

00344
1
2 ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Parámetros poblacionales de *Opisthonema
libertate* y algunos aspectos ecológicos
de larvas y adultos de peces clupeidos
en el sur del Golfo de California y
Golfo de Tehuantepec, México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS)

P R E S E N T A

DONALDO EGBERTO ACAL SANCHEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARMANDO ADOLFO ORTEGA SALAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

AL INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA.

por otorgarme todas las facilidades para realizar este posgrado.

Dr. Armando A. Ortega Salas

por la dirección de este trabajo y constante estímulo durante su elaboración.

Dr. César E. Flores Coto
Dr. Adolfo Gracia Gasca

por su constante apoyo y paciencia en el desarrollo de este estudio y la revisión crítica del documento.

Dra. Guadalupe Judith de la Lanza Espino
Dr. Alfredo Laguarda Figueras
M. en C. Patricia Fuentes Mata
M. en C. María Teresa Castrejón Osorio

por sus acertados comentarios y críticas de este estudio.

M. en C. Catalina Rivero

por facilitar material ictioplanctónico de Salina Cruz.

M. en C. Lourdes Lyle
Ing. Miguel Valdéz

por facilitar el acceso a la información biológica de la sardina de Mazatlán, Sin.

A mis compañeros del Departamento de Informática del Instituto Nacional de la Pesca (Unidad Central).

Contenido

Resumen.....	4
Introducción.....	5
Area de estudio.....	6
-Golfo de California	
-Golfo de Tehuantepec	
Material y Métodos.....	8
-Ictioplancton	
-Adultos	
-Parámetros poblacionales	
Resultados.....	10
-Hidrología	
-Larvas-Golfo de California	
-Larvas-Salina Cruz	
-Adultos-Golfo de Tehuantepec	
-Parámetros poblacionales	
Madurez gonádica	
Crecimiento	
Mortalidad	
Biomasa	
Discusión.....	21
-Hidrología	
-Larvas	
-Adultos	
-Parámetros poblacionales	
Crecimiento	
Mortalidad	
Biomasa	
Conclusiones.....	27
Referencias.....	28

Resumen.- Se analizan las zonas y épocas de desove, la distribución y la abundancia de las larvas y adultos de los peces clupeidos del sur del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec en el litoral mexicano del Océano Pacífico, y se determinan los parámetros poblacionales (K , L_{∞} y Z) de *Opisthonema libertate* utilizando métodos tradicionales (Ford 1933-Walford 1949, López Veiga 1979) y paquetes de computación para dinámica de poblaciones (ELEFAN y LFDA). La información proviene de 14 campañas de investigación, diez de ictioplancton y cuatro de pesca exploratoria realizadas durante el periodo 1984-1989. Se capturaron larvas de cinco especies de clupeidos y adultos de ocho especies. Las larvas de *Opisthonema* spp. y los adultos de *O. libertate* fueron los más abundantes en los dos sistemas. Los resultados obtenidos en los estudios realizados en el litoral sur del Golfo de California indican que es una región importante para la reproducción del género *Opisthonema*, el cual mostró dos periodos de desove en el año, uno en la época cálida y otro en la temporada fría; al respecto, se plantea con base en la madurez gonádica de los adultos y la presencia de sus larvas, que las larvas capturadas en el verano pertenecen a *O. libertate* y las capturadas en el invierno corresponden a *O. medrastrae*. Los resultados obtenidos del Golfo de Tehuantepec indican que las aguas someras (6-30 m) son áreas de desove y pre-reclutamiento de *Opisthonema* spp., *Harengula thrissina*, *Opisthopterus dovii* y los clupeidos Indeterminados tipo A. La temperatura de junio a los 50 m de profundidad (28°C) es un factor importante para la dispersión, reproducción y migración de los clupeidos. De la determinación de los parámetros de crecimiento utilizando métodos tradicionales y métodos de computación, se obtuvo un mejor ajuste a la curva de crecimiento para *O. libertate* con el método ELEFAN para el sur del Golfo de California:

$$L_t = 179.42 [1 - e^{-(0.7009 (t - (-0.9800)))}]$$

y con SLCA y ELEFAN para el Golfo de Tehuantepec:

$$L_t = 239.26 [1 - e^{-(0.7200 (t - (-0.5400)))}]$$

La estimación de la mortalidad total ($Z=1.83/\text{año}$), la tasa de explotación ($E=0.563$) y la talla media de captura, lleva a concluir que el recurso sardina en el litoral de Sinaloa y Nayarit se encuentra en un estado de sobreexplotación.

INTRODUCCION

Entre los peces comercialmente explotables, los clupeiformes presentan dos grupos muy importantes: las sardinias y las anchovetas. Estos recursos y la intensidad de su captura están asociados a cinco sistemas altamente productivos en el mundo: el Sistema de Japón, la Corriente de California, la Corriente de Humboldt, la Corriente de las Canarias y el Sistema de Benguela (Lluch Belda *et al.* 1989). En el sistema de la Corriente de California se inicia, en 1919, la captura comercial de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caerulea* Girard 1854) y en México a partir de 1927 en el Puerto de Ensenada, B. C. como punto base y de desembarco, y hasta 1968 en el Puerto de Guaymas, Son. (SEPESCA 1987). En la porción central del Golfo de California se inicia la captura de este recurso en las cercanías del Puerto de Guaymas, básicamente de la sardina monterrey (*S. sagax caerulea*) que es la especie más importante en términos de su abundancia, su talla, calidad de su carne y facilidad de procesamiento. Sin embargo, durante el desarrollo de la pesquería se incorporaron otras especies que en orden de importancia son: sardina crinuda (*Opisthonema libertate* Gunther 1866, *O. medirastre* Berry y Barret 1863, y *O. bulleri* Regan 1904), macarela (*Scomber japonicus* Houttuyn 1872, de la Familia Scombridae que por su pequeña talla se asocia con las sardinias), sardina japonesa (*Etrumeus teres* DeKay 1842), sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus* Gunther 1867, de la Familia Engraulidae), sardina escamuda (*Flarengula thrissina* Jordan y Gilbert 1882), charrito y piña (*Trachinurus symmetricus* Ayres 1855 y *Oligoplites saurus* Gill 1863, respectivamente) ambos de la Familia Carangidae que forman

grandes cardúmenes asociados a la sardina.

En el litoral de Sinaloa y Nayarit (al sur del Golfo de California) la pesquería de sardina se inicia en 1972. Cinco años después, su importancia aumenta por la biomasa anual descargada en el Puerto de Mazatlán, Sin. (20-25 mil ton. de sardina crinuda durante 1990-1992). Cuatro especies representan este recurso en la región, *O. libertate*, *O. bulleri*, *O. medirastre* y *C. mysticetus*, sin embargo, se presentan capturas ocasionales de otros pelágicos menores como la sardina japonesa, la sardina monterrey y la macarela (Cisneros *et al.* 1989).

En general, la distribución y abundancia de las especies comerciales de sardina son bien conocidas en la porción central y norte del Golfo de California. Sin embargo, es escasa la información sobre peces clupeidos de la parte sur de este sistema, y aún más del Golfo de Tehuantepec. Así por ejemplo, Van-der Heiden y Findley (1988) indican la presencia de nueve especies de clupeidos adultos en la región, mientras que sobre la presencia de sus larvas, sólo *Opisthonema* spp. (Gutiérrez y Padilla 1974, Moser *et al.* 1974) y *S. sagax caerulea* (Olvera y Padilla 1986) han sido mencionadas.

En el litoral del Pacífico centro de México, Amezcua Linares (1985) registra cinco especies en sus fases adultas, y Acal (1991) señala la presencia de sus larvas a nivel de familia y en baja abundancia. En el Golfo de Tehuantepec -región importante por la explotación de diversas especies de escama así como por la presencia de algunos pelágicos menores, entre ellos carángidos y sardina crinuda- la información

también es limitada (Acal y Arias 1990).

Por otro lado, también son más frecuentes los estudios sobre parámetros y dinámica poblacional de la sardina monterrey y crinuda, por ser más abundantes en la región centro-norte que en la región inferior del Golfo de California o en el Golfo de Tehuantepec.

Ante tales antecedentes, el Instituto Nacional de la Pesca (INP), puso en marcha un programa de prospección ictioplanctónica en el litoral de Sinaloa y Nayarit en 1987, con el propósito de identificar zonas y épocas de desove de la sardina y otros pelágicos menores de la región. Por otro lado, en 1987, a través de la Agencia Noruega de Desarrollo (NORAD), la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el INP, se efectuó un estudio de prospección pesquera sobre los pelágicos menores del Golfo de Tehuantepec. Aunado a esta información, se incorporó material ictioplanctónico colectado durante 1984-85 en aguas frente al Puerto de Salina Cruz, Oax. por la Secretaría de Marina. Todo lo anterior en su conjunto, reúne elementos valiosos para la comprensión del comportamiento de los peces clupeidos en el litoral del Pacífico de México.

El propósito de este trabajo es determinar: a) zonas y épocas de desove mediante la presencia del producto de desove (larvas) de los clupeidos adultos; b) distribución y abundancia de larvas de clupeidos en las costas de Jalisco, Nayarit y Sinaloa; y la abundancia de larvas en aguas frente al Puerto de Salina Cruz, Oax.; c) la

distribución y abundancia de los clupeidos adultos en el Golfo de Tehuantepec y su relación con la temperatura; d) los parámetros poblacionales de *Opisthonema lberiale*, basados en la distribución de las frecuencias de longitud de las poblaciones del sur del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec; e) estimación del tamaño de la población explotada de *Opisthonema* spp. en el litoral de Sinaloa y Nayarit.

AREA DE ESTUDIO

Golfo de California

El Golfo de California está situado entre los 23°17' y los 32°00' latitud norte, delimitada al Este por el litoral de Sonora, Sinaloa y Nayarit donde se presentan los sistemas de surgencia, y al Oeste por la Península de Baja California (Fig. 1). Tiene una longitud aproximada de 1,400 km, una anchura promedio de 150 km (Moser *et al.* 1974) y una superficie de 250,000 km cuadrados (Hubbs y Roden 1964). Es un mar semicerrado formado por dos cuencas: una, en la parte superior del Golfo, -de aguas relativamente someras entre 20 y 200 m de profundidad con altos índices de evaporación y elevadas salinidades- y la segunda, localizada en la región sur, en la cual, la profundidad aumenta progresivamente, desde los 2000 m en el área de Guaymas hasta 3000 m en la boca del Golfo. Estas dos cuencas están separadas por un grupo de islas situadas aproximadamente a los 29°00' latitud norte entre las que figuran las islas Angel de la Guarda, Tiburón, San Esteban y San Lorenzo. Entre la región sur y norte existe un constante intercambio de masas de agua, que

originan cambios oceanográficos determinantes de la variación y distribución estacional de los recursos pesqueros y en la composición por especies (Alvarez Borrego 1983).

Ocupa una posición especial ya que se encuentra localizado en la franja de transición de dos tipos de clima, los cuales determinan las condiciones climáticas extremosas en este sistema: a) el clima templado que influye a través del régimen de vientos del noroeste y por la Corriente de California y b) el clima tropical, consecuencia del sistema de corrientes norecuatoriales. La influencia de ambos sistemas inducen cambios en el ambiente; al respecto, Wyrski (1965) señala que el Golfo está influenciado por las aguas frías de la Corriente de California, y por las aguas cálidas de la Corriente Norecuatorial, cuya estacionalidad, dirección y grado de dominio son variables.

La región de la entrada del Golfo de California (línea imaginaria entre Cabo San Lucas, B.C.S., y Cabo Corrientes, Jal.) se caracteriza por la mezcla de la Corriente de California, la Corriente Norecuatorial y el flujo que sale del Golfo, la cual, influye principalmente sobre el litoral de Jalisco, Nayarit y Sinaloa. Nayarit y el sur de Sinaloa se distinguen por presentar una amplia plataforma con leve declive y fondos blandos de origen terrígeno y litoral de playa. Presenta importantes sistemas lagunares y gran cantidad de esteros, marismas y pantanos en constante cambio asociados a los sistemas que en su conjunto cubren una gran extensión de la costa. La vertiente de esta zona está integrada por ocho principales ríos que afectan considerablemente

a los procesos del litoral aportando sedimentos y materia orgánica. Las lluvias ocurren principalmente en verano e inicio de otoño frecuentemente acompañadas de tormentas tropicales (Amezcuca Linares 1985).

Golfo de Tehuantepec

El litoral de este sistema corresponde a los estados de Oaxaca y Chiapas al sur de México, tiene una forma triangular y se encuentra ubicado entre Puerto Angel, Oax. ($15^{\circ}39'N$, $96^{\circ}31'W$) y el río Suchiate, Chis., ($14^{\circ}33'N$, $92^{\circ}16'W$) -el cual marca la división internacional de México con Guatemala- siendo la parte más interna del Golfo la Barra de San Francisco de la Laguna Inferior ($16^{\circ}03'N$, $94^{\circ}46.6'W$); con una superficie aproximada de 19,000 millas náuticas cuadradas. El Golfo se encuentra dentro de la zona tropical con un clima húmedo y abundantes lluvias principalmente en junio y octubre. Predominan los vientos del noroeste; sin embargo, en los meses de invierno, las ondas frías del norte provenientes del Golfo de México, pasan a través del Istmo de Tehuantepec y llegan a una atmósfera más cálida produciendo vientos "de descenso" de violencia particular llamados "tehuanos", que se extienden hacia el sur varios cientos de kilómetros. Los "tehuanos" producen un abatimiento considerable de la temperatura superficial del Golfo de Tehuantepec y arrastra el agua fuera del Golfo hacia el sureste. La plataforma continental es muy estrecha alrededor del meridiano 96° , pero se ensancha hacia el sureste del Golfo con una profundidad inferior a las 200 brazas.

MATERIAL Y METODOS

La información utilizada en este trabajo proviene de 14 campañas de muestreo realizadas durante el periodo 1984-1989 en el sur del Golfo de California y en el Golfo de Tehuantepec (Fig. 1): diez de ictioplancton y cuatro de pesca exploratoria para peces adultos, por lo cual, se hace mención especial a las campañas de acuerdo a sus características.

Ictioplancton

Durante el 23 de agosto al 3 de septiembre (verano) de 1987 y del 22 al 27 de enero (invierno) de 1988, el Instituto Nacional de la Pesca (INP) a través del Centro Regional de Investigación Pesquera de Mazatlán (CRIP), efectuó dos cruceros de prospección ictioplanctónica en el litoral de Sinaloa, Nayarit y Jalisco utilizando para ello el B/I Alejandro de Humboldt. Se efectuaron 123 arrastres de ictioplancton por métodos convencionales (Smith y Richardson 1979), 78 en el verano y 45 en el invierno, con una red tipo bongo y malla de 0.505 mm. La red de estaciones utilizada en 1987 fue la más amplia, hasta 80 mn (millas náuticas) lejos de la costa, con 20 mn de separación entre estaciones, mientras que en 1988 la red de estaciones se ubicó muy cerca de la línea de costa con 10 mn de separación entre estaciones, aproximadamente.

Se determinó la temperatura y salinidad a 10 m de profundidad mediante hidrocalas con termómetros reversibles y con un salinómetro de inducción, respectivamente, y se estandarizó el número de organismos a 10 m² de superficie marina. Para la definición de las especies se utilizaron trabajos de descripción

de las primeras fases de desarrollo de *S. sagax caerulea*, *E. teres*, *O. libertate* y *Opisthonema* spp. (Ahlstrom 1948, Anónimo 1972, Houde y Fore 1973, Moser 1981, Funes-Rodríguez y Esquivel-Herrera 1988, Matus-Nivón *et al.* 1989). Por otra parte se observó el número de miómeros de las larvas que corresponde, aproximadamente, al número de vértebras de los adultos. Para tal propósito, se utilizó el trabajo Mc Gowan y Berry (1984) que analiza las características morfológicas de adultos para las especies cuyas primeras fases de desarrollo no han sido descritas. Para contar los miómeros de todos los ejemplares en las muestras, se utilizó un microscopio estereoscópico y uno óptico (aumento 10 X).

Del 28 de agosto al 7 de septiembre de 1989, el INP realizó un crucero de evaluación sobre el estado de las poblaciones de camarón en el litoral de Sinaloa a bordo del Buque Escuela ITMAR, durante el cual se intercalaron 13 estaciones para capturar ictioplancton mediante el método arriba mencionado.

Durante el periodo febrero de 1984-enero de 1985, la Secretaría de Marina a través de la Estación de Investigación Oceanográfica de Salina Cruz, efectuó 7 campañas bimensuales frente al Puerto de Salina Cruz, empleando una de las unidades de la Armada de la Secretaría de Marina. El área de estudio comprendió aproximadamente un radio de acción de 7 mn a lo largo de la costa y 3 mn hacia el oeste, en la que se ubicaron 18 estaciones de muestreo de plancton (126 muestras en total). En cada campaña se efectuaron 15 arrastres verticales (cubriendo un intervalo de profundidades entre 6 y 30 m)

con una red de plancton de 40 cm de diámetro de boca y malla de 0.300 mm, y 3 arrastres horizontales (con una duración de 3 minutos). Los resultados de estos muestreos y los del verano de 1989 mencionada arriba, se presentan en números absolutos debido a que no fue posible estandarizarlos.

Adultos

Durante 1987 se realizaron cuatro exploraciones de los recursos pesqueros en la región comprendida entre Colombia y el sur de México (Golfo de Tehuantepec) a bordo del B/I "Dr. Fridtjof Nansen", auspiciados por la Agencia Noruega de Desarrollo (NORAD), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP), en colaboración con la administración pesquera de cada país. Se utilizó una red de arrastre de dos tapas de 41 m de relinga superior, 47 m de relinga inferior y material P.E.T. (Poliétileno trenzado) aparejado con un sistema de bridas y patentes, lo cual permitió contar con un frente operacional entre 18 y 22 m de abertura horizontal y 6 m de abertura vertical, con un tamaño de malla de 30 y 22 mm en el cuerpo principal y 20 mm en la bolsa. En el Golfo de Tehuantepec se efectuaron dos transectos oceanográficos (en San Marco y Salina Cruz) y se determinó la temperatura a 4 m de profundidad mediante el termómetro del buque. Los lances de pesca, 161 en total, se realizaron al azar con una duración de 30 minutos. Las capturas se estandarizaron a una hora y se procesaron a bordo de acuerdo al método sugerido por Pauly (1983) y el material fue identificado por los

investigadores de FAO, México y Guatemala que participaron en los cruceros.

Parámetros poblacionales

La información biológica de *O. libertate* (captura en toneladas, índice gonádico y frecuencia de longitudes con intervalos de 5 mm) proviene de las capturas comerciales descargadas en las plantas sardineras de Mazatlán, Sin. durante 1987 y 1988. Por otro lado, los datos de frecuencia de longitud (con intervalos de 10 mm) del Golfo de Tehuantepec, se obtuvieron de los 4 cruceros de prospección pesquera efectuados en 1987.

La curva de crecimiento se ajustó de acuerdo al modelo de von Bertalanffy (1938):

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

donde:

k = constante de crecimiento
 L_{∞} = longitud asintótica media
 L_t = longitud a la edad t
 t_0 = punto en el tiempo cuando el pez tiene una longitud cero
t = tiempo (años)
e = 2.7182818 ó base de los logaritmos naturales

Los parámetros poblacionales se estimaron mediante el programa LFDA (Length Frequency Distribution Analysis. Ver. 3.1) de Holden y Bravington (1992), el cual incluye tres métodos para determinar los parámetros L_{∞} , K y t_0 ; a) el método SLCA (Shepherd's Length Composition Analysis, Shepherd 1987a, Basson *et al.* 1988, Rosenberg y Beddington 1988), b) el método PROJMAT (Projection Matrix Method, Shepherd 1987b, Rosenberg *et al.* 1986), c) y el método ELEFAN (Electronic Frequency Analysis, Pauly 1987).

Así también incluye menús para estimar la tasa de mortalidad total (Z) mediante el método de Beverton y Holt (1956), y el método de Powell (1979) y el de Wetherall *et al.* (1987).

Asimismo, se utilizó el programa ELEFAN (Gayanillo *et al.* 1988) para identificar los grupos de edad presentes en las capturas, a partir del análisis de las distribuciones de frecuencias de longitudes para cada región mediante el método de Bhattacharya (1967), mientras que para calcular el valor de la tasa de mortalidad natural (M) se utilizó la relación propuesta por Pauly (1984):

$$\log_{10}M = -0.0066 - 0.2791 \log_{10}L_{\infty} + 0.6543 \log_{10}K + 0.4634 \log_{10}T^{\circ}$$

donde se considera el crecimiento anual y la temperatura (T°) media anual del agua.

Por otro lado, se utilizaron los métodos tradicionales de Ford (1933) y Walford (1949), y López-Veiga (1979) para estimar los parámetros poblacionales (tasa de crecimiento, longitud infinita y t₀) y adicionalmente se estimó el coeficiente de mortalidad, mediante la ecuación de Ricker (1975):

$$N_t = N_0 e^{-Zt}$$

donde:

- Nt = número de individuos a la edad t
- N₀ = número inicial de individuos
- Z = coeficiente instantáneo de mortalidad total
- e = base de los logaritmos naturales
- t = tiempo (años)

La diferencia entre los coeficientes de mortalidad total (Z) y de mortalidad natural (M)

proporciona la mortalidad por pesca (F):

$$Z = F + M$$

de donde se obtiene

$$F = Z - M$$

La tasa de explotación (E) se estimó a partir de los valores estimados para F y M:

$$E = F / M + F$$

De acuerdo con Gulland (1971a) la tasa de explotación permite evaluar de forma rápida y preliminar el estado de la población, si se encuentra o no explotada, con base en que el valor óptimo de explotación (E_{opt}) es 0.5 cuando la mortalidad por pesca es igual a la mortalidad natural.

El tamaño de la población se estimó de acuerdo a la ecuación propuesta por Pauly (1980):

$$P = C / E$$

- donde: P = tamaño de la población
- C = captura de la última temporada en número de organismos.
- E = tasa de explotación.

RESULTADOS

Hidrología.

Debido a que el crucero de 1987 se realizó durante el verano (agosto-septiembre), el intervalo entre la mayor y menor temperatura a 10 m de profundidad fue muy estrecho (29.3-32.0 °C). La isoterma máxima se localizó frente a Altata, Sin. (32.0 °C), y la isoterma mínima (29.5 °C) a la altura de Punta Mita, Nay., lejos de la costa. En general, las

isotermas mostraron un ligero gradiente en dirección sur (Fig. 2). La salinidad en cambio, presentó variaciones de 33.12 o/oo a 35.13 o/oo con los mínimos en la región sur del sistema y un aumento hacia el interior del golfo.

En el crucero de enero de 1988 las isotermas a 10 m de profundidad fueron superiores a los 22 °C en el litoral de Nayarit y Jalisco, en el litoral de Sinaloa, en cambio, las isotermas fueron inferiores a los 22 °C (Fig. 3). Un gradiente claro se observó hacia el norte. La salinidad mostró un ligero gradiente, inverso al de la temperatura, hacia el interior del Golfo con la mayoría de los niveles inferiores a 34.6 o/oo entre San Blas y Bahía Banderas, y superiores de 34.6 o/oo hacia el norte, con un intervalo que varió de 34.4 o/oo a 36.1 o/oo.

Larvas-Golfo de California.

En el crucero de agosto-septiembre de 1987 se capturó *Opisthonema* spp. en 33 estaciones en el litoral de Sinaloa-Nayarit y ninguna otra especie de clupeido fue capturada. Se observaron dos núcleos de alta concentración, el primero a la altura de Punta Ahome y el segundo en el transecto 102 (Fig. 4); ambos coincidieron con temperaturas semejantes a 10 m de profundidad (31.6 °C y 31.8°C) y con salinidades de 34.87 y 34.88 o/oo, respectivamente (Cuadro 1). Siete estaciones positivas presentaron de 1 a 10 organismos/10 m², seis de ellas bastante alejadas del litoral (30-40 millas). El intervalo de la temperatura en estaciones donde se registraron organismos fue de 30.0-32.0°C a 10 m de profundidad y hasta 80 millas de distancia de la línea de costa. En general,

aunque no se observó un patrón en la distribución de su abundancia, se capturó *Opisthonema* spp. con mayor frecuencia en estaciones cercanas a la costa. La presencia de larvas en toda el área de estudio muestra que es una región importante para el desove de este recurso en agosto-septiembre.

En el crucero de enero de 1988 se capturaron cinco especies de las cuales el 92.69 % de la abundancia correspondió a *Opisthonema* spp., 5.12 % para *E. teres*, 1.14 % para los clupeidos Indeterminados tipo A, 0.89 % para *S. sagax caerulea* y 0.14 % para *H. thrissina*.

Opisthonema spp. se presentó en un intervalo de temperatura que varió entre 20.2 °C (al norte de Mazatlán) y 25 °C (cerca de Punta Mita) con un promedio de 23.4 °C. Se registró en 21 estaciones, 15 de ellas con profundidades menores a los 50 m (Cuadro 2). La distribución de sus larvas mostró una zona de desove en las inmediaciones de Teacapán que se prolonga hacia el sur, cerca de la línea de costa, hasta Bahía Banderas (Fig. 5). Tres estaciones presentaron niveles de abundancia mayores de 500 larvas/10 m². La presencia abundante de *Opisthonema* spp. en enero de 1988 y en agosto-septiembre de 1987, demuestra que el género presentó dos periodos de reproducción en el año en la región.

Etrumeus teres se registró en nueve estaciones a temperaturas que variaron entre 21.3 y 25.0 °C a 10 m de profundidad así como a profundidades de 30-95 m. La distribución de sus larvas se ubicó desde áreas próximas a Teacapán hasta Punta Mita donde se encontró el núcleo de mayor abundancia, el cual coincidió con la temperatura más alta y no

Cuadro 1.- Número de larvas de *Opisthonema* spp. por 10 m² de superficie marina por estación, y temperatura a 10 y 50 m de profundidad. Agosto-septiembre de 1987. Golfo de California.

Transecto Estación	No. larvas X 10 m ²	Temperatura a 10 m (°C)	Temperatura a 50 m (°C)
90-40	900.0	31.38	22.78
90-50	2780.0	31.69	24.65
90-55	307.8	31.57	-
94-40	7.2	31.49	27.05
94-55	363.8	31.48	24.02
102-50	42.0	31.46	23.77
102-60	10886.4	31.82	23.68
102-65	445.3	31.61	-
105-70	175.0	31.60	-
110-50	7.7	32.04	25.48
113-72.5	8.3	31.03	-
118-80	124.9	31.34	-
122-60	7.5	31.08	23.76
122-80	87.3	31.13	-
126-70	37.9	31.20	26.36
126-80	80.7	30.76	22.84
127-85	23.3	31.10	-
130-70	9.1	30.36	22.18
134-60	21.9	30.66	24.44
134-80	571.6	30.24	22.38
134-87.5	537.5	30.53	-
138-50	7.0	30.84	25.18
138-60	141.2	30.20	23.77
138-90	423.2	30.00	-
142-70	8.0	30.58	19.33
146-60	423.8	30.42	26.02
146-70	558.9	30.04	22.53
146-90	605.2	30.52	-
150-80	680.8	30.10	-
150-87.5	368.6	30.73	-
154-80	315.2	30.92	19.58
158-70	52.2	30.42	27.25
161-87.5	34.0	31.53	-

rebasó las 100 larvas/10 m² de superficie marina (Cuadro 2, Fig. 6).

Los organismos considerados como clupeidos indeterminados tipo A (presentaron características morfológicas y pigmentos similares entre sí pero diferentes a los otros clupeidos) se encontraron en tres estaciones y su abundancia no alcanzó el intervalo de las 51-100

larvas/10 m². La distribución y abundancia de estas larvas, de *H. thrissina* y *S. sagax caerulea*, se indica en el Cuadro 2 y la Figura 7. La presencia de larvas de otras especies de clupeidos diferentes de *Opisthonema* spp. en la temporada fría y su ausencia en la temporada cálida señala, posiblemente, que la temperatura de invierno es más propicia para su reproducción.

Cuadro 2.- Número de larvas de clupeidos por 10 m² de superficie marina por estación, y temperatura a 10 y 50 m de profundidad. Enero, 1988. Golfo de California.

Transecto estación	No. larvas X10 m ²	Temperatura 10 m (°C)	Temperatura 50 m (°C)	Profundidad fondo (m)
<i>Opisthonema</i> spp.				
128-90	5	20.2	-	40
142-90	19	21.0	-	40
146-80	57	22.5	19.07	85
146-85	49	22.7	-	50
146-90	5	22.8	-	45
148-85	155	22.9	19.14	55
148-90	21	22.7	-	38
150-80	506	23.4	-	50
150-87.5	10	23.2	-	35
152-80	214	23.7	-	50
154-80	1474	24.1	19.58	60
154-85	7	23.3	-	25
158-87.5	102	23.6	-	30
159-87.5	16	23.8	-	45
160-80	25	24.5	-	100
161-87.5	595	24.3	21.50	25
163-82.5	318	24.7	-	40
164-75	78	25.0	-	46
166-74	157	24.1	-	20
167-76	236	23.5	18.59	100
167-65	6	24.8	20.68	100
<i>Etrumeus teres</i>				
140-90	22	21.3	-	35
142-85	11	21.6	18.54	95
144-85	45	22.5	-	55
146-90	20	22.8	-	45
148-85	27	22.9	19.14	55
150-80	5	23.4	-	50
154-80	6	24.1	19.58	60
158-87.5	5	23.6	-	30
164-75	67	25.0	-	46
Indeterminados Tipo A				
150-80	5	23.4	-	50
154-80	45	24.1	19.58	60
166-74	6	24.1	-	20
<i>Harengula thrissina</i>				
167-76	6	23.5	18.59	100
<i>Sardinops sagax caerulea</i>				
130-87.5	50	20.2	-	-

En el crucero de agosto-septiembre de 1989 se capturaron 148 larvas de *Opisthonema* spp. en 6 estaciones positivas (Fig. 8) a temperaturas que variaron entre 29.2 y 30.4 °C, salinidades de 33.7-34.4 o/oo (a 10 m de profundidad), así como a profundidades de 37-127 m (Cuadro 3). Se observó mayor incidencia de sus larvas hacia la región sur del área de estudio, presentándose la mayor abundancia de larvas en la estación situada frente al Puerto

larvas recolectadas, lo cual sugiere dos temporadas de reproducción para este género en el Golfo de Tehuantepec (Fig. 10). Una en los meses fríos, -que coincide con los resultados del crucero realizado en enero de 1988 en la región sur del Golfo de California- y otra en la época cálida (junio-agosto), que también coincide con los resultados de los cruceros realizados en agosto-septiembre de 1987 y de 1989.

Cuadro 3.- Número total de larvas de *Opisthonema* spp. en el litoral de Sinaloa. Agosto-septiembre de 1989. Golfo de California.

Transecto estación	No.larvas	Temperatura 10 m (°C)	Salinidad 10 m (o/oo)	Profundidad fondo (m)
146-90	33	29.9	34.4	50
146-80	10	29.7	34.2	80
146-70	7	29.7	34.3	95
134-87.5	66	30.0	34.2	46
134-80	10	29.2	34.3	127
122-80	22	30.4	33.7	37

de Mazatlán. En este crucero tampoco se capturaron larvas de otros clupeidos.

Larvas-Salina Cruz.

En las campañas realizadas en aguas situadas frente al Puerto de Salina Cruz en el período 1984-85, se capturaron 4 especies de las cuales el 95 % de los ejemplares correspondió a *Opisthonema* spp., menos del 1 % para *H. thrissina* y *Opisthopterus dovii*, respectivamente, y el 3 % para los Indeterminados tipo A (Cuadro 4). *Opisthonema* spp. fue más abundante en agosto y se capturó en casi todas las estaciones de muestreo (Fig. 9) excepto en la estación 14. Junio y febrero también fueron importantes por la frecuencia de

Como se mencionó en la sección de Material y Métodos, la información obtenida sobre larvas de clupeidos en aguas frente a Salina Cruz es sobre una zona muy reducida, lo cual, restringe plantear un argumento general sobre la reproducción de la sardina en el Golfo de Tehuantepec. Sin embargo, las variaciones de la abundancia de larvas en el período muestreado podrían considerarse como representativos si esto es apoyado con lo observado en el Golfo de California y con las referencias sobre madurez gonádica del recurso como se verá en la discusión de este estudio.

Adultos-Golfo de Tehuantepec.

Como resultado de 161 lances de pesca de cuatro cruceros de prospección pesquera realizados en el Golfo de Tehuantepec durante 1987 (Cuadro 5 y Fig. 11), se obtuvo un total de 2477 kilogramos (peso total) de 8 especies de clupeidos. La especie más abundante fue *O. libertate*, la cual, en junio presentó una distribución más amplia, con dos núcleos de mayor concentración cercanos a Salina Cruz (Fig. 12), cuando las isotermas a 4 m de profundidad fueron de 29 y 30 °C (Fig. 13), mientras que a los 50-60 m -máxima profundidad de captura de los

En cambio, en diciembre, se observó un desplazamiento de *O. libertate* hacia el sureste y su distribución continuó restringida -más cerca de la costa- no obstante que la temperatura superficial (4 m) osciló entre 27-30 °C; sin embargo, a los 50 m la temperatura en ambos transectos fue de 17-19 °C, más baja aún que la de septiembre. En marzo (finales de la época fría), la distribución de la sardina continuó observándose hacia el sureste y la temperatura superficial (4 m) disminuyó a 25-28 °C (lejos de la costa) y a los 21-22 °C (cerca de la costa); mientras que a los 50 m la

Cuadro 4.- Abundancia absoluta de larvas de clupeidos y estaciones positivas () en aguas frente al Puerto de Salina Cruz, Oax., México. 1984-1985.

Crucero	Fecha	<i>Opisthonaema</i> spp	<i>H. thrissina</i>	<i>O. dovii</i>	Indet. Tipo A
GT8401	13/02/84	50 (7)	-	1 (1)	1 (1)
GT8402	13/04/84	1 (1)	1 (1)	1 (1)	-
GT8403	12/06/84	45 (10)	-	-	2 (2)
GT8404	14/08/84	138 (17)	-	-	6 (2)
GT8405	29/09/84	16 (1)	-	-	-
GT8406	24/11/84	8 (5)	1 (1)	-	-
GT8501	19/01/85	1 (1)	-	-	-

clupeidos en los 4 cruceros- la temperatura promedió alrededor de los 28 °C. No obstante aunque la temperatura se incrementó hasta 30-31 °C en septiembre en la superficie (en las áreas más propiamente costeras de la zona de estudio) la distribución del recurso fue más restringida debido, probablemente, a que la temperatura a 50 m de profundidad disminuyó hasta 21-23 °C en el transecto de San Marco, y a 25-26 °C en el transecto de Salina Cruz.

temperatura fue de 15-16 °C (lejos de la costa, aproximadamente a 60 mn). De acuerdo con lo anterior se observó lo siguiente: 1) el desplazamiento migratorio de *O. libertate* relacionado con más evidencia con el descenso de la temperatura del fondo (50-60 m), no así con la temperatura superficial; 2) la captura más frecuente del recurso en junio (mes más cálido en cuanto a la temperatura del fondo) cuando el intervalo de la temperatura

superficial y del fondo no es tan amplio (sólo 2 grados) como en las otras temporadas; 3) la dispersión o expansión del recurso también en junio, pues se le capturó en mayores profundidades y más lejos

Neopisthopterus tropicus fue capturada sólo en dos temporadas (septiembre y diciembre) y su presencia fue escasa. Algunas capturas de *Opisthoneima* spp. y *Opisthopterus* se registraron sólo a

Cuadro 5.- Datos generales de los cruceros efectuados en el Golfo de Tehuantepec, México, durante 1987. Estaciones positivas e intervalo de profundidad (m) de las capturas de clupeidos adultos.

Crucero	Nansen I	Nansen II	Nansen III	Nansen IV
No. lances de pesca	35	38	42	46
No. lances < de 50 m	18	20	24	33
Temperatura °C a 50 m	22	28	22	18
Fechas	Mar(4-13)	Jun(4-13)	Sep(13-23)	Nov 30- Dic 8
<i>H. thrissina</i>	1 (26)	4 (25-45)	3 (18-23)	1 (16)
<i>O. liberiate</i>	5 (20-32)	17 (23-58)	9 (16-31)	11 (16-39)
<i>O. medirastre</i>			2 (18-31)	1 (23)
<i>O. bulleri</i>		9 (23-55)	4 (14-18)	1 (29)
<i>N. tropicus</i>			4 (18-21)	3 (17-27)
<i>O. dovii</i>	2 (20-26)	12 (24-55)	6 (13-22)	4 (16-19)
<i>O. equitorialis</i>	1 (20)	6 (22-46)	7 (13-23)	2 (18-27)
<i>P. lutipinnis</i>	5 (18-23)	3 (22-38)	9 (13-23)	1 (16)
<i>Opisthoneima</i> spp.	6 (19-35)			
<i>Opisthopterus</i> sp	1 (22-26)			
Clupeidae	1 (23)			

de la costa que en las otras temporadas.

El mismo comportamiento de la distribución y abundancia con respecto a la temperatura se observó para *O. bulleri* en el periodo cálido y frío. Y aunque el registro de *O. medirastre* fué escaso, esta especie presentó un comportamiento similar (Fig. 14), el cual también fué observado para *O. dovii*, *Opisthopterus equitorialis* y *H. thrissina* (Fig. 15, 16 y 17).

nivel de género debido a su estadio juvenil (Fig. 18).

Plosteostoma lutipinnis se capturó con mayor frecuencia en septiembre, sin embargo mostró una distribución más amplia en marzo. Esta especie fue la única que no mostró el mismo comportamiento que las otras especies, respecto a la temperatura (Fig. 19).

Parámetros poblacionales.

Madurez

Los índices de madurez gonádica (Fig. 20) de las hembras de *O. libertate* del sur del Golfo de California indican que en abril comienzan a observarse organismos en fase (3) de maduración según la

de Tehuantepec (longitud total), se estimaron los parámetros poblacionales utilizando los programas LFDA y ELEFAN, y se obtuvieron los grupos de edad relativa (Cuadro 6) por el método de Bhattacharya (1979) para estimar así los parámetros poblacionales de ambas regiones, utilizando los métodos

Cuadro 6.- Longitud media de las edades relativas obtenidas por el método de Bhattacharya para las poblaciones de *Opisthonema libertate* del sur del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec.

	Mazatlán 1987	Mazatlán 1988	Golfo de Tehuantepec
Edad (años)	Longitud media (mm)		
1	100.50 *	113.00 *	105.50 *
2	149.75 *	149.07	156.40 *&
3	165.25	160.50 *	183.80
4	180.47	170.50	197.00
5			205.90 &
6			235.00

Los datos con los símbolos * e & fueron utilizados en el método de López-Veiga y la edad 6 no se consideró en la obtención de los parámetros de crecimiento mediante López-Veiga y Ford-Walford.

escala de Nikolsky (1968). No se tienen observaciones de este índice en el período más intenso de desove (junio-septiembre) de *O. libertate* en la región durante los años analizados, debido a la discontinuidad del muestreo.

Crecimiento

Con base en las distribuciones de frecuencias de longitud patrón acopiadas durante 1987 y 1988 (Fig. 21 y 22) en las plantas sardineras de Mazatlán, y de los 4 viajes de prospección pesquera durante 1987 (Fig. 23) en el Golfo

tradicional (Cuadro 7).

En el caso de la población del sur del Golfo de California el método de López-Veiga y Ford-Walford arrojaron resultados similares de K (0.88), promediando los dos años analizados (Cuadro 7). Al utilizar el paquete LFDA también se encontraron valores similares de K; sin embargo, L_{∞} regularmente fue subestimada. Por ello, se consideró que las mejores estimaciones de los parámetros de crecimiento fueron los obtenidos con el método SLCA y ELEFAN (Cuadro 7), obteniéndose un mejor

Cuadro 7.- Valores de K, L_{∞} y t_0 calculados para *Opisthonema libertate* con el método SLCA, PROJMAT, ELEFAN, Ford-Walford y López-Veiga. El * indica la mejor estimación.

MAZATLAN 1987					
	SLCA			*	Ford-Walford
K	0.8648	0.6455	0.5302	0.6799	0.8300
L_{∞}	158.00	162.76	178.74	181.53	185.74
t_0	-0.053	-0.500	-0.480	-0.810	-0.222
	PROJMAT				López-Veiga
K	1.5000				0.7967
L_{∞}	170.50				180.95
t_0	-0.674				-0.035
	ELEFAN				
K	0.8231	0.6916			
L_{∞}	172.61	177.83			
t_0	-0.840	-0.040			
MAZATLAN 1988					
	SLCA				Ford-Walford
K	1.2890	0.7949	0.3073		0.9300
L_{∞}	160.21	165.80	180.82		173.08
t_0	-0.450	-0.065	-0.719		-0.102
	PROJMAT				López-Veiga
K	0.4774				0.9300
L_{∞}	168.00				181.88
t_0	-0.843				-0.014
	ELEFAN				
K	0.8392	0.9329	0.4547	0.5869	0.4508
L_{∞}	165.30	166.93	188.84	180.21	168.17
t_0	-0.3300	-1.000	-0.960	-0.560	-0.430
MAZATLAN 1987-88					
	ELEFAN	SLCA	López-Veiga	Ford-Walford	
	*		*		*
K	0.7009	0.7679	0.8783	0.8800	
L_{∞}	179.42	166.35	181.42	179.41	
t_0	-0.980	-0.082	-0.024	-0.162	

...Continúa Cuadro 7

GOLFO DE TEHUANTEPEC					
SLCA					
	*				
K	0.7211	1.2193	1.3932	0.5573	
L _∞	239.26	213.81	210.00	260.40	
t ₀	-0.540	-0.198	-0.112	-0.695	
PROJMAT			Ford-Walford		
K	0.4834	1.2946	0.7775	0.6296	
L _∞	223.66	208.80	217.88	214.40	
t ₀	-0.272	-0.222	-0.757	-0.068	
ELEFAN			López-Veiga		
	*			#	g
K	1.2500	0.8570	0.7200	0.8100	1.2400
L _∞	222.37	217.12	239.25	188.08	218.88
t ₀	-1.000	-0.100	-0.540	-0.034	-0.019

ajuste a los datos observados con el método ELEFAN al utilizar los dos años analizados. Con el método PROJMAT no se obtuvieron resultados satisfactorios. Así, conforme a los métodos empleados, se tiene que las curvas de crecimiento quedan representadas por la ecuación:

López-Veiga (promedio)

$$Lt = 181.42 [1 - e^{-(0.8783(t - (-0.0240)))}]$$

... (Fig. 24)

Ford-Walford (promedio)

$$Lt = 179.41 [1 - e^{-(0.8800(t - (-0.1620)))}]$$

... (Fig. 25)

ELEFAN

$$Lt = 179.42 [1 - e^{-(0.7009(t - (-0.9800)))}]$$

... (Fig. 26)

Aunque en todos los casos el valor de K es elevado comparado con la K = 0.5 de *O. libertate*

estimado por García y Molina (1986) y Cisneros *et al.* (1991a) para las capturas comerciales de Guaymas, Son., se eligieron los valores de los parámetros de crecimiento obtenidos con el método ELEFAN como los más representativos de la población, no obstante que se obtuvieron estimaciones cercanas a dichos autores (Cuadro 7); sin embargo, al estimar la longitud media de cada edad los valores obtenidos difieren de los valores observados (Cuadro 6), en cambio son más cercanos a los estimados con ELEFAN. Por otro lado, el valor alto de K (0.7009) podría considerarse sobreestimado como consecuencia de que las muestras analizadas contienen gran número de individuos jóvenes (González-Cano y Rocha 1993), con poco tiempo de haberse reclutado a la pesquería (un año), y menor número de organismos viejos.

Cuadro 8.- Estimaciones de la mortalidad total de *O. libertate* (Z) por diferentes métodos.

Beverton y Holt (LFDA)			
Mazatlán 1987	Mazatlán 1988	Maz 1987-88	
Z = 1.504	2.150	1.830	
M = 0.800*	0.800*	0.800*	
F = 0.704	1.350	1.030	
E = 0.468	0.628	0.563	
Curva de captura (ELEFAN II)			
Z = 2.258	4.452	3.486	
M = 1.579*	1.579*	1.579*	
F = 0.679	2.873	1.907	
E = 0.301	0.645	0.540	
Powell-Wetherall (ELEFAN II)			
Z/K = 3.451	4.525	3.998	
Powell-Wetherall (LFDA)			
Z/K = 2.981	4.977	3.979	
Golfo de Tehuantepec			
Beverton y Holt	Curva de captura	Powell-Wetherall	
Z = 0.44	0.87	3.825 (ELEFAN II)	
M = 0.44	0.87	2.430 (LFDA)	
* Valor estimado por la ecuación de Pauly (1984) con T= 26°C.			

En el caso de la población del Golfo de Tehuantepec los resultados obtenidos con los métodos de López-Veiga y Ford-Walford no fueron satisfactorios, mientras que con ELEFAN y SLCA los resultados fueron similares, con un valor para K de 0.7200 (Cuadro 7), lo cual inclina a suponer - aunado al resultado obtenido para el Golfo de California- que este valor es el mejor estimado. Así la ecuación de crecimiento para la población del Golfo de Tehuantepec queda:

SLCA y ELEFAN (Fig. 27)

$$Lt = 239.26 [1 - e^{-(0.7200(t - (-0.540)))}]$$

Para elaborar las curvas de crecimiento mediante el método López-Veiga y Ford-Walford (Fig. 24 y 25) el tiempo cero se ubicó en enero, en el cual se realizó el primer muestreo. En cambio, con respecto a las figuras 26 y 27 los requerimientos del programa LFDA indican que el tiempo cero deberá ubicarse de acuerdo al pico máximo de desove de la especie en estudio, el cual corresponde al día primero de julio para *O. libertate* en concordancia con las referencias señaladas en la discusión de este trabajo.

Mortalidad.

La estimación de la mortalidad total (Z) mediante el método de Beverton y Holt (1956) y la curva de captura obtenida con los métodos de Ricker (1975) y Powell (1979) y Wetherall *et al.* (1987) (Cuadro 8) se realizó con base en los parámetros de crecimiento previamente calculados con el método ELEFAN para la población del sur del Golfo de California. De dichos métodos se consideró que los mejores resultados son los obtenidos con

el método de Beverton y Holt (Z=1.83; M=0.8; F=1.03).

Biomasa

Durante 1987 la captura total de sardina crinuda (Fig. 28) fue de 10,251 toneladas. Esta información se utilizó en la ecuación de Pauly (1980) para estimar el tamaño poblacional y se obtuvo un valor de 18,208 ton. Mientras que en el siguiente año (1988) la captura total fue de 7776 toneladas, obteniéndose un tamaño poblacional de 13,812 ton. En la figura referida se observa la tendencia del descenso del recurso durante los dos años, lo que sugiere un reclutamiento pobre durante este periodo.

DISCUSION

Hidrología

Debido a que en el sur del Golfo de California confluyen tres distintas masas de agua (la Corriente de California, la Contracorriente Ecuatorial y el flujo saliente del golfo) esta región presenta una hidrología compleja, con variaciones estacionales marcadas (Griffiths 1968, Roden y Emilsson 1984). Las temperaturas y salinidades obtenidas en los cruceros realizados en esta región del Golfo, son normales tanto en los meses de verano -por la dominancia de la Contracorriente Ecuatorial (Wyrтки 1965), que conduce a esta región agua caliente y de baja salinidad- como en la temporada fría -por la dominancia de la Corriente de California- como lo señalan Roden y Emilsson (1984), quienes han registrado para todo el Golfo de California las mayores temperaturas en verano (31 °C) en localidades próximas a la costa, mientras que fuera de ella las

isotermas apenas exceden los 30 °C. Además de las tres corrientes que influyen sobre la salinidad, el período de lluvias (junio-noviembre) es otro factor importante que asimismo influye, principalmente en Nayarit donde éstas son más abundantes y por ello es posible registrar descensos en la salinidad por debajo de las 34.0 o/oo (Roden 1972, Maluf 1983).

Larvas

Los resultados de los dos cruceros de agosto-septiembre de 1987 y 1989, coinciden en mostrar sólo la presencia de larvas de *Opisthonema* spp. en toda la extensión del litoral sinaloense y nayarita, mientras que los resultados del crucero enero/88 indican la presencia de cinco especies de larvas de clupeidos en el litoral de Jalisco, Nayarit y sur de Sinaloa con dominancia de *Opisthonema* spp. Además los datos señalan una evidente zona de desove en el litoral de Nayarit, la cual, puede probablemente continuar hacia el centro y norte de Sinaloa, y prolongarse en tiempo y en espacio, hacia el interior del Golfo de California debido a que el recurso se localiza hasta el norte de Guaymas, Son.

A la fecha sólo se conocen las primeras fases de desarrollo de *O. libertate* (Matus Nivón *et al.* 1989), por lo tanto, no existen trabajos definitivos sobre las tres especies y sus diferencias; no obstante que, Funes-Rodríguez y Esquivel-Herrera (1988) mencionan que entre las larvas de clupeidos han distinguido dos tipos diferentes de *Opisthonema* en el Golfo de California. Una de las características más sobresalientes es que los ejemplares de uno de estos tipos presenta pigmento

sobre la cabeza mientras que el otro carece de él. Lo anterior también fué registrado en el presente estudio; no obstante, ante la imposibilidad de definir la identidad de las tres especies a estos niveles de desarrollo se ha optado por considerar a nivel de género a todos los ejemplares con dichas características.

Sin embargo, es necesario diferenciar algunas características del comportamiento de las tres especies de sardina crinuda, para que con ello, sea posible dirimir *grasso modo*, a qué especie pertenece el producto de desove (larvas) registrado en enero, y a qué especie corresponde el de agosto-septiembre. Así por ejemplo, con base en la madurez gonádica de *O. libertate* del sur del Golfo de California, Páez-Barrera (1976) señala que desova en junio-julio con posibilidades de que su reproducción continúe durante agosto-septiembre, lo cual, se confirma en este trabajo, por los resultados expuestos arriba, que corresponden a los cruceros de agosto-septiembre de 1987 y 1989. Así también, Torres Villegas *et al.* (1985) y Torres Villegas y Pérez Gómez (1988), indican que esta especie se reproduce de marzo a octubre en Bahía Magdalena, B.C.S., con un máximo entre julio y septiembre; mientras que Moser *et al.* (1974) relacionan la presencia de larvas de *Opisthonema* spp. en el Golfo de California con los meses cálidos. Por otro lado, los resultados obtenidos en aguas frente al Puerto de Salina Cruz, mostraron dos picos de la abundancia de sus larvas, uno mayor en agosto y otro menor en febrero (este último coincide con el desove de sardina crinuda en enero de 1988 en el Golfo de California), lo que indica dos desoves del género en el año. *O. libertate* también muestra desove en

abril-mayo y *O. bulleri* en marzo (Sánchez-Palafox *et al.* 1987). Al respecto, Rodríguez-Domínguez (1987) sugiere que *O. medirastre* desova en los primeros meses del año (invierno), hasta abril inclusive, y que las otras dos especies desovan en el verano. Por otro lado, en el litoral de Centroamérica las tres especies de *Opisthonema* desovan en todo el año (Peterson 1956), con un pico máximo evidente en los meses fríos (enero-marzo) para *O. medirastre*, y entre marzo-mayo para *O. bulleri* (Rodríguez *et al.* 1989). Conforme a lo anterior, y con los antecedentes de madurez gonádica de las tres especies, permite suponer que los ejemplares capturados en enero en la región sur del Golfo de California, y en los meses fríos (noviembre-febrero) en aguas frente al Puerto de Salina Cruz, son producto del desove de *O. medirastre*, y los ejemplares obtenidos en los meses cálidos corresponden a *O. libertate*.

En estudios previos a este trabajo, se desconocía que en aguas mexicanas la sardina *Opisthonema* tuviese un pico de desove en el invierno, por lo tanto, esta información es útil y se tendrá presente que existen dos periodos de reclutamiento al evaluar el recurso como una sola pesquería.

Por otro lado, debe notarse que la presencia de larvas de clupeidos tanto en los meses cálidos como en los fríos, capturados en áreas someras (6-30 m) frente al Puerto de Salina Cruz, sugiere que además de que el grueso de las poblaciones de clupeidos adultos se desplazan hacia el sureste del Golfo de Tehuantepec, también se repliegan hacia las aguas someras con la finalidad de desovar.

La sardina japonesa (*E. teres*) es una especie que presenta su área principal de reproducción en la porción central del Golfo de California (Moser *et al.* 1974, Olvera y Padilla 1986). La presencia de sus larvas ha sido registrada entre los 16 y 20 °C (Olvera y Padilla 1986, Green-Ruiz y Acal Sánchez 1987); sin embargo, ese intervalo se muestra más amplio en el Golfo de California de acuerdo a los resultados obtenidos (21.3-25.0 °C), habiendo sido capturada en junio (Moser *et al.* 1974). Lo anterior corresponde con las temperaturas observadas (18.4-26.9 °C) por Houde (1977) para esta especie en aguas del Golfo de México. La parte más importante de las capturas de este recurso se ha registrado en el Puerto de Guaymas, Son. (86.4 %), disminuyendo en Yavaros, Son. (12.9 %) y siendo mínima y/o esporádica en Mazatlán, Sin. (0.7 %) (Cisneros *et al.* 1989), donde se ha capturado (20 toneladas) en las cercanías de Barrón (sur de Mazatlán) durante abril (Sánchez-Palafox *et al.* 1987). Este aspecto y la presencia de sus larvas en el área de estudio, definida por una clara zona de desove, indican que una pequeña porción de la población presente en la parte central del Golfo, se desplaza hacia las costas de Nayarit donde desova.

El grupo de los clupeidos Indeterminados tipo A, presentaron características morfológicas y pigmentos similares entre sí pero diferentes a los de *Opisthonema* spp. Por ello y por que presentaron miómeros, entre 45-46, sugiere que pertenece a *N. tropicus* debido a que *O. equitoriales*, el cual presenta el mismo número de vértebras (46-47), no ha sido localizado en la región del Golfo de California. Whitehead (1985) menciona su distribución entre Honduras y Perú y *Opisthopecterus*

macrops sólo ha sido registrado en Panamá por el mismo autor; sin embargo, Amezcua-Linares (1985) indica su presencia en las costas de Guerrero. En general, la información sobre *N. tropicus* es muy limitada en aguas mexicanas, Whitehead (1985) señala su distribución desde el Golfo de California hasta Perú, y van der Heiden y Findley (1988) indican que es una especie que se encuentra en el sur de Sinaloa. La escasa presencia de sus larvas en épocas contrastantes (cálida y fría) no permite definir en cuál temporada desova con mayor intensidad.

Harengula thirssina podría confundirse con *Lile stolifera* pues ambas cuentan con el mismo número de vértebras (miómeros), sin embargo, esta última desova en los sistemas lagunares (Alvarez-Cadena et al. 1984, Alvarez-Cadena et al. 1988) y es considerada propiamente estuarina (Amezcua-Linares 1977). La presencia de sus larvas en los meses fríos podría sugerir que desova en dicha temporada; sin embargo, se necesitan más datos de esta especie y de *O. lovil* para confirmar su época reproductiva.

Adultos-Golfo de Tehuantepec.

Los resultados obtenidos en los cruceros de prospección en el Golfo de Tehuantepec sugieren que la temperatura (28°C) del fondo (50-60 m) en junio constituye un factor ambiental importante para la distribución y abundancia de los clupeidos adultos, así como "disparador" de sus desplazamientos. Una relación similar se observa en el litoral de Sinaloa-Nayarit donde las mayores capturas de adultos de sardina crinuda se realizan en los meses fríos (noviembre-abril) debido a que se repliega hacia la costa, mientras que en los meses

cálidos (principalmente de junio a septiembre) sus capturas decrecen sustancialmente, debido probablemente, a que los cardúmenes se dispersan con mayor amplitud tanto para reproducirse como por efecto de la temperatura. Esto se manifiesta al observarse un mayor número de estaciones con presencia de *O. libertate*, que a su vez, se relaciona con una alta temperatura del fondo en junio (respecto a los otros meses de muestreo), y su presencia a mayores profundidades (Cuadro 5). Así también, esto podría sugerir que la temperatura a esa profundidad (50-60 m) puede ser más útil como factor de análisis recurso-ambiente, que la temperatura superficial.

Parámetros poblacionales

Crecimiento

Las estimaciones de crecimiento y mortalidad presentaron algunas limitaciones que influyeron en el procesamiento de la información y en la obtención de resultados. Dichas limitaciones fueron: 1) una serie de distribuciones de frecuencias de longitudes que no son representativas de toda la población; 2) en el caso de los datos del Golfo de Tehuantepec se utilizó la longitud total, y el intervalo entre las marcas de clase fué amplio (10 mm) (de esa manera fueron obtenidos los datos en los cruceros de prospección); mientras que en los datos del Golfo de California se utilizó la longitud estandar y un intervalo de clase de 5 mm. No obstante, debe tomarse en cuenta que los resultados son puntuales para los años analizados y aproximaciones a la realidad.

Por otro lado, si bien con el método SLCA y ELEFAN se ajustó mejor la información de

frecuencias de longitud de los dos sistemas, no fué así con el método PROJMAT a pesar de ser el método más robusto (Shepherd 1987b).

Si se compara el valor del coeficiente de crecimiento obtenido en este trabajo, con los estimados por otros autores, se observa una amplia divergencia para *O. libertatis* en toda la Costa Pacífica de Latinoamérica, con valores de $K=0.21$ (Ecuador) a $K=1.0$ (México), utilizando por supuesto diversos métodos. Dicho contraste se extiende a otras especies como *Cetengrullus mysticetus* (Cuadro 9).

La información sobre sardina crinuda del sur del Golfo de California obtenida hasta la fecha, no ha permitido validar las estimaciones de los parámetros poblacionales, y como se hizo notar en el párrafo anterior, las referencias provocan controversia. Sin embargo, el valor de K obtenido en este trabajo (0.7) coincide con el estimado por Cisneros Mata *et al.* (1990b) (0.76) para el recurso de la misma región que aquí se analiza. Por otro lado, las longitudes medias de las edades 2 y 3 obtenidas con el método ELEFAN se acercan a las registradas por Estrada García *et al.* (1986) quienes señalan intervalos de talla de 123-126 mm para el 1er año, 156-159 para el 2do año y 171-173 para el 3er año.

Mortalidad

La estimación de la mortalidad total ($Z=1.83$), la mortalidad natural ($M=0.8$) y la mortalidad por pesca ($F=1.03$) son altas y posiblemente se debe a: 1) La depredación natural ejercida sobre este recurso por otros organismos (peces mayores, calamar, aves, mamíferos) y a la pesca. 2) Que constituye un

mecanismo de compensación por la elevada tasa de crecimiento (en los resultados se observa que $K=0.7$ es alta), pues mientras más longeva es una especie supone una mortalidad más pequeña. 3) La disminución de la talla media de captura de sardina en el litoral de Sinaloa y Nayarit; -comparada con la talla media del recurso en Guaymas- esto es, que mientras mayor es la mortalidad por pesca, menor es la longitud media en las capturas (Sparre *et al.* 1989). Pues como se ha visto en los resultados (Cuadro 6), los organismos más viejos (5-6 años) han desaparecido en la región sur del Golfo de California; -Molina en comunicación personal (citado por Estrada García *et al.* 1986) indica que la sardina crinuda de Guaymas tiene una longevidad de 6 años, y en los resultados del Golfo de Tehuantepec también se observaron 6 grupos de edad- por lo tanto, en cada temporada son los organismos de menor talla (150-170 mm de longitud estandar, aproximadamente) los que sustentan a la pesquería.

El punto tres señala mejores argumentos sobre los altos valores de las tasas de mortalidad; así, la mortalidad por pesca elevada es un síntoma de que la pesquería de sardina crinuda de Sinaloa-Nayarit, se encuentra en fase de intensa explotación (Csirke y Sharp 1985).

La tasa de explotación es una medida relativa de la presión de pesca ejercida sobre un recurso (Beverton 1963). En el caso de peces pequeños con reclutamiento variable (como es el de la sardina crinuda) la tasa de explotación óptima se encuentra en el nivel del 20 % (Beddington y Cooke 1983) y un valor mayor del 30 % señala sobrepesca, sin embargo, Gulland (1971a) menciona un nivel de 50 %.

Cuadro 9.- Parámetros poblacionales de *Opisthonema* calculados por diferentes métodos y en diferentes regiones.

Golfo de California	K	L _∞ (mm)	t ₀	Método	
Cisneros <i>et al.</i> 1990a	0.5	216	-0.18	ELEFAN	
Cisneros <i>et al.</i> 1990b	0.76	190.95	-0.256	F-Walford	
Estrada <i>et al.</i> 1986	0.508	231.6	-0.18	F-Walford	
García y Molina 1986	0.57	206	-0.81	mach escamas	
F-Walford	0.51	220	-0.88	hemb "	
F-Walford	0.8	205	-0.59	hemb "	
F-Walford	0.45	205	-1.84	mach "	
L.Veiga	0.71	207	-0.3	hemb "	
L.Veiga	0.85	197	-0.3	mach "	
L.Veiga	0.79	206.8	-0.02	hemb "	
L.Veiga	1.04	193.19	-0.02	mach "	
Fuentes 1983 (Ecuador)	0.216	317	-2.52	Otolitos	
Arroyo 1979 (Colombia)	0.3	328		Escamas	
Golfo de Tehuantepec					
Miranda Herrera 1989					
<i>O. libertate</i>	F-Walford	0.33	216	-1.8	frec
<i>O. medirastre</i>	F-Walford	0.27	222.6	-2.4	"
<i>O. bulleri</i>	F-Walford	0.29	221.99	-2.33	"
<i>O. libertate</i>	L-Veiga	0.6359	205.81	-0.0166	frec
<i>O. medirastre</i>	L-Veiga	0.5800	205.11	-0.0194	"
<i>O. bulleri</i>	L-Veiga	0.6299	207.69	-0.0177	"
Beverton 1963		1.3			frec.
<i>C. mysticetus</i>		1.7			
Gallardo <i>et al.</i> 1990	0.34	184.18	-2.216		frec.
<i>C. mysticetus</i>					
Gallardo <i>et al.</i> 1991	0.36	197.95	-1.630		frec.
<i>Sardinops sagax caerulea.</i>					

De acuerdo con lo anterior, el valor de 56.3 % obtenido en este trabajo indica que la sardina de la región sur del Golfo de California se encuentra sobreexplotada, lo cual se refleja en las tallas promedio de captura peligrosamente cercanas a la talla mínima de la primera maduración sexual (131-140 mm) señalada por Páez-Barrera (1976), e iguales a la talla crítica (148 mm) (longitud a la cual el 50 % de los organismos muestran signos de madurez) indicada por Cisneros *et al.* (1990b). Esto permite inferir un colapso de la pesquería de la región como ocurrió en este último año (1992) con la sardina monterrey, en la porción central del Golfo de California.

Biomasa

El tamaño de la población estimado (18,208 ton para 1987 y 13,812 para 1988) no refleja, en apariencia, la magnitud real actual de la población en esta región (calculada en 75,000 ton por Cisneros *et al.* 1988), pues de ser así, el simple esfuerzo de pesca ejercido habría sido la causa del colapso de la pesquería hace varios años; por un lado porque el máximo rendimiento sostenible de 17,950 ton estimado para *Opisthonema* spp. de Sinaloa-Nayarit (Cisneros *et al.* 1990b) constituye casi toda la biomasa del recurso en la región; por otro lado, en los años subsecuentes (1989-1992) a las temporadas aquí analizadas, la captura de sardina en Sinaloa-Nayarit se incrementó a 25 000 ton -muy por encima del promedio histórico (8 000 ton) del recurso- Por ello, no se considera buena la estimación de este parámetro.

La población de *O. libertate* del Golfo de Tehuantepec es en contraste, evidentemente virgen

por sus grandes tallas (longitud total) y al no ser explotado constituye un recurso potencial.

CONCLUSIONES

El sur del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec, constituyen regiones importantes de desove para la sardina crinuda *O. libertate* en los meses cálidos y para *O. medivastre*, *E. teres*, *H. thrissina* y *O. dovii* en los meses de invierno.

Las larvas de *Opisthonema* spp., *H. thrissina*, *O. dovii*, *E. teres* y los clupeidos Intedeterminados tipo A son evidencia de que los clupeidos adultos se reproducen en zonas someras (6-30 m de profundidad), por lo tanto, son áreas importantes de pre-reclutamiento.

La temperatura del fondo (50-60 m) en junio (28°C) fué un factor importante que influye en la dispersión y desplazamiento de los cardúmenes de sardina y posiblemente también en su reproducción.

La madurez gonádica de las tres especies de sardina crinuda, así como la presencia de larvas en enero (invierno) y en junio-septiembre (verano), constituyen dos factores que conducen a plantear que las larvas del género *Opisthonema* capturadas en la época cálida corresponden a *O. libertate*, y las capturadas en los meses fríos pertenecen a *O. medivastre*.

En este estudio se observó un pico de desove de la sardina *Opisthonema* en el invierno, lo cual constituye un dato nuevo sobre este recurso, pues el de verano ya se había registrado.

No obstante las limitaciones de la información de frecuencias de longitud utilizadas, se considera que el valor de la tasa de crecimiento ($K=0.7$), y las tasas de mortalidad ($Z=1.83$; $M=0.8$; $F=1.03$) para la población del sur del Golfo de California, son estimaciones aproximadas a la realidad y pueden ser útiles para el mejor aprovechamiento de la pesquería, pues constituyen datos de entrada críticos para la evaluación y administración de cualquier recurso pescable.

En el sur del Golfo de California se registraron 4 grupos de edad que corresponden a una población altamente explotada ya que no se capturan peces de mayor edad (mayores de los 180 mm de longitud patrón) en comparación con los 6 grupos de edad registrados en el Golfo de Tehuantepec.

REFERENCIAS

Acal, D.E. 1991. Abundancia y diversidad del ictioplancton en el Pacífico centro de México. Abril, 1981. *Ciencias Marinas* 17(1):26-50.

Acal, D.E. & A. Arias 1990. Evaluación de los recursos demerso-pelágicos vulnerables a redes de arrastre de fondo en el sur del Pacífico de México. *Ciencias Marinas* 16(3):93-129.

Ahlstrom, E.H. 1948. A record of pilchard eggs and larvae collected during surveys in 1939 to 1941. U.S. Fish Wild Serv., Fish. Bull. 60:107-146.

Alvarez Borrego, S. 1983. Estuaries and enclosed seas. *Ecosystems of the World*, 26:427-449. In: B.H. Keltchum (ed.).

Elsevier scientific publishing company. Amsterdam-Oxford-New York.

Alvarez Cadena, J.N., M.A. Aquino G., F. Alonso R., J.G. Millán G. & F. Torres S. 1984. Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Huizache-Caimanero. Parte I Agua Dulce 1978. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 11(1):163-180.

Alvarez Cadena, J.N., G.A. Mussot Pérez & R. Cortés Altamirano. 1988. Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Huizache-Caimanero. Parte II Tapo Botadero. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 15(2):143-158.

Amezcuca Linares, F. 1977. Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. *An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 4(1):1-26.

Amezcuca Linares, F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaronerías en la costa del Pacífico de México, Cap. 2:39-94. In: A. Yáñez-Arancibia (ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México, D.F., 748 pp.

Anónimo. 1972. Claves para caracteres merísticos y morfométricos de huevos y larvas de peces. Curso de entrenamiento de huevos y larvas. NOAA. NMFS. SWFC. La Jolla, Calif. (inédito).

Arroyo G., O. 1979. Aspectos biológicos y dinámicos de los *Opisthionema*. *Inv. Pesq. Universidad*

de Carabobo, Venezuela. 43(1):291-300.

Basson, M., A.A. Rosenberg & J.R. Beddington. 1988. The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length-frequency data. J. Cons. int. Explor. Mer. 44:227-285

Beddington, J.R. & J.G. Cooke. 1983. The potential yield of fish stocks. F.A.O. Fish. Tech. Pap. 242:47 p.

Beverton, R. J. H. 1963. Maturation growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. Rapp. Proc. Ver. Réun. Cons. Int. Explor. Mer. 154:44-67.

Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1956. A reviews of methods for estimating mortality rates in fish populations, with special reference to sources to bias in catch sampling. Rapp. p.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer. 140:67-83.

Bhattacharya, C.G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics 23:115-135.

Cisneros Mata, M. A., J. A. De Anda Montañez., J. J. Estrada García, F. Páez-Barrera & A. Quiroz. A. 1988. Pesquerías de sardina del Golfo de California y costa de Sinaloa. (Informe 1986/87 y diagnóstico). Centro Reg. Invest. Pesq. Guaymas. Inst. Nal. Pesca. SePesca. 68 p.

Cisneros, M. A., J. Estrada & G. Montemayor. 1990a. Growth, mortality and recruitment of exploited small pelagic fishes in the Gulf of California, Mexico. Fishebyte. ICLARM. 8(1):15-17.

Cisneros Mata, M. A., J. A. De Anda Montañez, J. J. Estrada García & F. Páez Barrera. 1990b. Evaluación de las pesquerías de sardinas monterre y crinuda del Golfo de California. Inv. Mar. CICIMAR 5(1):19-26 México.

Cisneros M., M.A., J. Estrada G., J.P. Santos M., A. Godínez C. & C.E. Alvarado. 1989. Programa Nacional de Investigación de Sardina. Informe Técnico. Centro Reg. Invest. Pesq. Guaymas, Son., Inst. Nal. Pesca. 62 p.

Csirke, J. & G.D. Sharp. 1985. Informes de la consulta de expertos para examinar cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos. San José, Costa Rica, 18-29 de abril de 1983. FAO Inf. Pesca. 291(1):104 p.

Estrada-García, J., M. A. Cisneros Mata, F. Páez Barrera & P. Santos Molina. 1986. Informe de la temporada de pesca 1984-1985 del recurso sardina. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Reg. Invest. Pesquera, Guaymas, Son. Sepesca. 160 p.

Ford, E., 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. J. Mar. Biol. Ass. UK, NS. 19:305-384.

Funes Rodríguez, R. & A. Esquivel Herrera. 1988. Comparación de los caracteres merísticos, morfométricos y patrones de pigmentación en las larvas del género *Opisithonema* (Gill 1961) en el noroeste de México. Ciencias Marinas 14(3):51-68.

Fuentes, E. 1983. Estudios preliminares de edad y crecimiento de *Opisithonema* spp. en aguas ecuatorianas. Rev. Cien. Mar. Limnol. 2(1):109-114.

- Gallardo C., A. Laguarda F. & J. Sánchez R. 1990. Estudios sobre la edad, crecimiento y mortalidad natural de la sardina "bocona" *Cetengraulis mysticetus* (Günther 1866) de las poblaciones localizadas en las aguas del sur del Golfo de California (Pisces : Engraulidae). Ciencia Pesquera Inst. Nal. Pesca. Sria. de Pesca. México. 7:143-155.
- Gallardo C., A. Laguarda F. & V. Pérez A. 1991. Determinación de los parámetros poblacionales: edad, crecimiento y mortalidad natural de la sardina monterrey *Sardinops sagax caerulea* (Jenyns 1842) de las poblaciones localizadas en el sur del Golfo de California (Pisces : Clupeidae). Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Sria. de Pesca. México. 8:107-117.
- Gayanillo, F.C., Jr., M. Soriano & D. Pauly. 1988. A draft guide to the Compleat ELEFAN. ICLARM Software 2, 65 p.
- García G., C.M. & D. Molina. 1986. Edad y crecimiento de la sardina crinuda de la zona de Guaymas. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Sria. de Pesca. México. 5:17-31.
- González Cano, J. & C. A. S. Rocha. (en prensa). Problems in the estimation of growth parameters for the spiny lobster *Panulirus argus* in the Caribbean and Northeast Brazil. Vol. 5. In. Mem. First World Fisheries Congress, May-1992, Atenas, Greece.
- Green Ruiz, Y.A. & D.E. Acal Sánchez. 1987. Distribución y abundancia de larvas de peces y estimación de la biomasa desovante de *Etrumeus teres* (DeKay) en el Golfo de California durante abril de 1985. Ciencias Marinas 13(3):69-96.
- Griffiths, R.C. 1968. Physical, chemical and biological oceanography of the entrance to the Gulf of California U.S. Natl. Mar. Fish. SVC., Spec. Rept. 573:1-47.
- Gulland, J.A. 1971a. The fish resources of the oceans. West Byfleet, Surrey Fishing News (Books), Ltd., for FAO, 225 p.
- Gutiérrez H.C. & M.A. Padilla. 1974. Distribución de huevos y larvas de sardina monterrey y larvas de sardina crinuda en el Golfo de California. Ins. Nal. Pesca. INP/SC:5,24 p.
- Holden, S. & M.V. Bravington. 1992. The LFDA Package user manual. Fish Management Science Programme of the Overseas Development Administration of the UK Government. London, England.
- Houde, E.D. 1977. Abundance and potential yield of the round herring, *Etrumeus teres*, and aspect of its early life history in the eastern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin 75(1):61-89.
- Houde, E.D., & P.L. Fore. 1973. Guide to identity of eggs and larvae of some Gulf of Mexico clupeid fishes. Fla. Dep. Nat. Resources., Mar. Res. Lab. Leaflet. Ser. 4(23): 1-14.
- Hubbs, C. L. & G. I. Roden. 1964. Oceanography and marine life along the Pacific Coast of the Middle, Vol. 1 Chap. 5:143-186. In. America Natural Environmental and Narly Cultures, of Handbook of Middle American Indians. University of Texas Press.
- Lluch-Belda, D., R.J.M. Crawford, T. Kawasaki, A.D. MacCall, R.H. Parrish, R.A. Schwartzlose & P.E. Smith. 1989. World-wide fluctuations of sardine and

anchovy stocks. The regime problem. S. Afr. J. Mar. Sci. 8:195-205.

López Veiga, E. C. 1979. Fitting Von Bertalanffy growth curves in short lived fishes species. A new approach. Investigación pesquera 43(1):179-186.

Maluf, L. Y. 1983. Physical Oceanography, Cap. 3:26-45. In: T. J. Case. & M. L. Cody (eds.) Island biogeography in the sea of Cortez. University of California Press. Los Angeles, California, USA. 508 p.

Matus Nivón, E., R. Ramírez Sevilla, J.L. Ortiz Galindo, R. Martínez Pecero & B. González Acosta. 1989. El huevo y la larva de la sardina crinuda del Pacifico *Opisthonema libertate* (Gunther). Rev. Biol. Trop. 37:115-125.

McGowan, M.F. & F.H. Berry. 1984. Clupeiformes: Development and Relationships, p. 108-126. In: A.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, H.W. Kendall Jr., & S.L. Richardson (eds.), Ontogeny and systematics of fishes. Spec. Publ. No. 1, Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol.

Miranda Herrera, J. M. 1989. Contribución al conocimiento de la biología de la sardina crinuda *Opisthonema* spp. en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, Univ. Nal. Autón. México.

Moser, H.G. 1981. Morphological and functional aspects of marine fish larvae, p. 90-131. In: R. Lasker (ed.), Marine Fish larvae. Morphology, ecology, and relation to fishery. Univ. of Washington Press. Seattle.

Moser, H.G., E.H. Ahlstrom, D. Kramer & E.G. Stevens. 1974.

Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. CALCOFI Rep. Vol. XVII:112-128.

Nikolsky, G. V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. N. Y. 352 p.

Olvera L., R.M. & M.A. Padilla G. 1986. Evaluación de la población de sardinas japonesa (*Etrumeus teres*) y monterrey (*Sardinops sagax caerulea*) en el Golfo de California. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Sría. de Pesca. México. 5:1-29.

Páez Barrera, F. 1976. Desarrollo gonadal y fecundidad de sardina crinuda, *Opisthonema libertate* (Gunther), de la zona de Mazatlán, basadas en el análisis histológico de la gónada. Memorias del Primer Simposio Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México. S.I.C./ Subsecretaría de Pesca. Inst. Nal. de Pesca. p 207-264.

Pauly, D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Circ. 729:54 p.

Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Doc. Téc. Pesca 234:49 p.

Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM Stud. Rev. (8):325 p.

Pauly, D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic vertebrates, p. 7-34. In: D. Pauly & G.R. Morgan (eds.). Length based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. ICLARM, Manila, Philippines and KISR, Safat, Kuwait.

Peterson, C.L. 1956. Observations on the taxonomy, biology and ecology of the Engraulid and Clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Int. Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.* 1(5):139-280.

Powell, D. G. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency data in the catch. *Rapp. P-V. Reun. CIEM* 175:167-169.

Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board, Can.* 191:192 p.

Roden, G. I. 1972. Thermohaline structure and baroclinic flow across the Gulf of California entrance and in the Revillagigedo Island region. *J. Phys. Oceanogr.* 2(2):177-183.

Roden, G. I. & I. Emilsson. 1984. The Physical oceanography of the Gulf of California. *In: A. Ayala Castañares, F.B. Phleger, R.C. Schuartzlose & J. Vargas (eds.) The Gulf of California.* UNAM. México.

Rodríguez, J.A., J.A. Palacios & A.L. Chavarría. 1989. Época de maduración y fecundidad de la sardina gallera *Opisthonema medivastre* y *O. bulleri* (Pisces:Clupeidae) en la Costa Pacífica Central de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 37: 49-54.

Rodríguez Domínguez, G. 1987. Características bioecológicas de las tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, *O. medivastre* y *O. bulleri*) del Pacífico mexicano. Tesis Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B.C., México. 111 p.

Rosemberg, A.A. & J.R. Beddington. 1988. Length-based Methods of fish stock assessment. *In: G.A. Gulland (ed.) Fish populations dynamics.* John Wiley & Sons, London.

Rosemberg, A.A., J.R. Beddington & M. Basson. 1986. The growth and longevity of krill during the first decade of pelagic whaling. *Nature* 324:152-154.

Sánchez Palafox, A., J. A. de Anda Montañez, R. Gastelum Villarreal & O. R. Chapa Morales. 1987. Programa Sardina. Boletín No. 2. Centro. Reg. Invest. Pesq. de Mazatlán. Inst. Nal. Pesca, Sepesca. México.

SEPESCA. 1987. Pesquerías mexicanas: Estrategias para su administración. Secretaría de Pesca. 1a. Ed. México.

Shepherd, J.G. 1987a. A weakly parametric method for the analysis of length composition data, p. 113-120. *In: D. Pauly & G.R. Morgan (eds.) Length-baseds method in fisheries research.* ICLARM Conference Proceeding 13, 468 p. ICLARM, Manila, Philippines and KISR, Safat, Kuwait.

Shepherd, J. G. 1987b. Towards a method for short-term forecasting of catchrate based on length compositions, p 167-176. *In: D. Pauly & G.R. Morgan (eds.). Length-baseds method in fisheries research.* ICLARM Conference Proceeding 3, 468 p. ICLARM, Manila, Philippines and KISR, Safat, Kuwait.

Smith, P.E. & S.L. Richardson. 1979. Técnicas estandar para prospecciones de huevos y larvas pelágicas. *FAO Doc. Tec. Pesca* 175:107 p.

Sparre, P., E. Ursin & S.C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part. 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap. 306.1. Rome, FAO. 337 p.

Torres Villegas, J.R., C.G. García Melgar, R.I. Ochoa Báez & V.A. Levy Pérez. 1985. Parámetros reproductivos de las poblaciones de *Opishonema libertate* (Gunther) (Pisces:Clupeidae) y discusión sobre su evaluación por producción de huevos, en Bahía Magdalena, B.C.Sur, México. Inv. Mar. CICIMAR 2:45-59.

Torres Villegas, J.R. & L. Pérez Gómez. 1988. Variación de la fecundidad de *Opishonema libertate* (Gunther 1866) (Pisces:Clupeidae) de 1983 a 1985 en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Inv. Pesq. 52(2):193-206.

Van der Heiden, A. & L.T. Findley. 1988. Lista de los peces marinos del sur de Sinaloa, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 15(2):209-223.

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Biology 10(2):181-213.

Waldford, L.A., 1949. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. 90(2):141-147.

Wetherall, J.A., J.J. Polovina & S. Ralston. 1987. Estimating growth and mortality in a steady-state fish stock from length-frequency data, p. 53-74. In: D. Pauly & G.R. Morgan (eds.) Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. ICLARM, Manila Philippines and KISR, Safat, Kuwait.

Whitehead, P.J.P. 1985. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO. Fish. Synop. Vol 7 Pt. 1, 303 p.

Wyrski, K. 1965. Surface Currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. Int. Amer. Trop. Tunna Comm. Bull. 9(5):271-304.

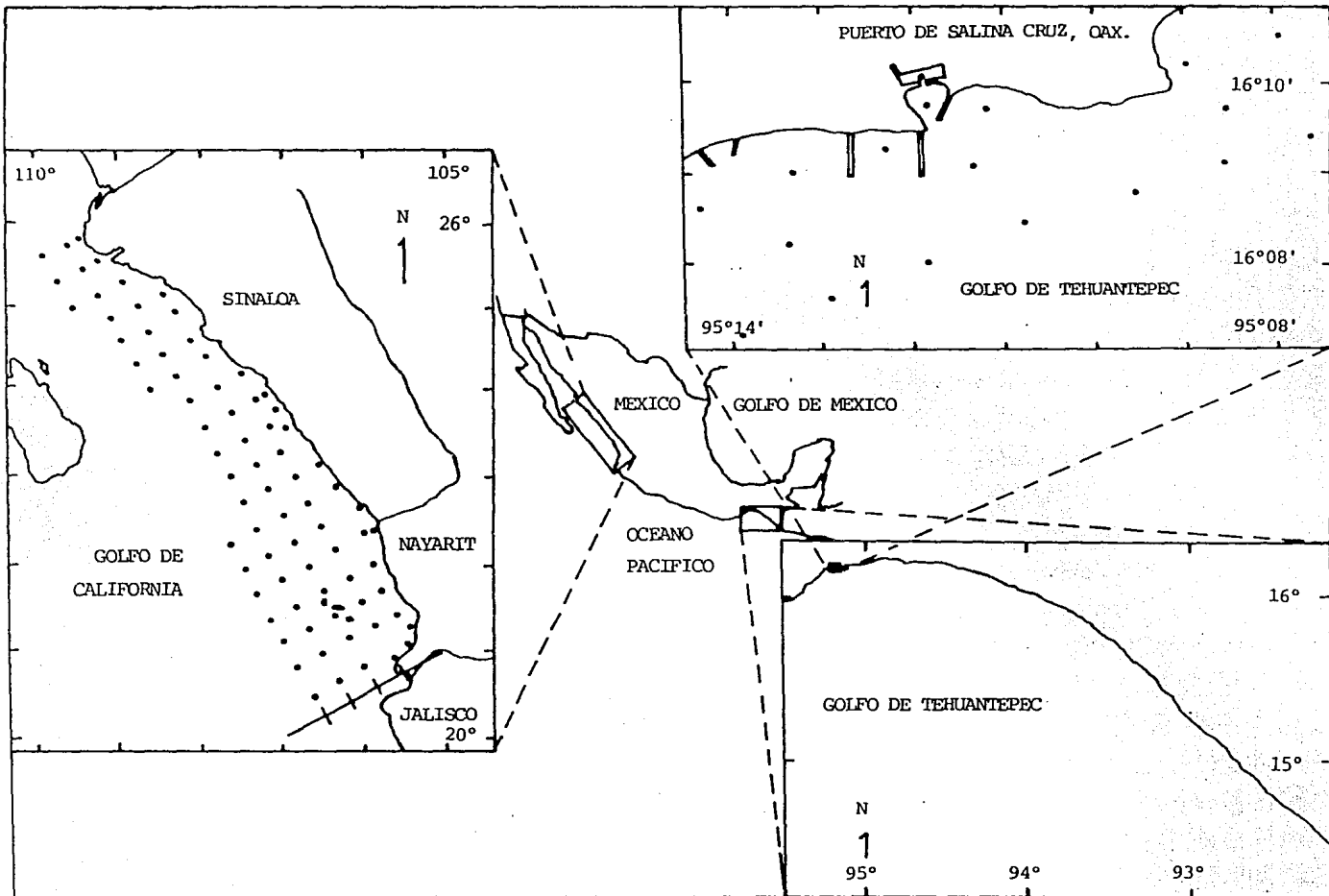


Fig. 1. Area de estudio. Región sur del Golfo de California, Golfo de Tehuantepec y Puerto de Salina Cruz en el litoral Pacífico de México.

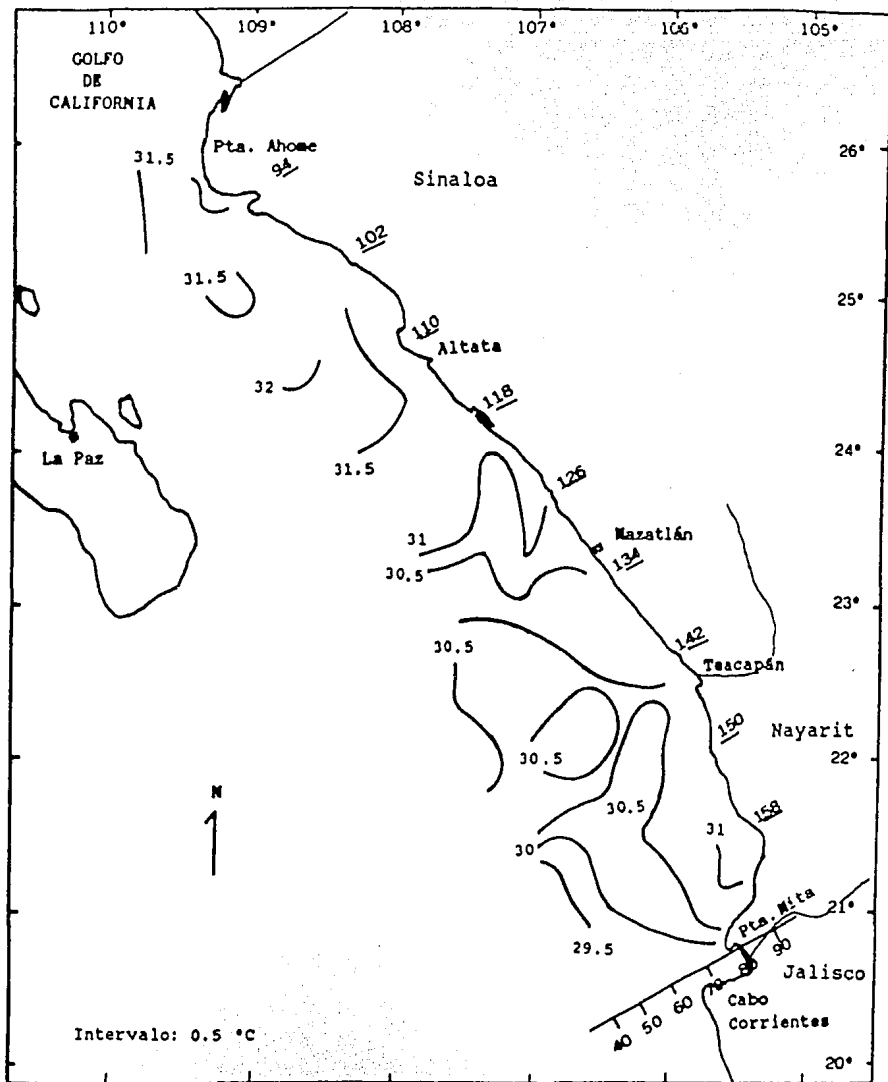


Fig. 2.- Isotermas a 10 m de profundidad en el sur del Golfo de California. Ago-sep. de 1987.

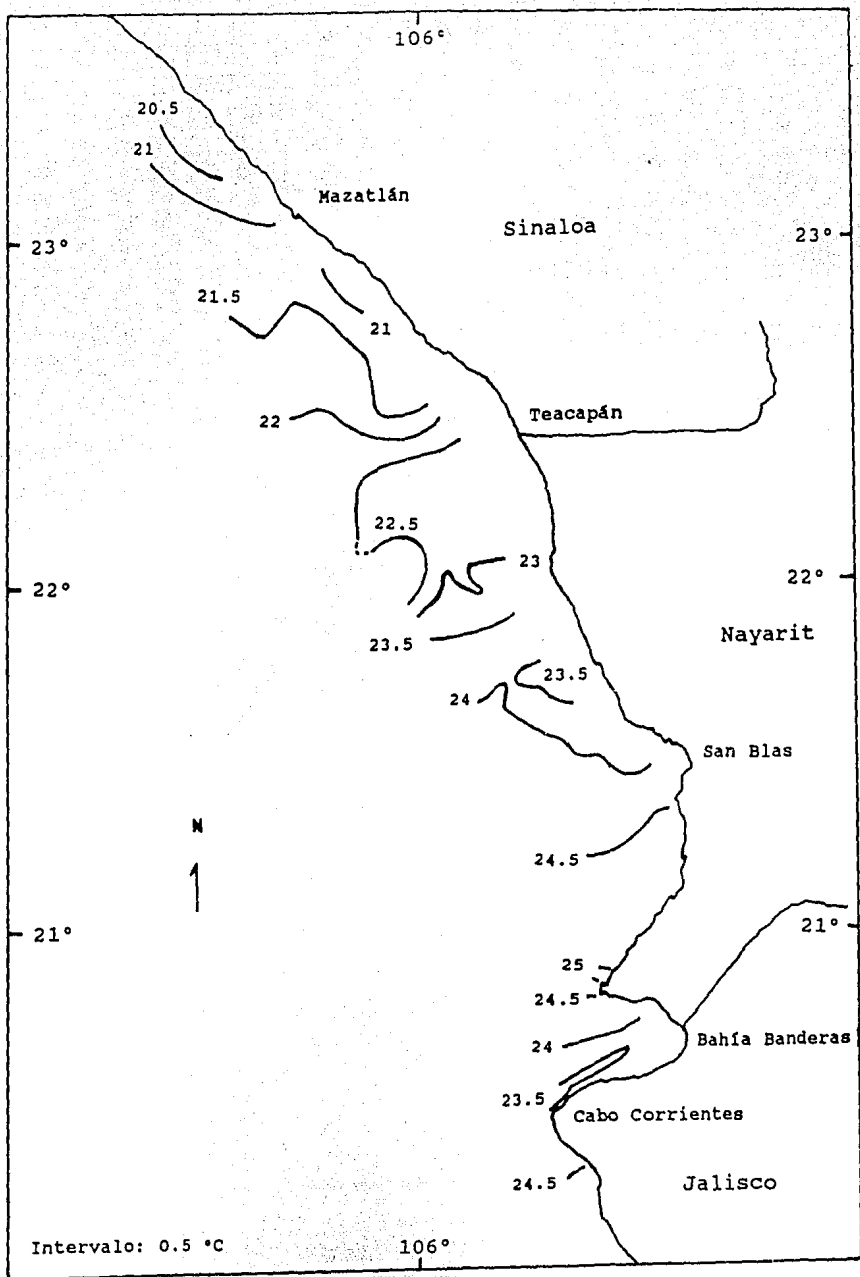


Fig. 3.- Isotermas a 10 m de profundidad en el sur del Golfo de California. Enero de 1988.

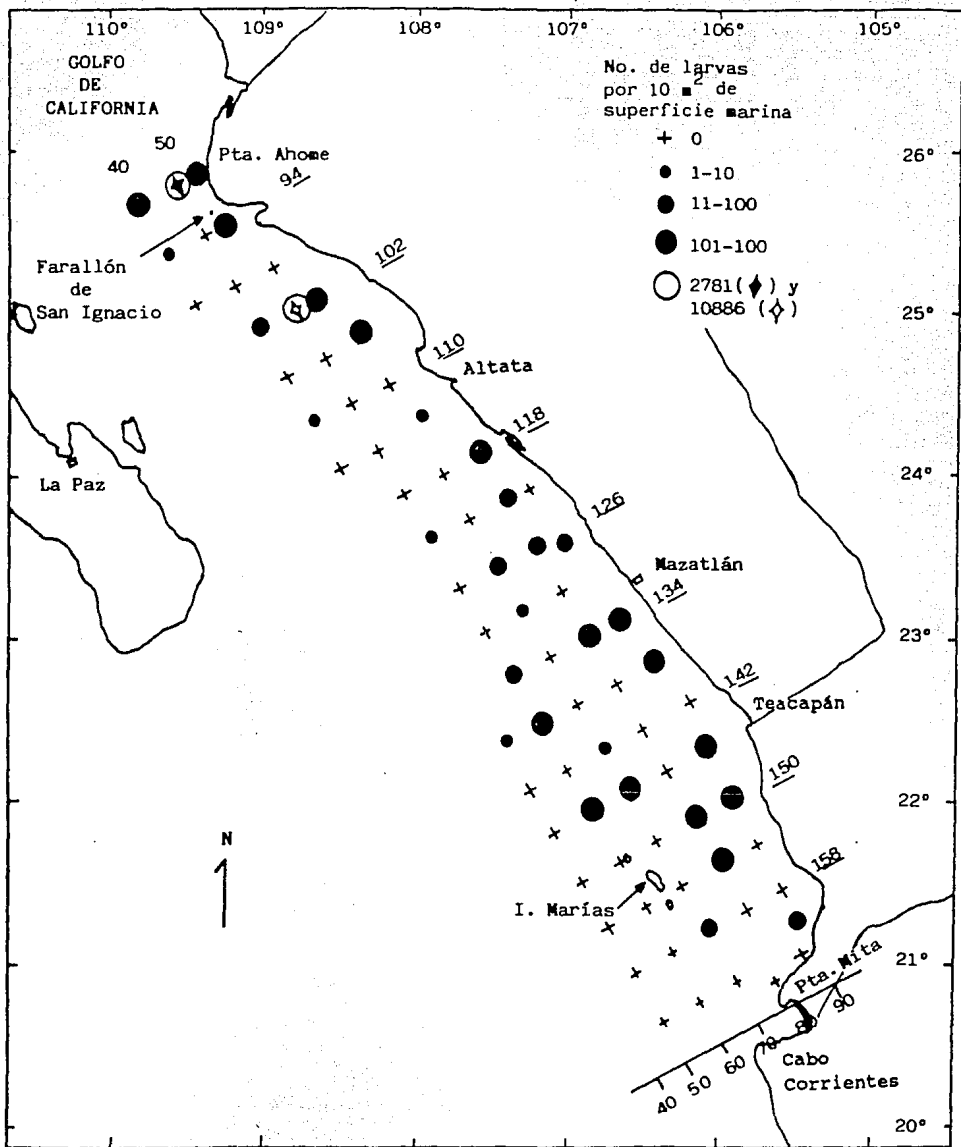


Fig. 4.- Estaciones de muestreo, distribución y abundancia de larvas de *Opishonema* spp. en el sur del Golfo de California. Ago-sep. de 1987.

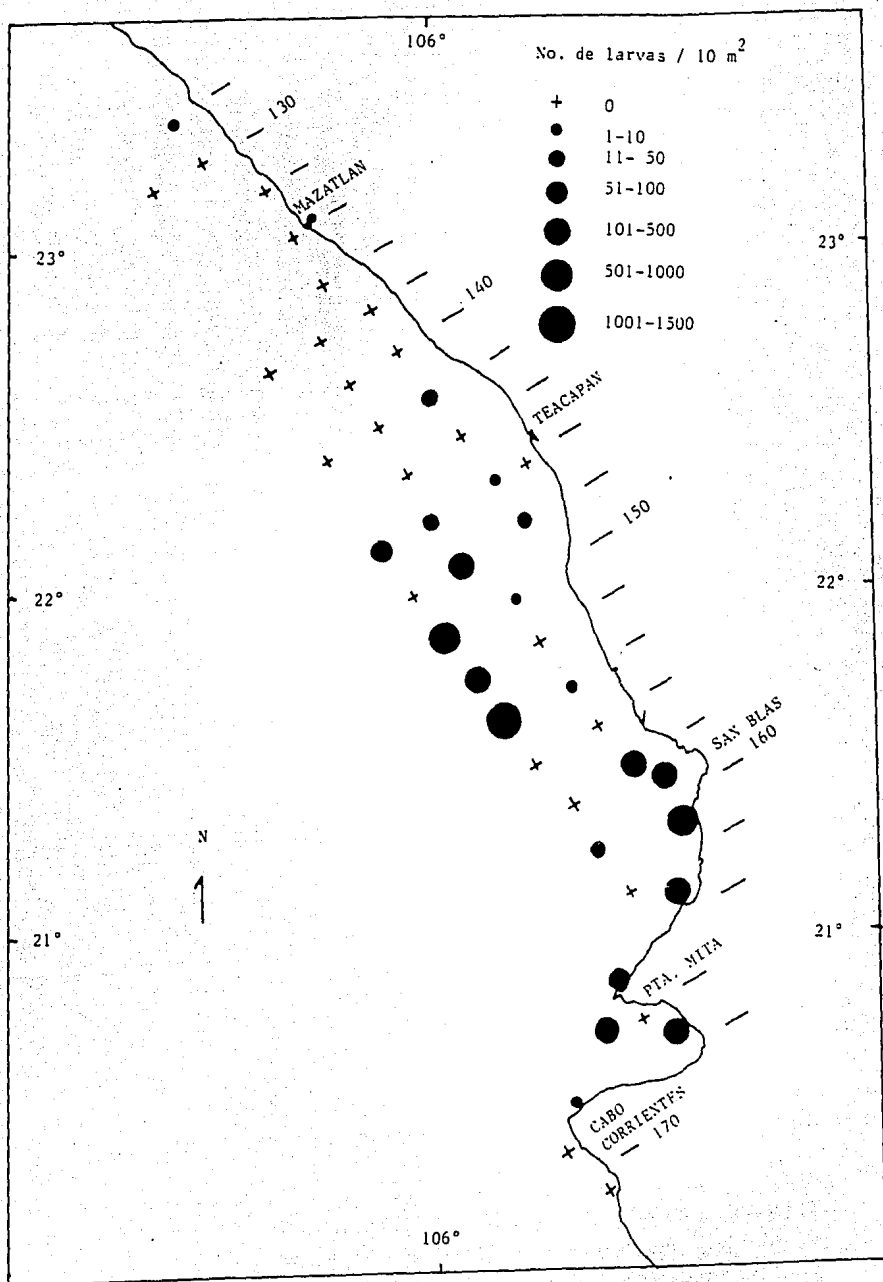


Fig. 5.- Estaciones de muestreo, distribución y abundancia de larvas de *Opisthonema* spp. en el sur del Golfo de California. Enero de 1988.

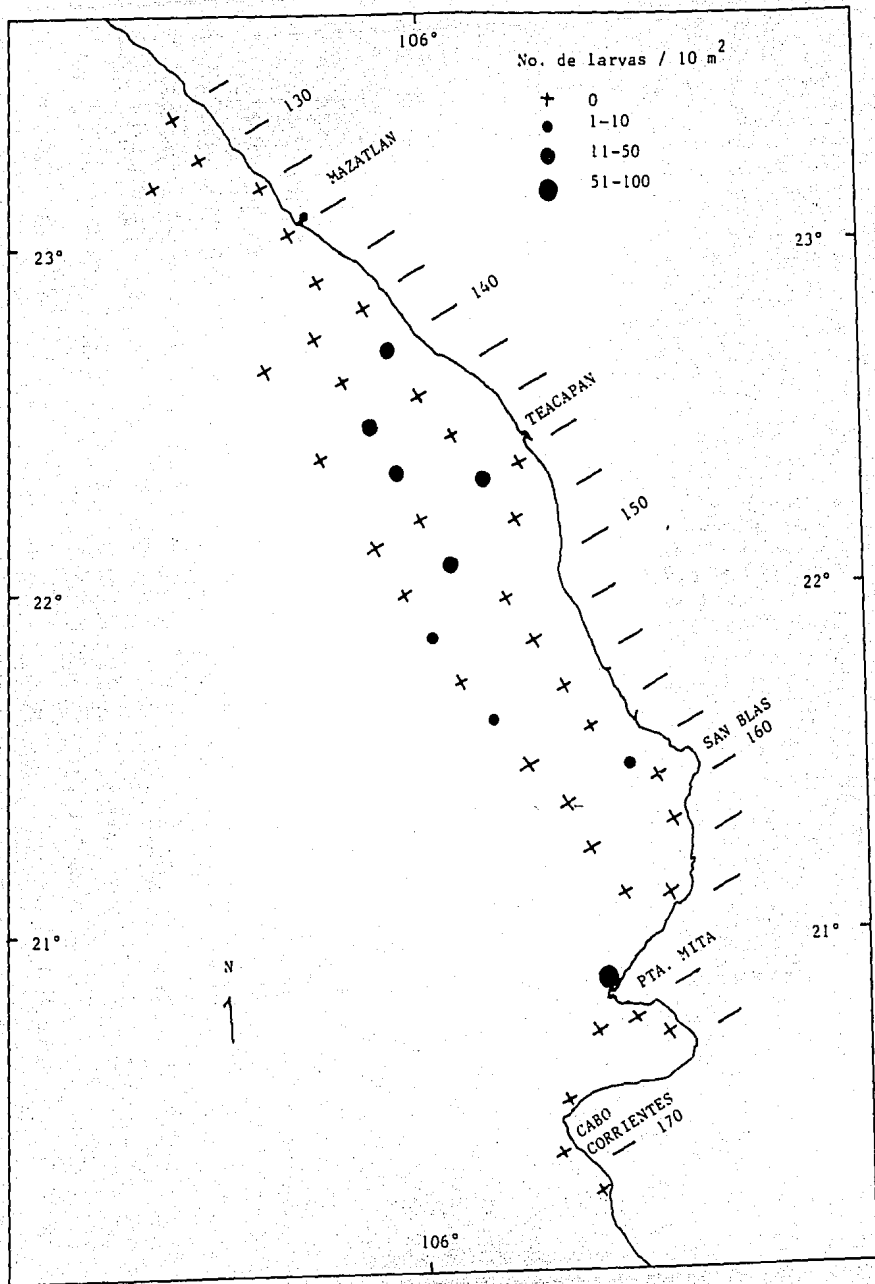


Fig. 6.- Distribución y abundancia de larvas de *E. teres* en el sur del Golfo de California. Enero de 1988.

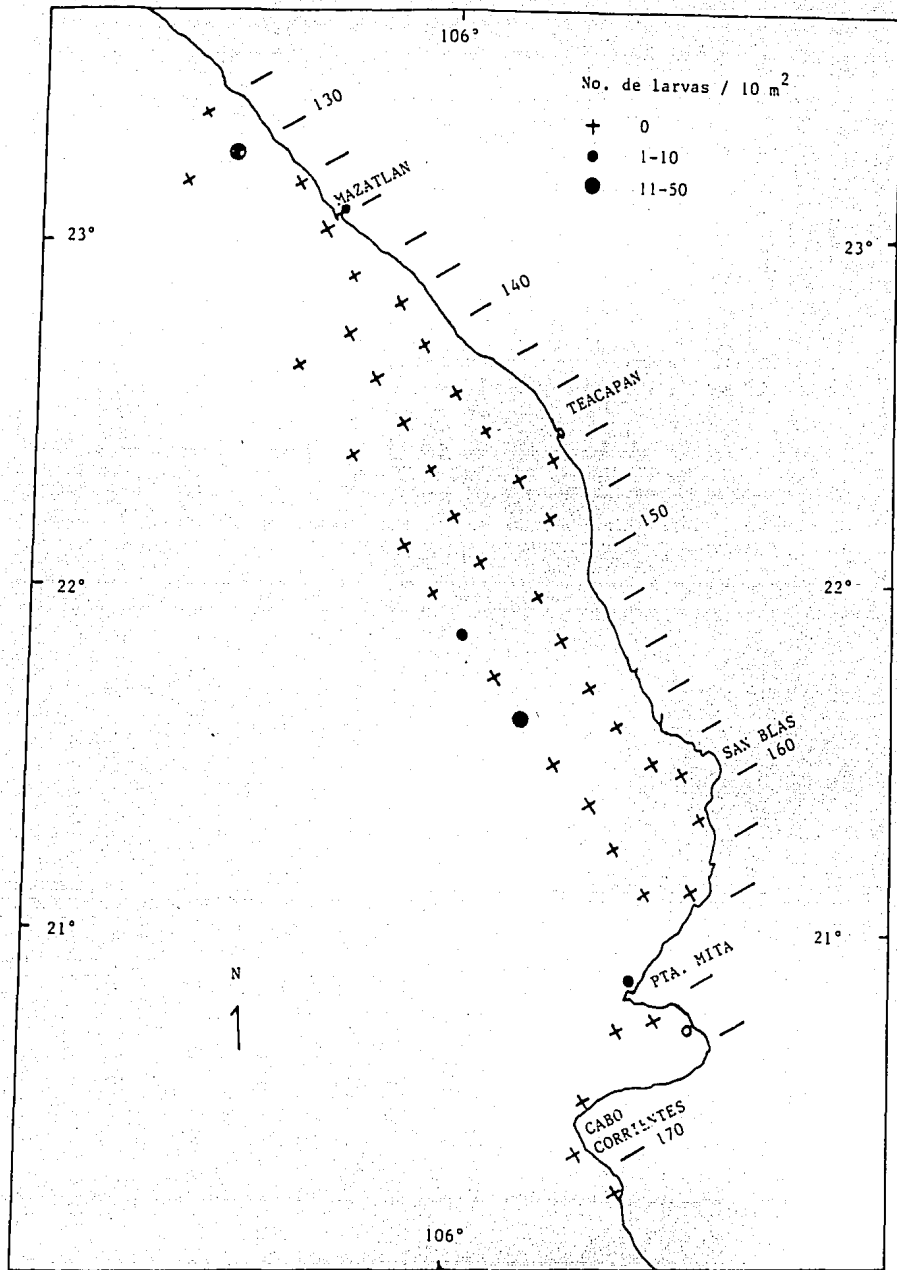


Fig. 7.- Distribución y abundancia de larvas de *S. sagax* (●), *H. thrissina* (○) y clupeidos Indeterminados Tipo A (●) en el sur del Golfo de California. Enero de 1988.

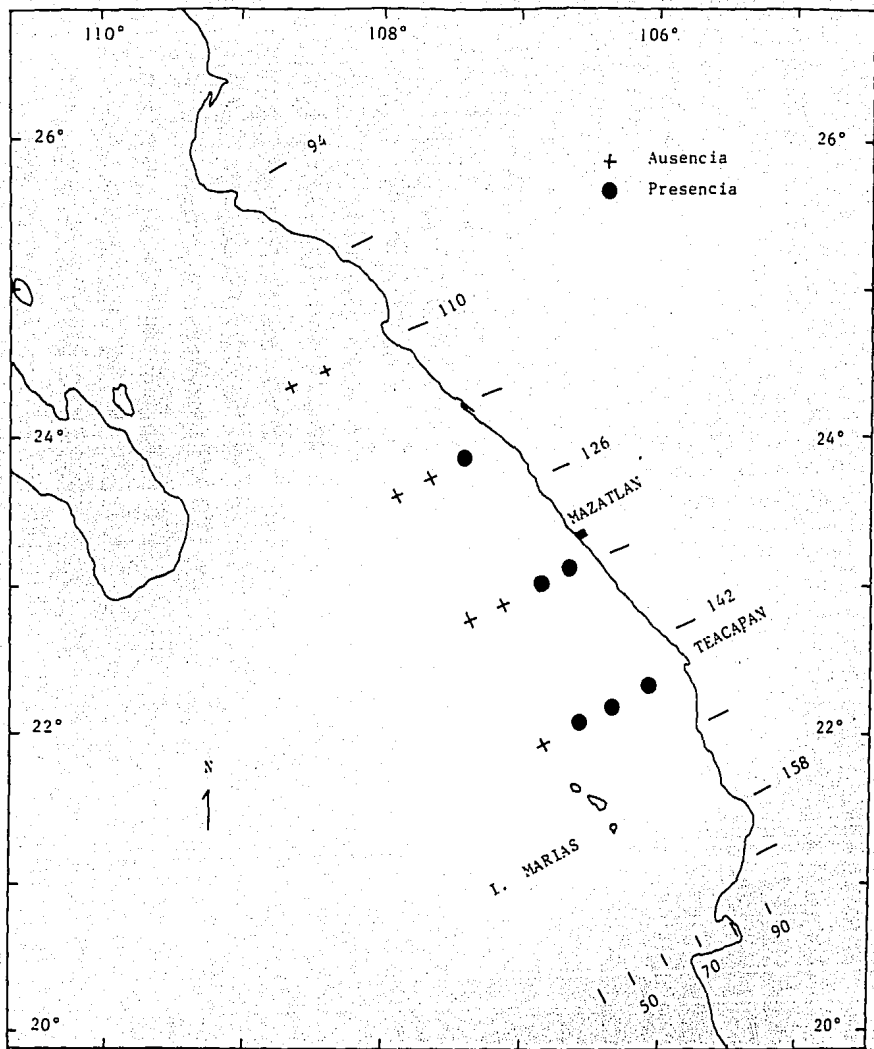


Fig. 8.- Estaciones de muestreo y presencia de larvas de *Opisthonema* spp. en el sur del Golfo de California. Ago-sep. de 1989.

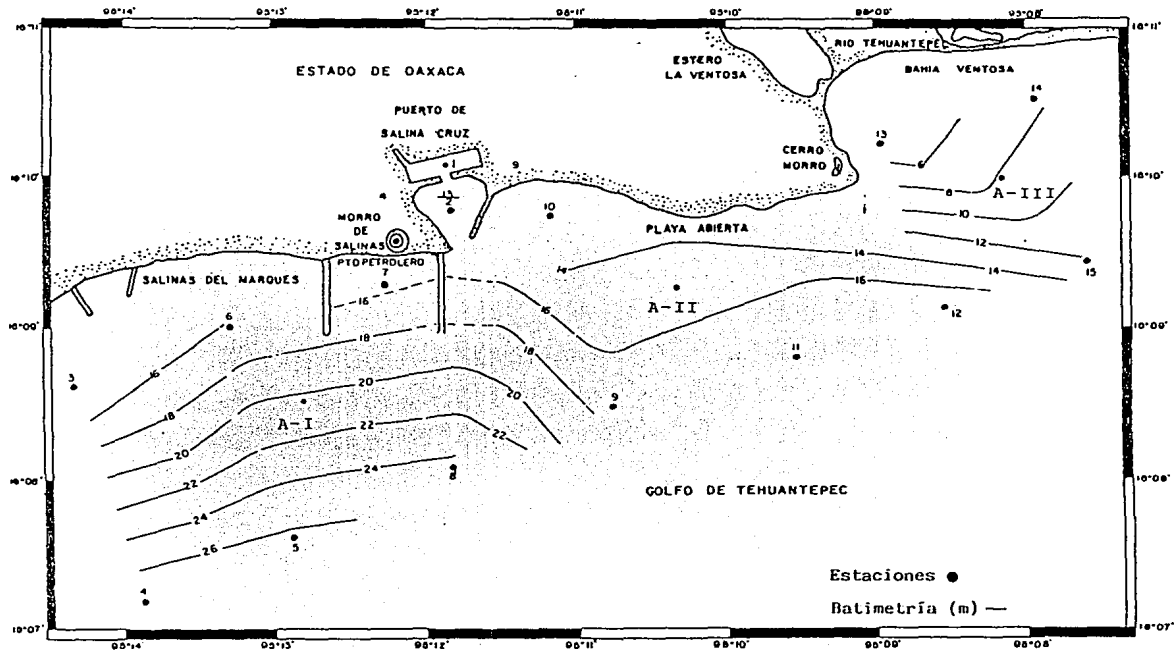


Fig. 9.- Area de estudio, estaciones de muestreo y batimetría
en las cercanías del Puerto de Salina Cruz, Oax.,
México, 1984-1985.

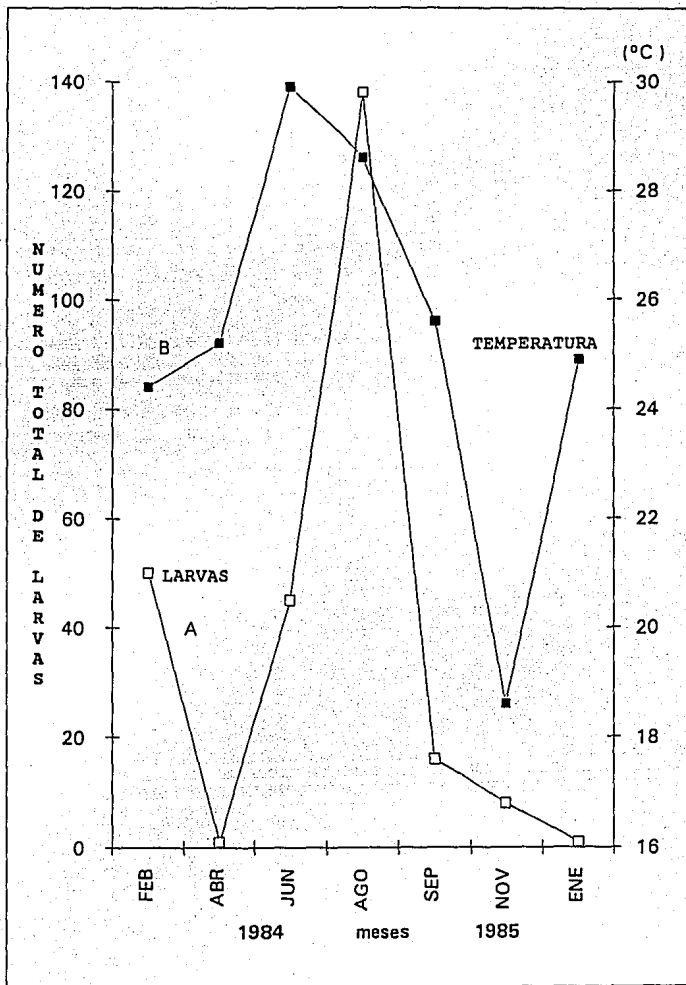


Fig. 10.- Abundancia estacional de larvas de *Opisthonema* spp. (A) y temperatura promedio (B) a 10 m de profundidad frente a Salina Cruz, Oax. 1984-1985.

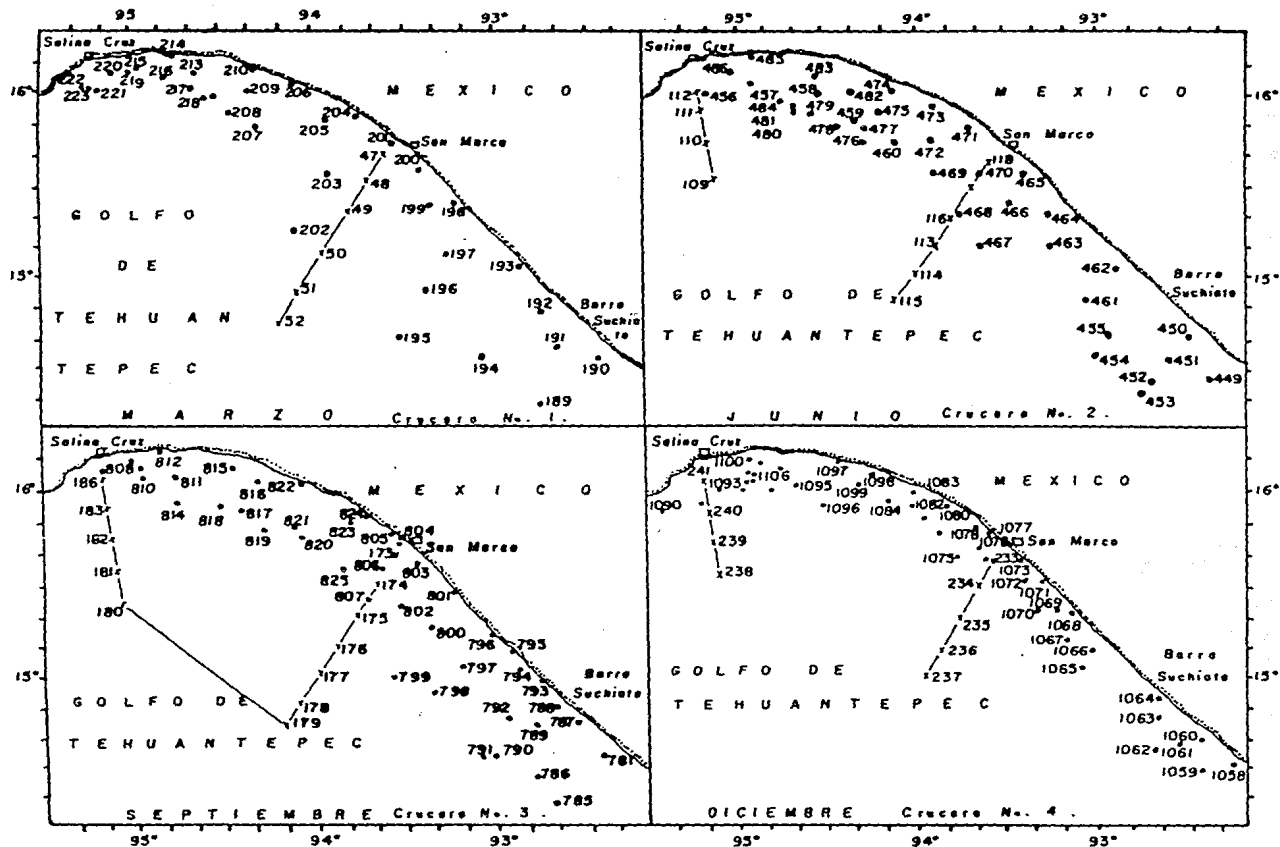


Fig. 11.- Area de estudio, estaciones de pesca para clupeidos adultos (●) y transectos oceanográficos (+) de las prospecciones del B/I "Dr. F. Nansen" en 1987. Golfo de Tehuantepec, México. 1987.

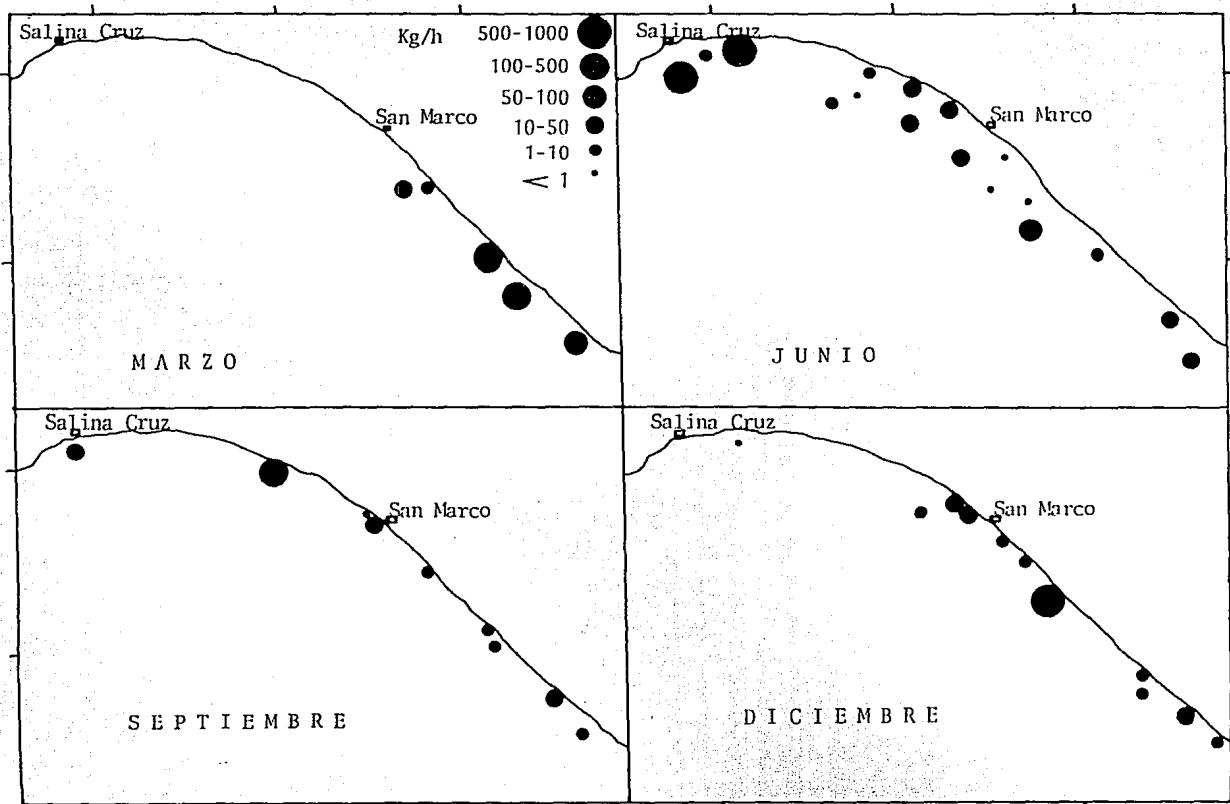


Fig. 12.- Distribución y abundancia (Kg/hr) estacional de organismos adultos de *O. libertate* del Golfo de Tehuantepec, México. 1987.

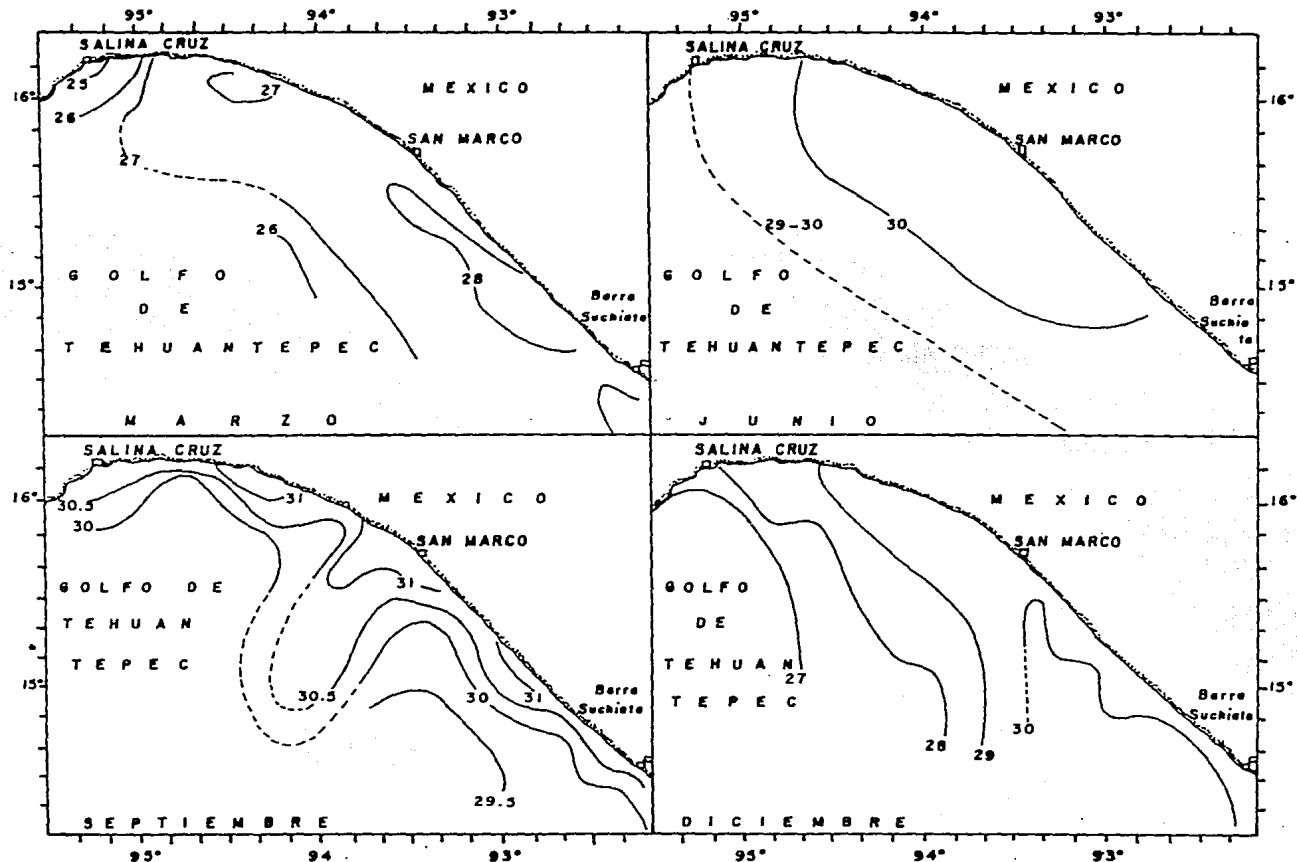


Fig. 13.- Variación estacional de la temperatura a 4 m de profundidad en el Golfo de Tehuantepec, México. 1987.

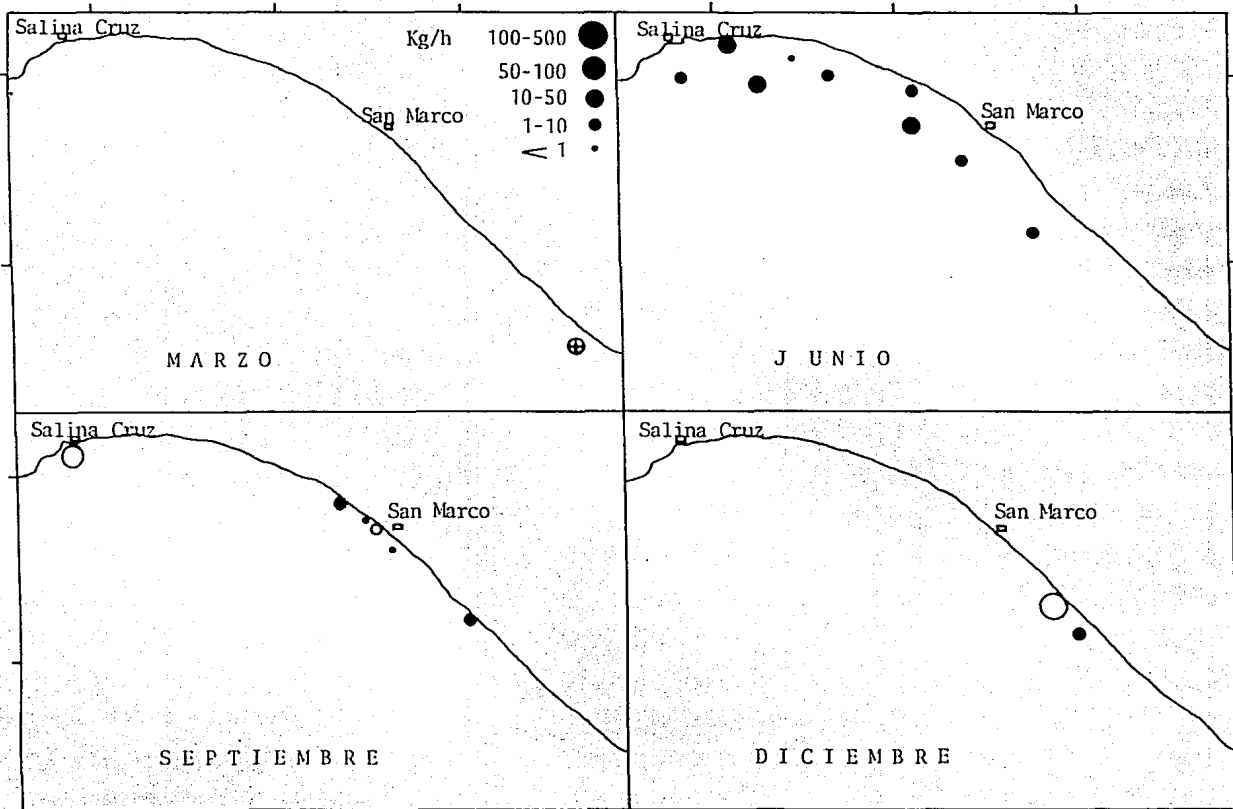


Fig. 14.- Distribución y abundancia (Kg/hr) estacional de organismos adultos de *O. bulleri* (●), *O. medirastre* (○) y Clupeidae (⊕) del Golfo de Tehuantepec, México. 1987.

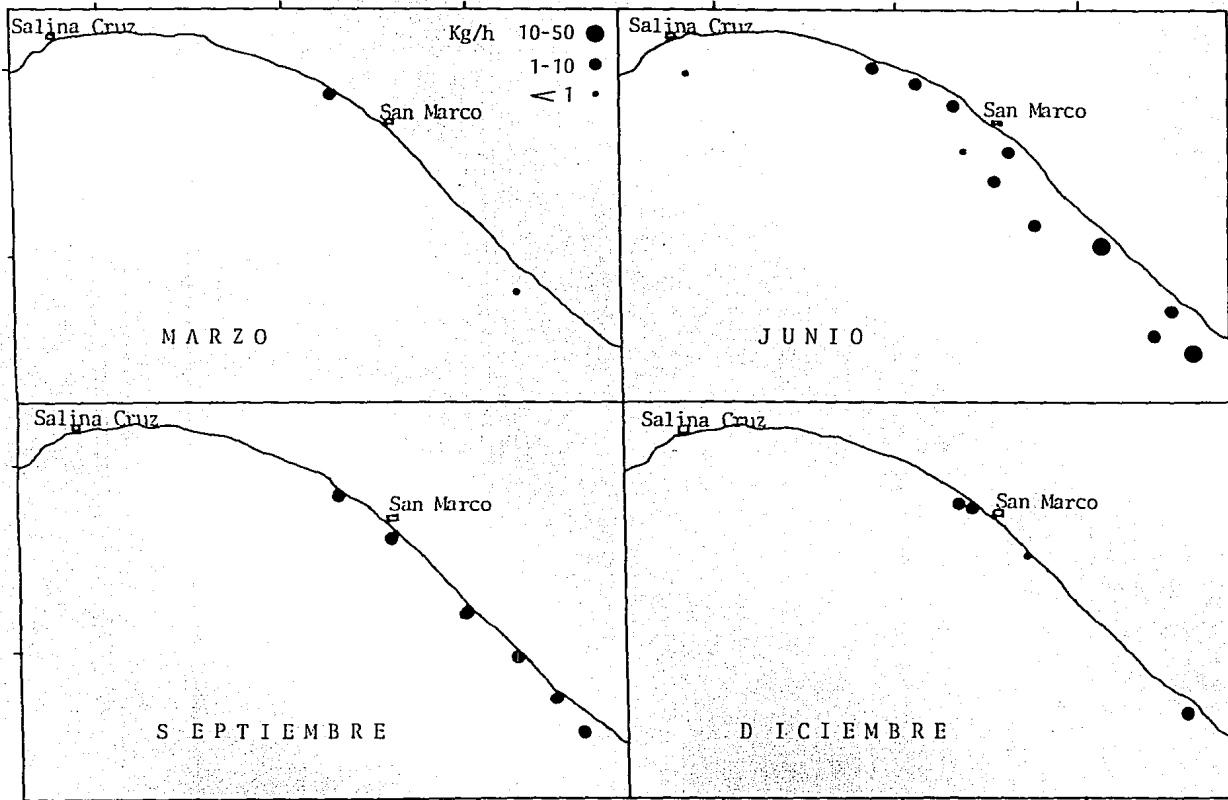


Fig. 15.- Distribución y abundancia (Kg/hr) estacional de organismos adultos de *O. dovi* del Golfo de Tehuantepec, México. 1987.

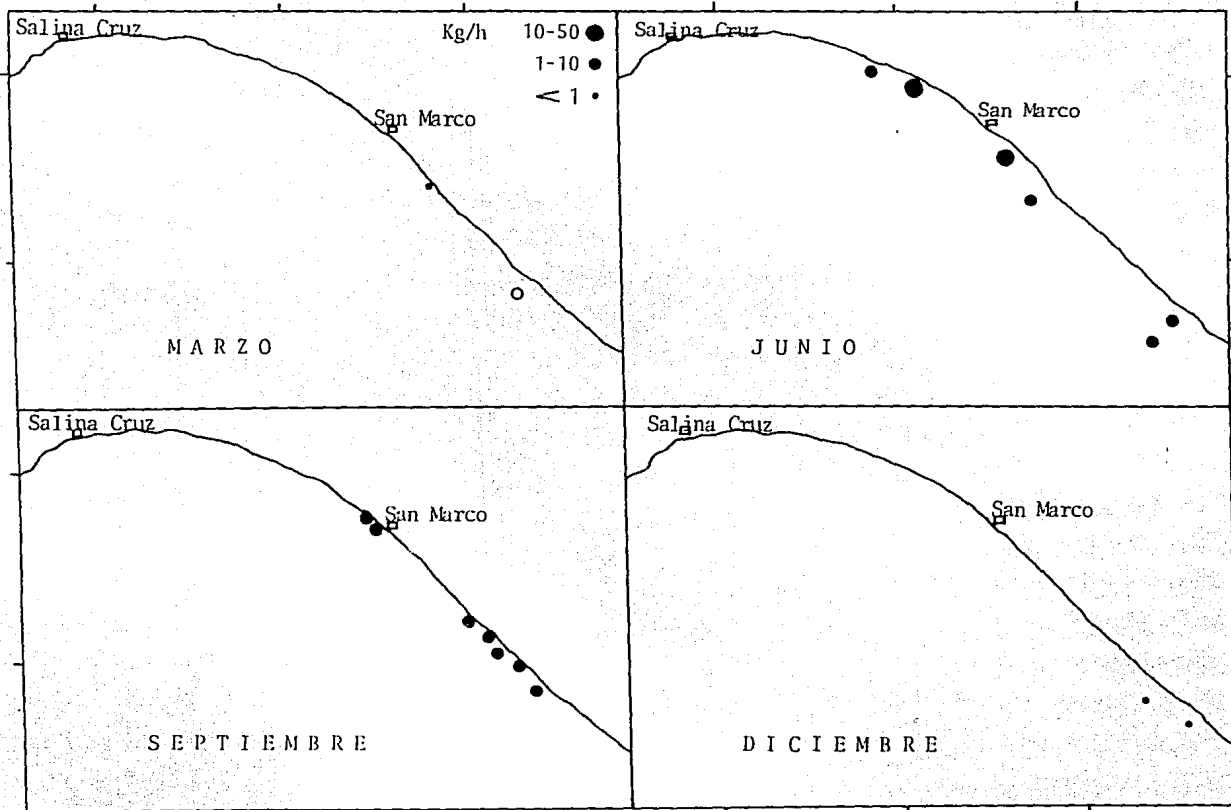


Fig. 16.- Distribución y abundancia (Kg/hr) estacional de organismos adultos de *O. equitoriales* (●) y *Opisthopterus* sp (○) del Golfo Tehuantepec, México. 1987.

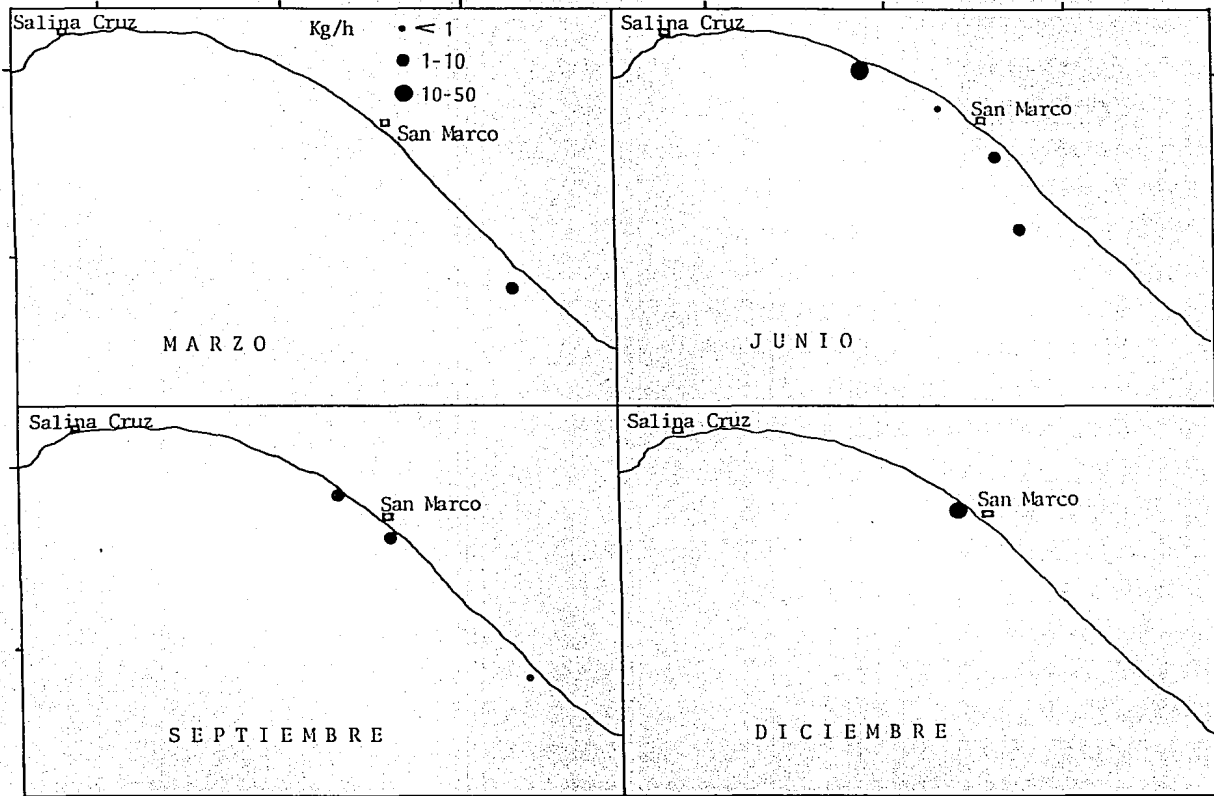


Fig. 17.- Distribución y abundancia (Kg/hr) estacional de organismos adultos de *H. thrissina* del Golfo de Tehuantepec, México. 1987.

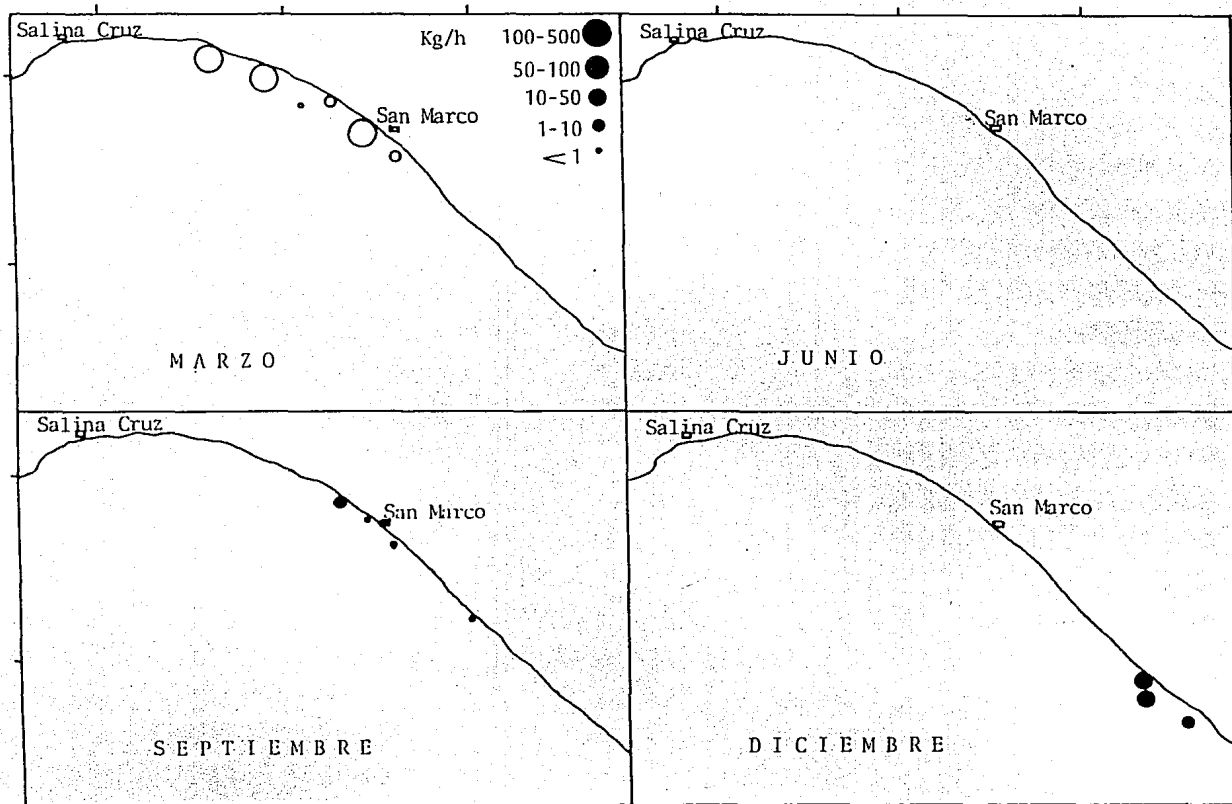


Fig. 18.- Distribución y abundancia (Kg/hr) estacional de organismos adultos de *N. tropicus* (●) y *Opisthonema* spp. (○) del Golfo de Tehuantepec, México. 1987.

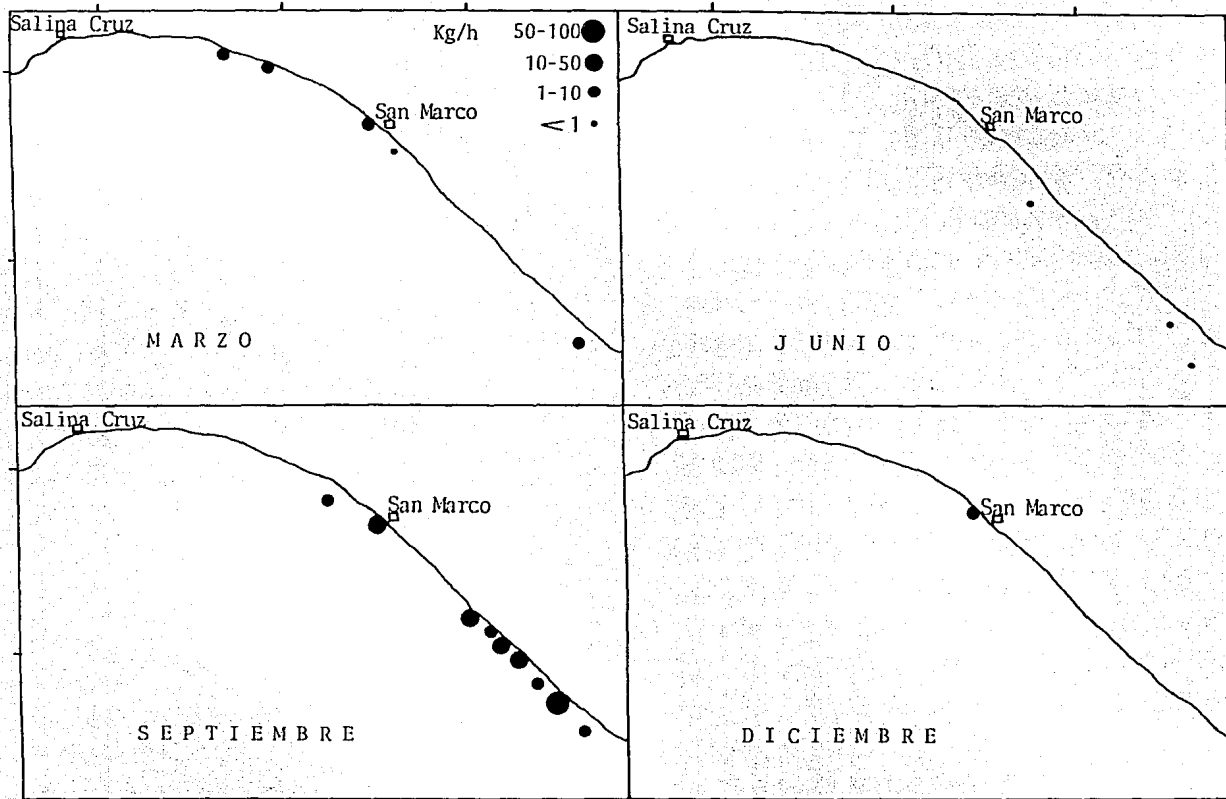


Fig. 19.- Distribución y abundancia (Kg/hr) estacional de organismos adultos de *P. lutipinnis* del Golfo de Tehuantepec, México. 1987.

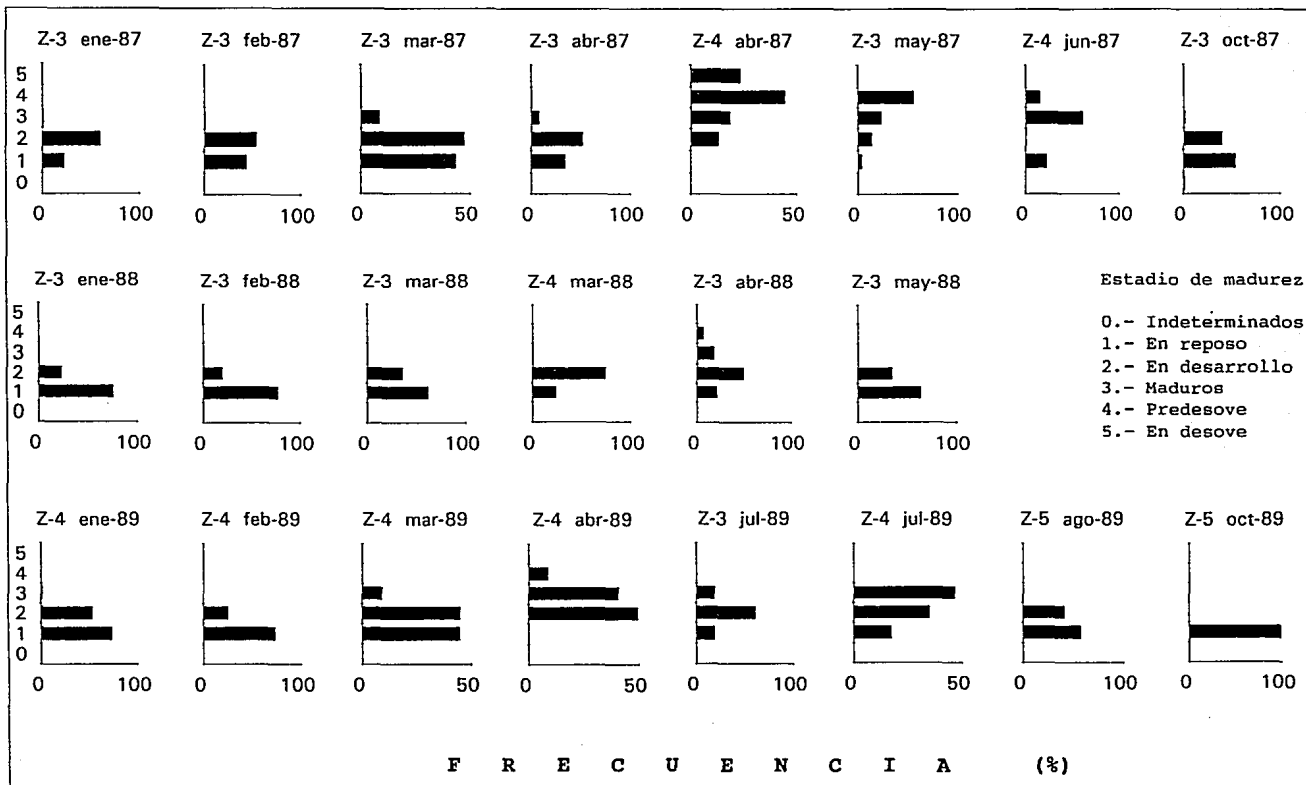


Fig. 20.- Madurez gonádica de *O. libertate* del Golfo de California en el período 1987-89.

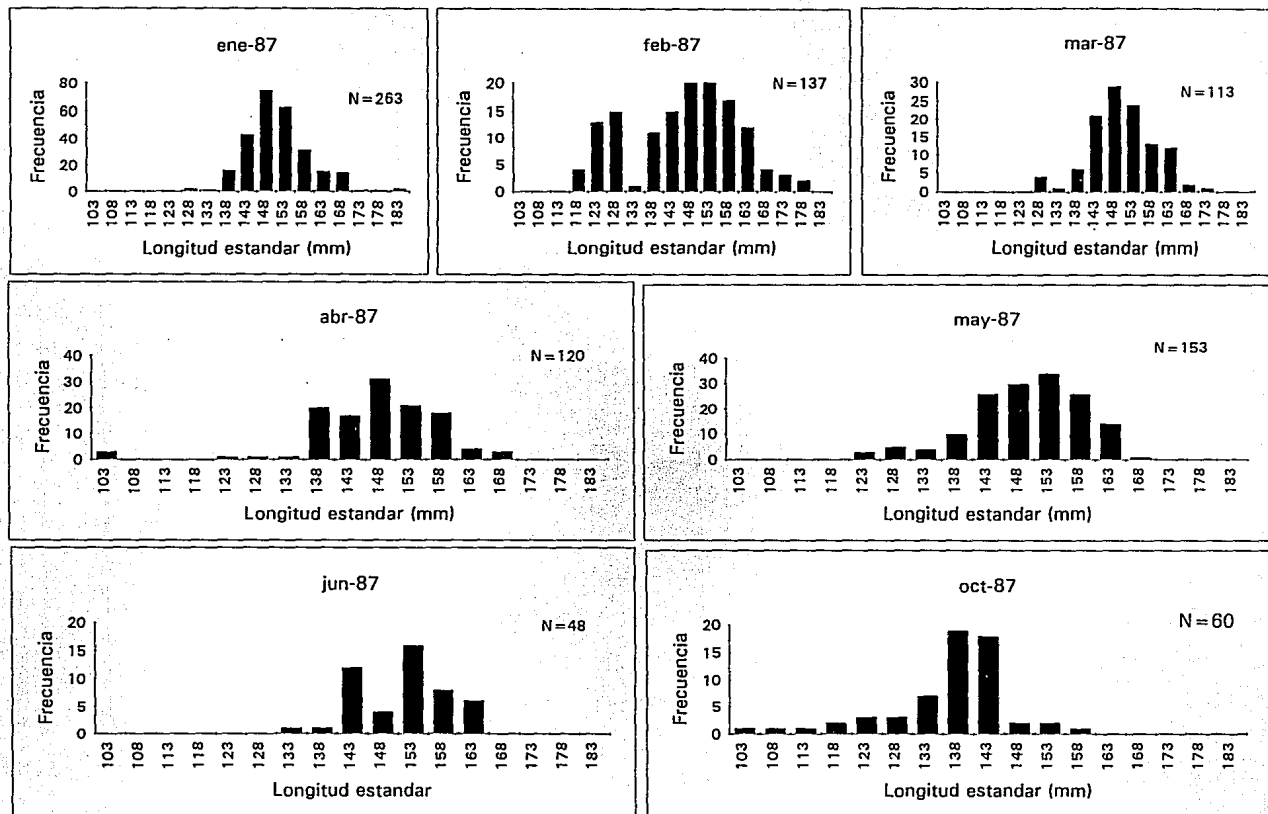


Fig. 21.- Distribución de las frecuencias de longitud estandar de *O. libertate* del sur del Golfo de California, 1987.

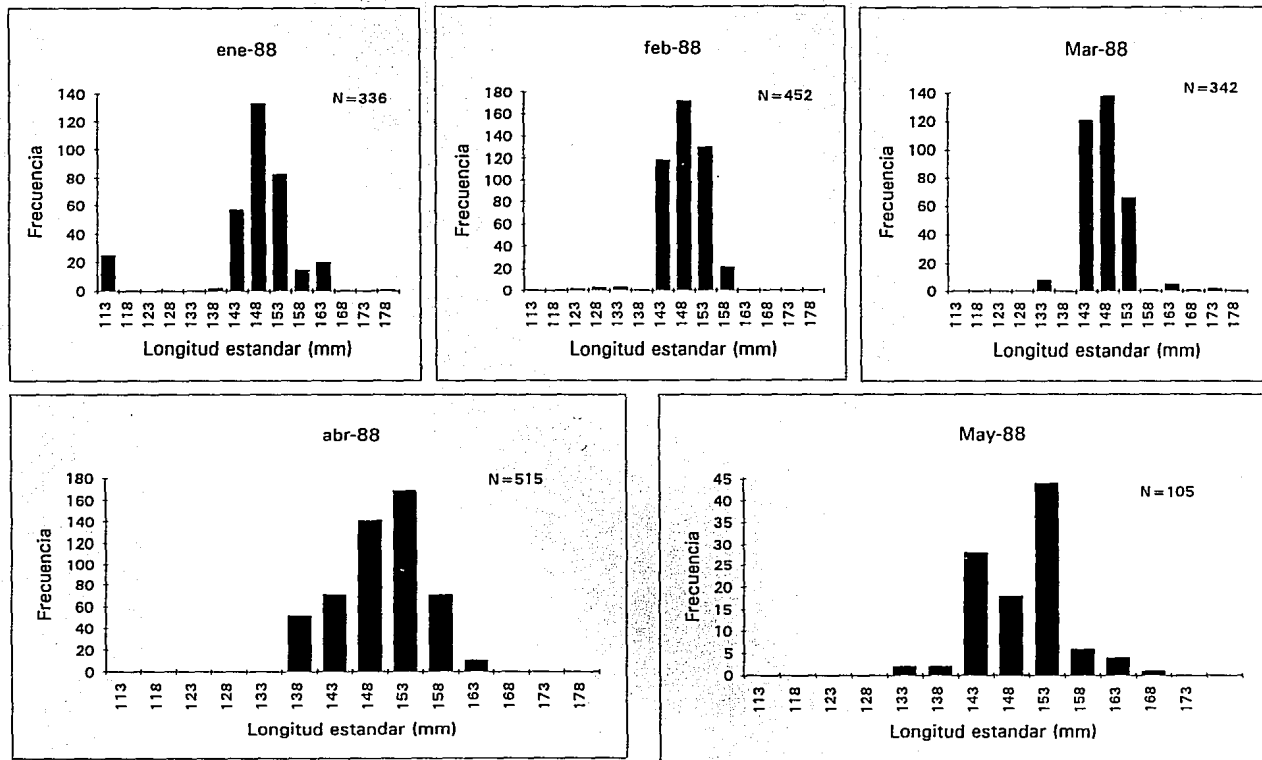


Fig. 22.- Distribución de las frecuencias de longitud estandar de O. libertate del sur del Golfo de California, 1988.

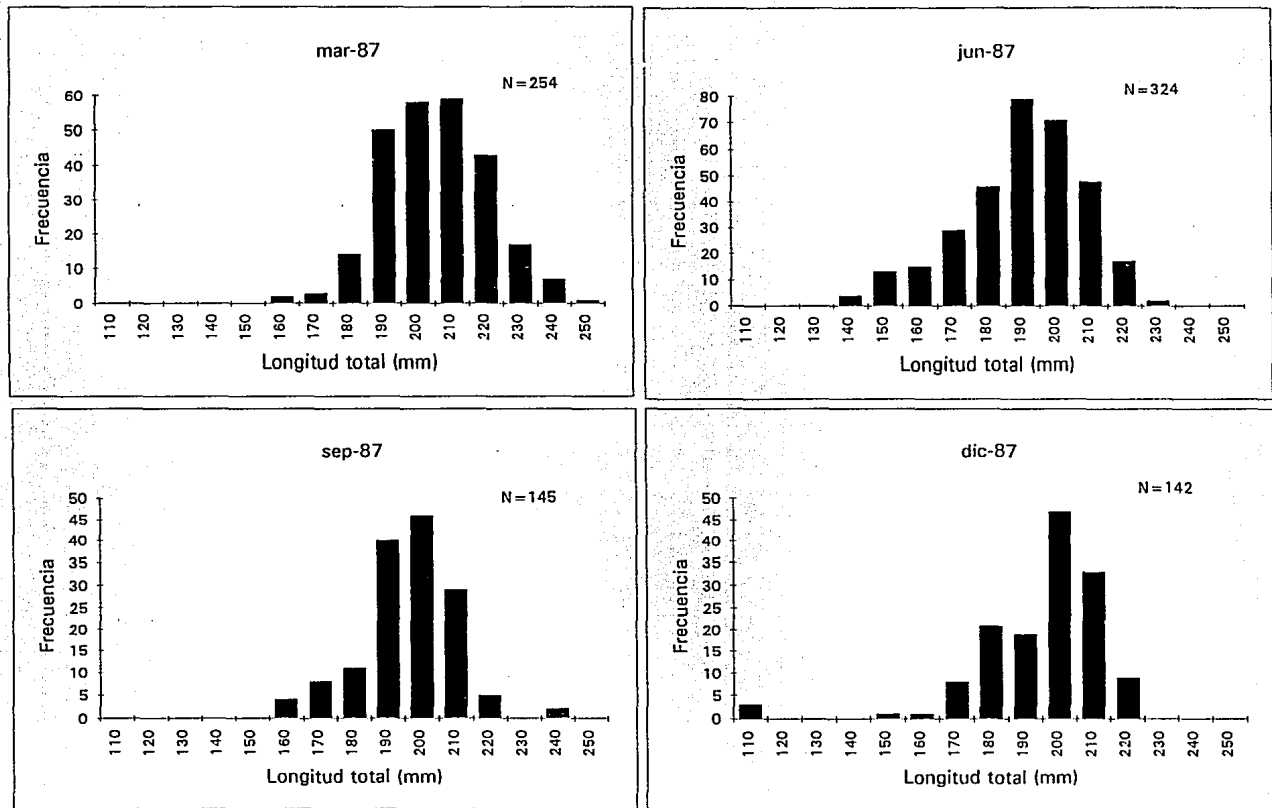


Fig. 23.- Distribución de las frecuencias de longitud total de O. libertate del Golfo de Tehuantepec, 1987.

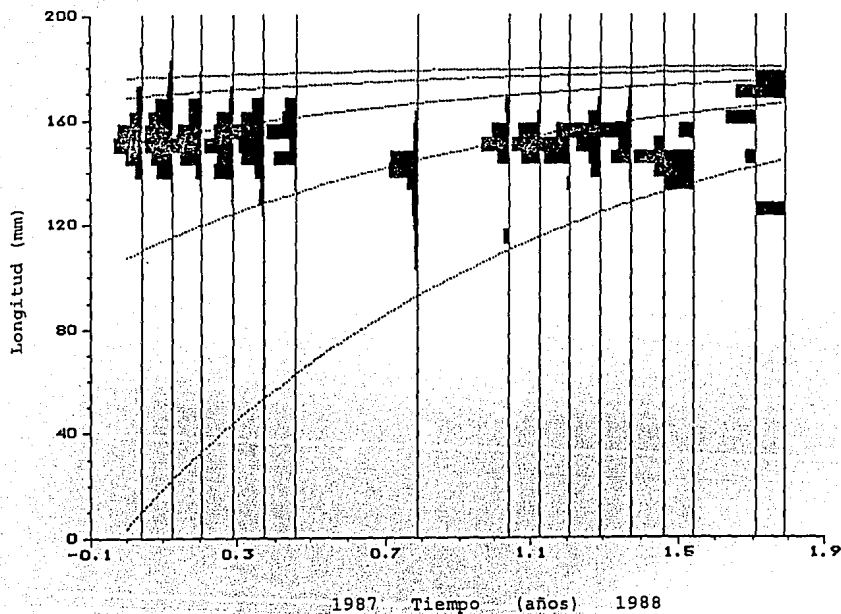


Fig. 24.- Curva de crecimiento de *O. libertate* del sur del Golfo de California de acuerdo al método de López-Veiga. Promedio 1987-88.

$$L_t = 181.42 [1 - e^{-10.8783 (t - (-0.024))}]$$

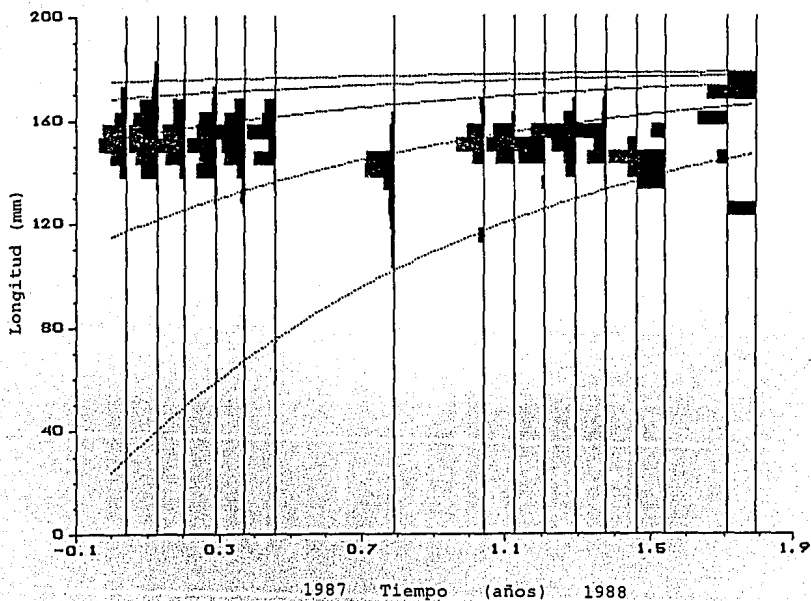


Fig. 25.- Curva de crecimiento de *O. libertate* del sur del Golfo de California de acuerdo al método de Ford-Waldford. Promedio 1987-88.

$$L_t = 179.41 [1 - e^{-0.8800(t - (-0.162))}]$$

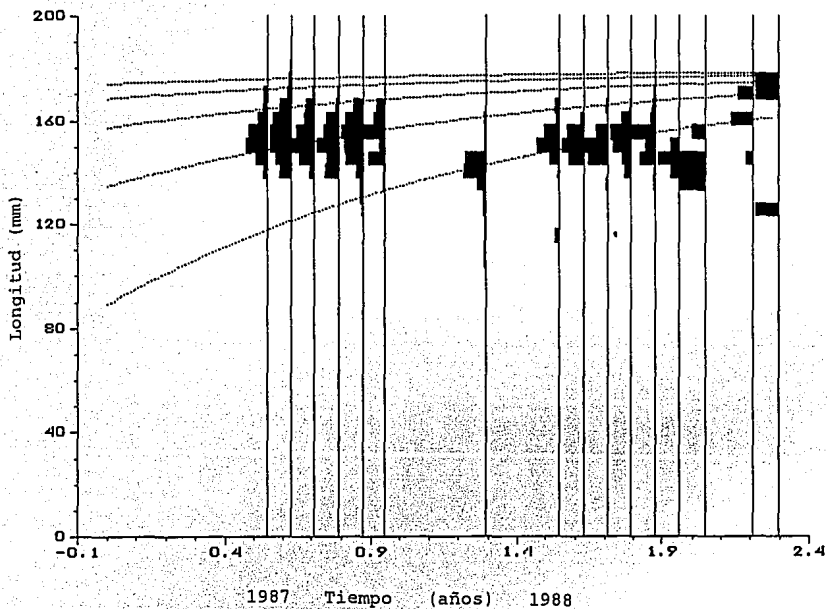


Fig. 26.- Curva de crecimiento de *O. libertate* del sur del Golfo de California de acuerdo al método ELEFAN. 1987-88.

$$L_t = 179.41 [1 - e^{-(0.7009(t - (-0.9800)))}]$$

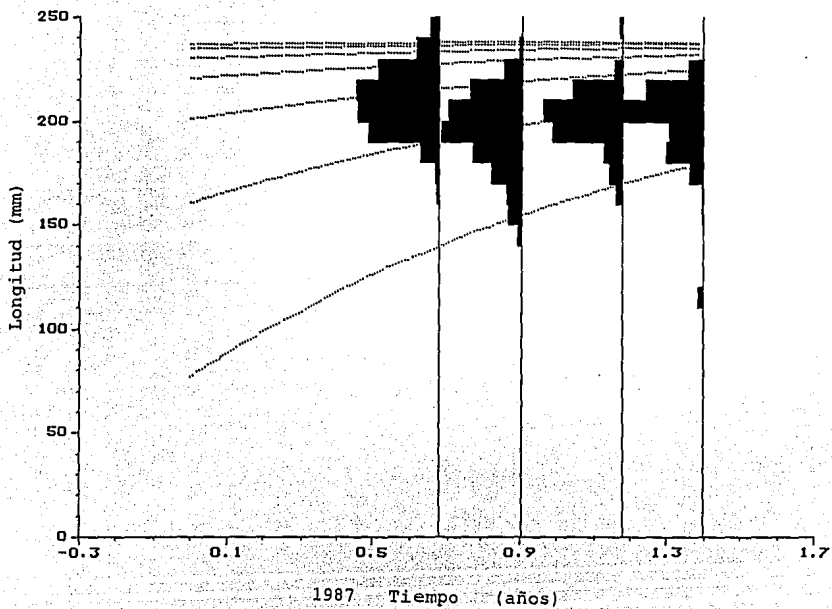


Fig. 27.- Curva de crecimiento de *O. libertate* del Golfo de Tehuantepec de acuerdo al método SCLA y ELEFAN. 1987

$$L_t = 239.26 [1 - e^{-0.7200(t - (-0.5400))}]$$

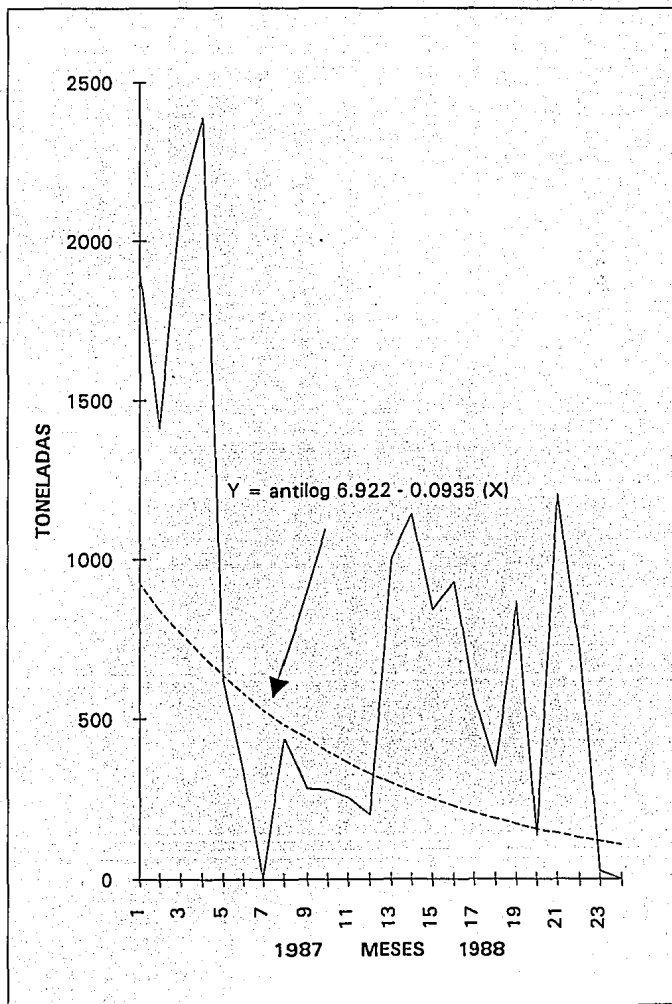


Fig. 28.- Variación mensual de las capturas de *Opisthonema* spp en el sur del Golfo de California.