido; después el ritmo de crecimiento se hace lento y se solapan clases anuales de varios años, de tal manera que la composición de tallas se hace heterogénea o mixta, con individuos jóvenes y viejos de tallas similares, la dificultad para distinguir estas **clases** anuales, **obligá a** la aplicación de otros métodos como el recuento de marcas de crecimiento en las conchas.

Entre los otros métodos aplicados, las observaciones del crecimiento en lotes marcados, proporcionó información complementaria a lo anterior, que permitió seguir clases marcadas de **M. capax** entre 6 y 60 mm de longitud, en condiciones comparables a las del medio que rodea al banco natural, en lo que se refiere a flujo corriente, oxigenación, materia orgánica en suspensión y abundancia de plancton. No obstante, las condiciones propias del experimento introducen una serie de factores **distintos que** deben mencionarse como: la condición pro-

pia del encierro, **la** eliminación por completo de su habitat natural característico, como fauna acompañante, la modificación del substrato de fijación y formación de agregados, que por demás, se destruye periódicamente al manipularlos para el registro de los datos **merísticos**.

Todo lo anterior hace que las condiciones de las canastas sean diferentes, influyendo de alguna manera en las estimaciones, lo cual obliga a tomar precauciones en la interpretación de los resultados.

No obstante a lo anterior y para este experimento la información producida resulta valiosa, puesto que la composición de cada lote, por ejemplo los **lotes** I y II que agruparon las tallas recién reclutadas demostrándose que, tanto los incrementos mensuales en la talla promedio como el **índice** de crecimiento instantáneo y el parámetro K, del ajuste al modelo de Von Bertalanffy, señala un incremento acelerado, que en un año, lleva a la clase a una talla promedio superior a los 40 mm; resultado que se muestra con claridad en los valores L_{∞} para el LOTE I y para el GRUPO A (Tabla 16 y 17).

Si se comparan los resultados, para **ambos, podría** decirse que son semejantes: aunque la L_{∞} del GRUPO A es un poco mayor que para el LOTE I; lo cual se explicaría por las diferencias entre el crecimiento en condiciones naturales y las experimentales.

Los LOTES II y III, se comportaron de manera similar al GRUPO A; aunque el tiempo de observaciones fué más prolongado, coincide con el seguimiento de las clases que por su talla promedio inicial, que tenían una edad de 4 a 6 meses. En este caso se estimó en promedio para los dos lotes una $L_{\infty} = 63.40$. El incremento mensual promedio, el valor de K del ajuste de Von Bertalanffy y el **índice** de crecimiento sí se obtuvieron distintos, lo cual explica que las composiciones de los lotes se comportan según las clases de talla que los componen. El incremento absoluto y el crecimiento relativo estimado indican que en un año estas clases alcanzaran **cerca de** 50 mm valor que queda contenido en el GRUPO B; de tal manera que, estos lotes nos describen el **crecimiento** absoluto y relativo del GRUPO A en su última parte y del GRUPO B en su primera etapa.

Por último los lotes IV y V agruparon tallas que quedan contenidas en el GRUPOB, pero al mismo tiempo, se detectó que, los **índices** de crecimiento disminuyen y el incremento absoluto también, (Tabla 19), en concordancia con la curva de crecimiento **obtenida** para los lotes en canastas, **(Fig. 31)**.

En las estimaciones del índice de crecimiento instantáneo, se concluye que el crecimiento tiene diferentes-etapas según las condiciones ambientales y que durante el primer año es notablemente más acelerado, pero tiene **variaciones**.

Lo anterior explica el crecimiento hasta el segundo año, es decir, el experimento en canastas fué satisfactorio, para explicarlo durante el primero y segundo año, sin embargo, no explica lo que ocurre posteriormente.

De acuerdo con lo anterior deberá considerarse la aplicación del-método que emplea el análisis en la formación de anillos de crecimiento en las conchas, como alternativa para describir el crecimiento del tercer año en adelante.

La formación de anillos anuales sobre las conchas, ha sido discutida por numerosos investigadores, no obstante se acepta de manera generalizada que la periodicidad de formación de las marcas es anual. Aunque en una revisión exhaustiva de la literatura (Seed, 1969b) solo dos autores mencionan que la formación de anillos no es concomitante con la edad. La mayoría creen que los **anillos** pueden ser anuales y otros han empleado el procedimiento para construir la curva de crecimiento.

Entre los Modiolinae, las estimaciones del crecimiento de M. modiolus se han analizado por la formación de anillos anuales y sugieren que en esta especie los individuos que tienen entre 60 y 100 mm, pueden tener edades que varían entre los 6 y 20 años, en la zona mediolitoral. (Brown y Seed, 1977). Durante este estudio, aunque no se analizaron las marcas de crecimiento en las conchas, se puede ver que el patrón de formación de las mismas tiene una amplia **variación**, que deberá ser analizada al detalle en un estudio posterior.

Si se considera que después de 21 días se fija la larva de M. capax y el reclutamiento es evidente, cuando las tallas, en promedio, llegan a los 10 mm, se puede asumir que la edad de los reclutas es de aproximadamente 50 días; y si sabemos que el **índice** de crecimiento es más alto en el verano para todas las tallas, se podría señalar que el crecimiento máximo coincide con la época de reclutamiento.

La característica más sobresaliente en el crecimiento de los bivalvos es la variación que se muestra aún entre tamaños similares, y se demostró en este estudio, para los diferentes grupos de edad.

Así cuando se compararon los resultados del crecimiento registrado en canastas de cultivo se encontró que, el experimento en lotes marcados proporcionó información valiosa que complementó los resultados del seguimiento de grupos modales. También permitió determinar que el crecimiento es desigual en las diferentes épocas del año, de mes a mes y que está afectado por la **temperatura**. En consideración de la posibilidad de que el **índice** de crecimiento probablemente se **vió** incrementado por las altas temperaturas que se registraron por el fenómeno de "El Niño" 1982-1983; 3 - 4°C más que el promedio anual obtenido en más de 30 años (Simpson, 1983).

Por estudios en otras especies se ha demostrado una fuerte influencia de las condiciones locales para el acelerar o retrasar el crecimiento.

En M. edulis donde se han realizado numerosos estudios, sobre zonas con condiciones en extremo distintas, como: las aguas del ártico en Canadá (Lubinsky, 1958) y Groenlandia (Theisen, 1973), este mejillón tiene un crecimiento **comparativamente** lento con relación al que habita aguas templadas, donde puede alcanzar 50 mm en menos de 6 años; mientras que al norte de España, en la Bahía de Vigo, esta misma talla la alcanza en siete meses (Andreu, 1957).

De lo anterior resulta que las observaciones del crecimiento de los adultos y la aplicación de otros métodos de estimación del crecimiento, se hacen necesarias y deberán continuarse, con el fin de saber **si** M. capax tiene una longevidad que se extienda a más de 5 años. Puesto que, en el ajuste al modelo de Von Bertalanffy, la L_{∞} se alcanza en poco más de mil días. A diferencia de lo que ocurre en M. modiolus, según Brown y Seed (1977), la longevidad puede lle-

gar hasta 20 o más años. Y el crecimiento no se interrumpe por senilidad, puesto que en experimentos, se ha demostrado que en los viejos se reduce la actividad **metabólica** relativa, y en condiciones ambientales favorables pueden **reiniciar** un crecimiento (Seed, 1979).

Entre los factores que influyen al crecimiento, se determinó que el que tiene mayor importancia, en las poblaciones estudiadas, está asociado a las condiciones que caracterizan el ambiente de verano, con altas temperaturas (26-30 grados centígrados) y alimento en abundancia. La calidad del alimento, es un factor importante, es de esperarse que el fitoplancton de verano, la presencia de bacterias y la materia orgánica en abundancia, ligada a la temperatura elevada, la salinidad y el oxígeno disuelto, resultan ser factores primordiales que favorecen al crecimiento, y que también favorecen al éxito en el reclutamiento de las larvas, ya que, disponen de condiciones adecuadas para su desarrollo. Al mismo tiempo que les permite escapar a los factores causantes de mortalidad.

4.5. M O R T A L I D A D

La mortalidad natural es uno de los problemas más **críticos** que se **presentan** al estudiar la dinámica poblacional de M. capax, en vista de que, el determinar las causas que la producen requieren del diseño de un experimento específico. Los resultados que se obtuvieron en la estación (1), durante 1983, indicaron que la mortalidad de los adultos mayores de 50 mm fué más marcada, posiblemente por la presencia de algún depredador mayor, como: Muricanthus nigritus y Octopus bimaculatus, u otro factor no identificado. En cambio, el caso de las estaciones de playa (4, 5 y 6) la mortalidad se vió acentuada en las tallas menores de 60 mm, lo cual permite suponer que en estas zonas existen condiciones que favorecen a la acción de los depredadores sobre, los juveniles y adultos jóvenes; tal como ocurre en el "mejillón azul" (M. edulis), en la playa media y baja, donde es afectado por la presencia de crustáceos como Cancer y Carcinus (Seed, 1969b). A reserva de demostrar una relación semejante, es posible que Alpheus californiensis y Calcinus californiensis entre otros, afecten a M. capax por depredación.

Otros agentes causales de mortalidad se relacionan con cambios drásticos de salinidad, oxígeno y temperaturas extremas, causados por los cambios en el nivel de marea, a **los** cuales son **más** vulnerables los individuos de tallas menores. En caso de M. capax la tolerancia a estas variaciones es moderada, puesto que la abundancia y distribución de los bancos está limitada a zonas características, ya antes mencionadas. M. edulis, tiene una particular tolerancia a condiciones extremas, lo cual es un factor importante que además explica su distribución cosmopolita en el hemisferio norte (Seed, 1969b), de playa, los factores causantes de altas tasas de mortalidad como la presencia de predadores sobre las clases menores, y la mayor vulnerabilidad de estos juveniles a las variaciones en el nivel de marea. Seed (1969b), señala que la más alta mortalidad en M. edulis ocurre en la playa media y baja, de tal manera que la supervivencia es mayor por debajo de estas zonas.

Si se considera la mortalidad masiva de 1984, **fué** un evento **inesperado** producido por una causa desconocida, que pudiera atribuirse a una epidemia, a una "marea roja", a un contaminante, etc. pero, en todos los casos, será especulación. No obstante quedó demostrada la resistencia superior de los adultos sobre los juveniles.

4.6. C O N D I C I O N

La condición de los mejillones varía de manera notable entre la **primavera** y verano.- Esto es explicable por la presencia de sustancias de reserva acumuladas para la **gametogénesis** y la energía que se requiere para la reproducción. De tal manera que el grado máximo de condición de bienestar, en peso y contenido energético se encuentra en el período previo a la reproducción. La maduración de la gónada produce un incremento evidente en la condición del organismo y el desove marca un descenso violento en la condición.

La variación estacional del **índice** de condición, también se ve asociada a las variaciones que dependen de la maduración. El **índice** de peso presentó dos períodos máximos, uno en el verano previo al desove y otro en el invierno, éste último, se explica por acumulación de material energético para la **gametogénesis**.

El factor de condición calculado con el valor de "b", permitió **detectar** la influencia que introduce el desarrollo máximo de la gónada; también permitió detectar con exactitud el descenso violento en **la** condición de los mejillones de esta especie coincidente con el desove, al mismo tiempo que es sensible a cualquier incremento en el peso, como lo que se presentó en octubre. En cambio cuando se empleó el factor de condición de Fulton con un valor constante (3.0) o cuando se utilizó el valor global de la pendiente en una muestra masiva (2.94) se registró el incremento en la condición como **resultado del** desarrollo máximo de la gónada (en julio), no obstante, no se detectan las variaciones a menor escala. Por tanto, se determinó que la mejor manera de detectar variaciones en la condición, corresponde al factor de condición calculado substituyendo el valor de "b" obtenido en la relación peso-longitud, para cada muestra mensual.

Aunque M. capax nunca queda expuesto al aire, se evidenció el efecto de las variaciones en el nivel de la marea. Al analizar la condición de los ejemplares colectados en zona de playa se **vió** que la condición **de éstos** se encuentra en desventaja, al compararla con los de la población de la estación (1), ésto se explica, dado que la variación nivel de marea, repercute en la condición óptima de los ejemplares, aún cuando, no quedan expuestos al aire, como ocurre en M. edulis, en el cual la exposición a los diferentes ciclos de marea afectan la condición (Baird, 1966).

Se ha mencionado que la salinidad y la temperatura también afectan a la condición de los mitílidos. Durante este estudio se vió que la salinidad tuvo ligeras variaciones, que podrían afectar de manera indirecta a la condición, a través de los factores asociados a la reproducción **y** el crecimiento, **y** su relación con el aporte de alimento en cada estación. El oxígeno que mostró valores **bajos** en el invierno conservaría una relación inversa con la condición que deberá ser analizada con detalle en otro **estudio** posterior.

Se ha discutido mucho sobre los efectos de la temperatura en la **reproducción y** el crecimiento; en la **condición, no** mostró tener relación **directa**, excepto a través del ciclo reproductor.

5. CONCLUSIONES

El análisis de las poblaciones del mejillón M. capax que habita en la Bahía de La Paz, B.C.S., permite concluir lo siguiente:

1). Habitan en el piso mesolitoral en lugares protegidos con suficiente flujo de materia orgánica en suspensión y oxígeno; sobre fondos con substrato duro con abundante limo y arena.

2). Su período reproductivo es amplio, se extiende durante la primavera y verano, con un máximo de actividad gametogénica y desove entre mayo y septiembre.

3). La actividad gametogénica y el desove están en relación al incremento de temperatura del agua; aunque no se encontró una correlación estadística significativa.

4). La talla mínima de desove se detectó a los 40 mm de longitud de concha, en correspondencia con un año de edad. Aunque el primer período reproductor puede adelantarse algunos meses si las condiciones ambientales que prevalecen son favorables.

5). Las tallas con mayor potencial reproductor pertenecen a los adultos entre 60 y 100 mm de longitud de concha.

6). Las condiciones ambientales favorables para la reproducción y el desove se asociaron a: a) La presencia del fitoplancton característico de primavera y verano (diatomeas en abundancia). b) Temperatura entre los 23 y 28° C. c) Aporte de materia orgánica en suspensión. d) Suficiencia de oxígeno disuelto. e) Incrementos de salinidad poco marcados.

7). La influencia del fenómeno de "El Niño" de 1983 se asoció a la reproducción y el reclutamiento masivo en ese año.

8). La especie tiene un alto potencial reproductor en condiciones extraordinarias como las que prevalecieron en 1983, y en particular en el canal de la Ensenada (estación 1).

9). Los parámetros utilizados para estimar la actividad reproductiva son adecuados y complementarios; debiendo aplicarse en conjunto para definir con mayor precisión el esquema reproductivo.

10). El reclutamiento a la población ocurre en el banco a los 45 - 50 días, después de la fertilización y requiere la presencia de adultos para fijación de las larvas.

11). La distribución de frecuencias por tallas demuestra que por lo general, las poblaciones de la especie tienden a una composición de tipo bimodal, con predominio de grupos de adultos mayores de 50 mm.

12). El **índice** de crecimiento relativo es elevado en el primer año de vida y disminuye posteriormente.

13). El crecimiento es estacional. Y el **índice** de crecimiento instantáneo es notablemente más elevado en el verano, disminuye de manera **equivalente** en primavera y otoño y es bajo en el invierno.

14). El crecimiento absoluto durante el primer año alcanza una **talla** entre 40 y 45 mm de longitud. En el segundo año llega a los 55 - 65 mm. El tercer año el crecimiento puede llegar a los 80 mm en condiciones **favorables** de temperatura elevada y abundante aporte de alimento.

15). El crecimiento entre la concha y el tejido blando tiende a **ser** isométrico. Aunque en el invierno el crecimiento de las partes **blandas** es mínimo.

16). Existe un cierto grado de alometría en el crecimiento entre la longitud, la altura y el diámetro de la concha, que está acentuado en las tallas menores de 50 mm.

17). El seguimiento de grupos modales al estudiar el crecimiento, solo es aceptable para el primer año de vida. Después debe estimarse por otros métodos, dado que los grupos modales se solapan.

18). Es necesario llevar a cabo estudios del crecimiento por medio de la formación de marcas sobre las conchas.

19). La condición óptima se tiene en la época previa al desove, después de que ha **ocurrido** se mantiene con ligeras variaciones.

20). La condición de los individuos de la estación (1), fué mejor en comparación con los bancos de las otras localidades.

21). El método más sensible para estimar variaciones en la condición, es por medio de la substitución del valor de la pendiente (b), en la ecuación que relaciona el peso entre la longitud $FC = a/l^b$.

22). La mortalidad natural afectó principalmente a las tallas menores de 40 mm, posiblemente por efecto de los depredadores y menor resistencia de los juveniles a condiciones adversas.

23). El restablecimiento del banco de la estación (1) requirió de un mínimo del 25% de individuos adultos y condiciones ambientales favorables, en un mínimo de dos años sin intervenciones externas.

24). Se requiere de llevar a cabo una investigación dirigida a establecer las **relaciones** interespecíficas en la comunidad.

25). De este estudio se han generado diversas líneas de investigación en la biología y ecología de la especie y estructura de la comunidad.

26). Los resultados de esta investigación vienen a llenar una falante en la información acerca de las especies de mitílidos de México y el conocimiento de los mejillones del mundo.

6 . R E F E R E N C I A S

- ANDREU, B., 1957. Sobre el cultivo de mejillón en Galicia. Inst. Invest. Pesqueras, III Reunión sobre Productividad y Pesquerías: 102-107.
- ANSELL, A.D., 1972. Distribution, growth and seasonal **changes in** biochemical composition for the bivalve *Dohax vinctatus* from **Kames Bay**, Millport. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, **10:137-150**.
- AVELAR**, W.E.R., 1980. Gametogenesis **annual cycle** of *Brachidontes darwinianus darwinianus* (Orbigny, 1846) Bivalvia: Mytilidae. Rev. Nordestina Bio. **3(20):151-177**.
- BAQUEIRO, E., I. PEÑA, I. y J.A. **MASSO**, 1981. Análisis de una población sobre-explotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. Ciencia Pesquera, Ins. **Nal. Pesca. Mex. I(2):57-65**.
- BAQUEIRO, E., M. **MUCIÑO** D. y R. MERINO M., 1982. Análisis de una población de pata de mula *Anadara tuberculosa* sujeta a explotación intensiva en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Ciencia Pesquera. Ins. Nal. Pesca. Mex., **(3):75-82**.
- BAIRD, **H.R.**, 1966. **Factors** affecting the growth and condition of mussels (*Mytilus edulis* L.). Ministry of **Agriculture**, Fisheries and Food. Fishery Investigations Series II, **25,(2):33p**.
- BAYNE, B.L., 1965. Growth and the **delay** of metamorphosis of the **larvae** of *Mytilus edulis* (L). Ophelia, 1965, **2(1):1-47**.
- BAYNE, B.L., 1975. Reproduction **in** bivalve molluscs under environmental stress. In: Physiological Ecology of Estuarine Organisms (Ed.: **Vernberg**, F.J.). University of South Carolina Press. 259-277 pp.

- BAYNE, B.L. (ed.), 1976. Marine Mussels. Intern. Biol. Progm. 10. Great Britain. Cambridge University Press. 506 p.
- BAYNE, B.L., 1982a. **Some** effects of stress in the adult **on** the larval development of Mytilus edulis. Nature, (London) 237 (535b):459.
- BAYNE, B.L., 1983. **Reproductive** effort and value in different populations of the marine mussels Mytilus edulis L. Oecologia, 59(1):18-26.
- BAYNE, B.L., A. BUBEL, P.A. GABBOTT, D.R. LIVINGSTONE, D.M. LOWE y M.N. MOORE, 1982b. Glycogen utilization and gametogenesis in Mytilus edulis L. Elsevier Biomedical Press. Marine Biology Letters, 3:89-105.
- BEVERTON, R.J.H. y S.J. HOLT, 1957. **On** the dynamics of exploited fish populations. Fishery Investigations. Ministry of Agricultura. Fisheries and Food, London, Ser. II, 19:1-533.
- BOIKO, V.E., 1975. El papel de Mytilus edulis Linne en la purificación de agua de mar con productos de petróleo (en experimento). Revista Hidrobiológica. Tomo XI, No. 2. (Moscú).
- BOURNE, N., D.W. SMITH, 1972. The effect of temperature **on** the larval development of the horse clam, Tresus capax (Gould). Proceedings of the National Shellfisheries Association, Volume 62.
- BROUSSEAU, D.J., 1982. **Gametogenesis** and spawning in population of Geukensia demissa (Pelecypoda: **Mytilidae**) from Westport, Connecticut. The Veliger.
- BROWN, R.A., R. SEED, 1977. Modiolus modiolus (L). **An** autoecological study. **Biology** of Benthic Organisms. New York Pergamon Press. Edited by: B.F. Keegan, P.O. Ceidigh and P.J.S. Boaden, 93-100.
- BRUSCA, R.C., 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. Fd. 2a. The University of Arizona Press. 513 p.
- CAMPBELL, S.A., 1969. Seasonal **cycles** in the carotenoid content in Mytilus edulis. Marine Biology 4:227-232.

- CLARK, F.N., 1936. Maturity of the California **Sardine** (Sardine caerulea). Determined by the ova diameter measurements. Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull. 42:1-49.
- COE, W.R. y D.L. FOX, 1942. Biology of the californian sea mussel Mytilus californianus. 1. **Influence** of temperature, food supply, **sex** and **age** on the rate of growth. Journal of Experimental Zoology, 90:1-30.
- COE, W.R., D.L. FOX, 1944. Biology of the Californian sea mussel Mytilus californianus. III. Environmental conditions and **rate** of growth. Biological Bulletin, Marine Biological Laboratory, Woods Hole, Mass. 87:58-72.
- CUNNINGHAM, A.P., 1979, The use of bivalve mulluscs **in** heavy metal pollution research. In: Ed. Vernberg, W.B., et. al. Marine Pollution: Functional Responses. Academic Press, Inc. (London) Ltd. 183-222 pp.
- CHAVEZ, H., 1985. Bibliografía sobre los peces de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Inv. Mar. CICIMAR. 2(II):1-75.
- DEAN, T.A., 1981. **Structural aspects** of sessile invertebrates as organizing forces in an estuarine fouling community. J. exp. mar. Biol. Ecol. 53:163-180.
- DELEON, R.I., A.J. PEREZ-ZAPATA y F.G. DOMINGUEZ, 1984. Descripción morfológica y análisis citoquímico del tejido 'conjuntivo del ostión Crassostrea virginica (Gmelin). An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Mex., 28:183-191.
- FAO, 1978. Anuario Estadístico de Pesca. Capturas y Desembarques. **Organización** de las Naciones Unidas para la **Agricultura** y la Alimentación. Vol. 46. Colección FAO: Estadística.
- FAO, 1983. Anuario Estadístico de Pesca. Capturas y Desembarques. **Organización** de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Vol. 56. Colección FAO: Estadística.
- GARCIA-PAMANES, L. y F. MONJE, 1982. "Cultivo experimental de mejillón Mytilus edulis edulis, en la costa Eréndira, B.C.". VI Congreso Nacional de Zoolo-
gía. Ciencias del Mar. Mazatlán, U.A.S. 6 al 12 dic. 19:2 (resumen).

- GIESE, C.A. y J.S. PEARSE, 1974. (Ed.) Reproduction of marine invertebrates. Acoelomated and Pseudocoelomate Metazoans. New York Academic Press- : 546 p.
- GIESE, A., C. PEARSE y S. JOHN, (Ed.), 1979. Reproduction of marine invertebrates molluscs: Pelecypods and lesser classes. London Academic Press, Inc. Ltd. Vol. V : 369 p.
- GRANADOS GUZMAN, A. y S. ALVAREZ BORREGO, 1983. Variabilidad de temperaturas en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Ciencias Marinas, 9(2):133-141.
- GRAY, P., 1958. Handbook of microtechnique; 2a. Ed. London McGraw-Hill Book Company, Inc. 251 p.
- GURR, E., 1962. Staining animal tissues. Practical and theoretical. London Leonard Hill (Books) Limited. 631 p.
- HILE, R. Age and growth of the cisco Leucichtys artedi (Le Sueur) in the lakes of the northeastern Highlands, Wisconsin. Bull. U.S. Bur. Fish. 48(1935):209-317.
- KEEN, A.M., 1971. Sea shells of tropical West America. Marine Mollusc from Baja California to Perú. California, Stanford University Press. Stanford. 1025 p.
- LOWE, D.M., M.N. MOORE y B.L. BAYNE, 1982. Aspects of gametogenesis in the marine mussel Mytilus edulis L. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 62:133-145.
- LOZADA, E., P. REYES, 1981. Reproductive biology of the populations of Perumytilus purpuratus at El Tabo, Chile. (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae). The Veliger, 24(2):147-154.
- LUPINSKY, I., 1958. Studies on Mytilus edulis of the "Calanus" expedition to Hudson Bay and Ungava Bay. Canadian Journal of Zoology, 36:869-881.
- MATEUS, V.H. y M.L. SCOTT, 1986. Composición química del mejillón (Mytilus sp) de la costa occidental de Baja California. Contribuciones biológicas y Tecnológico-Pesqueras Docto. Tec. Inf. No. 1. Secretaría de Pesca. Ensenada, Baja California, México. 72-76 pp.

- NIENHUIS, H., 1980. Phytoplankton characteristics in the southern part of the Gulf of California. VI Reunión CIBCASIO Transaction. **Vol. VI** : 122-186.
- OCHOA-BAEZ, R.I., 1985. Antecedentes sobre el ciclo reproducción de Modiolus capax (Lamarck, 1837) (Bivalvia: Mytilidae) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. **Inv. Mar. CICIMAR, 2(2):86-103.**
- OLGUIN, Q.O., 1976. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. S.I.C./Subsecretaría de Pesca. México. **Ins. Nal. de Pesca.** 177 p.
- ORTON, J.M., 1920. Sea Temperature, breeding and distribution of marine animals. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., **12:339-366.**
- PEARSE, A.G.E., 1960. Histochemistry theoretical and applied. London. Churchill Livingstone, 3, **Ed.**, 3a. Vol. **2:1517** p.
- REHDER, S.A., 1981. The Audubon Society Field Guide to North American Seashells. Ed. Alfred A. Knopf, New York, Inc. Chanticleer Press, Inc. 895 p.
- ROWELL, T.W., 1969. **Some aspects** of the ecology, growth and reproduction of the horse mussel (Modiolus modiolus) (L). MSC Tesis. Douglas **Library.** Queens University at Kingston, **Canada,** Ontario, 150. p.
- SALAYA, J.J., 1. BEAUPERTHUY y J. MARTINEZ, 1973. Estudio sobre la biología, pesquería y cultivo del mejillón Perna perna (L). en Venezuela. 1973 Reafirmación Marítima Venezolana. Batalla Naval de Maracaibo - 1500. Aniversario. Informe Técnico No. 62. República de Venezuela. Ministerio de Agricultura y **Cría.** Oficina Nacional de Pesca. Caracas, 52 p.
- SASTRY, A.N., 1966. Temperature effects in reproduction of the bay scallop, Aequipecten irradians Lamarck. Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.), **130:118-134.**

- SASTRY, A.N., 1970. **Reproductive** physiological variation in latitudinally separated populations of the bay scallop, Aequipecten irradians Lamarck. Biol. Bull. (Woods Hole, Mass.), 138:56-65.
- SASTRY, A.N. 1975. **Physiology and Ecology of reproduction in marine invertebrates** In. "Physiological Ecology of Estuarine Organisms" (Ed.: **Vernberg, F.J.**). Columbia, Univ. of South Carolina Press, 279-299 pp.
- SASTRY, A.N., 1979. **Pelecypoda (Excluding Ostreidae) in: Reproduction of Marine Invertebrates.** (Ed: Giese, C.A. and J.S. Pearse). New York Academic Press, Inc., 5:1136-265.
- SCHWEINITZ, H.E. y R.A. LUTZ, 1976. Larval development of the northern horse mussel, Modiolus modiolus (L.), including a comparison with the larvae of Mytilus edulis L. As an aid in planktonic identification. Biol. Bull., 150:348-360.
- SIMPSON, J.J., 1983. **Large-Scale thermal anomalies in the California current during the 1982/1983 "El Niño".** Geophysical Research Letters, 10(10): 937-940.
- SIMPSON, J.J., 1984a. A simple model of the 1982/1983 Californian "El Niño". Geophysical Research Letters, 11(3):243-246.
- SIMPSON, J.J., 1984b. El Niño - induced onshore transport in the California current during 1982/1983. Geophysical Research Letters, 11(3):241-242.
- SEED, R., 1969a. **The ecology of Mytilus edulis L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. 1. Breeding and settlement.** Oecologia, 3:277-316.
- SEED, R., 1969b. The ecology of Mytilus edulis L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. 2 Growth and mortality. Oecologia, 3:317-350.

- SEED, R., 1972. Morphological variations in Mytilus from the french coast in relation to the occurrence and distribution of M. galloprovincialis Lamarck. **Cahiers de Biologie Marine**, 12:357-384.
- SEED, R., 1976. Ecology. In: Marine Mussels. (Ed. Bayne, B.L.) **International Biological Programme 10**. London, Cambridge University Press: 13-60.
- SEED, R., 1980. Shell growth and form in the bivalvia. (In): Skeletal growth of **aquatic** organisms. **Biological Records of Environmental Change. (Ed.):** Rhoads, C.D. and R.A. Lutz. Topics in Geobiology Series, University of Florida, 1:23-67.
- SEED, R., R.A. BROWN, 1975. The **influence** of reproductive **cycle**, growth and mortality **on** populations **structure** in Modiolus modiolus (L.), Ceratodesma edule (L.), and Mytilus edulis (L.), (Mollusca: Bivalvia). (Ed. Barnes, A). Aderdeen, University Press. Proc. 9th. Europ. Mar. Biol. Symp. 1975, 257-274 pp.
- SEED, R., R.A. BROWN, 1977. A comparison of the reproductive **cycles** of Modiolus modiolus (L.), Ceratodesma edule (L.) and Mytilus edulis L. in Strangford Lough, Northern Ireland. Oecologia (Berl.) 30:173-188.
- SEED, R., R.A. BROWN, 1978. Growth as a strategy for survival **in** two marine bivalves, Ceratodesma edule and Modiolus modiolus. Journal of Animal Ecology, 47:283-292.
- SOOT-RYEN, T., 1955. A report on the family Mytilidae (Pelecypoda). Allan Hancock Pac. Exped., 20(1):174 p.
- THEISEN, B.F., 1973. The growth of Mytilus edulis L. (Bivalvia) from Disko and Thule District, **Greenland**. Ophelia, 12:59-77.

- TSUCHIYA, M., M. NISHIHIRA. 1986. Islands of Mytilus edulis as habitat for small Intertidal: effect of **Mytilus age structure on** the species composition of the associated fauna and community organization. Mar. Ecol. Prog. Ser. **31:171-178.**
- UMIJI, S., 1969. Neurosecretion **in** the mussel Mytilus perna. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Zoologia e Biologia Marinha, N.S., **26:181-254.**
- WILBUR, K.M. and G. OWEN., 1964. Growth. (In: Physiology of Mollusca). (Ed. Wilbur, K.M. and C.M. Yonge). New York, **Academic Press, 1:211-242.**
- WILSON, B.R. y E.P. HODGKIN, 1967. A **comparative** account of the **reproductive cycles** of five species of marine mussels (Bivalvia: Mytilidae) **in** the vicinity of Fremantle, Western Australia. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, **18:175-203.**
- WILSON, J.H., 1977. The growth of Mytilus edulis from Carlingford Lough. Irish Fisheries Investigations, Series B (marine) No. **17:1-15.**
- YOUNG, D.R., 1941. The distribution of the mussel Mytilus californianus **in** relation to the salinity of its environment. Ecology, **22:379-386.**
- YOUNG, R.T., **1942.** Spawning **season** of the California mussel, Mytilus californianus. Ecology. **26:49-492.**

7. RELACION DE FIGURAS

- FIG. 1. Mapa de distribución geográfica de Modiolus capax.
- FIG. 2. Localidades donde se encuentra a M. capax en la costa occidental del **Oceáno** Pacífico y Golfo de California.
- FIG. 3. (A) Mapa de **la Bahía** de La Paz, Baja California Sur, México (tomado de: Chávez, 1985). (B) Estaciones para el muestreo biológico de M. capax y colectas de prospección.
- FIG. 4a y b. Distinción entre "modioliformes" y "mitiliformes" (Seed, 1976).
(A) Tipo Mvtilus sp. (B) Tipo Modiolus sp.
- FIG. 4c. Esquema para el registro de datos **merísticos** en las conchas; ejes anteroposterior y dorso-ventral. Longitud (L), altura (A) y diámetro (D).
- FIG. 5. Prolongaciones del periostraco de M. capax, característica que se emplea en su identificación. Se presentan de tres tipos: (A) y (B) en el borde posterior antero-dorsal y (C) en la región antero-dorsal.
- FIG. 6. Morfología externa de Modiolus capax, varias tallas, con incrustaciones sobre las conchas, Tetraclita sp. y Anomia peruviana.
- FIG. 7. Corte transversal de la masa visceral de Modiolus capax, presenta el epitelio pseudoestratificado ciliado que reviste el interior del tubo digestivo, tejido conjuntivo y folículos femeninos con **ovocitos**.
- FIG. 8. Tejido conjuntivo interfolicular con células multinucleadas cuyo citoplasma presenta granulaciones y lípidos. Macho de M. capax.
- FIG. 9. **Ovocito** maduro intraovárico de M. capax; 1500 X.
- FIG. 10. Espermatogonias y espermatoцитos primarios. Pared del tubo seminífero de Modiolus capax.

- FIG. 11. Corte transversal de la gónada inactiva de Modiolus capax. **Tejido conjuntivo**, b) Folículo en postdesove, c) **Ovocito** residual.
- FIG. 12. Estadios de desarrollo de la gónada de M. capax. (a) **Indiferenciado**. (b y f) Gametogénesis intermedia en la hembra; nótese la **proliferación** del epitelio germinativo. (c) Gametogénesis avanzada. (d y h) Desove. (e) Gametogénesis inicial en macho.
- FIG. 13. (A) **Variación** anual del **índice** gonadosomático de M. capax, entre abril/1983 y **marzo/1984**. Se presenta el promedio \pm la desviación típica, el máximo y el mínimo. (B). **Índice gonadosomático** por clases de tallas: (·---·) estación 1 y (·—·) prospección.
- FIG. 14. Variación mensual en el **índice** gonádico de M. capax, para hembras y machos, entre abril de 1983 y abril de 1984.
- FIG. 15. Comparación entre las tallas promedio por mes, de machos y hembras de M. capax. Variación mensual entre abril de 1983 y abril de 1984.
- FIG. 16a. Corte transversal de la gónada hermafrodita de Modiolus capax. X. a) folículos, b) masculinos; ovocitos y c) tejido conjuntivo granular.
- FIG. 16b. Folículos bisexuales de Modiolus capax. a) ovocitos, b) gametocitos masculinos, c) tejido conjuntivo granular.
- FIG. 17. Frecuencias relativas mensuales de estadios de madurez gonadal y proporción de sexos (P/S). a) hembras, b) machos y c) indiferenciados.
- FIG. 18a. Ciclo de **variación** anual en la frecuencia relativa del estadio III como un indicador del ciclo reproductivo.
- FIG. 18b. Frecuencia relativa de estadios a lo largo del ciclo de reproducción.

- FIG. 19. Análisis comparativo de la actividad reproductiva, por medio de los indicadores: frecuencia relativa del **Estadio III**; **índice gonadosomático** e **índice** gonádico, por tallas, en adultos mayores de 60 mm.
- FIG. 20. Comparación entre las distribuciones de frecuencias, del agrupamiento para las clases de tallas de 5 en 5 y de 10 en 10. En (A) se distinguen los grupos modales **A**, **B** y **C**. En (B) se nota la distribución bimodal. Pertenecen al muestreo de la **estación (6)** en diciembre 6 de 1982.
- FIG. 21. Seguimiento mensual de la distribución de frecuencias de tallas en la **estación (1)**, entre abril de 1983 y mayo de 1984 (*). Julio de 1985.
- FIG. 22. Distribución de frecuencias relativas por clases de tallas en las estaciones de prospección. (A) **estación (6)**; (B) 5 y (C) **(2)**, en la Bahía de La Paz, B.C.S.
- FIG. 23. Frecuencias relativas de las clases de tallas (I - VI) y su deslizamiento modal, entre abril de 1983 y mayo de 1984.
- FIG. 24. Frecuencias relativas de las clases de tallas (VII-XII) y su deslizamiento modal, entre abril de 1983 y mayo de 1984.
- FIG. 25. Curva de crecimiento de **M. capax**, y el **índice** de crecimiento instantáneo.
- FIG. 26. Gráfica de Ford-Walford, para determinar L_{∞} , en las tres clases anuales (GRUPOS A, B y C). L_t (longitud total).
- FIG. 27. Curva de crecimiento del **LOTE 1**. (Lote en canastas). Promedios **mensuales** de longitud y peso. **Índice** de crecimiento instantáneo, entre septiembre de 1983 y marzo de 1984.
- FIG. 28. Curva de crecimiento del **LOTE III**, (Lote en canastas). Promedios **men-**

suales de longitud y peso. Índice de crecimiento instantáneo, entre junio de 1983 y abril de 1984.

- FIG. 29. Curva de crecimiento del **LOIE** IV. (Lote en canastas). Promedios mensuales de longitud y peso. Índice de crecimiento instantáneo, **entre** septiembre de 1983 y mayo de 1984.
- FIG. 30. Curva de crecimiento del **LOIE** V. (Lote en canastas). Promedios mensuales de longitud y peso. Índice de crecimiento instantáneo, **entre** noviembre de 1983 y marzo de 1984.
- FIG. 31. Curva de crecimiento de **M. capax** para los promedios mensuales de lotes en canastas. Ajuste al modelo de Von Bertalanffy. $L_{\infty} = 66.0$.
- FIG. 32. Curva de crecimiento de **M. capax** para el medio natural en la estación (1), a través de los muestreos mensuales. Ajuste al modelo de Von Bertalanffy en tres grupos anuales.
- FIG. 33. Diagrama de dispersión y ajuste de la relación entre: Longitud-al-
tura; longitud-diámetro y longitud.-peso total de **M. capax**.
- FIG. 34. Variación mensual del **índice de peso para Modiolus capax**, entre abril/83 y **abril/84**. Promedio, \pm la desviación típica, el máximo y el mínimo.
- FIG. 35. Índice de peso promedio por clases de talla, **estación** (1) y estaciones de prospección.
- FIG. 36. Regresión lineal y **diagramas de** dispersión entre el peso total y el peso sin concha. Algunos meses de la **estación** (1) y de prospección.
- FIG. 37. Factor de condición por meses para **M. capax** entre abril/83 - **abril/84**. Calculado según la ecuación: $FC = W/l^b$. (W = peso; l = longitud; (b = pendiente) y FC = factor de condición.

- FIG. 38. Variación mensual de la pendiente (b) en la relación **peso-longitud** de M. capax; entre abril/83 - **abril/84**.
- FIG. 39. Anomalías de la intersección (a) en la relación peso-longitud de M. capax, entre abril/83 - **abril/84**.
- FIG. 40. Comparación entre la distribución de frecuencias en diferentes localidades, períodos; se distingue la distribución bimodal.
- 'FIG. 41. Variaciones estacionales de los factores ambientales: temperatura, salinidad y oxígeno. Promedio, \pm desviación típica, máximo y mínimo.
- FIG. 42. Variación del **índice** de crecimiento instantáneo (**K**) según las clases de tallas.

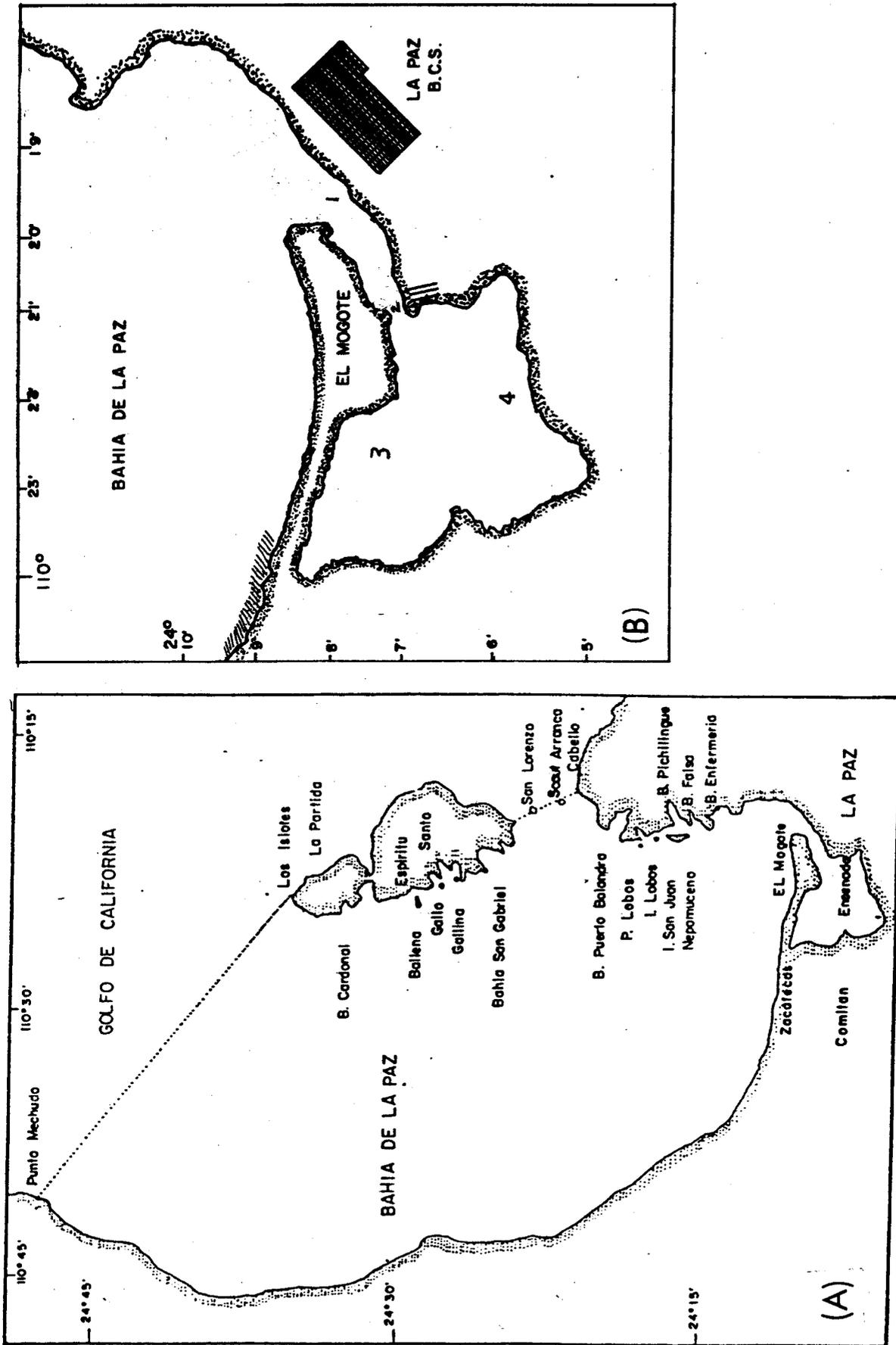


FIG. 3. (A) Mapa de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México (tomado de: Chávez, 1985). (B) Estaciones para el muestreo biológico de M. capax y colectas de prospección.

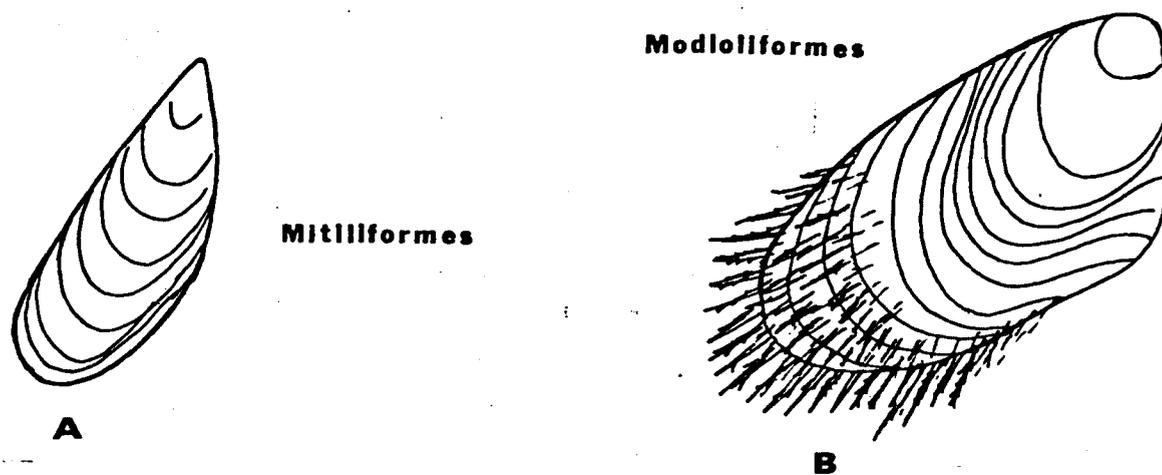


FIG. 4a y b. Distinción entre "modioliformes" y "mitiliformes" (Seed, 1976). (A) Tipo Mytilus sp. (B) Tipo Modiolus sp.

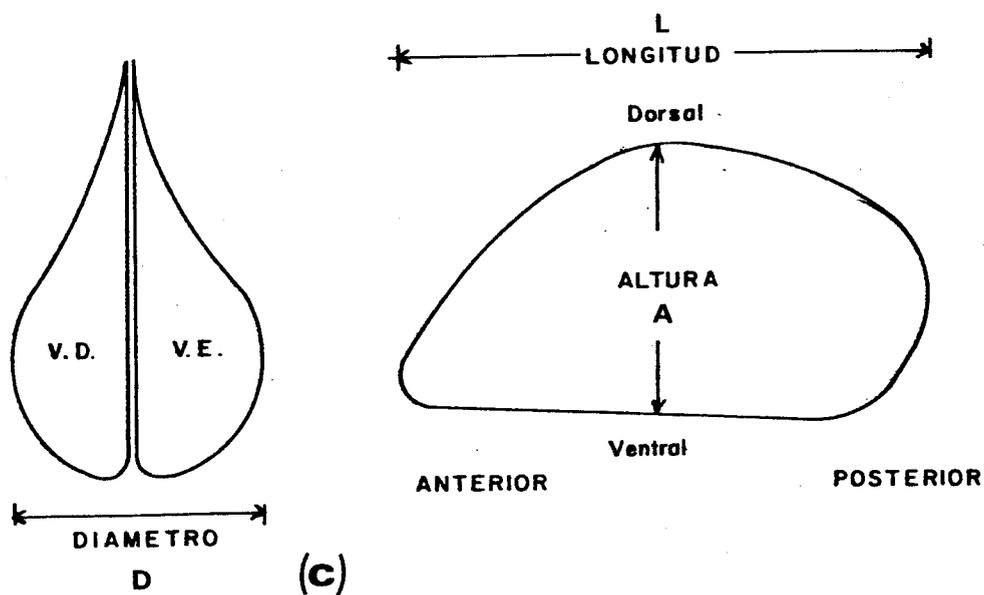


FIG. 4c. Esquema para el registro de datos merísticos en las conchas; ejes antero-posterior y dorso-ventral. Longitud (L), altura (A) y diámetro (D).

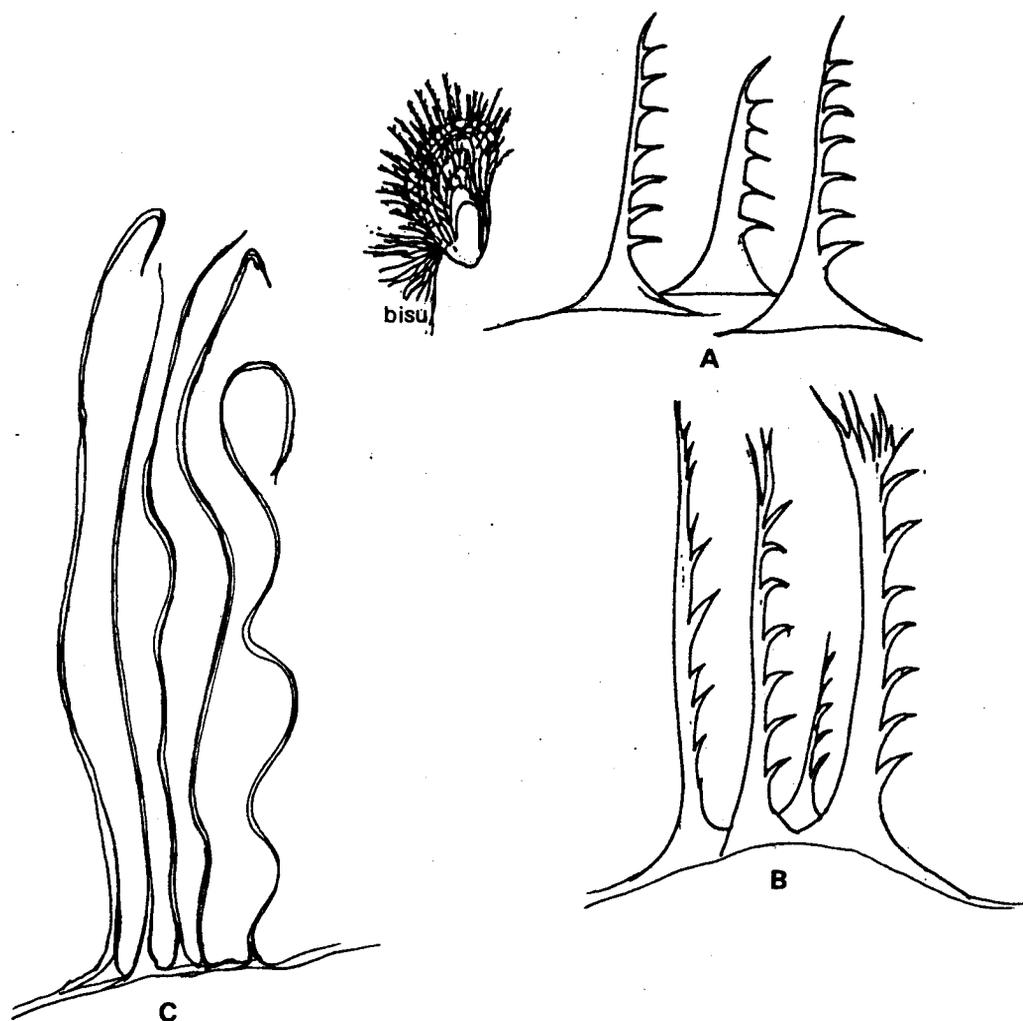


FIG. 5. Prolongaciones del periostraco de M. capax, característica que se emplea en su identificación. Se presentan de tres tipos: (A) y (B) en el borde posterior antero-dorsal y (C) en la región antero-dorsal.



FIG. 6. Morfología externa de Modiolus capax, varias tallas, con incrustaciones sobre las conchas, de Tetracrita sp. y Anomia peruviana.

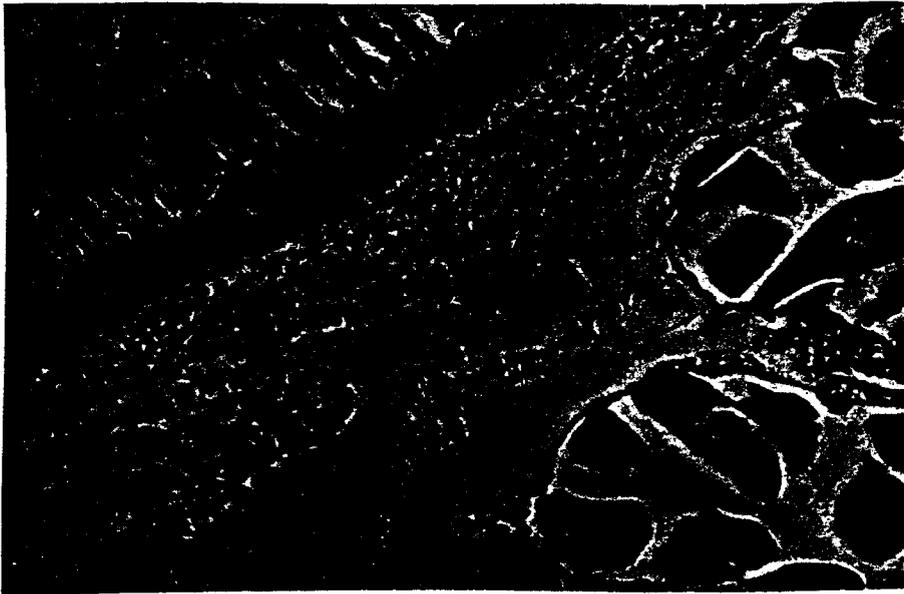


FIG. 7. Corte transversal de la masa visceral de Modiolus capax. Se presenta el epitelio pseudoestratificado ciliado que reviste el interior del tubo digestivo, tejido conjuntivo y folículos femeninos con ovocitos.

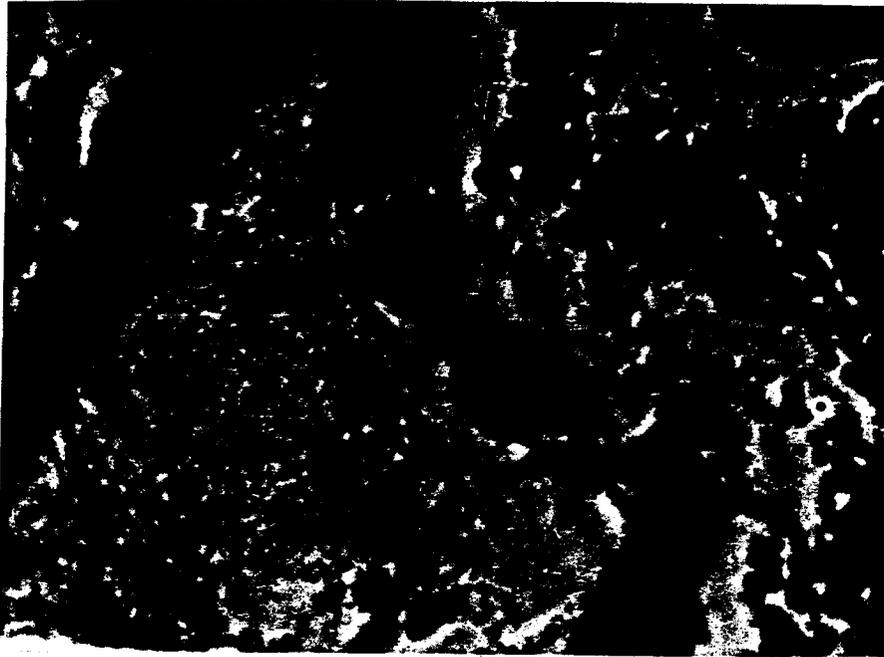


FIG. 8. Tejido conjuntivo interfolicular con células multinucleadas cuyo citoplasma presenta granulaciones y lípidos. Macho de M. capax.

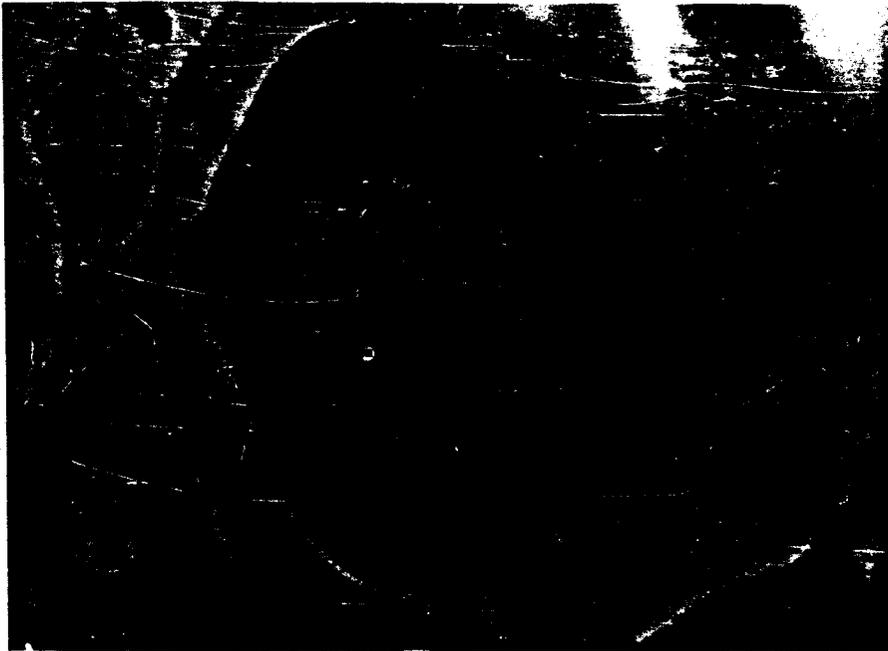


FIG. 9. Ovocito maduro intraovárico de M. capax; 1500 X.

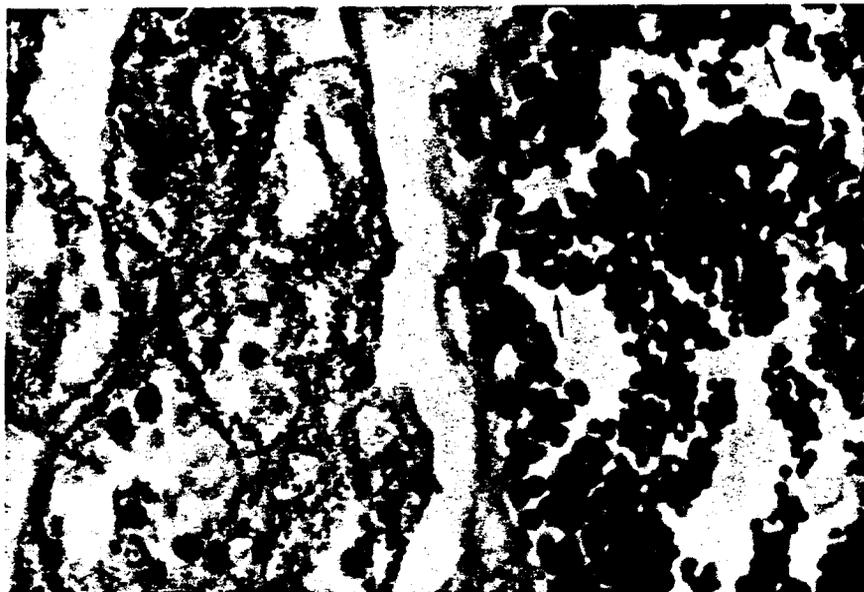


FIG. 10. Espermatogonias y espermatocitos primarios. Pared del tubo seminífero de Modiolus capax.

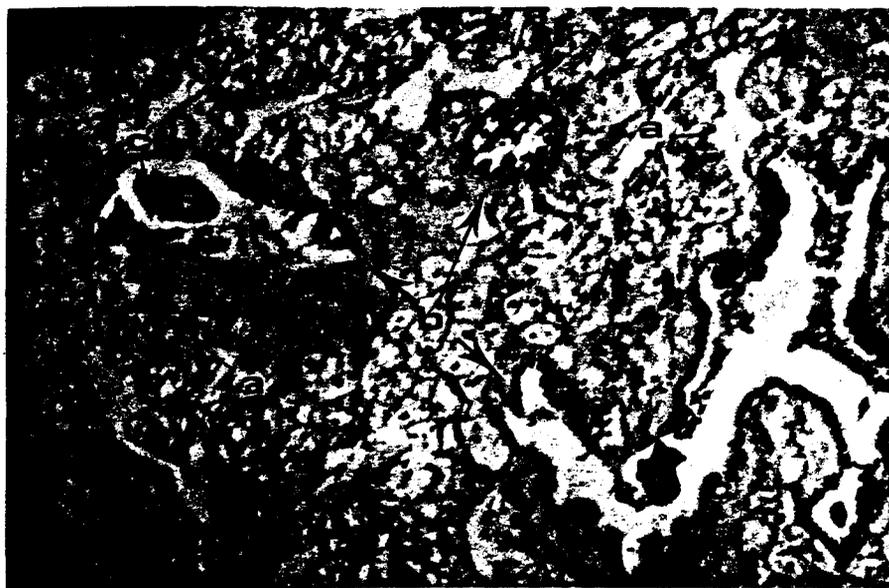


FIG. 11. Corte transversal de la gónada inactiva de Modiolus capax. a) Tejido conjuntivo, b) Folículo en post-desove, c) Ovocito residual.

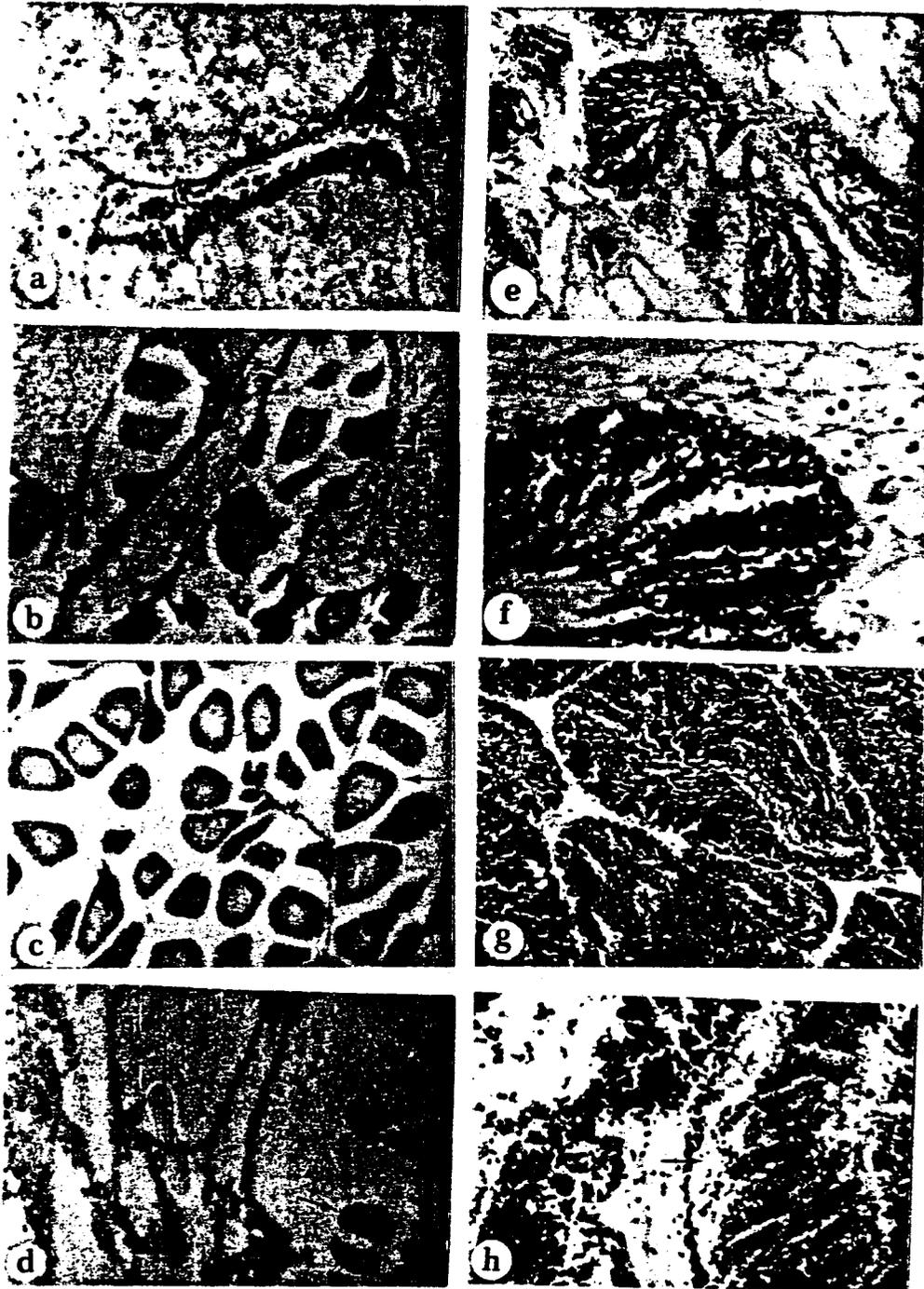


FIG. 12. Estadios de desarrollo de la gónada de *M. Capax*. (a) Indiferenciado. (b y f) Gametogénesis intermedia en la hembra; nótese la proliferación del epitelio germinativo. (c) Gametogénesis avanzada. (d y h) Desove. (e) Gametogénesis inicial en macho.

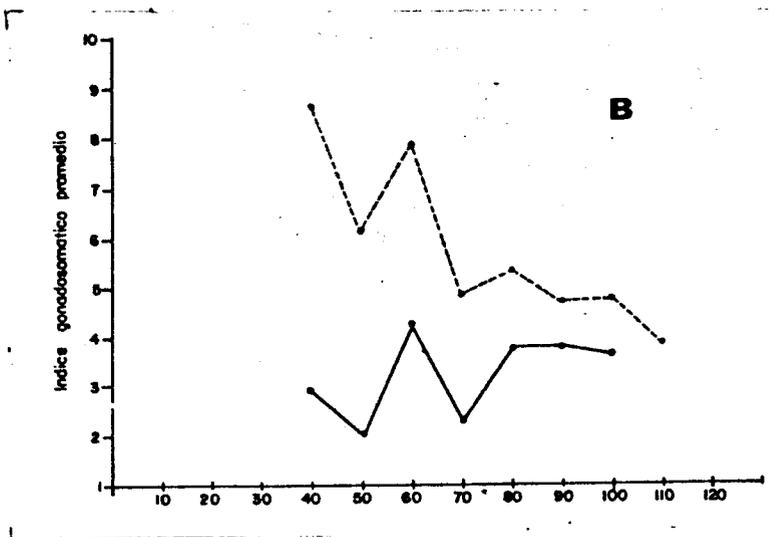
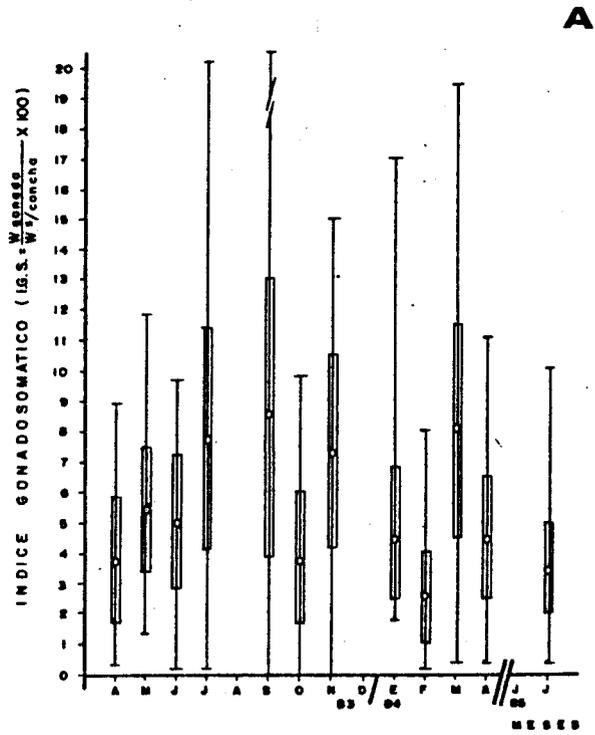


FIG. 13. **(A)** Variación anual del índice gonadosomático de *M. capax*, entre abril/1983 y marzo/1984. Se presenta el promedio + la desviación típica, el máximo y el mínimo, **(B)**. Índice gonadosomático por clases de tallas: (-----) ESTACION 1 y (————) PROSPECCION.

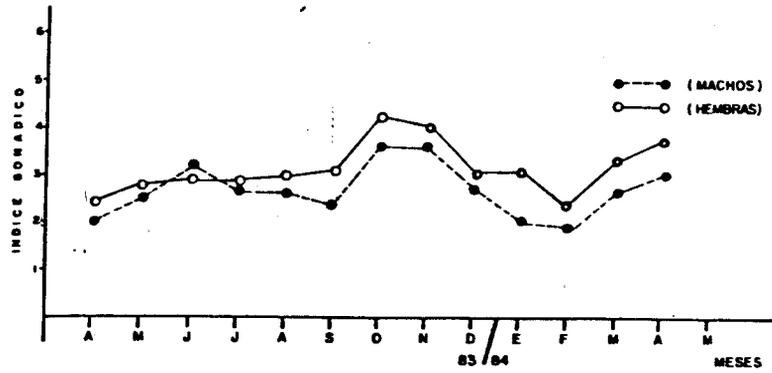


FIG. 14. Variación mensual en el índice gonádico de M. capax, para hembras y machos, entre abril de 1983 y abril de 1984.

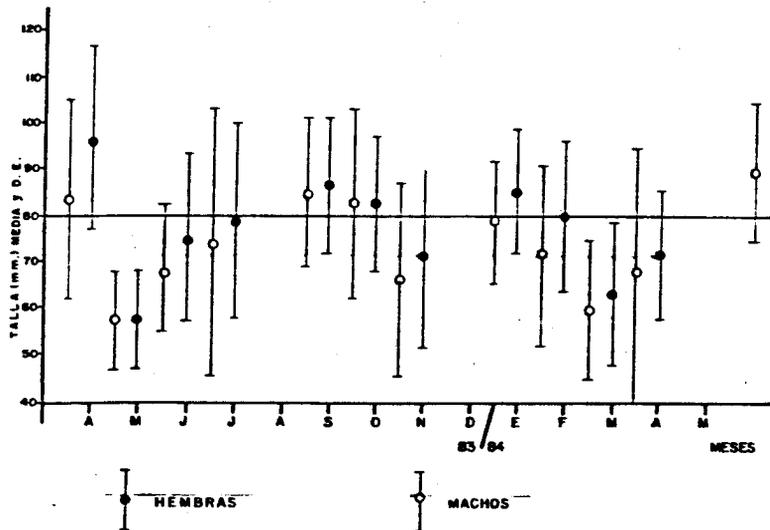


FIG. 15. Comparación entre las tallas promedio por mes, de machos y hembras de M. capax. Variación mensual entre abril de 1983 y abril de 1984.

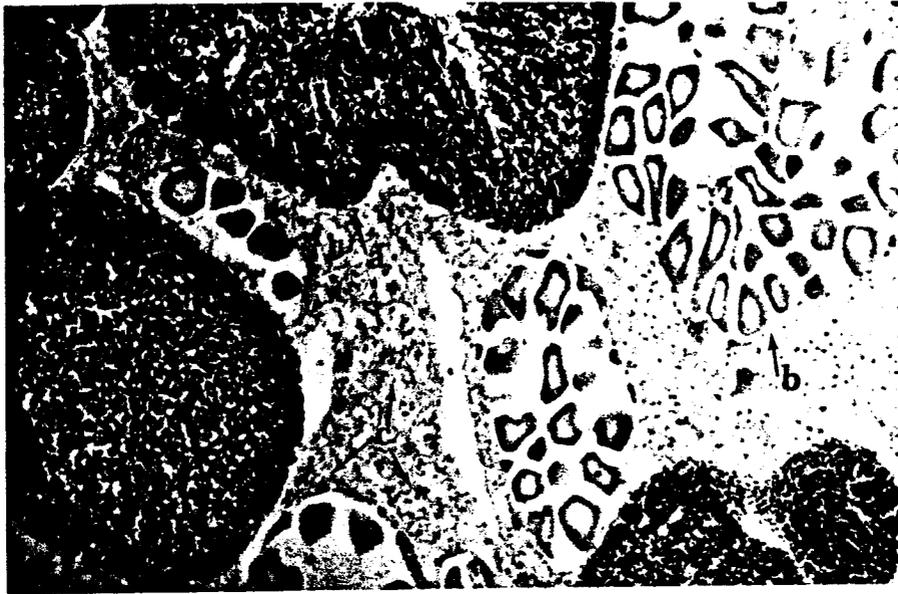


FIG. 16a. Corte transversal de la gónada hermafrodita de *Modiolus capax*. 600 X. a) folículos, b) masculinos; ovocitos y c) tejido conjuntivo granular.

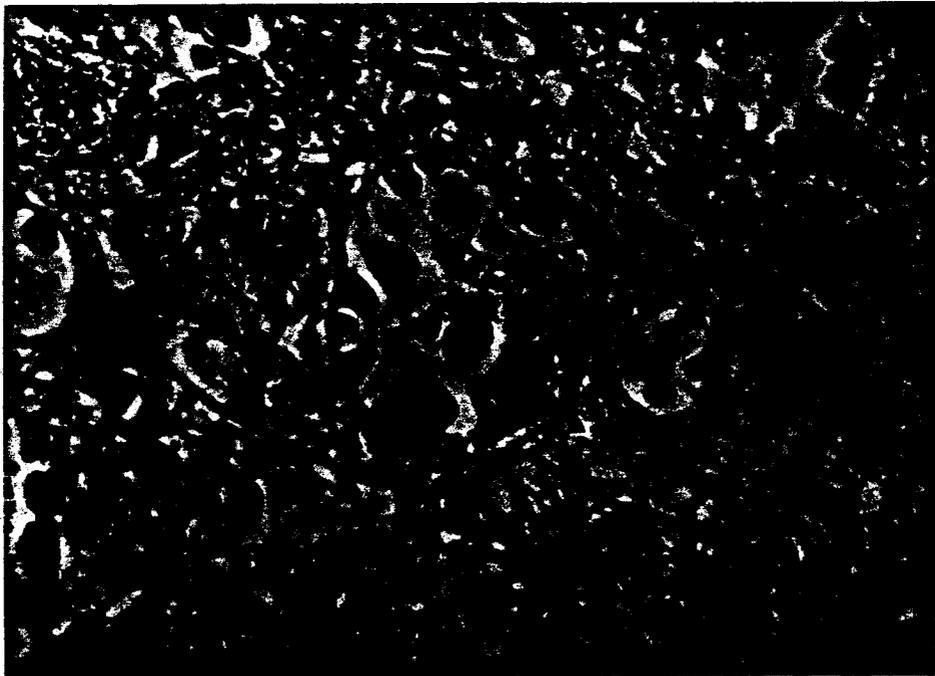


FIG. 16b. Folículos bisexuales de *Modiolus capax*. a) ovocitos, b) gametocitos masculinos, c) tejido conjuntivo granular.

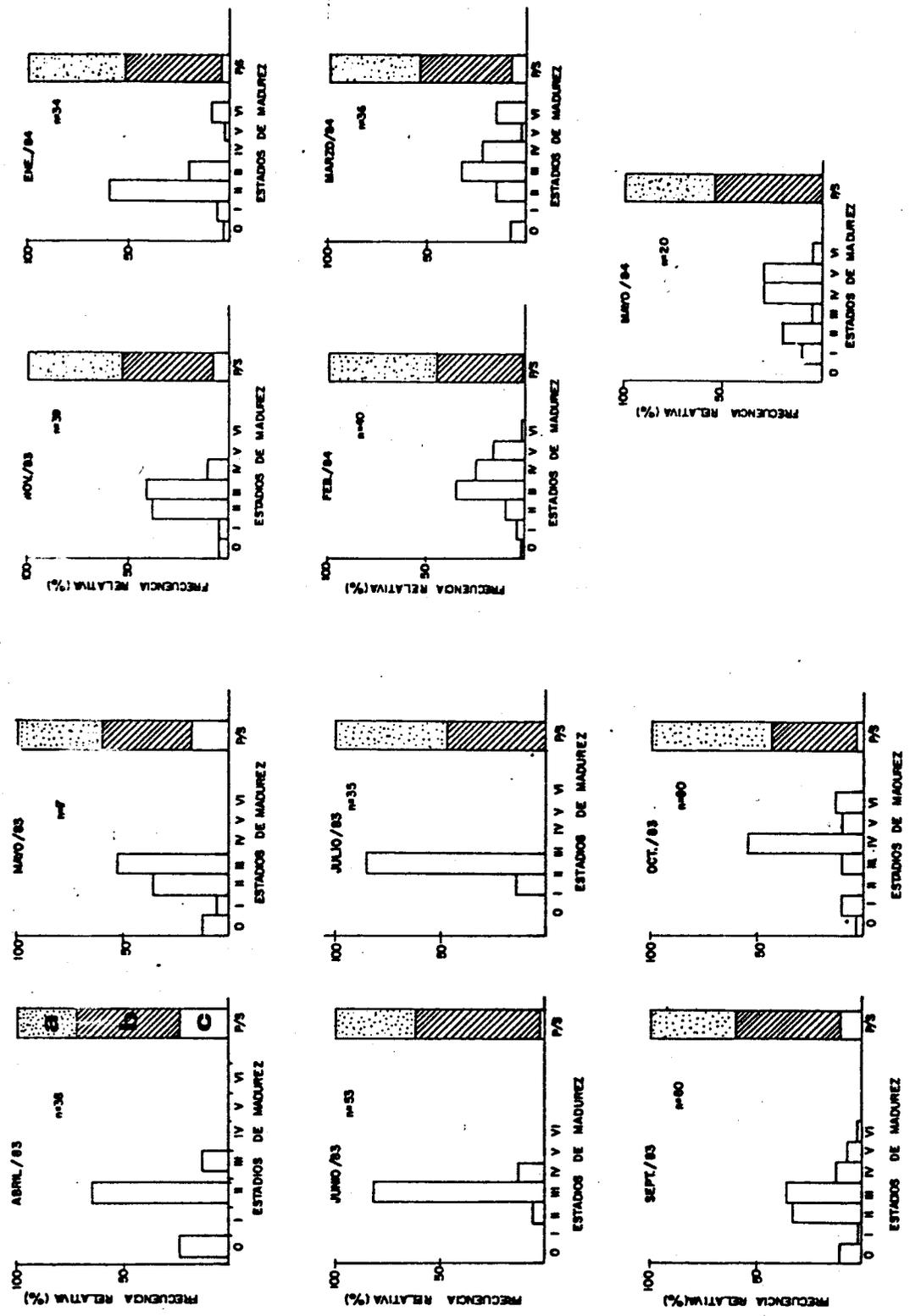


FIG. 17. Frecuencias relativas mensuales de estadios de madurez gonadal y proporción de sexos (P/S). (a) hembras, (b) machos y (c) indiferenciados.

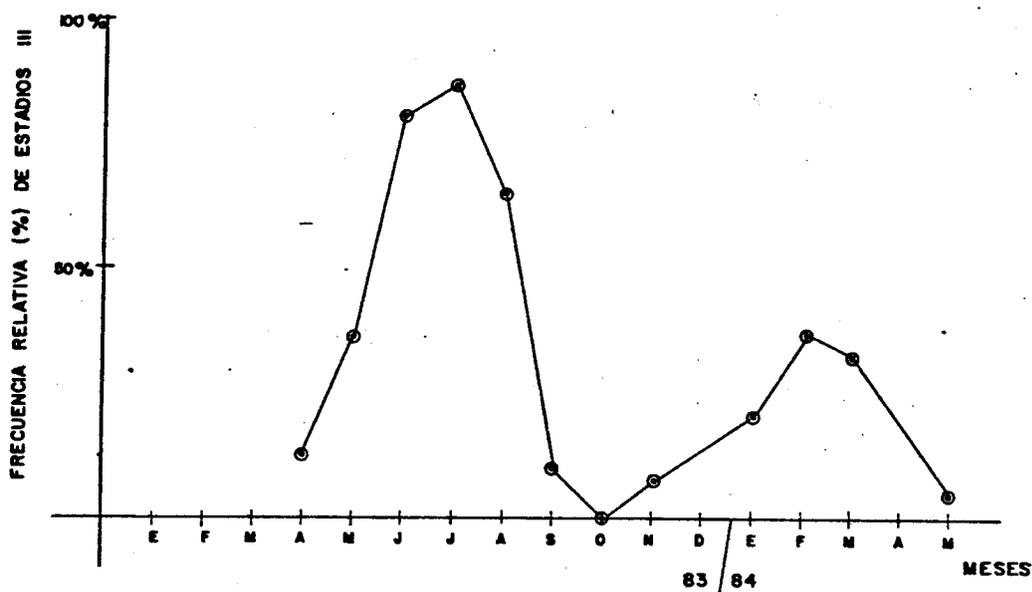


FIG. 18a. Ciclo de variación anual en la frecuencia relativa del estadio III como un indicador del ciclo reproductivo.

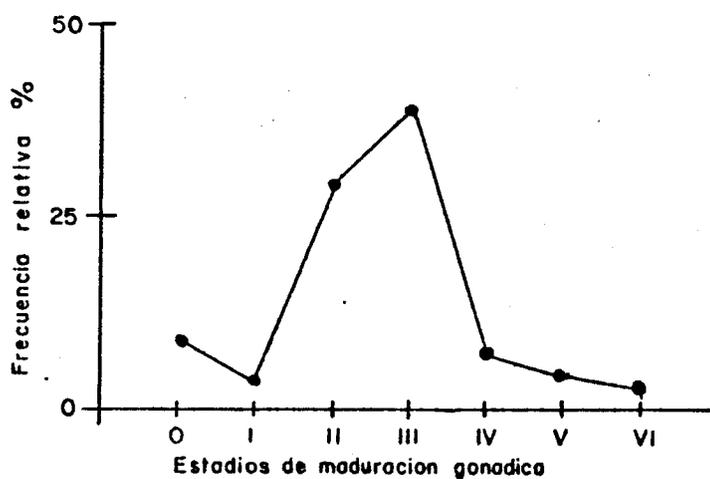


FIG. 18b. Frecuencia relativa de estadios a lo largo del ciclo reproductivo.

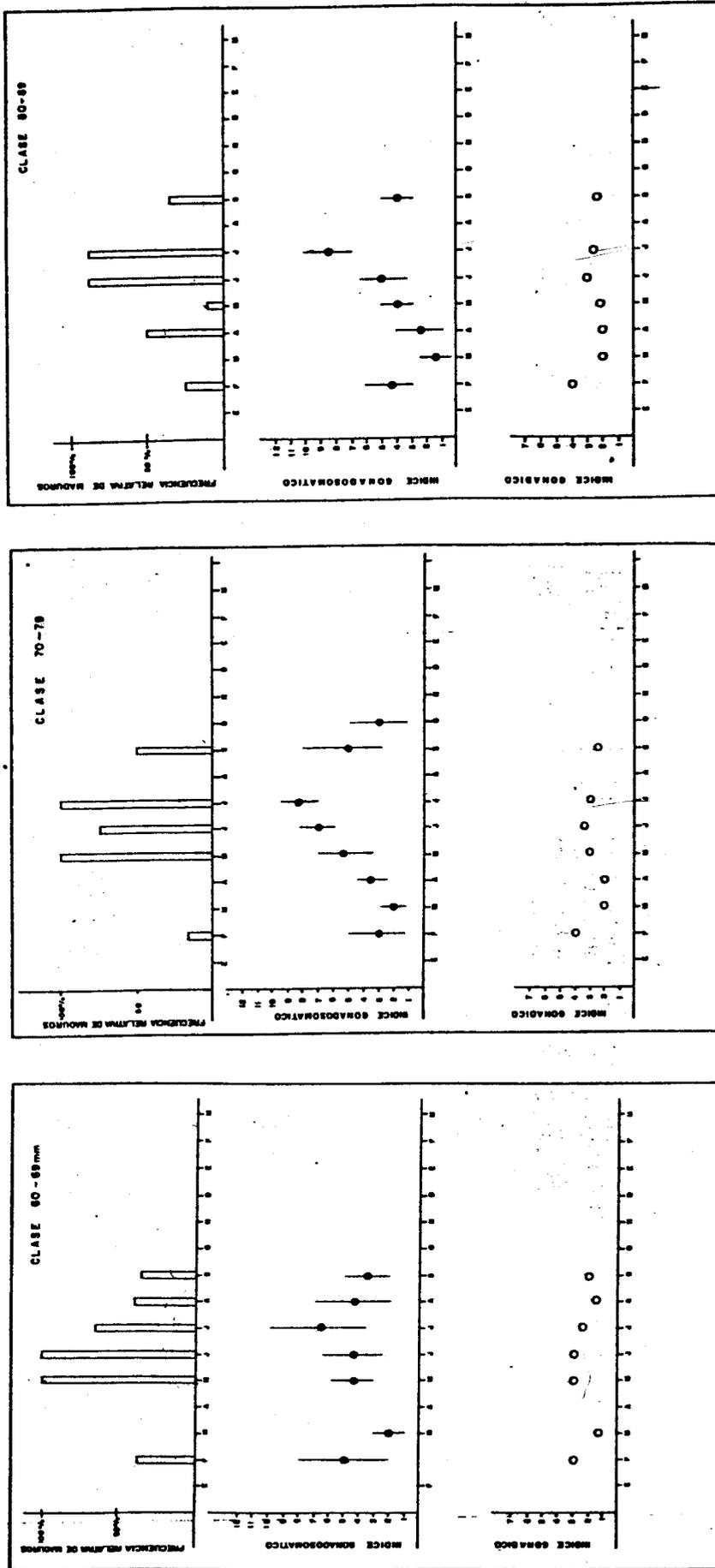


FIG. 19. Análisis comparativo de la actividad reproductiva, por medio de los indicadores: frecuencia relativa del Estadio III; índice gonadosomático e índice gonádico, por tallas, en adultos mayores de 60 mm.

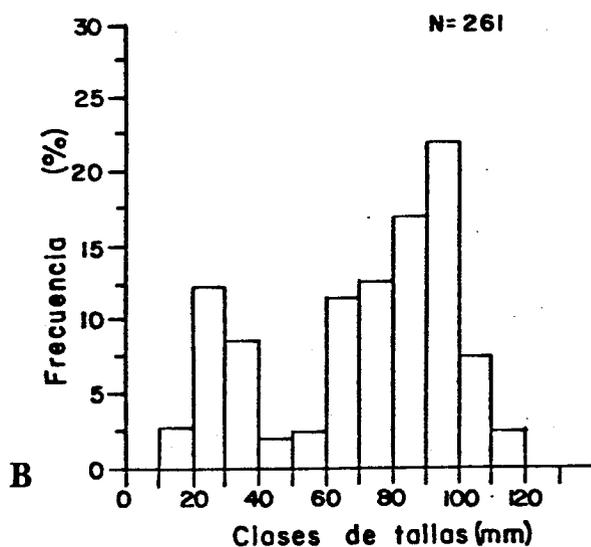
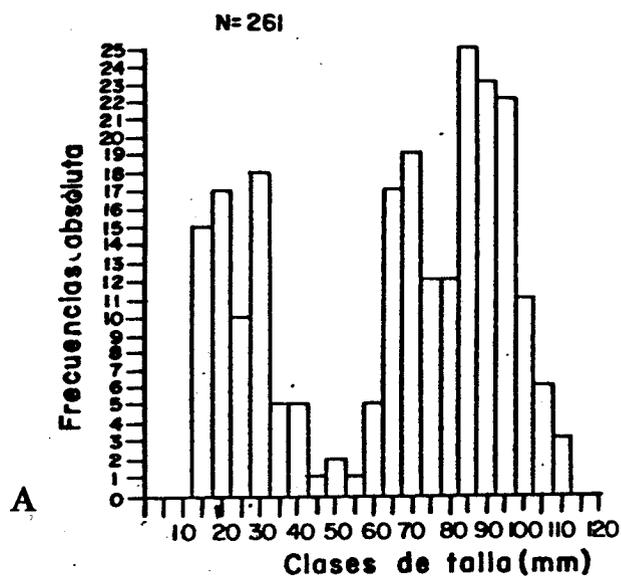


FIG. 20. Comparación entre las distribuciones de frecuencias, del agrupamiento para las clases de tallas de 5 en 5 y de 10 en 10. En (A) se distinguen los grupos modales A, B y C. En (B) se nota la distribución bimodal. Pertenecen al muestreo de la estación (6) en diciembre 6 de 1982.

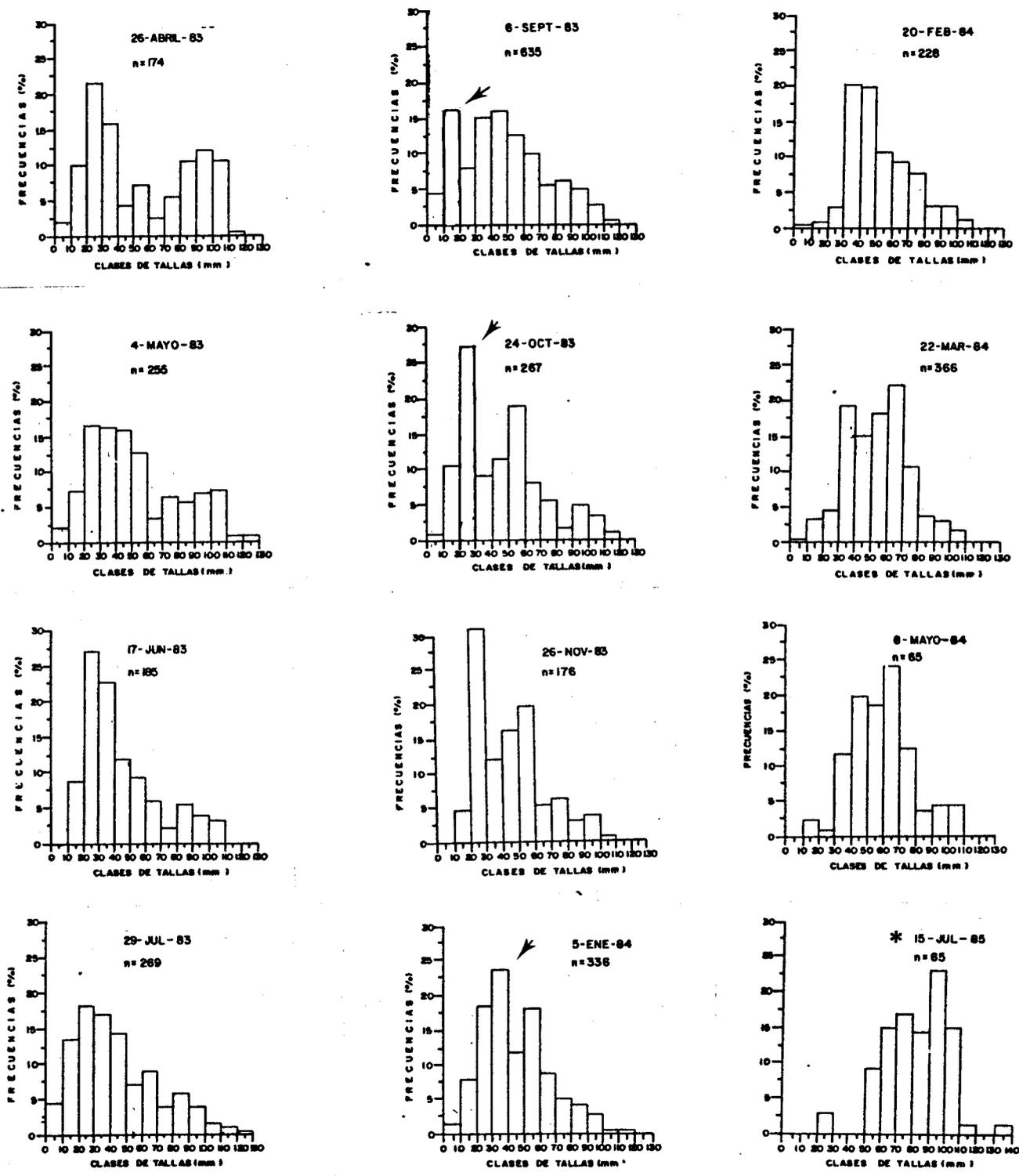


FIG. 21. Seguimiento mensual de la distribución de frecuencias de tallas en la estación (1), entre abril de 1983 y mayo de 1984 (*), Julio de 1985.

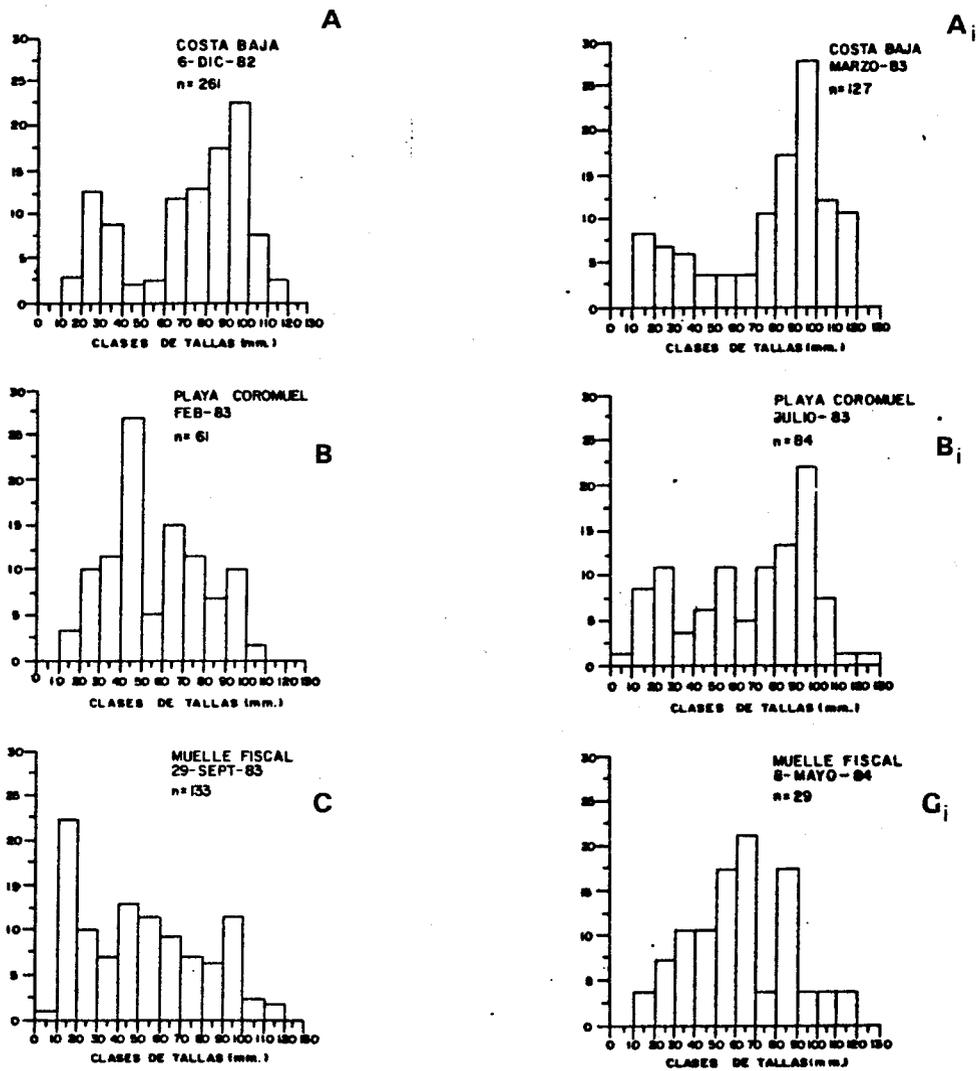


FIG. 22. Distribución de frecuencias relativas por clases de tallas en las estaciones de prospección. (A) estación (6); (B) 5 y (C) (2), en la Bahía de La Paz, B.C.S.

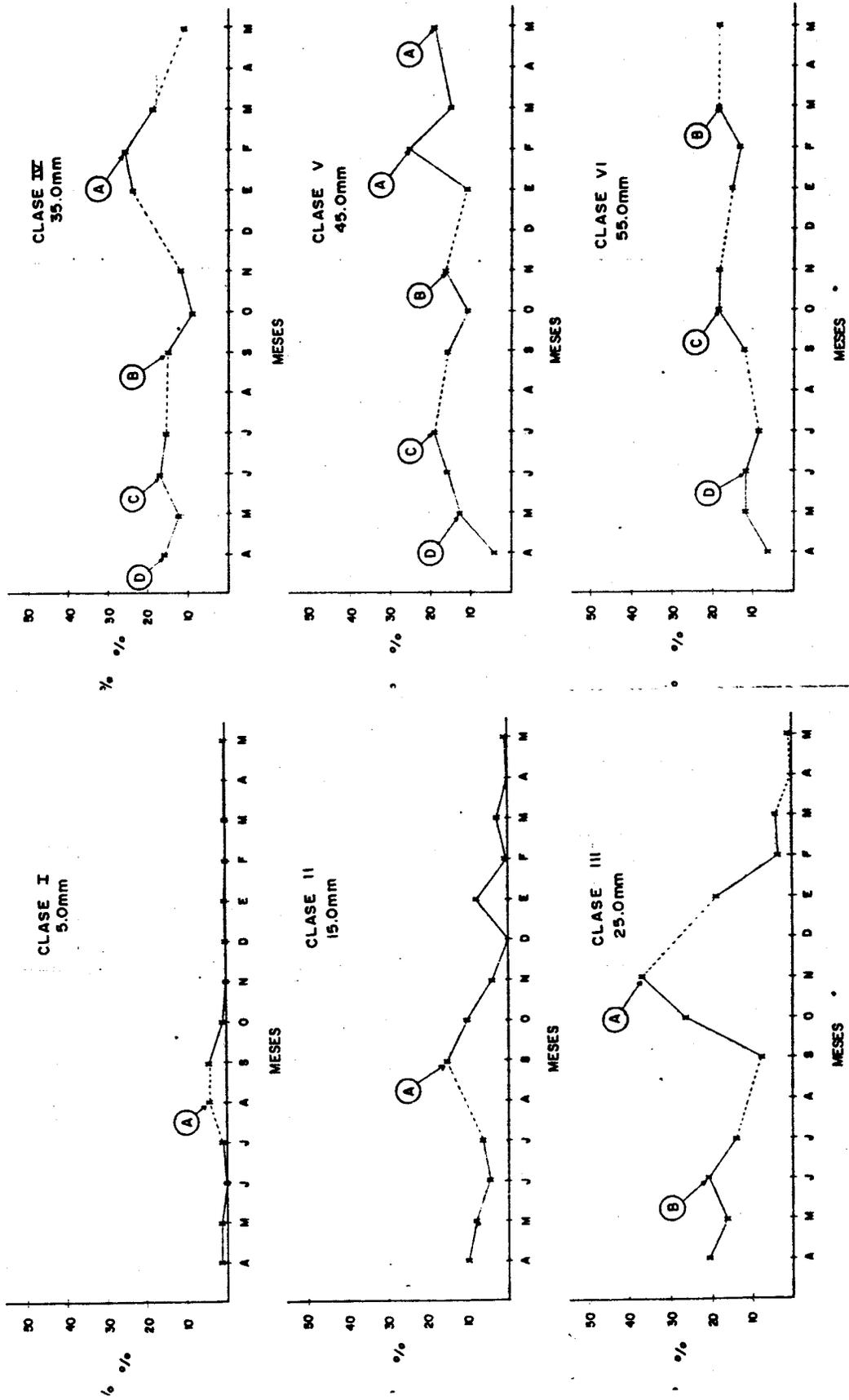


FIG. 23. Frecuencias relativas de las clases de tallas (I - VI) y su deslizamiento modal entre abril de 1983 y mayo de 1984.

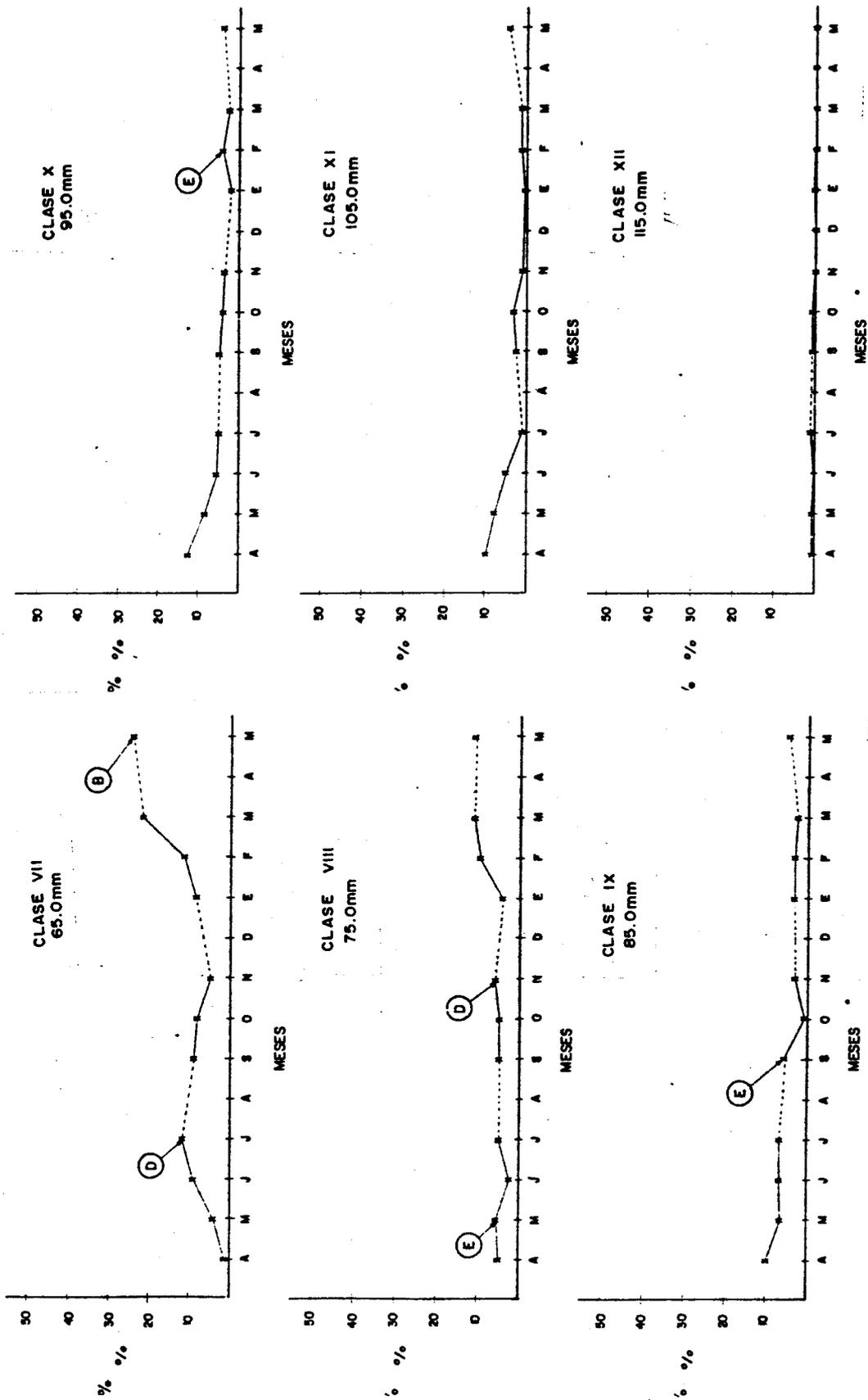


FIG. 24. Frecuencias relativas de las clases de tallas (VII-XII) y su deslizamiento modal entre abril de 1983 y mayo de 1984.

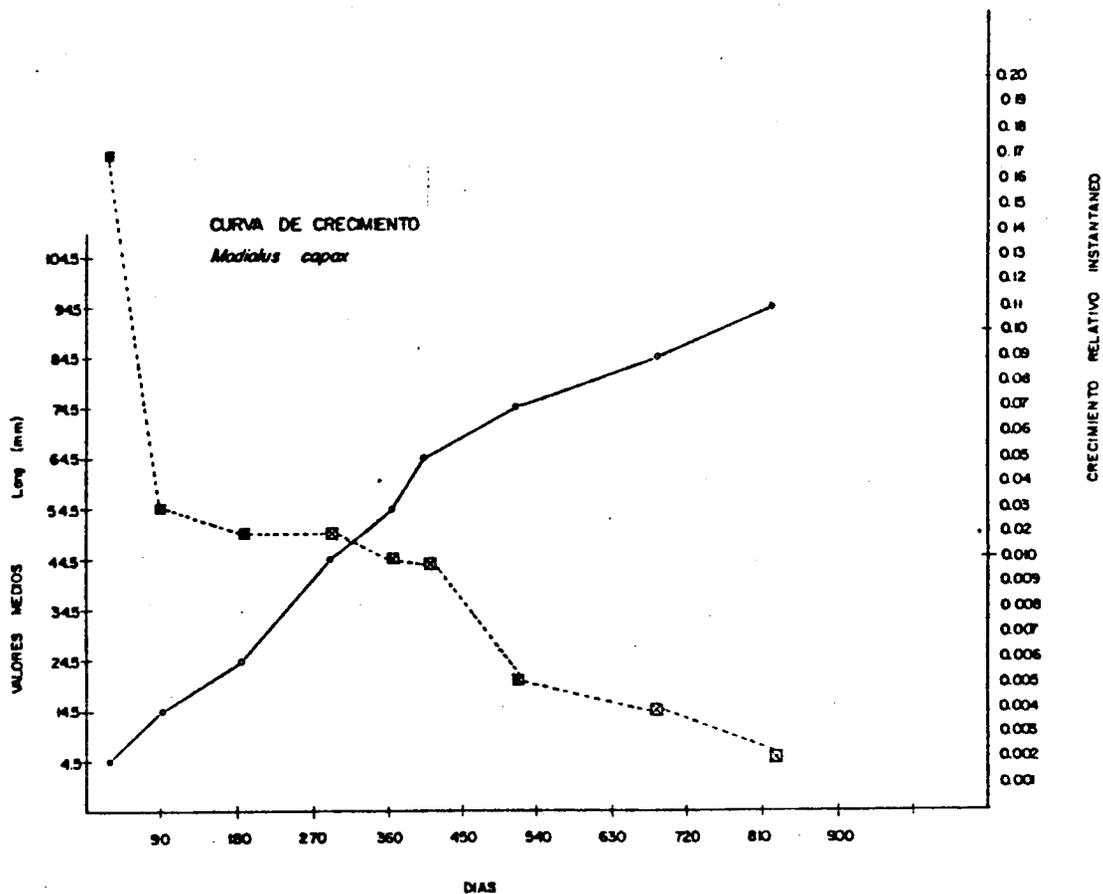


FIG. 25. Curva de crecimiento de *M. capax*, y el índice de crecimiento instantáneo.

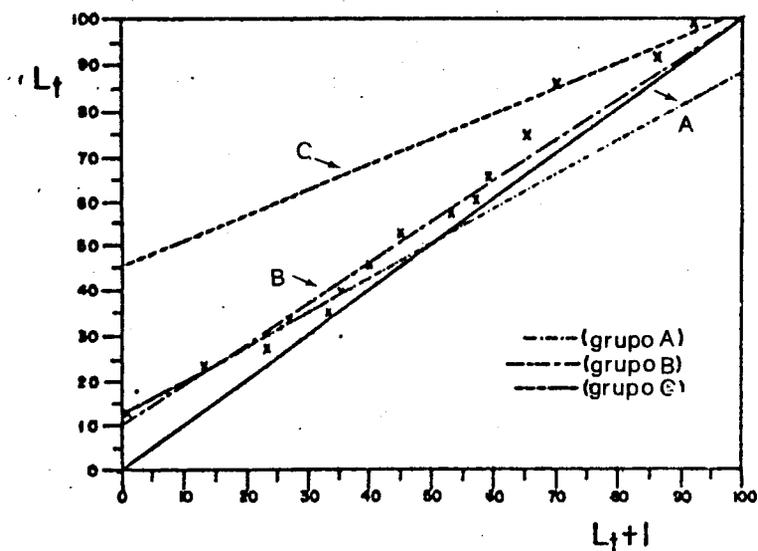


FIG. 26. Gráfica de Ford-Walford, para determinar L_{∞} , en las tres clases anuales (GRUPOS A, B y C). L_t (longitud total).

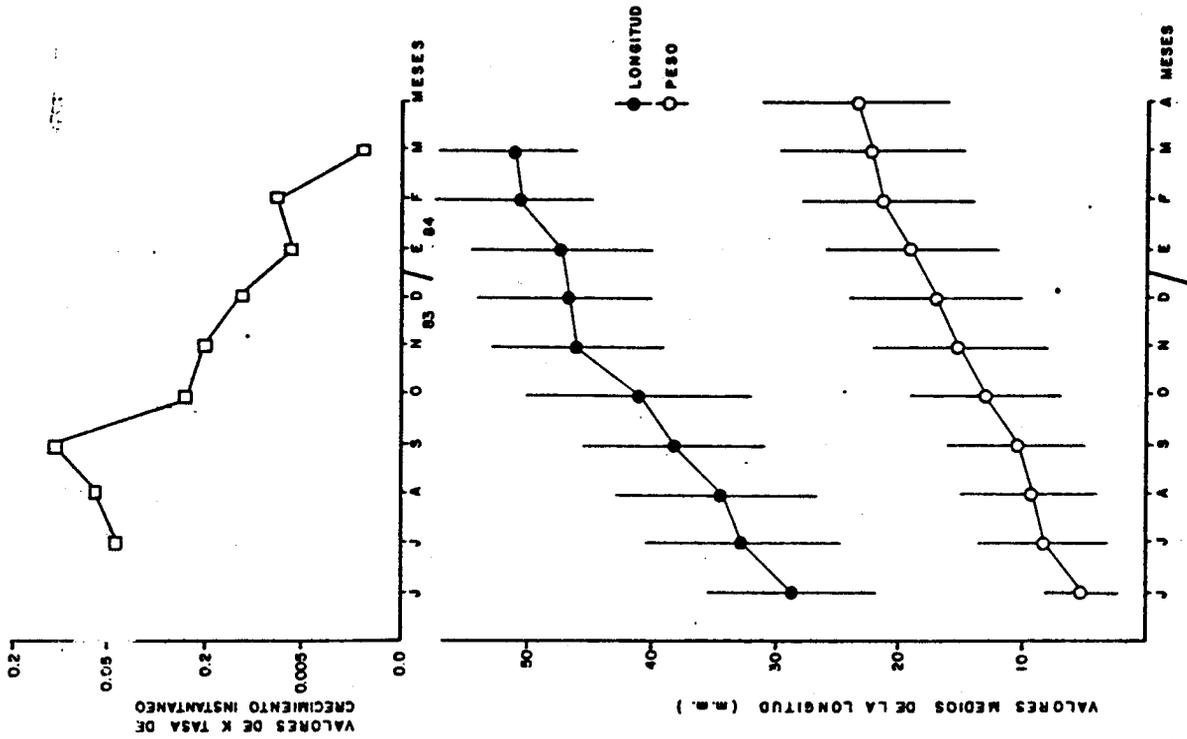


FIG. 28. Curva de crecimiento del LOJE III. (Lote en canastas). Promedios mensuales de longitud y peso. Índice de crecimiento instantáneo, entre junio de 1983 y abril de 1984.

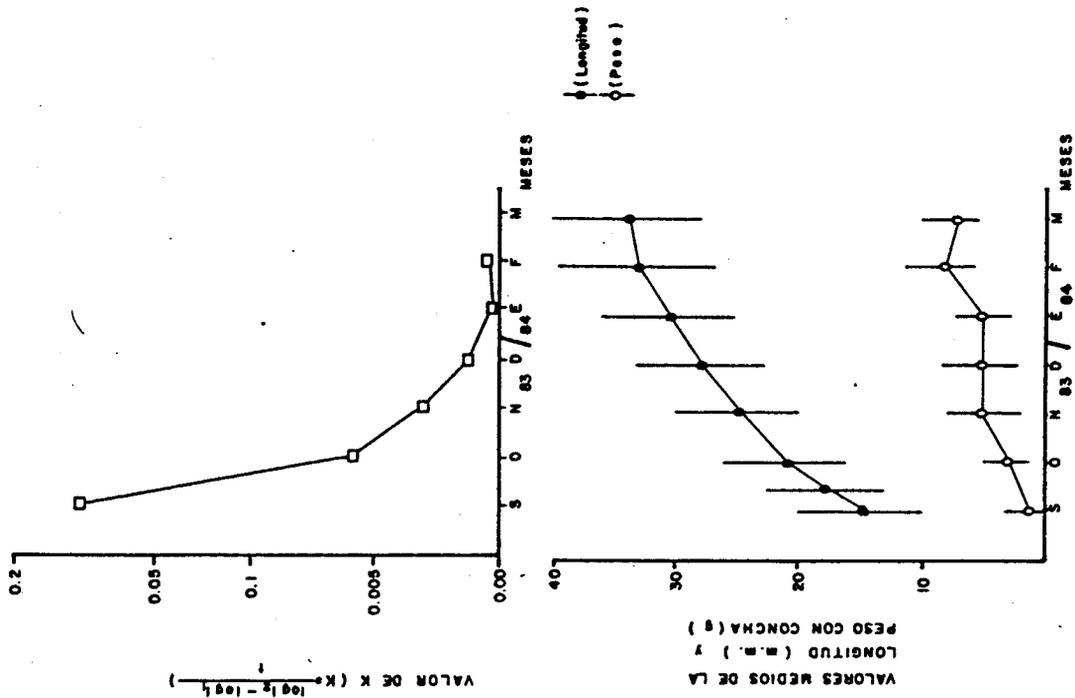


FIG. 27. Curva de crecimiento del LOJE I. (Lote en canastas). Promedios mensuales de longitud y peso. Índice de crecimiento instantáneo, entre septiembre de 1983 y marzo de 1984.

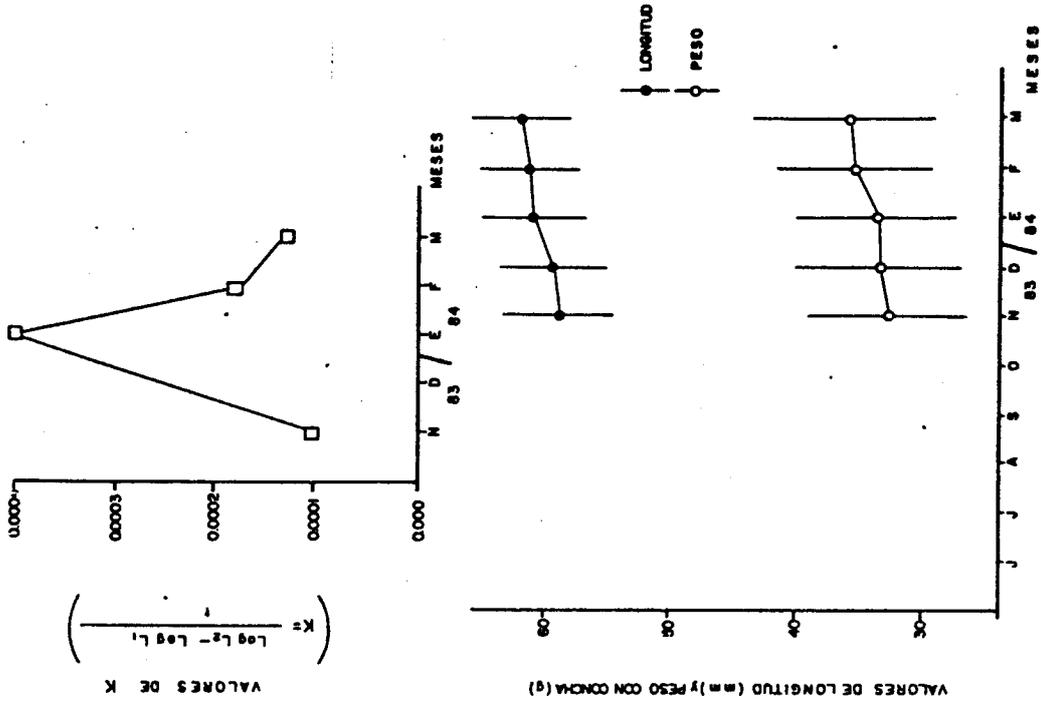


FIG. 29. Curva de crecimiento del LOTE IV. (Lote en canastas). Promedios mensuales de longitud y peso. Índice de crecimiento instantáneo, entre septiembre de 1983 y mayo de 1984.

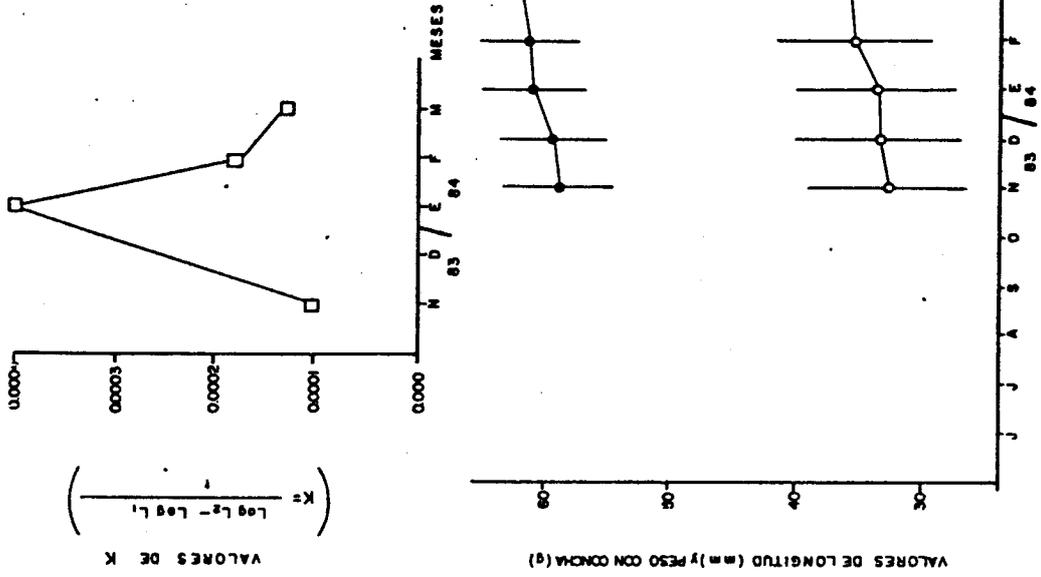


FIG. 30. Curva de crecimiento del LOTE V. (Lote en canastas). Promedios mensuales de longitud y peso. Índice de crecimiento instantáneo, entre noviembre de 1983 y marzo de 1984.

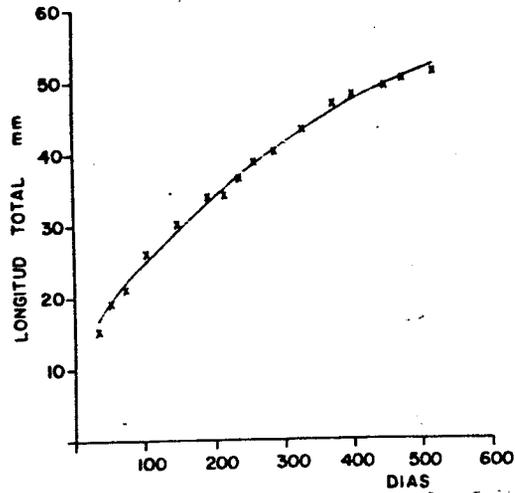


FIG. 31. Curva de crecimiento de *M. capax* para los promedios mensuales de lotes en canastas. Ajuste al modelo de Von Bertalanffy. $L_{\infty} = 66.0$.

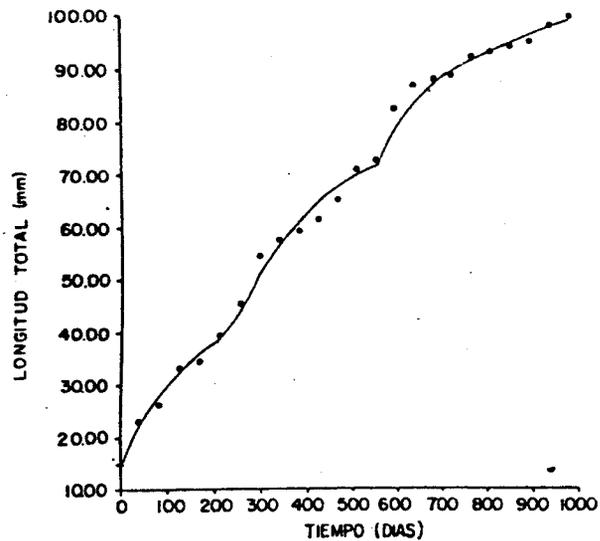


FIG. 32. Curva de crecimiento de *M. capax* para el medio natural en la estación (1), a través de los muestreos mensuales. Ajuste al modelo de Von Bertalanffy en tres grupos anuales.

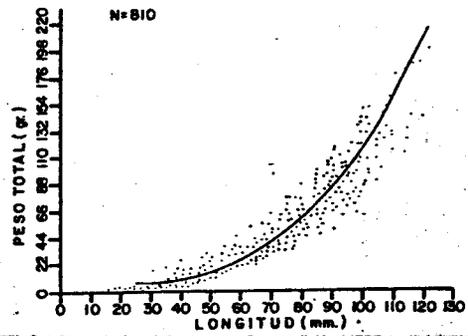
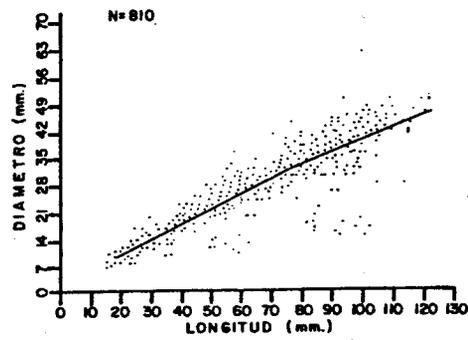
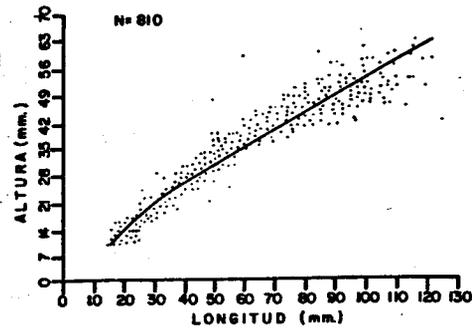


FIG. 33. Diagrama de dispersión y ajuste de la relación entre: longitud-altura; longitud-diámetro y longitud-peso total de M. capax.

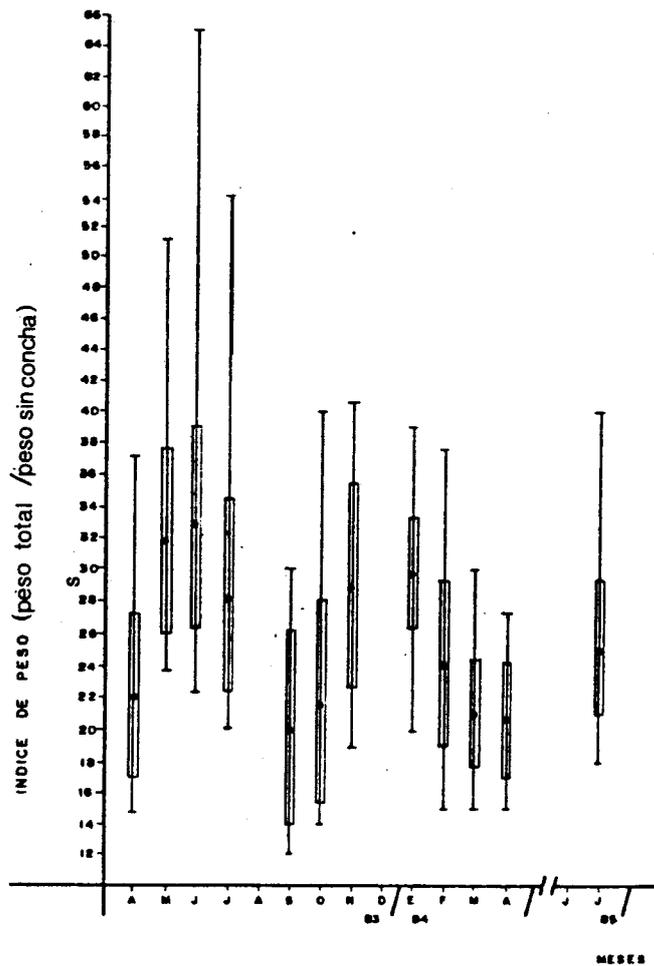


FIG. 34. Variación mensual del índice de peso para *M. capax*, entre abril de 1983 y abril de 1984. Promedio, \pm la desviación típica, el máximo y el mínimo.

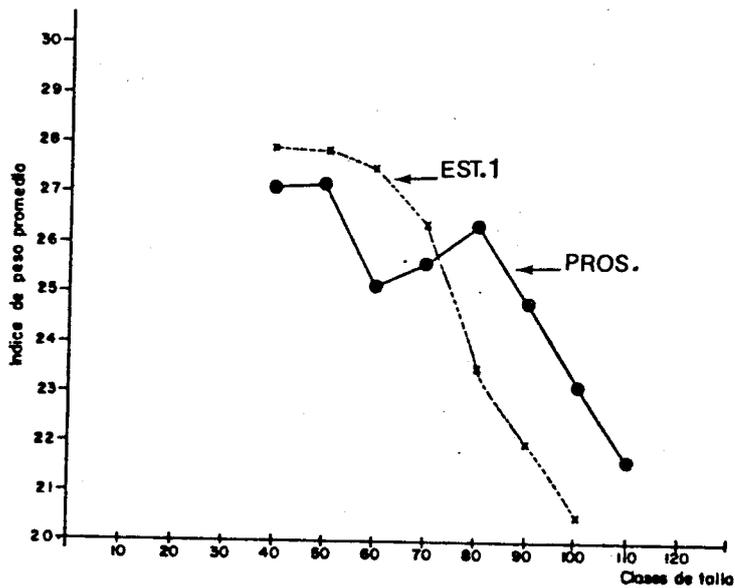


FIG. 35. Índice de peso promedio por clases de talla, estación (1) y estaciones de prospección.

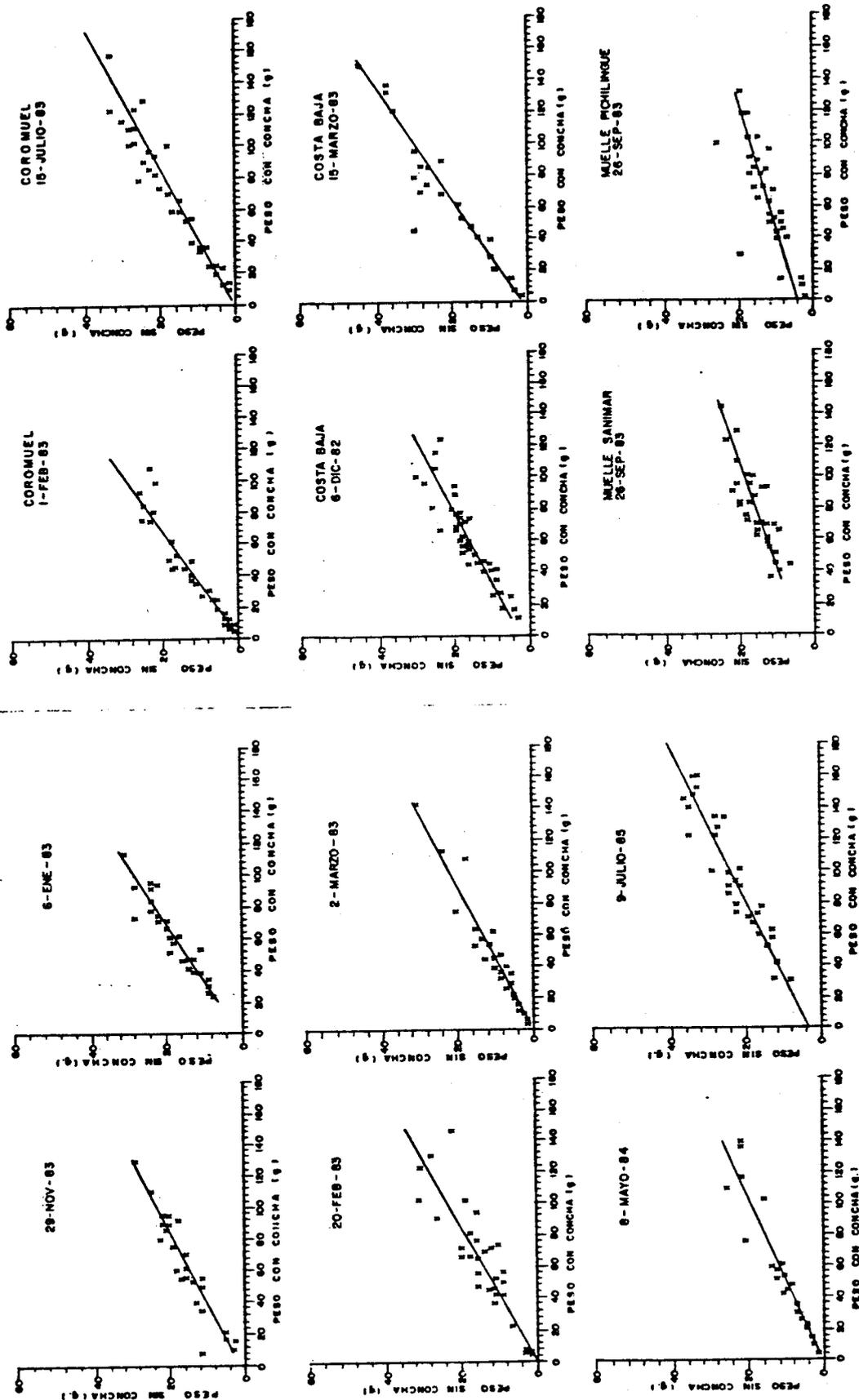


FIG. 36. Regresión lineal y diagramas de dispersión de peso total y el peso sin concha. Algunos meses de la estación (1) y de prospección.

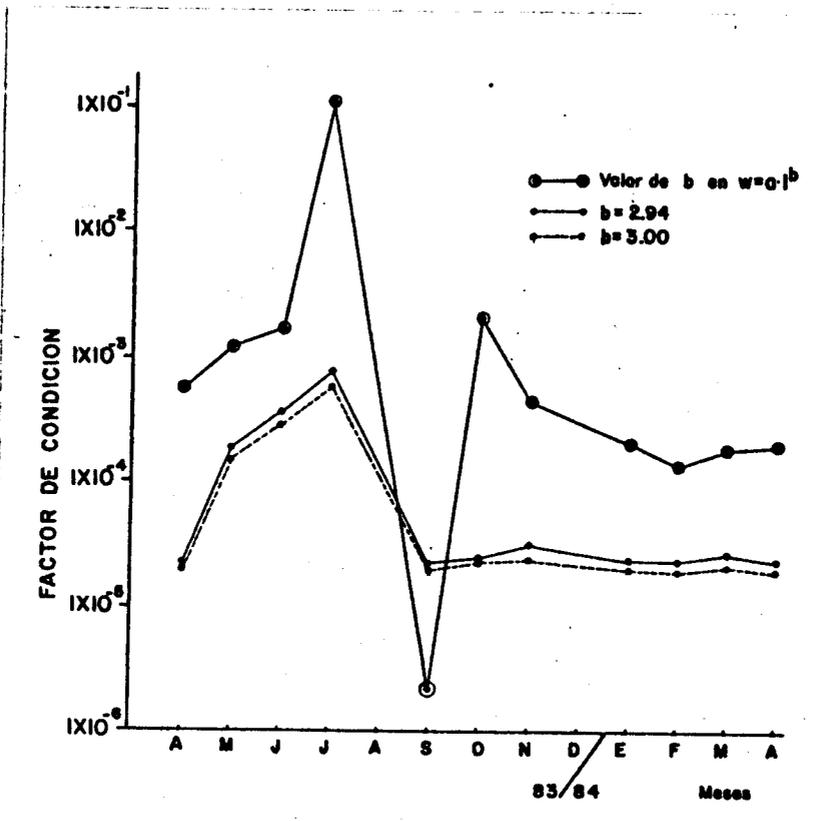


FIG. 37. Factor de condición por meses para *M. capax* entre abril de 1983 - abril de 1984. Calculado según la ecuación: $FC = W/l^b$. (W = peso; l = longitud; (b = pendiente) y FC = factor de condición.

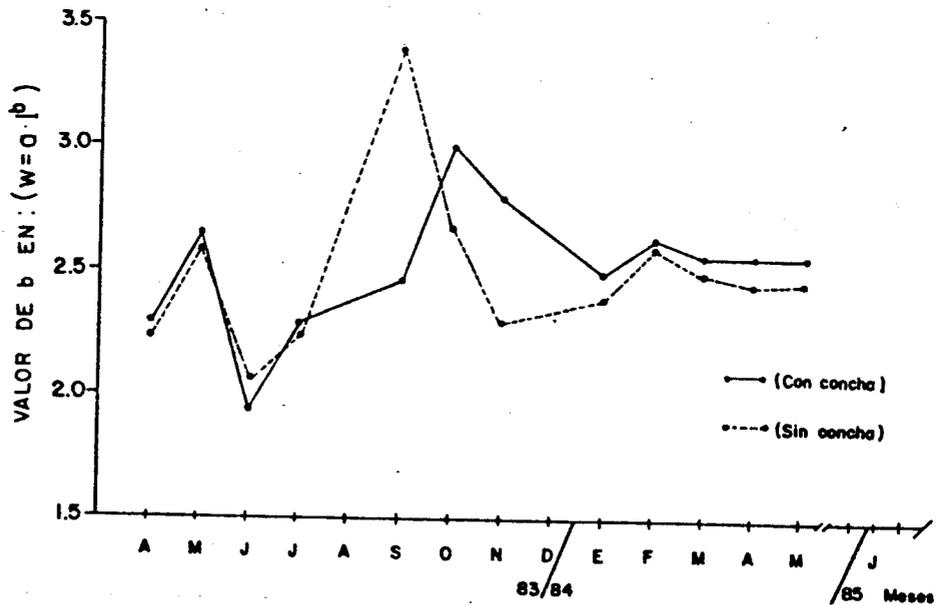


FIG. 38. Variación mensual de la pendiente (b) en la relación peso-longitud de *M. capax*; entre abril/83 - abril/84.

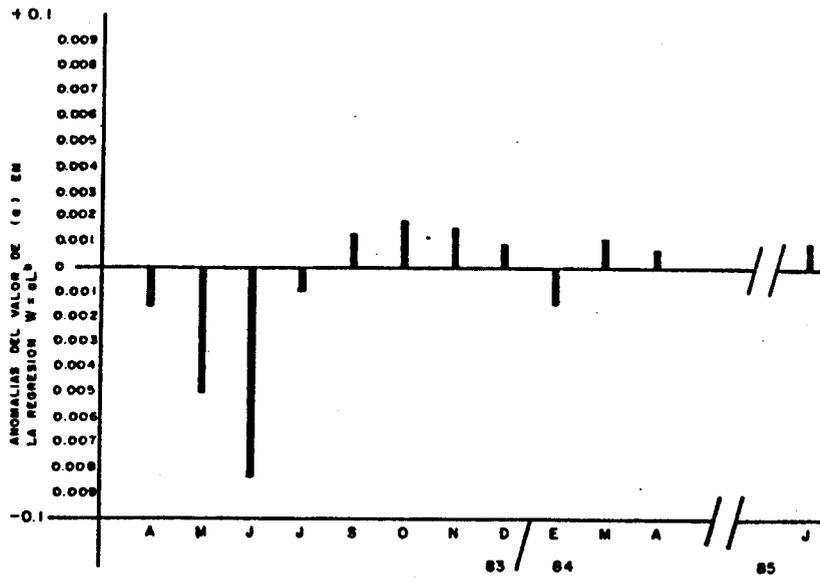


FIG. 39. Anomalías de la intersección (a) en la relación peso- longitud de M. capax entre abril de 1983 y abril de 1984.

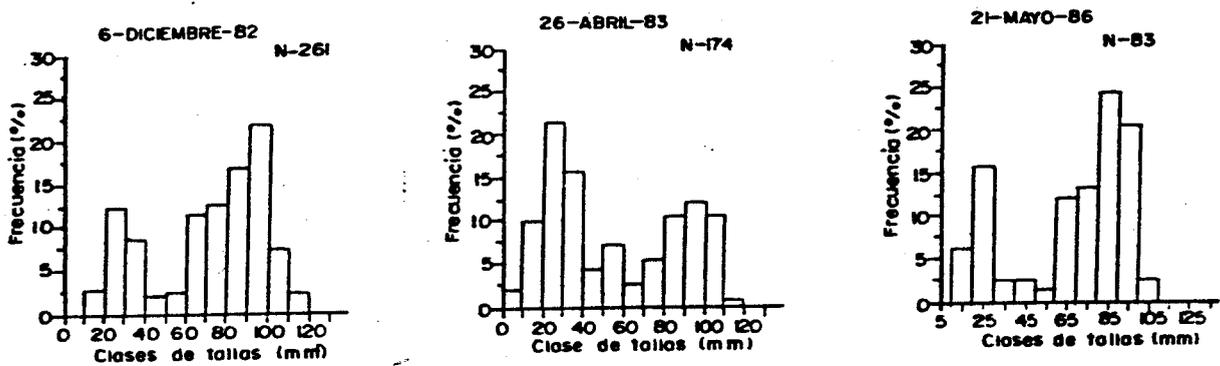


FIG. 40. Comparación entre la distribución de frecuencias en diferentes localidades, períodos; se distingue la distribución bimodal.

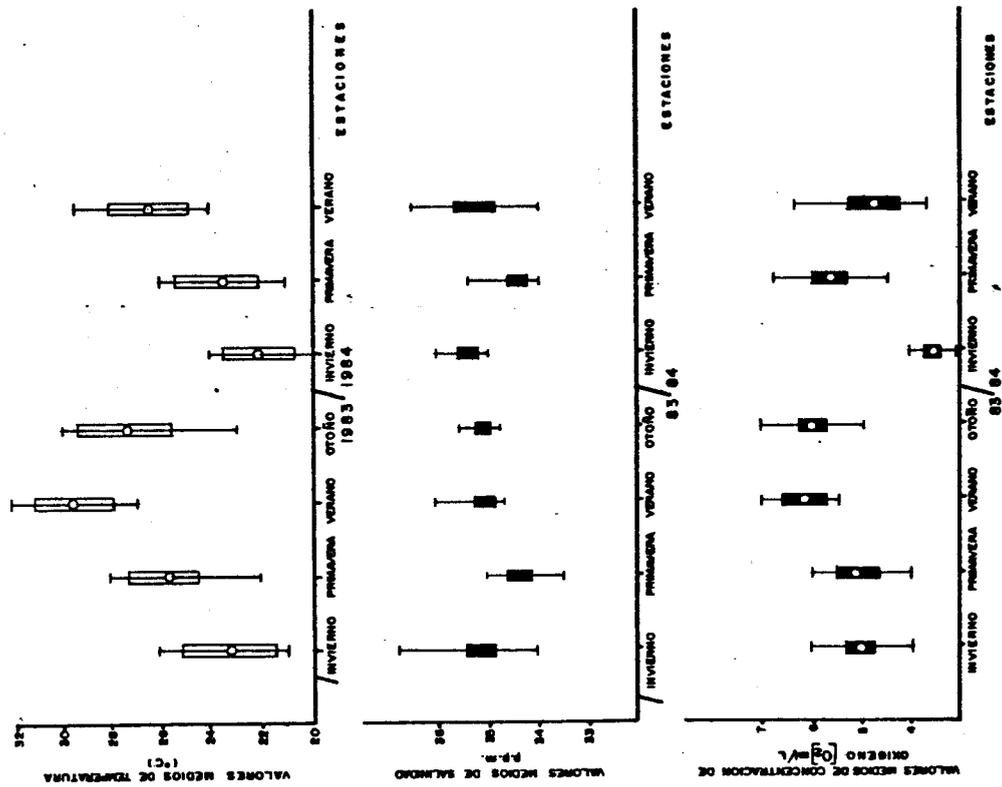
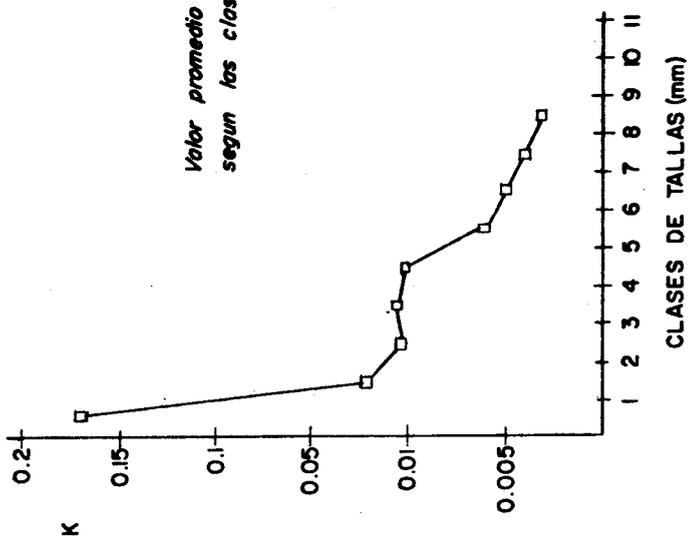


FIG. 41. Variación estacional de los factores ambientales: temperatura, salinidad y oxígeno. Promedio, \pm desviación típica, máximo y mínimo.



Valor promedio de K durante un año, según las clases de tallos (mm).

FIG. 42. Variación del índice de crecimiento instantáneo (K) según las clases de tallos.

8. RELACION DE TABLAS

- TABLA 1. Producción mundial más relevante de mejillones de diferentes especies, entre 1980 y 1983, en toneladas métricas. Países sobresalientes y capturas en México, (FAO, 1983).
- TABLA 2. Especies de Mytilidae, que comparten la distribución geográfica con Modiolus capax (Keen, 1971).
- TABLA 3. Clases de tallas consideradas para el seguimiento del crecimiento en longitud que se emplearon en: frecuencias modales de los bancos, en los lotes en canastas y para los estudios de reproducción, mortalidad y condición.
- TABLA 4. Colectas de Modiolus capax en la Bahía de La Paz, B.C.S. Muestras ordinarias mensuales en la estación 1 y muestreos de prospección en las estaciones 2, 4, 6, 7 y 8.
- TABLA 5. Datos generales de los lotes marcados en canastas de cultivo.
- TABLA 6. Macrofauna acompañante de Modiolus capax; se presentan los grupos más sobresalientes. Esporádico (*), Abundante (**), Dominante (***)).
- TABLA 7. Promedio (\bar{X}), Desviación Típica (D.T.) de los ejes de simetría (longitud, altura y diámetro) calculados por clases de tallas, entre abril de 1983 y abril de 1984.
- TABLA 8. Ajustes de regresión entre los ejes de simetría en la concha. Relación peso-longitud. (Varios muestreos incluidos; están los datos de la estación (1) y de prospección).

- TABLA 9. Frecuencias relativas (%) de estadios de madurez, índice gonádico e índice gonadosomático de las hembras. Estaciones (1), (2), (4) y (6).
- TABLA 10. Frecuencias relativas (%) de estadios de madurez, índice gonádico e índice gonadosomático de los machos. Estaciones (1), (2), (4) y (6).
- TABLA 11. Proporción de sexos para M. capax entre abril de 1983 y abril de 1984. Relación porcentual de (hembras:machos) y promedio mensual.
- TABLA 12. Proporción de sexos de Modiolus capax, calculada por número y por peso, según las estaciones del año, entre 1983 y 1984, en la Bahía de La Paz, B.C.S., México.
- TABLA 13. Frecuencias absolutas de estadios de madurez, por clases de tallas de 40 - 100 mm. No. de machos (1); hembras (2); indiferenciados (0). Peso gónada. Promedio (\bar{X}) y Desviación Típica (D.T.).
- TABLA 14. Frecuencias relativas (%) por clases de talla (longitud de la concha en mm).
- TABLA 15. Valores promedio de talla por grupos anuales en cada mes, entre abril 83 - abril 84, en la estación (1).
- TABLA 16. Valores del ajuste al modelo de Von Bertalanffy para los grupos anuales.
- TABLA 17. Resultados del ajuste al modelo de Von Bertalanffy para los lotes en canastas. Talla promedio al iniciar los registros, incremento mensual promedio (\bar{X}). Valores residuales y coeficiente de correlación.

- TABLA 10. Frecuencias relativas de estadios de madurez, índice gonádico e índice gonadosomático de los machos. ESTACIONES 1, 2, 4 y 6.
- TABLA 11. Proporción de sexos mensual para Modiolus capax entre abril de 1983 y abril de 1984. Proporción porcentual (hembras: machos) y promedios.
- TABLA 12. Proporción de sexos de Modiolus capax por períodos estacionales, entre 1983 y 1984, en la Bahía de La Paz, B.C.S., México.
- TABLA 13. Frecuencias absolutas de madurez por clases de tallas, entre 40 y 100 mm por número: Machos (1), hembras (2) e indiferenciados (0). Peso promedio de la gónada (\bar{X}) y desviación típica (D.T.).
- TABLA 14. Frecuencias relativas (%) de clases de tallas (longitud de la concha en mm). ESTACION 1 y de prospección.
- TABLA 15. Valores promedio de talla de Modiolus capax por grupos anuales en cada mes. GRUPOS 1, 2 y 3, entre abril de 1983 y abril de 1984.
- TABLA 16. Resultados del ajuste al modelo de Von Bertalanffy para cada uno de los grupos anuales: 1, 2 y 3. L_{∞} , K y t_0 . Valores observados, calculados, residuales y coeficiente de correlación.
- TABLA 17. Resultados del ajuste al modelo de Von Bertalanffy para los lotes en canastas. Tallas promedio al iniciar los registros, incremento mensual promedio, L_{∞} , K y t_0 . Valores residuales y coeficiente de correlación.
- TABLA 18. Sobrevivencia (%) de las clases anuales por mes y mortalidad. Frecuencia absoluta y relativa por GRUPOS 1, 2 y 3. Y mortalidad de mayo de 1984, en la ESTACION 1.
- TABLA 19. Resultados resumidos para los lotes en canastas, sobrevivencia (%) e índice de crecimiento instantáneo (K). LOTES I, II, III, IV y V.

- TABLA 18. Supervivencia (%) de grupos anuales. Frecuencias absolutas y relativas de cada grupo. Estaciones 1, 4 y 6. Mortalidad relativa (%) registrada en mayo de 1984.
- TABLA 19. Resultados resumidos para los lotes en canastas. Supervivencia en % (S). Tiempo transcurrido en días (T). Longitudes promedio: Inicial (L_1), Final (L_2). Incremento mensual promedio en mm (Δ). Incremento total. Índice de crecimiento instantáneo promedio (K).
- TABLA 20. Comparación entre los valores estadísticos del registro de peso, de M. capax. Promedios mensuales de los muestreos ordinarios y de prospección. Media (\bar{X}), Desviación Típica (D.T.), Máximo (MAX) y Mínimo (MIN).
- TABLA 21. Índice de peso (I.P.) e índice gonadosomático (I.G.S.) por clases de tallas. Entre abril de 1983 y mayo de 1984 para los muestreos ordinarios en la estación 1 y en las estaciones de prospección.
- TABLA 22. Resultados del ajuste lineal entre el peso total y el peso sin la concha, para las estaciones 1, 6 y 4. Intersección (a); Pendiente (b); Coeficiente de correlación (r) y Coeficiente de determinación (r^2).
- TABLA 23. Resultados del ajuste a una regresión potencial entre la longitud y el peso. (P_t) y (P_c). Se presentan: Intersección (a); Pendiente (b); Coeficiente de correlación (r) y Coeficiente de determinación (r^2).
- TABLA 24. Factor de condición por clases de tallas, valores promedio entre 60 y 100 mm.
- TABLA 25. Valores promedio de temperatura (%) de 1980 a 1985, en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. (Varias fuentes).
- TABLA 26. Índice de crecimiento instantáneo para los lotes en canastas, por clases de talla y por estación del año. (Según la ecuación $K = \log L_2 - \log L_1 / t$).

TABLA 1. PRODUCCION MUNDIAL MAS RELEVANTE DE MEJILLONES DE DIFERENTES ESPECIES, ENTRE 1980 Y 1983, EN TONELADAS METRICAS. PAISES SOBRESALIENTES Y CAPTURAS EN MEXICO, (FAO, 1983).

AÑO	PRODUCCION (FAO, 1983)		1981	1982	1983	PROMEDIO
	MUNDIAL	<u>Mytilus edulis</u>				
1977	630,155	302,750		15,715		
1978	575,575	311,202		17,313		
1979	608,280	313,402		15,373		
1980	620,021	368,798		9,065		
1981	661,618	379,854		18,562		
1982	751,346	444,517		32,919		
1983	745,704	420,312		30,991		

P A I S	E S P E C I E	1980	1981	1982	1983	PROMEDIO
Dinamarca	<u>Mytilus edulis</u>	90,443	86,115	69,525	66,493	77,894
Holanda	<u>M. edulis</u>	76,972	109,448	130,271	119,643	87,267
España	<u>M. edulis</u>	95,693	78,560	130,415	124,388	107,264
Francia	<u>M. edulis</u>	74,909	80,851	74,964	51,707	51,707
U.R.S.S.	<u>M. galloprovincialis</u>	14,216	14,683	14,230	14,802	14,484
Korea	<u>M. crassitesta</u>	70,005	66,319	42,900	47,112	56,584
Australia	<u>M. planulatus</u>	811	962	1,170	1,110	1,013
Nueva Zelanda	<u>M. canaliculus</u>	1,570	1,348	850	560	1,082
Tailandia	<u>M. smaragdinus</u>	33,507	38,957	69,264	63,691	51,337
Tailandia	<u>Modiolus sp</u>	9,065	18,562	32,919	30,911	22,864
Argentina	<u>M. platensis</u>	1,767	1,155	1,181	855	1,240
Chile	<u>M. chilensis</u>	10,795	7,752	5,647	7,080	7,819
Chile	<u>Alaucomya ater</u>	11,404	8,526	6,134	6,475	8,134
Perú	<u>Alaucomya ater</u>	13,870	10,545	14,199	14,763	13,344
México	<u>Mytilus californianus</u>	513	1,097	951	695	814

TABLA 2. ESPECIES DE MYTILIDAE, QUE COMPARTEN LA DISTRIBUCION GEOGRAFICA CON Modiolus capax (Keen, 1971).

E S P E C I E	PROFUNDIDAD	L O C A L I D A D
<u>Brachidontes semilaevis</u>	31 m	Golfo de California Norte
<u>Choromytilus palliopunctatus</u>	Intertidal	Bahía Magdalena a Panamá
<u>Mytella tumbezensis</u>	Manglar	Bahía Magdalena a Perú
<u>Septifer seteki</u>	90 m	Baja California a Perú
<u>Lithophaga attenuata rogersi</u>	80 m	Sureste Golfo de California
<u>Modiolus capax</u>	Intertidal	Santa Cruz, California a Perú
<u>Modiolus eiseni</u>	4 - 360 m	Golfo de California a Perú
<u>Modiolus pseudotulipus</u>	-	Bahía Magdalena a Perú
<u>Modiolus rectus</u>	Intertidal	Bahía Concepción
<u>Amigdalum americanus</u>	4 - 37 m	Guaymas a Perú
<u>Modiolus modiolus</u>	30.0 m	Según (Soot-Ryen, 1955) Atlántico, Sur de Florida. Japón. Mediterráneo. Monterey, California

TABLA 3. CLASES DE TALLAS CONSIDERADAS PARA EL SEGUIMIENTO DEL CRECIMIENTO EN LONGITUD, EM-
PLEADOS EN: LAS FRECUENCIAS MODALES DE LOS BANCOS, EN LOS LOTES MARCADOS EN
CANASTAS Y PARA LOS ESTUDIOS DE REPRODUCCION.

MARCA DE CLASE	INTERVALOS	CLASIFICACION
5.0	1.0	I
15.0	11.0	II
25.0	21	III
35.0	31.0	IV
45.0	41.0	V
55.0	51.0	VI
65.0	61.0	VII
75.0	71.0	VIII
85.0	81.0	IX
95.0	91.0	X
105.0	101.0	XI
115.0	111.0	XII
125.0	121.0	XIII

TABLA 4. COLECTAS DE *Modiolus capax* EN LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S.
MUESTREOS ORDINARIOS MENSUALES EN LA ESTACION 1 Y MUESTREOS
DE PROSPECCION EN LAS ESTACIONES 2, 4, 6, 7 Y 8.

COLECTA	F E C H A	No. DE EJEMPLARES COLECTADOS		
(CANAL DE LA ENSENADA)				
ESTACION 1	1	Abril 26 - 1983	174	
	2	Mayo 4-1983	255	
	3	Junio 17 - 1983	185	
	4	Julio 29 - 1983	269	
	5	Septiembre 12 - 1983	635	
	6	Octubre 24 - 1983	267	
	7	Noviembre 29 - 1983	179	
	8	Enero 5 - 1984	336	
	9	Febrero 20 - 1984	228	
	10	Marzo 22 - 1984	150	
	11	Mayo 8 - 1984	175 (28 y 147*)	
	12	Junio 18 - 1984	10	
	13	Julio - 9 - 1985	65	
	14	Mayo - 1986		
<hr/>				
<u>ESTACION 2</u>				
	1	Septiembre 29 - 1983	180	
	2	Mayo 9 - 1984	75 (29 y 46*)	
<hr/>				
<u>ESTACION 4</u>				
	1	Febrero 10. - 1983	58	
	2	Julio 15 - 1983	84	
<hr/>				
PROSPECCION	<u>ESTACION 6</u>			
		1	Diciembre 6 - 1982	261
		2	Marzo 15 - 1983	127
		3	Mayo 5 - 1983	2
	<hr/>			
	<u>ESTACION 7</u>			
		1	Septiembre 26 - 1983	150
		2	Mayo 9 - 1984	116
	<hr/>			
	<u>ESTACION 8</u>			
	1	Septiembre 26 - 1983	37	

* (Ejemplares muertos)

TABLA 5. DATOS GENERALES DE LOS LOTES MARCADOS EN CANASTAS DE CULTIVO.

M A R C A	FECHA DE INGRESO AL EXPERIMENTO	CLASES DE TA- LLAS INCLUIDAS	NUMERO DE EJEMPLARES	TALLA PROMEDIO AL TIEMPO 0	NUMERO DE REGISTROS EN TOTAL
LOTE I	06 SEP - 1983	II, III (25 mm)	168	15.5	7
LOTE II	13 SEP - 1983	II, III y IV (25 - 45)	57	19.1	11
LOTE III	17 JUN - 1983	III, IV y V (35 - 45)	64	28.32	7
LOTE IV	13 SEP - 1983	V y VI (45 - 55)	44	42.5	8
LOTE V	29 NOV - 1983	VI y VII (55 - 65)	30	58.63	5

TABLA 6. MACROFAUNA ACOMPAÑANTE DE Modiolus capax; SE PRESENTAN LOS GRUPOS MAS SOBRESALIENTES. ESPORADICO (*), ABUNDANTE (**), Y DOMINANTE (***)

PHYLUM	FAMILIA	ESPECIE
Porifera	SPONGIIDAE	<u>Verongia aurea</u> (Hyatt)
	LEUCOSOLENIIDAE	** <u>Leucosolenia irregularis</u>
Cnidaria	ACTINIDAE	<u>Bunodosoma californica</u> (Carlgren)
	HORMATIDAE	<u>Palythoa ignota</u>
Nemertea	BASEODISCIDAE	* <u>Baseodiscus mexicanus</u> (Burger)
Annelida	AMPHINOMIDAE	<u>Eurythoe complanata</u> (Pallas)
	MAGELONIDAE	<u>Mageloma californica</u> Hartman
	CIRRATULIDAE	<u>Cirrifornia</u>
	EUNICIDAE	<u>Eunice antennata</u> (Savigny)
	MYTILIDAE	<u>Brachidontes semilaevis</u>
Mollusca	PTERIDAE	<u>Pteria sterna</u> (Gould)
	PTERIDAE	<u>Pinctada mazatlanica</u> (Hanley)
	ANOMIIDAE	<u>Anomia peruviana</u> Orbigny
	FISSURELLIDAE	<u>Diodora</u> sp
	VERMETIDAE	<u>Serpulorbis margaritaceus</u>
	CALYPTRAEIDAE	** <u>Crepidula striolata</u> Menke
	MURICIDAE	<u>Muricantus nigrinus</u>
		<u>Hexamplex erythrostromus</u>

PHYLUM	FAMILIA	ESPECIE
	OLLIVIDAE	<u>Oliva spicata</u>
	APLYSIIIDAE	<u>Stylochelius longicauda</u>
	CHROMODORIDAE	<u>Hypselodoris californiensis</u>
	OCTOPODIDAE	<u>Octopus bimaculatus</u>
	TETRACLITIDAE	*** <u>Tetraclita</u> sp.
	BALANIDAE	<u>Balanus</u>
	ALPHEIDAE	** <u>Alpheus californiensis</u> Bouvier
	CALLIANASSIDAE	** <u>Upogebia pugettensis</u>
	DIOGENIDAE	** <u>Calcinus californiensis</u>
	GRAPSIDAE	<u>Geotice americanus</u> Rathbun
	XANTHIDAE	** <u>Eriphia squamata</u> Stimpson
	XANTHIDAE	** <u>Leptodius occidentalis</u>
	XANTHIDAE	<u>Xanthodes hebes</u>
	ACANTHONYCHINAE	<u>Epialtoides paradigmus</u>
		<u>Stomatopora granulata</u> (Milne-Edwards)
BRYOZOA		
	Orden Cyclostomata	
ECHINODERMATA		
	OPHIODERMATIDAE	** <u>Ophioderma panamense</u> Lutken
	OPHIOCOMIDAE	<u>Ophiocoma aethiops</u> Lutken
	OPHIOTRICHIDAE	*** <u>Ophiotrix spiculata</u> LeConte
CHORDATA		
	ASCIDIIDAE	<u>Asscidia interrupta</u>
	Orden Pleurogona	<u>Pyura lignosa</u>

TABLA 7. PROMEDIO (\bar{X}), DESVIACION TIPICA (D.T.) DE LOS EJES DE SIMETRIA (LONGITUD, ALTURA Y DIAMETRO) CALCULADOS POR CLASES DE TALLAS, ENTRE ABRIL DE 1983 Y ABRIL DE 1984.

CLASE (mm)	N	LONGITUD		ALTURA		DIAMETRO	
		\bar{X}	D.T.	\bar{X}	D.T.	\bar{X}	D.T.
<u>ESTACION 1</u>							
40		44.382	2.71	28.382	2.22	20.559	1.96
50		54.229	2.71	33.743	2.94	23.686	4.19
60		64.598	3.02	38.622	3.97	27.207	4.42
70		74.165	2.96	42.329	3.49	31.741	4.18
80		84.736	2.90	45.042	4.46	34.597	7.14
90		94.169	3.05	48.493	3.47	36.873	7.40
100		103.16	3.03	49.620	4.23	42.640	8.74
110		112.63	3.03	52.625	5.43	43.875	5.40
120							
<u>PROSPECCION</u>							
40		43.000	2.09	28.000	3.08	19.500	2.25
50		54.625	3.03	32.250	2.08	25.438	3.83
60		65.200	3.01	38.625	3.93	28.750	4.17
70		74.808	3.01	42.038	2.36	32.846	4.70
80		84.459	3.15	44.836	3.16	35.343	3.43
90		93.970	2.84	46.379	7.42	38.576	5.80
100		104.71	3.25	48.792	3.32	40.417	3.83

TABLA 8. AJUSTES DE REGRESION ENTRE LOS EJES DE SIMETRIA EN LA CONCHA. RELACION PESO-LONGITUD.
(VARIOS MUESTREOS INCLUIDOS; ESTAN LOS DATOS DE LA ESTACION (1) Y DE PROSPECCION).

R E L A C I O N	INTERSECCION	PENDIENTE	COEF. CORREL.	COEF. DETERM.	NUMERO DE DATOS
Longitud-altura	1.36	0.80	0.97	0.94	810
Longitud-diámetro	0.82	0.84	0.92	0.84	810
Longitud-peso total	0.0026	2.94	0.96	0.92	810
Longitud-peso carne	0.000096	2.73	0.96	0.92	810
Peso total/peso carne	0.34	0.91	0.97	0.94	807

TABLA 9. FRECUENCIAS RELATIVAS (%) DE ESTADIOS DE MADUREZ, INDICE GONADICO E INDICE GONADOSOMATICO DE LAS HEMBRAS.
Estaciones (1), (2), (4) y (6).

ESTACION I	E S T A D I O S										I.G.S.	
	COLECTA	N	O	I	II	III	IV	V	VI	I.G.		
1	7	0	0	0	57.15	42.85	0	0	0	0	2.4	3.65
2	21	0	0	0	28.57	71.43	0	0	0	0	2.7	5.90
3	32	0	3.12	0	13.12	78.12	15.64	0	0	0	3.0	5.21
4	16	0	0	0	0	100.0	0	0	0	0	3.0	3.33
5	28	0	17.85	0	53.57	21.42	7.15	0	0	0	3.1	6.56
6	10	0	10.0	0	40.0	0	10.0	20.0	20.0	0	2.5	3.01
7	19	0	5.26	0	21.0	47.40	21.0	0	5.26	0	3.0	7.67
8	20	5.0	5.0	0	40.0	25.0	0	0	25.0	0	3.1	3.82
9	21	4.76	4.76	0	47.61	28.60	9.52	4.76	0	0	2.4	3.15
10	30	0	10.0	0	10.0	40.0	13.3	3.3	23.4	0	3.4	9.8
11	13	0	7.69	0	7.69	15.38	46.15	15.38	7.69	0	3.7	5.0
12	20	0	0	0	10.0	15.0	60.0	15.0	0	0	3.9	3.91
ESTACION 2												
1	21	0	9.52	0	61.9	19.0	0	0	0	0	1.2	4.63
2	17	0	11.76	0	5.88	11.76	47.0	17.64	5.88	0	3.5	4.23
ESTACION 4												
1	12	0	8.33	0	25.0	25.0	0	33.3	8.33	0	2.6	3.80
2	12	0	91.6	0	8.4	0	0	0	0	0	2.0	2.03
ESTACION 6												
1	24	0	8.4	0	33.4	4.16	0	50.0	4.16	0	3.2	2.25
2	30	0	16.7	0	20.0	46.7	13.3	0	3.3	0	2.9	3.35

PROSPERACION

TABLA 10. FRECUENCIAS RELATIVAS (%) DE ESTADIOS DE MADUREZ, INDICE GONADICO E INDICE GONADOSOMATICO DE LOS MACHOS.
Estaciones (1), (2), (4) y (6).

COLECTA	N	O	E S T A D I O S							I.G.	I.G.S.
			I	II	III	IV	V	VI			
ESTACION 1	11	-	0	91.0	9.0	0	0	0	0	2.0	3.80
	12	-	0	50.0	50.0	0	0	0	0	2.5	4.95
	20	-	0	10.0	85.0	5.0	0	0	0	3.3	4.74
	4	-	0	36.3	63.6	0	0	0	0	2.6	8.13
	5	-	7.69	53.8	30.7	0	0	7.69	0	3.5	4.9
	6	-	15.0	30.0	0	0	0	35.0	20	3.7	4.53
	7	-	15.0	30.0	0	0	0	35.0	20	3.7	4.97
	8	-	9.5	66.6	23.8	0	0	0	0	2.1	4.14
	9	-	5.5	89.0	5.5	0	0	0	0	2.0	2.22
	10	4.0	19.0	7.7	38.4	19.0	11.5	0	0	2.8	7.40
	11	8.6	6.0	23.0	28.5	6.0	14.2	14.2	0	3.1	3.92
	12	0	9.0	0	0	55.0	19.0	17.0	0	4.5	3.44
<u>ESTACION 2</u>											
1	19	0	0	68.0	26.0	0	0	5.2	0	2.4	2.60
2	20	0	10.0	10.0	15.0	65.0	0	0	0	2.4	5.33
<u>ESTACION 4</u>											
1	22	0	22.7	31.8	27.2	4.5	13.6	0	0	2.5	4.11
2	28	0	14.2	21.4	32.1	32.1	0	0	0	2.8	3.87
<u>ESTACION 6</u>											
1	24	0	8.3	3.3	4.1	4.1	37.5	12.5	0	3.6	2.45
2	19	0	10.5	79.0	10.5	0	0	0	0	2.6	2.32
<u>PROS PERCION</u>											

TABLA 11. PROPORCION DE SEXOS PARA M. capax ENTRE ABRIL DE 1983 Y ABRIL DE 1984. RELACION PORCENTUAL DE (HEMBRAS:MACHOS) Y PROMEDIO MENSUAL.

	<u>COLECTA</u>	<u>POR NUMERO</u>	<u>POR PESO</u>
ESTACION (1)	1	100:86	100:50
	2	100:55	100:57
	3	100:86	100:70
	4	100:144	100:140
	5	100:85	100:92
	6	100:145	100:200
	7	100:88	100:110
	8	100:75	100:90
	9	100:66	100:123
	10	100:112	100:116
	11	100:80	100:84
	12	100:121	100:188
	13	100:102	100:100
PROSPECCION	<u>ESTACION (2)</u>		
	1	100:94	100:100
	2	100:102	100:123
	<u>ESTACION (4)</u>		
	1	100:180	100:148
	2	100:93	100:95
	<u>ESTACION (6)</u>		
	1	100:100	100:95
	2	100:150	100:146
	<u>PROMEDIOS</u>		
	ESTACION (1)	100:117	100:97
	PROSPECCION	100:120	100:117

TABLA 12. PROPORCION DE SEXOS DE Modiolus capax, CALCULADA POR NUMERO Y POR PESO, SEGUN LAS ESTACIONES DEL AÑO, ENTRE 1983 Y 1984, EN LA BAHIA DE LA PAZ, B.C.S., MEXICO.

PRIMAVERA - VERANO 1983				OTOÑO - INVIERNO 1983 - 1984			
M E S	NUMERO	P E S O		M E S	NUMERO	P E S O	
Abril	100:150	100:86		Octubre	100:200	100:145	
Mayo	100:57	100:55		Noviembre	100:110	100:88	
Junio	100:70	100:86		Enero	100:90	100:75	
Julio *	100:93	100:95		Febrero	100:123	100:66	
Julio	100:140	100:144		Marzo	100:116	100:112	
Septiembre	100:92	100:85		Mayo	100:84	100:80	
M E D I A	100:100	100:91		M E D I A	100:128	100:97	

TABLA 13. FRECUENCIAS ABSOLUTAS DE ESTADIOS DE MADUREZ, POR CLASES DE TALLAS DE 40 - 100 mm.
 No. DE MACHOS (1); HEMBRAS (2); INDIFERENCIADOS (0). PESO DE GONADA. PROMEDIO (\bar{X}) Y
 DESVIACION TIPICA (D.T.).

CLASE mm	SEXOS		ESTADIOS						PESO DE GONADA		
	0	1	2	I	II	III	IV	V	VI	\bar{X}	D.T.
40	3	18	13	3	15	11	1	1	-	0.32967	0.413
50	2	34	34	4	18	32	5	4	5	0.38562	0.227
60	5	37	40	4	20	32	8	8	5	0.59655	0.621
70	-	55	30	3	25	30	14	8	5	0.64742	0.472
80	-	26	46	1	20	33	11	4	3	1.0271	0.598
90	1	27	43	2	21	32	8	2	5	1.1118	0.714
100	1	26	24	1	13	13	9	8	5	1.3227	0.660
110	-	11	5	1	9	2	-	2	2	1.2387	0.921
<hr/>											
										\bar{X}	D.T.
40	8	9	7	3	6	5	-	5	6	0.11044	0.112
50	2	9	5	7	6	1	-	-	-	0.11219	0.0982
60	1	26	13	6	14	10	2	4	3	0.4080	0.381
70	-	15	11	1	11	3	3	8	-	0.2821	0.206
80	-	29	32	-	18	14	18	11	-	0.60229	0.394
90	1	36	29	2	29	22	7	4	1	0.6898	0.333
100	1	10	13	1	10	7	1	3	1	0.7803	0.685

TABLA 14. FRECUENCIAS RELATIVAS (%) POR CLASES DE TALLA (LONGITUD DE LA CONCHA EN mm).

MES/AÑO	CLASES Y MARCA DE CLASE													
	N	5 (I)	15 (II)	25 (III)	35 (IV)	45 (V)	55 (VI)	65 (VII)	75 (VIII)	85 (IX)	95 (X)	105 (XI)	115 (XII)	125 (XIII)
Abril, 26/83	174	1.7	9.8	21.0	15.5	4.0	6.9	2.0	5.0	10.0	12.0	10.0	0.6	-
Mayo, 4/83	268	1.86	7.8	16.8	13.4	13.4	12.0	4.5	6.0	6.7	8.2	7.8	0.7	.7
Junio, 17/83	129	-	4.7	20.1	17.0	15.5	13.1	8.5	3.1	7.8	5.5	4.7	-	-
Julio, 29/83	200	1.5	6.5	14.0	15.5	19.5	9.5	12.0	5.0	7.5	5.0	2.0	1.5	.5
Sept., 12/83	211	4.3	16.0	8.0	15.0	15.9	12.5	9.5	5.0	5.8	5.0	2.5	0.5	-
Octubre, 24/83	267	0.8	10.5	27.0	9.0	11.0	18.7	8.0	5.2	1.5	4.5	3.0	0.8	-
Noviem. 29/83	176	-	4.5	30.7	12.0	16.0	19.3	5.0	5.7	2.8	3.4	0.6	-	-
Enero, 5/84	336	1.2	7.5	18.0	23.2	11.6	17.9	8.6	4.8	3.9	2.7	0.3	0.3	-
Febrero, 20/84	228	0.4	0.9	3.5	25.5	25.0	13.5	11.8	9.6	4.0	4.0	1.8	-	-
Marzo, 22/84	366	0.3	3.0	4.5	19.1	15.0	18.0	22.0	10.6	3.5	2.7	1.3	-	-
Mayo, 8/84	147	0.6	1.7	1.2	11.0	19.0	18.0	24.0	11.0	5.0	4.5	4.0	-	-
Julio, 1985	65	-	-	3.08	-	-	9.23	15.38	16.92	13.85	23.08	15.38	1.54	-
ESTACION 2														
Septiembre/83	29	-	3.45	6.90	10.34	10.34	17.24	20.70	3.45	17.24	3.45	3.45	3.45	-
Mayo, 1984	133	0.75	21.80	9.77	6.77	12.78	11.28	9.02	6.77	6.02	11.28	2.26	1.50	-
ESTACION 4														
Febrero 1983	61	-	3.28	9.84	11.48	26.23	4.92	14.75	11.48	6.56	9.84	1.64	-	-
Julio, 1983	84	1.19	8.33	10.71	3.57	5.95	10.71	4.76	10.71	13.10	21.43	7.14	1.19	1.19
ESTACION 6														
Diciembre/82	261	-	2.68	12.26	8.43	1.92	2.30	11.49	12.64	16.86	21.84	7.28	2.30	-
Marzo, 1983	127	2.36	7.87	6.30	5.51	3.15	3.15	3.15	10.24	16.54	26.77	11.81	10.24	-

TABLA 15. VALORES PROMEDIO DE TALLA POR GRUPOS ANUALES EN CADA MES, ENTRE ABRIL 83 - ABRIL 84, EN LA ESTACION (1).

COLECTA	GRUPO A			GRUPO B			GRUPO C		
	n	\bar{X}	FREC.REL.	n	\bar{X}	FREC.REL.	n	\bar{X}	FREC.REL.
1	87	26.25	47.80	28	61.49	15.38	67	92.61	36.8
2	106	28.32	41.56	96	70.80	37.64	53	93.56	20.78
3	108	29.75	58.37	54	65.11	29.18	23	89.88	12.43
4	144	14.87	53.53	92	45.59	34.20	33	88.36	12.26
5	274	23.24	43.14	276	45.59	43.46	85	99.17	13.38
6	126	26.41	47.19	115	54.60	43.07	26	87.56	9.73
7	83	33.32	47.15	81	57.65	46.02	12	94.56	6.81
8	168	34.55	50.0	144	72.45	42.85	24	86.65	7.14
9	69	39.30	30.26	137	59.30	60.08	22	82.16	9.64
10	98	27.29	29.16	240	65.39	71.42	28	97.5	8.3
		\bar{X}	D.T.		\bar{X}	D.T.		\bar{X}	D.T.
PROMEDIO		28.40	6.33		60.08	8.6		91.20	4.97

TABLA 16. VALORES DEL AJUSTE AL MODELO DE VON BERTALANFFY PARA LOS GRUPOS ANUALES.

	GRUPO A			GRUPO B			GRUPO C		
	V. OBS.	V. CAL.	V. OBS.	V. CAL.	V. OBS.	V. CAL.	V. OBS.	V. CAL.	
Ford-Walford	47.3162	14.40	45.59	44.024	82.16	82.25	124.96	82.25	
L_{α}	47.0338	23.24	54.60	51.14	86.65	84.75	110.4547	84.75	
	11.17968	26.41	57.65	56.77	87.56	87.03	10.3632	87.03	
	0.7623	33.32	59.30	61.22	88.36	89.10	0.90612	89.10	
K	-0.2705493	34.55	61.49	64.73	89.88	90.99	-0.009277	90.99	
t_0	-0.3502228	39.30	65.11	67.51	92.67	92.71	-13.7159	92.71	
r	0.8731		70.80	69.71	93.56	94.29	0.9519	94.29	
residuales	-0.02783		72.45	71.44	95.72	95.72	-0.044952	95.72	
					97.5	97.03		97.03	
					99.17	98.21		98.21	

TABLA 17. RESULTADOS DEL AJUSTE AL MODELO DE VON BERTALANFFY PARA LOS LOTES EN CANASTAS. TALLA PROMEDIO AL INICIAR LOS REGISTROS, INCREMENTO MENSUAL PROMEDIO (X). VALORES RESIDUALES Y COEFICIENTE DE CORRELACION.

LOTE	TALLA X	RESIDUALES			r	t_0
		L_{α}	K	r		
I	15.5	43.2568	0.2846705	0.554911	0.87	-0.5261
II	19.21	57.8194	0.2025313	0.973953	0.90	-0.894408
III	28.32	68.9504	0.097729	0.006099	0.95	-4.291123
IV	42.53	89.2054	0.0435821	0.013565	0.98	-13.84
V	58.63	62.2352	0.080357	0.002365	0.60	-2.72

TABLA 18. SUPERVIVENCIA (%) DE GRUPOS ANUALES. FRECUENCIAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS DE CADA GRUPO. ESTACIONES 1, 4 Y 6. MORTALIDAD RELATIVA (%) REGISTRADA EN MAYO DE 1984.

COLECTA	n	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C		SUPERVIVENCIA	
		ABS.	REL.	ABS.	REL.	ABS.	REL.	A	B
1	174	84	48.27	32	18.39	58	33.33	38.10	181.25
2	255	106	41.57	96	37.65	53	20.78	90.57	55.19
3	185	108	58.38	54	29.18	23	12.43	49.98	42.60
4	269	144	53.53	92	34.20	33	12.26	63.89	35.85
5	635	274	43.15	276	43.46	85	13.38	100.72	31.01
6	267	126	47.19	115	43.07	26	9.74	91.27	22.61
7	176	83	47.15	81	46.02	12	6.82	97.60	14.83
8	336	168	50.0	144	42.85	24	7.14	85.70	16.66
9	228	69	30.26	137	60.08	22	9.65	198.5	16.06
10	336	98	29.16	240	71.42	28	8.33	244.92	11.66
11*	172	27	15.69	140	81.39	23	13.37	518.74	16.43
12	65	2	3.08	27	41.53	36	55.38	1348.38	133.35
13	83	19	22.89	20	24.09	44	53.01	105.24	220.05
<u>ESTACION 6</u>									
1	261	61	23.37	74	28.35	126	48.27	121.31	170.27
2	127	28	22.04	25	19.68	83	65.35	89.28	332.00
<u>ESTACION 4</u>									
1	84	20	23.80	27	32.14	37	44.04	135.0	137.04
2	61	15	24.59	35	57.37	11	18.03	233.33	31.43
MORTALIDAD RELATIVA %									
<u>ESTACION 1</u>									
MES 11*		92.6		88.57		69.56			

TABLA 19. RESULTADOS RESUMIDOS PARA LOS LOTES EN CANASTAS. SUPERVIVENCIA EN % (S).
 TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS (T). LONGITUDES PROMEDIO: INICIAL (L_1),
 FINAL (L_2). INCREMENTO MENSUAL PROMEDIO EN mm (Δ). INCREMENTO TOTAL.
 INDICE DE CRECIMIENTO INSTANTANEO PROMEDIO (K).

LOTE	S	T	LONG. PROMEDIO	Δ	K
I	55.3	196	L_1 14.3	\bar{X} 3.42	0.001782
			L_2 38.0	Total 24.16	
II	75.4	196	L_1 19.1	\bar{X} 2.63	0.00095
			L_2 46.97	Total 23.69	
III	78.3	277	L_1 28.32	\bar{X} 2.70	0.00078
			L_2 52.1	Total 22.70	
IV	97.0	196	L_1 42.5	\bar{X} 1.83	0.0005319
			L_2 53.39	Total 12.92	
V	96.0	150	L_1 58.63	\bar{X} 1.05	0.0001942
			L_2 62.58	Total 5.08	

TABLA 20. COMPARACION ENTRE LOS VALORES ESTADISTICOS DEL REGISTRO DE PESO, DE
 M. capax. PROMEDIOS MENSUALES DE LOS MUESTREOS ORDINARIOS Y DE PROS-
 PECCION. MEDIA (\bar{x}), DESVIACION TIPICA (D.T.), MAXIMO (MAX) Y MINIMO (MIN).

COLECTA	PESO TOTAL			PESO SIN CONCHA				
	\bar{x}	D.T.	MAX.	MIN.	\bar{x}	D.T.	MAX.	MIN.
1	95.667	37.1	161	32	20.83	8.3	36.0	6.0
2	25.868	12.4	60	8	8.51	4.7	22.0	2.0
3	50.973	23.9	97	16	16.79	8.4	37.0	5.0
4	71.083	37.7	200	3.5	11.755	5.8	52.5	1.3
5	82.610	36.7	187	30.0	17.363	9.3	37.0	1.2
6	60.450	48.6	188	2.0	12.525	9.3	37.0	0.5
7	46.253	34.4	130	8.1	11.647	7.5	28.0	2.4
8	55.846	23.6	114	23.0	16.500	6.6	31.0	7.0
9	51.694	33.5	147	37.0	12.162	7.6	30.0	8.0
10	36.640	24.6	144	4.0	8.275	5.1	30.0	1.0
11	55.708	38.9	140	5.0	11.042	6.7	25.0	1.0
12	93.695	29.4	282	2.2	22.493	10.5	63.0	0.7

ESTACION

TABLA 22. RESULTADOS DEL AJUSTE LINEAL ENTRE EL PESO TOTAL Y EL PESO SIN LA CONCHA, PARA LAS ESTACIONES 1, 6 Y 4. INTERSECCION (a); PENDIENTE (b); COEFICIENTE DE CORRELACION (r) Y COEFICIENTE DE DETERMINACION (r^2).

COLECTA		n	a	b	r	r^2
ESTACION 1	2	34	-1.0245	0.37	0.96	0.92
	3	52	-0.4948	0.34	0.96	0.92
	4	40	1.4052	0.25	0.98	0.95
	5	59	0.0964	1.37	0.87	0.76
	6	40	1.9753	1.18	0.96	0.93
	7	43	1.8423	0.21	0.96	0.93
	8	39	1.9033	0.27	0.96	0.92
	9	52	1.9901	0.21	0.92	0.84
	10	68	0.8222	0.20	0.96	0.93
	11	24	1.9043	0.16	0.94	0.88
	12	42	9.2900	0.21	0.97	0.94
	PROSPECCION	<u>ESTACION 6</u>				
1		55	2.8830	0.22	0.91	0.83
	2	37	1.2754	0.19	0.95	0.90
PROSPECCION	<u>ESTACION 4</u>					
	1	60	1.2608	0.15	0.96	0.92
	2	19	9.4282	0.20	0.89	0.79

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
I. N. I. M.
P. N. T. E. C. M.

TABLA 23. RESULTADOS DEL AJUSTE A UNA REGRESION POTENCIAL ENTRE LA LONGITUD Y EL PESO. (P_t) y (P_c). SE PRESENTAN: INTERSECCION (a); PENDIENTE (b); COEFICIENTE DE CORRELACION (r) Y COEFICIENTE DE DETERMINACION (r^2)

COLECTA	PESO TOTAL (P_t)					PESO SIN CONCHA (P_c)				
	n	a	b	r	r^2	a	b	r	r^2	
1	109	0.0029	2.30	0.92	0.84	0.0008	2.26	0.92	0.85	
2	247	0.00060	2.65	0.99	0.99	0.0002	2.60	0.98	0.96	
3	52	0.01840	1.97	0.96	0.92	0.00021	2.08	0.94	0.88	
4	91	0.00255	2.33	0.97	0.94	0.0009	2.27	0.96	0.92	
5	59	0.00150	2.44	0.95	0.91	0.0000035	3.42	0.85	0.72	
6	204	0.00010	3.06	0.98	0.96	0.0001	2.68	0.99	0.98	
7	43	0.00030	2.80	0.99	0.98	0.0008	2.31	0.91	0.84	
8	39	0.00070	2.57	0.94	0.88	0.0003	2.45	0.92	0.84	
9	52	0.00060	2.62	0.99	0.98	0.0001	2.62	0.98	0.96	
10	68	0.00078	2.58	0.98	0.96	0.0002	2.51	0.96	0.92	
11	24	0.00080	2.58	0.98	0.97	0.0003	2.46	0.99	0.97	
12	42	0.0007	2.62	0.98	0.96	0.0008	2.35	0.97	0.95	
ESTACION 2										
40	0.0017	2.42	0.91	0.84	0.84	0.00427	1.86	0.83	0.69	
37	0.0012	2.50	0.98	0.96	0.96	0.0185	1.49	0.88	0.78	
29	0.0044	2.05	0.91	0.81	0.81	0.00045	2.34	0.98	0.97	
ESTACION 4										
47	0.0011	2.47	0.99	0.98	0.98	0.0004	2.41	0.98	0.96	
60	0.0017	2.40	0.97	0.94	0.94	0.0003	2.42	0.96	0.93	
ESTACION 6										
55	0.0022	2.29	0.93	0.80	0.80	0.0008	2.22	0.95	0.89	
37	0.0011	2.45	0.98	0.96	0.96	0.0002	2.49	0.99	0.98	

ESTACION 1

PROSPECCION

24 . FACTOR DE CONDICION POR CLASES DE TALLAS. VALORES PROMEDIO ENTRE 60 Y 100 mm.

CONDICION	COLECTA	CLASES DE TALLA (mm)				
		60	70	80	90	100
CONDICION A FECTA	1	6.89×10^{-4}	-	7.45×10^{-4}	6.72×10^{-4}	7.36×10^{-4}
	2	-	-	-	-	-
	3	2.0×10^{-3}	2.17×10^{-3}	2.45×10^{-3}	2.01×10^{-3}	2.16×10^{-3}
	4	7.0×10^{-2}	7.80×10^{-2}	9.57×10^{-2}	9.90×10^{-2}	9.62×10^{-2}
	5	3.3×10^{-6}	3.99×10^{-6}	4.18×10^{-6}	3.99×10^{-6}	3.47×10^{-6}
	6	3.3×10^{-3}	3.84×10^{-3}	4.25×10^{-3}	4.07×10^{-3}	4.25×10^{-3}
	7	-	6.25×10^{-4}	6.79×10^{-4}	6.02×10^{-4}	5.08×10^{-4}
	8	3.0×10^{-4}	3.30×10^{-4}	3.40×10^{-4}	3.38×10^{-4}	2.85×10^{-4}
	9	1.8×10^{-4}	1.38×10^{-4}	1.46×10^{-4}	1.42×10^{-4}	1.50×10^{-4}
	10	2.5×10^{-4}	2.52×10^{-4}	2.04×10^{-4}	-	2.17×10^{-4}
	11	2.8×10^{-4}	2.85×10^{-4}	-	2.73×10^{-4}	2.35×10^{-4}
	12	2.56×10^{-3}	2.60×10^{-3}	2.64×10^{-3}	2.58×10^{-3}	2.59×10^{-3}
<hr/>						
<u>ESTACION 4</u>						
CONDICION	1	4.25×10^{-4}	4.94×10^{-4}	4.43×10^{-4}	4.67×10^{-4}	-
	2	2.73×10^{-4}	2.75×10^{-4}	2.45×10^{-3}	2.60×10^{-4}	2.45×10^{-4}
<hr/>						
<u>ESTACION 6</u>						
CONDICION	1	7.85×10^{-4}	7.85×10^{-4}	7.91×10^{-4}	8.27×10^{-4}	8.74×10^{-4}
	2	1.99×10^{-4}	2.22×10^{-4}	2.09×10^{-4}	2.16×10^{-4}	2.02×10^{-4}
<hr/>						
<u>ESTACION 7</u>						
CONDICION	1	4.78×10^{-3}	4.28×10^{-3}	4.71×10^{-3}	4.31×10^{-3}	-
<hr/>						
<u>ESTACION 8</u>						
CONDICION	1	5.70×10^{-4}	4.64×10^{-4}	4.43×10^{-4}	4.09×10^{-4}	4.10×10^{-4}

TABLA 25. VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA (%) DE 1980 A 1985, EN LA BAHIA DE LA PAZ,
B.C.S.S., MEXICO. (VARIAS FUENTES).

M E S	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ENERO	22.0	20.0	20.0	23.4	22.5	20.0
FEBRERO	22.0	20.3	20.0	22.2	20.5	20.3
MARZO	23.0	21.7	21.0	22.0	21.5	21.7
ABRIL	23.0	23.4	24.0	23.5	22.8	23.4
MAYO	27.0	24.7	23.5	24.5	24.0	24.7
JUNIO	28.0	25.1	24.0	27.0	24.0	25.1
JULIO	28.0	27.5	28.0	29.5	26.0	29.2
AGOSTO	28.0	29.3	29.0	31.9	30.0	29.3
SEPTIEMBRE	27.0	29.5	29.1	31.0	-	29.5
OCTUBRE	26.9	28.1	29.0	29.0	-	28.1
NOVIEMBRE	-	25.1	26.5	20.5	-	25.0
DICIEMBRE	-	21.6	24.0	23.0	-	21.6

TABLA 26. INDICE DE CRECIMIENTO INSTANTANEO PARA LOS LOTES EN CANASTAS, POR CLASES DE TALLA Y POR ESTACION DEL AÑO. (Según la ecuación $K = \log L_2 - \log L_1 / t \cdot$)

ESTACION	CLASE DE TALLA	K	PROMEDIOS POR ESTACION
Primavera	35.0-45.0	0.001435596	n = 4 \bar{X}
	46.0-55.0	0.002047348	0.001192435
	56.0-65.0	0.0008660217	D.T.
	75.0-85.0	0.0004207723	0.0006107
Verano	5.0-15.0	0.01693666	n = 6
	25.0-35.0	0.0017285232	
	35.0-45.0	0.0027091956	0.0038577617
	45.0-55.0	0.0010032894	0.00590159
	56.0-65.0	0.0003538008	
	65.0-75.0	0.0004207723	n = 3
Otoño	14.5-25.5	0.0029982381	
	35.0-45.0	0.001435596	$\bar{X} = 0.0015746$
	85.0-95.0	0.00029976111	D.T. = 0.00110995
Invierno	35.0-45.0	0.0018128414	n = 2
	45.0-55.0	0.00077908407	D.T. = 0.001296

CENTRO INSTITUCIONAL DE
CIENCIAS MARINAS
I. P. N.
BIBLIOTECA