Centro de Investigacion Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada

FLUCTUACIONES DE LA SARDINA CRINUDA Opisthonema spp. DESEMBARCADA EN TRES PUERTOS DEL PACIFICO MEXICANO. 1973-1991.

TESIS

MAESTRIA EN CIENCIAS

LOURDES PATRICIA LYLE FRITCH

ENSENADA, B. C. MEXICO. NOV. DE 1995.

RESUMEN de la tesis de Lourdes Patricia Lyle Fritch presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRA EN CIENCIAS en ECOLOGIA. Ensenada, Baja California, México. Noviembre de 1995.

FLUCTUCACIONES DE LA SARDINA CRINUDA (*Opisthonema* spp.) DESEMBARCADA EN TRES PUERTOS DEL PACIFICO MEXICANO. 1973-1991.

Resumen aprobado por:

[redacted]

Se analizaron las capturas y las capturas por unidad de esfuerzo de sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) de 1973 a 1991 de: Bahía Magdalena, B.C.S., Mazatlán, Sin. y Guaymas, Son.; sus fluctuaciones estacionales e interanuales y su relación con la temperatura superficial del mar. Se aplicó el análisis de densidad espectral de Fourier a las capturas, capturas por unidad de esfuerzo y a las temperaturas. Las capturas de Guaymas han sido las más altas de los tres puertos. No obstante, la captura por unidad de esfuerzo de Mazatlán resultó ser mayor que la de Guaymas. Se dan evidencias que sugieren que la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*) de Mazaltán y Guaymas pertenecen a una misma población. Las capturas del Golfo de California presentaron un patrón estacional; máximas capturas en invierno y primavera asociadas a las menores temperaturas, y mínimas capturas en verano y otoño cuando las temperaturas son mayores. Este patrón estacional puede ser originado por la concentración del recurso durante los meses en que se presentan las surgencias, y su dispersión en los meses de verano, cuando se efectúa la reproducción de la especie más abundante (*Opisthonema libertate*). El análisis espectral ratificó la variación estacional con períodos menores de 1 año en el golfo. Las máximas capturas anuales de Bahía Magdalena se realizan durante los años con temperaturas frías. Interanualmente las máximas capturas por unidad de esfuerzo de Mazatlán y Guaymas se han presentado en los años más cálidos cuando domina la masa de Agua Superficial Ecuatorial, y las mínimas cuando existen las anomalías térmicas negativas. La captura y la captura por unidad de esfuerzo de Mazatlán y Guaymas mostraron como una de las frecuencias promedio de largo período más importante las de periodicidad de 9 años 5 meses que es independiente de la temperatura, mientras la de periodicidad de 4 años 9 meses que se manifestó en las series de la captura de Mazatlán y Guaymas, en la cpue de Guaymas y en la temperatura de Mazatlán puede estar asociada al evento del fenómeno del Niño.

ABSTRACT

Landings of Pacific thread herring (*Opisthonema* spp.) since 1973 to 1991 from three Mexicans ports: Bahía Magdalena, B.C.S., Mazatlán, Sin. and Guaymas, Son., Mex.; their seasonal and interannual fluctuations and their relationship with sea surface temperature, were analyzed. Spectral Fourier analysis for the capture, capture per unit effort and temperatures was aplicated. Landings from Guaymas have been the higher of the three ports. Nevertheless, the catch per unit effort from Mazatlán was higher than Guaymas. Evidence suggest that Pacific thread herring from Mazatlán and Guaymas belongs to the same population. The capture from Gulf of California showed a seasonal pattern; maximum landings at winter and spring were associated to the lower temperatures and minimum captures to fall and autum when the temperatures are higher. This seasonal pattern may be due to the concentration of the resource during winter months when upwelling is strongest, and dispersion during fall, when reproduction of the most abundant species (*Opisthonema libertate*) occurs. Seasonal variation with periods lower than one year were showed by spectral analysis. The maximum annual catch from Bahía Magdalena occurs under colder years. The maximum capture by unit effort was found during the warmers years, and the lower with negatives thermal anomalies. The catch and the catch per unit effort from Mazatlán and Guaymas showed one of the more important frequencies of 9 years 5 months that was independent of temperature. The periodicity of 4 years 9 months manifested in the series of catch from Mazatlán and Guaymas and in the catch per unit effort from Guaymas and in the temperature from Mazatlán could be associated with El Niño event.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE

EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE OCEANOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

FLUCTUACIONES DE LA SARDINA CRINUDA (*Opisthonema* spp.) DESEMBARCADA EN TRES PUERTOS DEL PACIFICO MEXICANO.1973-1991.

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para

obtener el grado de MAESTRA EN CIENCIAS presenta:

LOURDES PATRICIA LYLE FRITCH

Ensenada, Baja California, México. Noviembre de 1995.

DEDICATORIA

A mis padres Ricardo y Concepción por su ejemplo y su apoyo total en mis aciertos y errores, y por darme la seguridad de que puedo hacer lo que me proponga.

A mis hermanos Laura, Meche, Carmela, Ricardo, Roberto, Raul, Any, Liliana y Jorge.

Y a mis amigos, que no menciono por su nombre por temor a cometer omisiones.

AGRADECIMIENTOS

A Cesar O. Almeda Jáuregui por su valiosa asesoría en el uso de los paquetes de aplicación y por su siempre amable disposición a auxiliar a todas las personas que lo necesitamos.

A Gregory Hamman por su dirección, comentarios y apoyo en la elaboración de mi tesis.

A los miembros de mi comité de tesis: Tim Baumgartner, José Gómez, Oscar Sosa y Luis Mendoza por sus críticas y sugerencias.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION 1

II. ANTECEDENTES 8

II.1 Biológicos *8*

II.2 Distribución *9*

II.3 Pesquería *11*
II. 3.1 Costa occidental de B.C.S 11
II.3.2 Guaymas, y Yavaros, Sonora 13
II.3.3 Mazatlán, Sinaloa 13
II.3.4 Salina, Cruz, Oaxaca 14

II.4 Caracterización biológico-pesquera *15*

II.5 Medio ambiente *18*

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS 22

III.1 Objetivos *22*

III.2 Hipótesis *22*

IV. METODOLOGIA 24

IV.1 Fuente de datos *24*

IV.2 Estandarización de los esfuerzos *26*

IV.3 Análisis estadístico *28*

IV.4. Paquetes de aplicación *30*

V. RESULTADOS 31

V.1 De la normalidad de los datos *31*

V.2 Captura y esfuerzo anual *31*

V.3 Capturas mensuales *33*

V.4 Captura por unidad de esfueró (cpue) de Mazatlán y Guaymas 33

V.5 Temperatura superficial del mar 33

V.6 Relación entre capturas, CPUE y temperaturas 42

V.7 Análisis de densidad espectral de Fourier 48

VI. DISCUSION 51

VII. CONCLUSIONES 71

VIII. RECOMENDACIONES 73

LITERATURA CITADA 74

APENDICE A 84

APENDICE B 85

APENDICE C 92

APENDICE D 93

APENDICE E 94

APENDICE F 95

APENDICE G 96

APENDICE H 97

APENDICE I 98

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Sardina crinuda del Pacífico mexicano (*Opisthonema* spp.) tomada de Whitehead (1985).	9
2	Ocurrencia de las especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, *medirastre, bulleri y berlangai*) según Berry y Barret (1963). Rodríguez-Sánchez (1988) reportó la especie *Opisthonema bulleri* en la zona de Bahía Magdalena.	10
3	Zonas de operación de la flota sardinera que desembarca en los puertos de: 1 Guaymas, Son., 2 Mazatlán, Sin., y 3 San Carlos y Adolfo López Mateos en Bahía Magdalena, B.C.S.	12
4	Localización geográfica de los datos de la temperatura superficial del mar de Bahía Magdalena, Mazatlán, Guaymas y Cabo Corrientes.	27
5	Capturas anuales de sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) desembarcada en los puertos de Bahía Magdalena, B.C.S., Mazatlán, Sin., y Guaymas, Son.	32

6	Captura mensual de sardina crinuda (*Opisthonema* spp.)de los puertos de desembarque de Bahía Magdalena, B.C.S., Mazatlán, Sin., y Guaymas, Son.	34
7	Correlogramas de la captura mensual de a) Mazatlán y Bahía Magdalena (serie desfasada), y b) de Mazatlán y Guaymas (serie desfasada).	35
8	Captura por unidad de esfuerzo anual de sardina crinuda de Mazatlán (tm/días de viaje) y de Guaymas (tm/día de viaje) y de Guaymas (tm/numero de viajes).	36
9	Regresión entre la temperatura superficial del mar de Mazatlán y la temperatura superficial del mar de Guaymas.	37
10	Ciclo anual de la temperatura promedio superficial del período 1973-1991, del Golfo de California y del océano Pacífico mexicano.	38
11	Correlogramas de las series de temperaturas superficiales del mar de a) Mazatlán y Bahía Magdalena, y b) Mazatlán y Guaymas.	39
12	Temperatura promedio anual del Pacífico mexicano y del Golfo de California.	40

13	Series mensuales, sin estacionalidad y suavizadas, de la temperatura superficial del mar de Bahía Magdalena, Mazatlán, Guaymas y Cabo Corrientes.	41
14	Ciclo anual de la captura y de la temperatura de a) Bahía Magdalena, b) Mazatlán, y c) de Guaymas.	44
15	Correlación cruzada de las series mensuales de captura y temperatura (serie desfasada) de a) Bahía Magdalena, b) Mazatlán, e c) Guaymas.	45
16	Diagramas de dispersión y correlaciones entre la captura y la temperatura anual de; a) Bahía Magdalena, b) Mazatlán, y c) Guaymas.	46
17	Serie sin estacionalidad y suavizada de: a) la captura de sardina crinuda y la anomalía térmica de Bahía Magdalena. La captura por unidad de esfuerzo de sardina crinuda y la anomalía térmica de: b) Mazatlán, y c Guaymas.	47
18	Posibles rutas migratorias del patrón estacional de la sardina crinuda en la época de menores capturas (verano-otoño).	59

19 a) Representa la hipótesis de la concentración de la sardina crinuda en las costas en los meses de mayores capturas y de surgencias (invierno-primavera). b) supuesta dispersión de la población de sardina crinuda en los meses de menor captura y mayores temperaturas (verano-otoño)

20 Zona de transición de las masas de agua superficiales del Pacífico en la región del Golfo de California (noviembre de 1969) y el movimiento horizontal interanual de la sardina crinuda sugerido. Modificada de Baumgartner y Christensen (1985).

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Resultados del análisis de densidad espectral de Fourier	50

FLUCTUACIONES DE LA SARDINA CRINUDA (*Opisthonema* spp.) DESEMBARCADA EN TRES PUERTOS DEL PACIFICO MEXICANO. 1973-1991.

I. INTRODUCCION

La explotación de la sardina (*Sardinops sagax caeruleus*), en la región de california, se inició en Monterey y al sur de California, E.U.A. en 1915, por barcos cerqueros. Su captura se vió notablemente incrementada debido a la necesidad de alimentos duraderos y de fácil transportación para los combatientes de las dos guerras mundiales (Ochoa, 1988). A partir de la década de los años 40's se intensificó la pesca de las especies pelágicas (costeras y oceánicas). Esto se debió a que se perfeccionaron la red de cerco, el arrastre pelágico y la detección hidroacústica, y a la apertura de nuevos mercados por la utilización de la harina de pescado para la alimentación reforzada de aves y cerdos (Troadec, 1979).

El aumento relativo de las capturas de pelágicos menores en el total mundial capturado, es un indicador de la intensificación de la pesca en los niveles inferiores y más abundantes de la cadena trófica (Troadec, 1979). En 1990 se pescaron 22,146,006 tm del grupo de las sardinas, anchovetas y arenques; lo que representó el 27% de la captura mundial total de la fauna marina. De este grupo tres especies: la sardina Japonesa (*Sardinops*

melanostrictus), la sardina chilena (*Sardinops sagax sagax*) y la anchoveta Peruana (*Engraulis ringens*) contribuyeron con 12,760,217 tm (58%).

En México la primera planta empacadora de sardina se instaló a finales de 1933 en Ensenada, B.C.(Ochoa, 1988). En el Golfo de California, la planta reductora San Pablo, inició sus operaciones en 1942. Esta planta procesaba sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*) y sardina machete (*Pliosteostoma lutipinnis*) (Lelevier, 1942). A finales de la década de los 60`s se iniciaron tres pesquerías importantes: la de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) en la costa occidental de Baja California, la de la sardina Monterey (*Sardinops sagax caeruleus*) en Bahía Magdalena, Baja California Sur, y la de las sardinas Monterey (*Sardinops sagax caeruleus*) y crinuda que la constituyen tres especies (*Opisthonema libertate*, *O. medirastre* y *O. bulleri*), en el Golfo de California (INP, 1985). Las especies más importantes de sardina y anchoveta, por su volumen de captura, han sido la sardina Monterey (*Sardinops sagax caeruleus*), la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*), la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, *O. medirastre* y *O. bulleri*), la sardina Japonesa (*Etremeus teres*) y la sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*).

Asociada con la disminución de la captura de la sardina Monterey en el Golfo de California (87,533 tm en 1989/90; en 1988/89 se pescaron 233,483 tm) desembarcadas en Guaymas, Son. y de la anchoveta norteña en el Pacífico (2,324 tm en 1992; en 1981 se pescaron 258,745 tm) desembarcadas en

Ensenada, B.C., se ha observado un incremento en la captura de sardina crinuda en Guaymas y en Mazatlán.

La explotación de la sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) en las costas del Pacífico Oriental se inició en Ecuador en 1962 (French y Menz, 1983), Costa Rica en 1963 (Stevenson y Carranza, 1981), México en 1963 (Pedrín y Ancheita, 1977) y en Colombia en 1968 (Mora-Lara, 1983). Las tres especies: *Opiisthonema libertate, O. medirastre y O. bulleri* habitan las costas de los cuatro países y su pesca se reporta como *Opisthonema* spp.

Según la FAO, los volúmenes mundiales de sardina crinuda han sido 63,801 tm en 1982 y 74,356 en 1990 con un máximo de 107,284 en 1989. Sin embargo, el anuario de la FAO sólo incluye información parcial de Ecuador y Panamá (FAO, 1987 y 1990). En México, únicamente en Guaymas, desembarcaron 82,584 tm en la temporada 1982/83 (Molina, *et al.*, 1987), y French y Menz (1983) reportaron una captura de sardina crinuda en Ecuador de 300,000 tm para el año 1981.

La característica principal de las pesquerías de pelágicos menores ha sido la gran variabilidad de sus capturas. Las poblaciones de muchos peces clupeidos se han colapsado después de que se han desarrollados pesquerías muy exitosas. La anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) es el ejemplo más evidente; de 13 millones de toneladas métricas que se capturaron en 1970 su

captura disminuyó a 94,000 tm en 1984, y en 1985 aumentó su captura a 1 millón de tm (Csirke, 1988). La sardina de la corriente de California fluctuó de un máximo de alrededor de 700,000 tm en 1936 a 4,000 tm en 1954 (Clark y Marr, 1955) hasta cerrar la pesquería en los años 60's.

El colapsamiento de estas pesquerías ha motivado a muchos científicos a buscar las causas que lo originaron y se han creado controversias en torno a éllas. Murphy (1977) resumió y analizó las investigaciones que se habían realizado sobre el colapsamiento de las principales pesquerías de sardinas y anchovetas. La polémica principal se ha dado en torno a si los clupeidos son densodependientes o densoindependientes. Los investigadores que sustentan la hipótesis de la densodependencia sostienen que el número de reclutas depende del tamaño de la población desovante. Los investigadores que sostienen la hipótesis de densoindependencia plantean que el ambiente determina las fluctuaciones de las poblaciones. Clark y Marr (1955) concordaron en la existencia de un tamaño mínimo de la población que garantiza el éxito reproductivo de la sardina de California.

En los últimos años se ha hecho énfasis en el estudio de las fluctuaciones poblacionales con relación a la interacción de los estadios tempranos y su accesibilidad a su comida como función de eventos metereológicos para separar o juntar a las larvas con su comida. Según Lasker (1988) las surgencias debido a los vientos del noroeste traen nutrientes a la

superficie cerca de la costa y produce un hábitat excelente para los organismos que sirven de alimento de larvas de anchovetas. Sin embargo, la turbulencia creada por los vientos puede dispersar los parches de plancton que le sirven de alimento a las larvas y disminuir su crecimiento.

Según Berry y Barret (1963) la sardina crinuda es un recurso pelágico costero que habita el océano Pacífico oriental y su distribución es tropical o subtropical; el norte del océano Pacífico mexicano es su límite norte de distribución, sólo ocasionalmente alcanza la costa sur de California E.U. A., y se ha reportado hasta los 6°S.

La sardina crinuda es el recurso pelágico más abundante de los litorales de Sinaloa. En Guaymas y Bahía Magdalena, B.C.S. ocupa el segundo lugar después de la sardina Monterey. Sólo una pequeña cantidad es enlatada para consumo humano directo, y su importancia económica se debe a que la producción de harina en el territorio nacional impide que se usen divisas para importarla de otros países. En la actualidad es el alimento balanceado más usado en la dieta de pollos y puercos.

Kawasaki (1980) sugirió que las sardinas aumentan en número si las condiciones ambientales son favorables y disminuyen si son adversas y su nicho ecológico se contrae. Basándose en las ideas de Kawaski, Lluch-Belda *et al.* (1989) señalaron que las poblaciones de sardina Monterey tienden a ser

abundantes durante los regímenes de temperaturas altas mientras que las poblaciones de anchoveta norteña aumentan durante los regímenes de temperaturas bajas. Por otra parte, Lluch-Belda *et al.* (1986), encontraron que, en el Golfo de California, las altas capturas y capturas por unidad de esfuerzo de sardina crinuda, se producen en aguas más cálidas y lo inverso sucede durante las surgencias y en aguas frías. Según los mismos autores, la sardina Monterey, tiene un comportamiento opuesto al de la sardina crinuda.

Todos los estudios sobre la sardina crinuda, en las costas mexicanas, se han realizado sin definir su unidad poblacional. Esta omisión origina errores en la estimación de los parámetros poblacionales como la mortalidad, natalidad, inmigración y emigración, en la determinación de edad y crecimiento, y en la aplicación de los modelos globales, estructurales, de simulación y otros, debido a que una de sus premisas fundamentales es que toda la población está representada. Por otra parte, no se han analizado las fluctuaciones de las capturas y de las capturas por unidad de la sardina crinuda, ni su relación con el ambiente.

En esta tesis se buscarán evidencias que pemitan definir la unidad poblacional de la sardina crinuda, y se analizarán las fluctuaciones estacionales e interanuales de la captura y la captura por unidad de esfuerzo, de la sardina crinuda, y su relación con la temperatura del mar superficiales.

Estas ideas serán exploradas con los datos de captura, de Bahía Magdalena, Mazatlán, Sinaloa y Guaymas, Sonora, de captura por unidad de esfuerzo de Mazatlán y Guaymas, y de temperatura superficial del mar de los tres puertos, de 1973 a 1991.

II. ANTECEDENTES

II.1 Biológicos

Las especies *Opisthonema libertate* (Gunther, 1867), *O. medirastre* Berry y Barret, 1963, y *O. bulleri* (Reagan, 1904) pertenecen al orden Clupeiforme, suborden Clupeoidei, superfamilia Clupeidae, familia Clupeidae.

La familia Clupeidae son peces fusiformes, tienen forma oval en una sección transversal, con una serie completa de escudetes a lo largo del abdomen (los escudetes pélvicos siempre están presentes); la boca es terminal, tienen dos supra maxilares y los dientes son pequeños o diminutos; la aleta dorsal es corta y la tienen casi en la mitad del cuerpo. Las aletas pélvicas están enfrente de, abajo justo detrás de la base de la aleta dorsal, y la aleta anal es corta y está muy detrás del último radio de la aleta dorsal; las escamas son adherentes y de tamaño moderado, de 40 a 50 en las series laterales (Whitehead,1985).

Según Berry y Barret (1963) el género *Opisthonema* posee como características distintivas de los otros clupeidos del Pacífico oriental: una prolongación filamentosa del último radio de la aleta dorsal, una hilera de escudetes a lo largo de la línea media ventral, hileras de escamas que cruzan el

dorso entre la cabeza y la aleta dorsal y una molleja elíptica de paredes delgadas (figura 1).

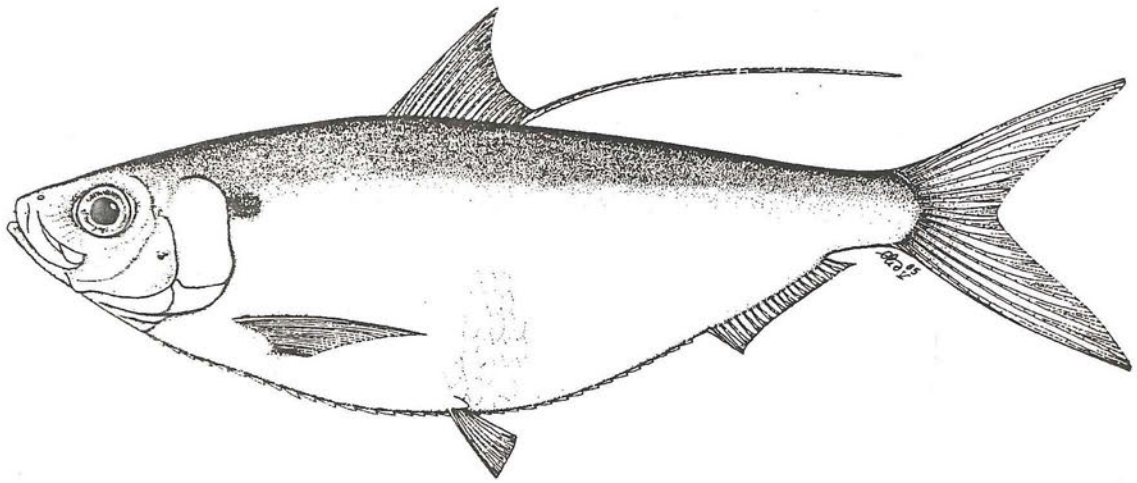


Figura 1. Sardina crinuda del Pacífico mexicano (*Opisthonema libertate*), tomada de Whitehead (1985).

II.2 Distribución

Las especies *O. libertate, O. medirastre* y *O. bulleri* tienen hábitos pelágicos muy costeros; su distribución no excede las 20 millas fuera de la costa (Jiménez y Herdson, 1984). Estas especies sólo habitan el océano Pacífico oriental; *Opisthonema libertate* se distribuye desde Santa Rosalía, B.C.S. hasta Punta Picos, Perú; *O. medirastre* desde el puerto de Los Angeles, California, E.U.A., hasta la Bahía de Sechura, Perú, y *O. bulleri* desde las costas del Pacífico de México a las de Perú (Berry y Barret, 1963). Cisneros-Mata, *et al.* (1988) señalaron como límite norte de la distribución de

la especie *O. libertate* la parte norte de la Isla de Patos, Son., (al norte y cerca de Isla Tiburón) en el Golfo de California, México. La figura 2 indica las ocurrencias reportadas según Berry y Barret (1963).

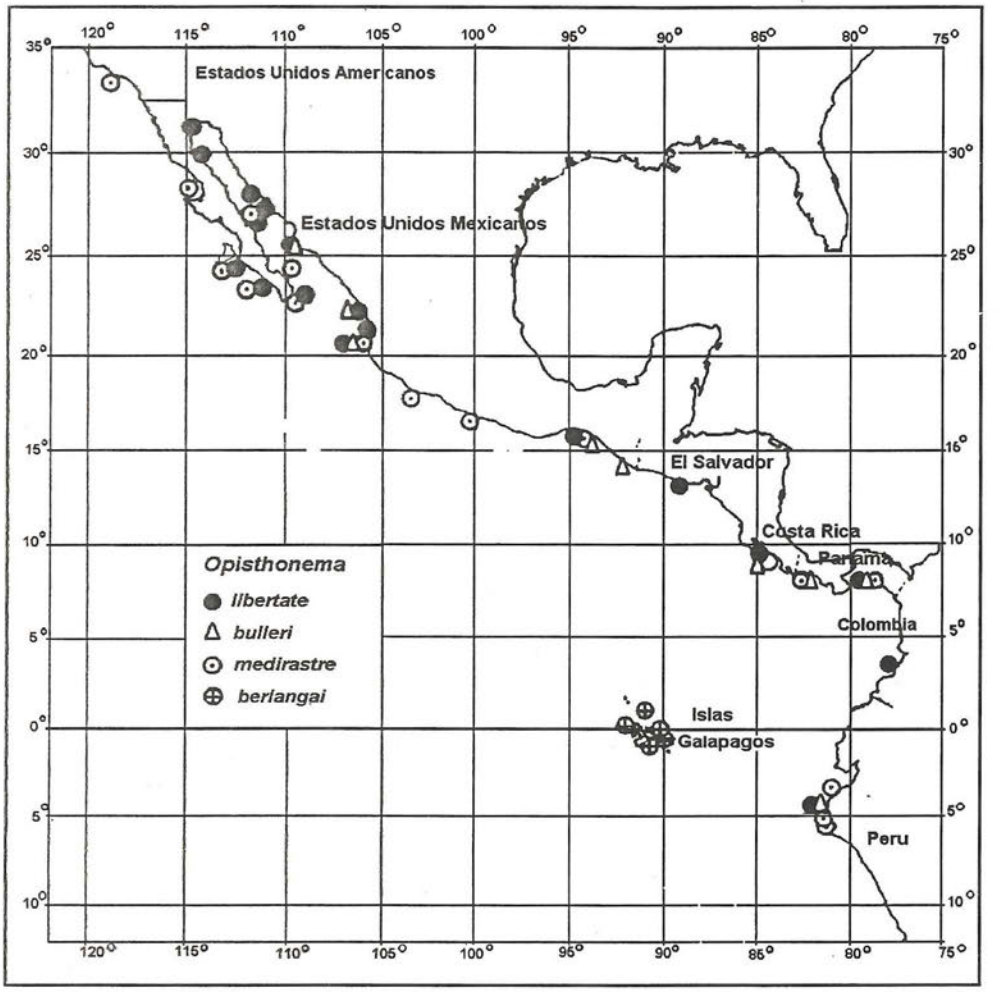


Figura 2. Ocurrencia de las especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate, medirastre, bulleri* y *berlangai*) según Berry y Barret (1963). Rodríguez-Sanchez (1989) reportó la especie *Opisthonema bulleri* en la zona de Bahía Magdalena.

II.3 Pesquería

En el Pacífico mexicano existen cuatro zonas de explotación de sardina crinuda: una en Bahía Magdalena, Baja California, Sur, con puertos de desembarque en Adolfo López Mateos y San Carlos, B.C.S.; otra del litoral de Sonora y norte de Sinaloa, con puertos de desembarque en Guaymas y Yavaros, Sonora; una tercera en la costa centro y sur de Sinaloa, Nayarit y Jalisco, con puertos de desembarque en Mazatlán, Topolobamopo y El Castillo, Sin.; y la del Golfo de Tehuantepec con desembarques en el puerto de Salina Cruz, Oaxaca (figura 3).

II. 3.1 Costa occidental de B.C.S

La sardina crinuda de la costa occidental de B.C.S. está constituída por las tres especies *Opisthonema libertate, O. medirastre* y *O. bulleri*, siendo la más abundante la primera y la menos abundate la última (Rodríguez-Sánchez, 1989). *Opisthonema* spp. tiene su máxima abundancia en los meses de noviembre a enero (Casas-Valdez, 1987). La reproducción se realiza en los meses de julio a septiembre, u octubre (Torres-Villegas, *et al.*, 1985), y las tallas capturadas comercialmente han sido 97 a 226 mm de longitud estándar (l.e.) para *O. libertate*, 102 a 228 mm l.e. para *O medirastre*, y 138 a 190 mm l.e. para *O. bulleri* (Rodríguez-Sánchez, 1989).

Figura 3. Zonas de operación de la flota sardinera que desembarca en los puertos de: 1 Guaymas, Son., 2 Mazatlán, Sin., y , 3 San Carlos y Adolfo López Mateos en Bahía Magdalena, B.C.S..

II.3.2 Guaymas, y Yavaros, Sonora

La sardina crinuda que desembarca en Guaymas está cosntituída casi totalmente (95%) por la especie *Opisthnema libertate* (Nevarez, com. pers. CRIP, Guaymas, 1994). El reclutamiento es en los meses de noviembre y diciembre en las áreas de Cochorit a los Algodones, frente a Guaymas, Son. (Cisneros-Mata *et al.*, 1988). En verano se detecta el desplazamiento de sardina crinuda adulta hacia el norte de Isla Tiburón. La reproducción se efectua en el mes de agosto en la costa de la Isla de Patos, Son. (muy cerca y al norte de Isla Tiburón). Las capturas se componen por organismos de tallas entre 93 a 193 mm l.e. (Cisneros-Mata, *et al.*, 1988).

II.3.3 Mazatlán, Sinaloa

La sardina crinuda desembarcada en el puerto de Mazatlán la constituyen tres especies: *O. libertate. O. medirastre* y *O. bulleri*. *Opisthonema libertate* domina totalmente durante enero, febrero y a partir de marzo se presenta la mezcla de las tres especies (Cisneros-Mata *et al.*, 1988). *Opisthonema libertate* tiene su zona de reclutamiento al norte de Mazatlán, Sinaloa, y desova en los meses de junio y julio. El intervalo de tallas representadas en las capturas comerciales ha sido entre 105 a 205 mm de l. e. (Rodríguez-Domínguez, 1987).

Opisthonema medirastre, según Rodríguez-Domínguez (1987) domina en las capturas durante los meses de verano y en el sur de Mazatlán. Unicamente se encuentran organismos adultos al sur de Mazatlán, por lo que sugiere que sus áreas de reclutamiento estén más al sur de las zonas de captura. El desove probablemente ocurre en invierno. Las tallas de captura fueron de 130 a 180 mm de longitud estándar.

Opisthonema bulleri sólo se registró en los meses de marzo y abril, en la temporada 1986/87, y la población presentó alta frecuencia de individuos en procesos de maduración y predesove (Cisneros-Mata, *et al.*, 1988). Según Rodríguez-Domínguez (1987) de esta especie sólo se encontraron adultos al sur de Mazatlán y sugiere que su zona de reclutamiento puede ser también al sur de la zona de captura, y que el desove se realiza probablemente en verano igual que *O. libertate*. El intervalo de captura encontrado por el mismo autor fue 135 a 200 mm.

II.3.4 Salina, Cruz, Oaxaca

Según Miranda-Herrera (1989), en el Golfo de Tehuantepec se encuentran las tres especies en la captura de sardina crinuda con una proporción de 72.6% de *O. libertate*, 19.5% de *O. bulleri* y 7.9% de *O. medirastre*. Las principales concentraciones se iocalizan al sureste de la Barra de Tonalá a Puerto Madero. Según el mismo autor en esta región la proporción de *O. libertate* siempre es mayor en todos los meses; en los meses de junio a

septiembre es más del 90%. *Opisthonema medirastre* alcanza su mayor proporción (20%) en el mes de mayo y el resto del año es menor del 11%. *Opisthonema bulleri* constituye el 31% en octubre y en los meses de junio a septiembre su aportación a la captura es menor del 1%. Las tres especies tienen coincidencia en los ciclos reproductivos y el desove se realizó en otoño e invierno. Las tallas de captura de *Opisthonema libertate* han sido de 116-205 mm de l. e., y de *O medirastre* y *O. bulleri* de 121 a 205 mm de l.e. (Miranda-Herrera, 1989).

II.4 Caracterización biológico-pesquera

Sobre *Opisthonema* spp. se han realizado estudios para estimar el rendimiento máximo sostenible (RMS) de la población que desembarca en Mazatlán, Sinaloa, aplicando los modelos globales de Schaefer (1954), Fox (1970), y Pella y Tomlinson (1969) en situación de equilibrio (De Anda y Lyle, 1987), aplicando el modelo estructural de cohortes de Jones (1984) por Cisneros *et al.* (1988). Los cuatro análisis dan un RMS muy parecido, cercano a las 10,500 tm por temporada. Las capturas de la sardina crinuda del puerto de Mazatlán han sido fluctuantes; un modelo de regresión periódica detectó dos ciclos superpuestos con períodos aproximados de cinco y ocho años, pronosticándose una disminución para la temporada 1992/93 (Ruiz-Luna y Lyle-Fritch, 1991).

Las fluctuaciones en la abundancia de las poblaciones que son debidas a efectos ambientales y no deben nada a las causas biológicas son llamadas exógenas o extrínsecas. Las causadas por los mismos organismos y que no están bajo control ambiental se les denomina endógenas o intrínsecas (Pielou, 1978). Según Laevastu (1993) no se han determinado muy bien las causas y los mecanismos exactos de las grandes fluctuaciones de las poblaciones de peces como los pelágicos menores. Hasta la fecha no existe una explicación global sobre las fluctuaciones de las capaturas o de las abundancias de los pelágicos menores.

Las pesquerías de los pelágicos menores se han caracterizado por ser altamente fluctuantes; pasan de altas a escasas abundancias sin tener aún una explicación plausible. Según Soutar e Isaacs (1974) y Baumgartner *et al.* (1992) aún antes de ser sometidos a la explotación por el hombre existían estas fluctuaciones. Holmgren y Baumgartner (1993) reportaron que en el Golfo de California en la serie de tiempo de 1730 a casi 1980, reconstruída por conteo de escamas de peces contenidas en sedimentos laminados anaeróbicos, la anchoveta norteña dominó en el siglo XIX y la sardina tuvo dos máximos: uno a finales del siglo XVIII y el otro en el siglo XX. Según éllos el ciclo completo de alternancia entre las poblaciones, en el Golfo de California, parece ser de 120 a 140 años. Estos períodos apuntan hacia causas extrínsecas por

ser tan largos comparados a los períodos de longitud de las generaciones. Desafortunadamente no hay semejante información para *Opisthonema* spp.

Según Lluch-Belda *et al.* (1991) la sardina Monterey, en la corriente de California, es euritérmica y desova en las zonas y temporadas con niveles intermedios de surgencia, y la anchoveta norteña es estenotérmica y su distribución de desove está asociada con una amplitud mayor de los valores de surgencia. Huato-Soberanis y Lluch-Belda (1987) compararon las fluctuciones del nivel del mar y la temperatura superficial del mar del noroeste del Pacífico con los datos de sardina Monterey del Golfo de California y encontraron que las abundancias de la sardina Monterey corresponden a ciclos de 2 y 5 años del nivel del mar y de la temperatura.

La estimación de biomasa de los pelágicos menores es compleja y, en general, los métodos tradicionales no se ajustan a los recursos de sardina crinuda (*Opisthonema* spp). Csirke (1988) analizó los modelos aplicados a los pelágicos menores y concluyó que los métodos de censos de huevos y larvas (Smith y Richardson, 1977) y de producción de huevos (Lasker, 1984, Parker, 1980; Stauffer y Picquelle, 1980) para la estimación de la abundancia de adultos dan resultados satisfactorios sólo en las especies que fácilmente se pueden identificar sus huevos y larvas. En la sardina crinuda debido a la existencia de tres especies del género *Opisthonema* spp. que no son diferenciables en sus estadios larvarios no se han podido aplicar. Tampoco los

adultos de sardina crinuda se diferencian a simple vista, por lo tanto no existen estimaciones de la biomasa de sardina crinuda.

II.5 Medio ambiente

En grandes porciones de la región noroeste del Pacífico se presentan anomalías térmicas mensuales coherentes en tiempo y espacio lo que indica la importancia de los procesos océano-atmósfera de gran escala. Los años Niños en las latitudes medias (20 a 45°) coinciden con los años Niños del Ecuador debido a la transferencia de energía de los trópicos a latitudes más altas, por procesos oceánicos y atmosféricos (Baumgartner y Christensen, 1985). Según Cole y Mc Lain (1989) los eventos de El Niño de los años 1972/73 y 1982/83 han sido excepcionalmente fuertes, y en 1986/87 hubo un calentamiento tropical menos extendido espacial y temporalmente en las costas tropicales como una expresión del evento El Niño de 1986/87.

El Golfo de California es la región donde se pesca la mayor cantidad de sardina crinuda en las costas mexicanas, y es el límite norte de su distribución, La dinámica oceanográfica del golfo es compleja y existen pocos trabajos con enfoques globales tanto espacial como temporalmente.

Lluch-Belda *et al.* (1989) definieron un régimen biológico-pesquero, en el sentido de Isaacs (1976), como un período sostenido (mayor de una década) en el comportamiento de la abundancia de una población o estock asociados con regímenes climáticos de las temperaturas cálidas o frías comparadas con el

promedio de largo plazo, que son coherentes en tiempo y espacio. Estos autores sugieron que existió un régimen global cálido desde mediados de los años 1970's y fue máximo a principio de los años 1980's.

Según Roden (1964) en el Golfo de California prevalecen los vientos del noroeste de noviembre a mayo y del sureste durante el resto del año. Bray y Robles (1991) definieron el campo de vientos sobre el golfo como casi monsonales y marcadamente coherente a lo largo y ancho del golfo. Roden (1964) señaló que las pocas corrientes determinadas por la deriva de los barcos indican que el flujo es predominantemente al sureste en invierno y primavera hacia el noroeste en verano y otoño. En la entrada del golfo (entre Cabo Corrientes y Cabo San Lucas) las corrientes hacia el sureste, tienen velocidades entre 10 cm/s y 15 cm/s, y se presentan comunmente de febrero a mayo. Las corrientes hacia el noroeste, con velocidades máximas de casi 10 cm/s, se observan entre junio y septiembre. Durante el resto del año las corrientes son débiles y con dirección hacia el oeste o suroeste (Roden, 1964). Robles y Marinone (1987) destacaron la presencia de aguas de la corriente de California y de las aguas subsuperficiales subtropicales, i.e. la presencia del Pacífico, hasta la cuenca de Guaymas.

Christensen y Baumgartner (1985) señalaron que la boca del Golfo de California es una zona de transición de masas de agua y que es muy sensible a la variabilidad en la circulación de gran escala. Estos autores tamién plantearon

que la distribución de las masas de Agua Tropical y de la masa de Agua de la Corriente de California, es producida por los cambios en la advección hacia los polos de la Corriente de Costa Rica contra la advección hacia el Ecuador de la Corriente de California, como un resultado de la expansión interanual del giro ciclónico nor Ecuatorial.

Según Torres-Orozco (1993) en el Golfo de California existen tres masas de agua superficiales: la Superficial Ecuatorial (temperaturas > ó iguales a 18° C y salinidades < de 35.0 ppm) la de la Corriente de California (temperaturas > 12° C y < de 18° C y salinidades < de 34.5 ppm), y la del Golfo de California (temperaturas > 12° C y salinidades > de 35 ppm. Alvarez-Borrego y Schwartzlose (1979) definieron el sur hidrográfico del golfo el sur del umbral de la cuenca Salsipuedes. Esta región es aproximadamente el límite norte de la zona de operación de la flota de Guaymas (el norte de la Isla Tiburón). Según Roden y Groves (1959) y Stevenson (1970) en el sur del Golfo de California se presentan las tres masas de agua superficiales; aguas frías de baja salinidad de la corriente de California, agua del Golfo de California templada y muy salina, y agua cálida de salinidad intermedia del Pacífico Tropical Oriental.

Con relación a la influencia del evento El Niño en la región del Golfo: Alvarez-Borrego y Schwartzlose (1979) encontraron evidencias de una invasión al golfo de la masa de Agua del Pacífico Tropical en el evento de El Niño 1957. Baumgartner y Christensen (1985) definieron como la principal

fuente de variación interanual en el nivel del mar del Golfo de California al cambio en la intensidad de la circulación ecuatorial asociada con el fenómeno de El Niño, y Valdéz-Holguín y Lara-Lara (1984) mostraron que la biomasa y la productividad del fitoplancton son afectadas por la variabilidad interanual debida a los eventos El Niño; la productividad primaria promedio fue el doble que la de 1981-1982.

El ambiente oceanográfico será representado por el único factor disponible para las tres zonas de captura: la temperatura superficial del mar, ya que consideramos que este factor refleja los cambios climáticos de los patrones de vientos, de corrientes y de masas de aguas superficiales, que ocurren a escalas temporales del ciclo anual y de los períodos interanuales.

El efecto de la temperatura sobre la sardina crinuda se ha enfocado al efecto del evento de El Niño 1982/83. Saldierna-Martínez *et al.* (1994) reportó que la actividad reproductiva de la sardina crinuda se vió favorecida durante el desarrollo del evento El Niño. Jiménez-Herdson (1984) observó que la sardina crinuda alteró su patrón de distribución y disminuyó significativamente su captura durante el evento El Niño de 1982/83 en las costas de Ecuador.

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

III.1 Objetivos

1) Describir las capturas de sardina crinuda del Pacífico mexicano de1973 a 1991, mediante los datos disponibles de los puertos de Bahía Magdalena, Mazatlán y Guaymas.

2) Comparar la captura y la captura por unidad de esfuerzo de la sardina crinuda pescada por las flotas de Guaymas y Mazatlán.

3) Determinar la relación entre las capturas de sardina crinuda en cada zona con las variaciones oceanográficas representadas por la temperatura superficial del mar.

III.2 Hipótesis

En esta tesis fundamentalmente se trata de probar las siguientes hipótesis:

1. La especie más abundante de la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*) desembarcada en los puertos de Bahía Magdalena, B.C.S., Mazatlán, Sin. y Guaymas, Son. pertenece a una misma población.

2. Las variaciones estacionales de las captura de la sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) están asociadas a las variaciones estacionales del ambiente oceanográfico representado por la temperatura superficial del mar.

3. Las fluctuaciones interanuales de las capturas de sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) en el Golfo de California están asociadas a los cambios de las masas de agua; la captura aumenta cuando existen condiciones tropicales cálidas y disminuye cuando se presentan aguas frías o templadas.

IV. METODOLOGIA

IV.1 Fuente de datos

El análisis de las capturas y esfuerzos mensuales comprende el período de enero de 1973 a diciembre de 1991 para Guaymas y Mazatlán; para Bahía Magdalena comprende el mismo período pero sólo se obtuvieron datos de las capturas. No obstante, que la pesquería inició en los tres puertos en 1966/67 sólo se usaron los datos a partir de 1973 debido a que existen huecos de la información por la interrupción de la pesca.

Debido a que los datos de captura engloban a las tres especies *(O. libertate, O. medirastre y O. bulleri)* se partirá de la premisa de que comparten el mismo hábitat, basándonos en que según Berry y Barret (1963) las tres formas distintas coexisten latitudinalmente en las aguas costeras del Pacífico Oriental, y presumen que cada una de las especies consiste de una población contínua a través de su campo geográfico.

Los datos de captura de Bahía Magdalena, se obtuvieron del Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar (CICIMAR). Los datos de captura de Guaymas de enero de 1970 a agosto de 1986, de Molina *et al.* (1987); de septiembre de 1986 a septiembre inclusive de 1987, del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Guaymas; de octubre de 1987 a septiembre de 1989, fueron estimados restando de la captura total la captura de sardina

Monterey de datos del mismo CRIP; y los de septiembre de 1990 a diciembre de 1991, del CRIP Guaymas. Los esfuerzos pesqueros de Guaymas están en número de viajes y fueron proporcionados por el CRIP Guaymas. Los datos de captura y esfuerzo de Mazatlán pueden diferir de otros publicados debido a que en este trabajo se tomaron en cuenta sólo las capturas que estuvieron soportadas por los registros diarios de las bitácoras del CRIP Mazatlán, y los publicados de tablas proporcionadas por el mismo CRIP. El esfuerzo pesquero de Mazatlán es reportado en días de viaje.

Los datos de temperatura superficial (de 10 metros de la superficie) de la región 24° a 27° latitud norte y 112°a 117° longitud oeste enfrente de Bahía Magdalena y del área 18° a 21° latitud norte y 103° a 108° longitud oeste frente a Cabo Corriente (figura 4), fueron proporcionados por la base de datos de "National Oceanic Atmospheric Administration" (NOAA) y los obtuvieron del archivo de los reportes del clima marino superficial recibidos en tiempo real por "Fleet Numerical Oceanography Center" (FNOC). Estos datos fueron estimados, para áreas cuadradas de 3° de latitud por 3° de longitud, promediando las temperaturas medias de las áreas de 1°. Los datos de temperatura superficial de la estación costera de Mazatlán fueron proporcionados por Del Valle-Lucero (1991). Los datos de temperatura superficial de la estación costera frente al puerto de Guaymas se tomaron de Grivel-Piña y Grivel-Villegas (1991); estos datos los obtuvieron de las lecturas

de termómetros hechas en muestras de agua de mar, tomadas a uno o dos pies bajo la superficie. Debido a la falta de datos mensuales en esta serie de enero de 1978 a abril de 1979, octubre de 1983, noviembre y diciembre de 1986 y de 1987, abril a diciembre de 1988, de junio a diciembre de 1988, y junio de 1990, se realizó una regresión entre la temperatura superficial del Mar de Mazatlán y la de Guaymas, para estimar los datos faltantes de Guaymas.

IV.2 Estandarización de los esfuerzos

Los datos de esfuerzo pesquero de Mazatlán se dan en días de viaje tomando en cuenta sólo los viajes positivos, en la captura de sardina crinuda, debido a que las empresas no reportan los viajes en que no pescan. Estos esfuerzos se clasificaron en las siguientes categorías de barcos basados en la capacidad de bodega: A(10-50 tm), B(51-100tm), C(101-150tm), D(151-200tm), E(201-250) y F(251-300 tm), y se estandarizaron dándole el poder de pesca igual a 1 a los esfuerzos correspondientes a la categoría de barco B.

Los datos de esfuerzo pesquero de Guaymas, fueron estandarizados en el CRIP de Guaymas, tomando los esfuerzos como número de viajes positivos en la pesca de todas las especies del grupo de pelágicos menores (debido a que las empresas sólo proporcionan esta información). Ellos clasificaron los esfuerzos en base a las siguientes categorías de barcos: A(10-60tm), B(61-100tm), C(101-120tm), D(121-140tm), E(141-160tm), F(161-180tm), G(181-200tm), H(201-220tm) y E(>220 tm), y se estandarizó con la categoría de barco A (Hamman *et al.*, 1991).

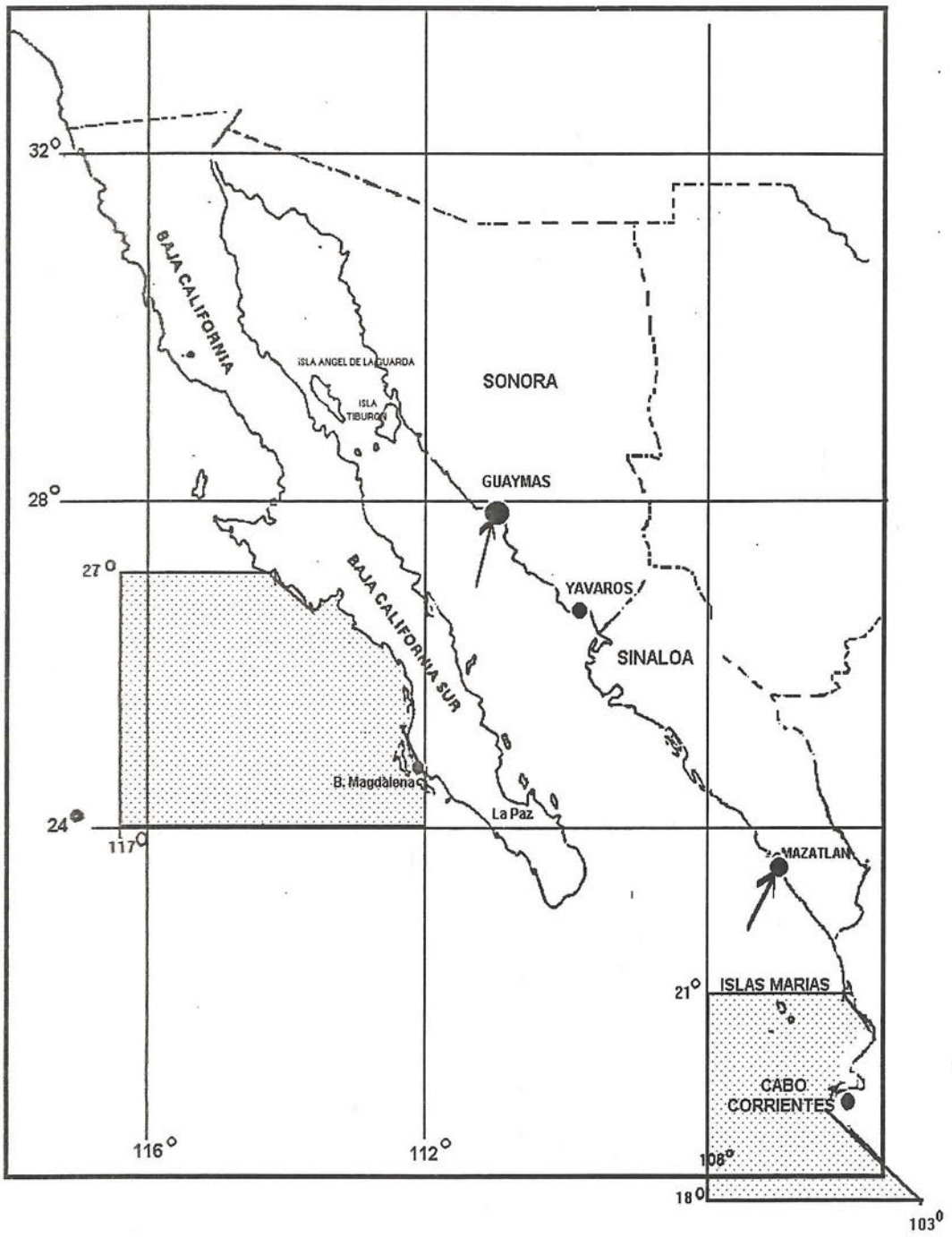


Figura 4. Localización geográfica de los datos de la temperatura superficial del mar de Bahía Magdalena, Mazatlán, Guaymas y Cabo Corrientes.

IV.3 Análisis estadístico

Debido a que el análisis espectral y las correlaciones requieren que los datos sean normales se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1984) para determinar la normalidad de los datos de las capturas mensuales y anuales de cada uno de los tres puertos y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de los puertos de Mazatlán y Guaymas, así como de los datos de temperatura.

Se analizaron las series temporales de las capturas de los tres puertos, las capturas por unidad de esfuerzo de los puertos de Mazatlán y Guaymas, y las temperaturas mensuales a 10 m de profundidad. Se hicieron diagramas de dispersion y se determinó la correlación de las capturas y las temperaturas anuales de cada una de las tres regiones.

Se hicieron correlaciones entre la captura y el esfuerzo, anual y mensual, de la sardina crinuda desembarcada en Mazatlán y en Guaymas. Se aplicó el método de correlación cruzada entre la captura desembarcada en Mazatlán y Guaymas, Mazatlán y Bahía Magdalena, y Guaymas y Bahía Magdalena, para determinar si existe correlación a diferentes desfases en meses que sugieran migración de las poblaciones de sardina crinuda entre las zonas de captura. Este método también se aplicó a las mismas series de temperatura, y a las series de captura y temperatura de cada uno de los puertos de desembarque con el objetivo de conocer la respuesta de los cardúmenes, reflejadas en las capturas, a la temperatura a diferentes desfases.

Se calculó la anomalía térmica para las series temporales de cada uno de los puertos quitándole la estacionalidad por medio de la fórmula:

$$AT_i = T_i - \overline{\overline{T}} \qquad (1)$$

donde AT_i es la anomalía térmica del iésimo mes,

T_i es la temperatura del iésimo mes y

$\overline{T}$ es la temperatura promedio de los años 1973 a 1991 del iésimo mes. Estas series también fueron suavizadas por promedios móviles de 12 meses.

Se usó el análisis de densidad espectral (Fourier) para obtener las frecuencias promedio más importantes de las series de tiempo de las capturas mensuales de los tres puertos, de las capturas por unidad de esfuerzo de los puertos de Guaymas y Mazatlán.

Debido a que las series de tiempo de las capturas y de las CPUE mensuales tienen muchos ceros principalmente en los meses de julio, agosto y septiembre los datos fueron estandarizados, restando a cada captura mensual el promedio de la captura de todos los años de ese mes y dividiendo el resultado entre la desviación estandar de todos los años de ese mes.

$$Ce_i = (C_i - \overline{C}) \ / s \qquad (2)$$

donde Ce_i = a la captura estandarizada del iésimo mes,

C_i = a la captura del iésimo mes,

$\overline{C}$ = a la captura promedio de los años del iésimo mes, y

s = a la desivación estandar de los años del iésimo mes.

Esta estandarización también se aplicó a los datos de temperatura para que fueran comparables en las mismas escalas que los datos anteriores. Por último a los datos estandarizados se les quitó la tendencia.

IV.4. Paquetes de aplicación

Las gráficas se realizaron en el paquete de programación Excel versión 5.0 y en el STATISTICA versión 4.2. Las estadísticas básicas, las correlaciones lineales simples, las correlaciones cruzadas, la regresión, y el análisis espectral de Fourier se realizaron utilizando el paquete estadístico STATISTICA versión 4.2.

V. RESULTADOS

V.1 De la normalidad de los datos

Ni los datos originales ni las transformaciones de las capturas mensuales de los tres puertos (n=228) se ajustaron a una distribución normal. Sin embargo, Platt y Denman (1975) reportaron que a pesar de que el análisis espectral es estrictamente válido sólo para las series de tiempo con distribución normal, en la práctica no han encontrado grandes problemas si no están distribuídos normalmente, y se ha probado que producen información útil a pesar del hecho que el espectro estimado no es una descripción completa de la serie original.

No hubo una diferencia significativa entre una distribución normal y los datos anuales de la captura de Bahía Magdalena, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) anual de Mazatlán y Guaymas, así como los de las temperaturas e índice de surgencia anuales (Kolmogorov-Smirnov $p>0.20$). No obstante, los datos anuales de captura y esfuerzo de Mazatlán, no presentaron una distribución normal y se transformaron por log(x+1); la distribución de estas transformaciones si fue normal según la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($P>0.20$).

V.2 Captura y esfuerzo anual

El desarrollo de las pesquerías de la sardina crinuda en las tres regiones de captura ha sido diferente. Las capturas anuales de los tres puertos se muestran

en la figura 5. Además de esta información también se presentan los datos de temperatura anual de los tres puertos en el apéndice A.

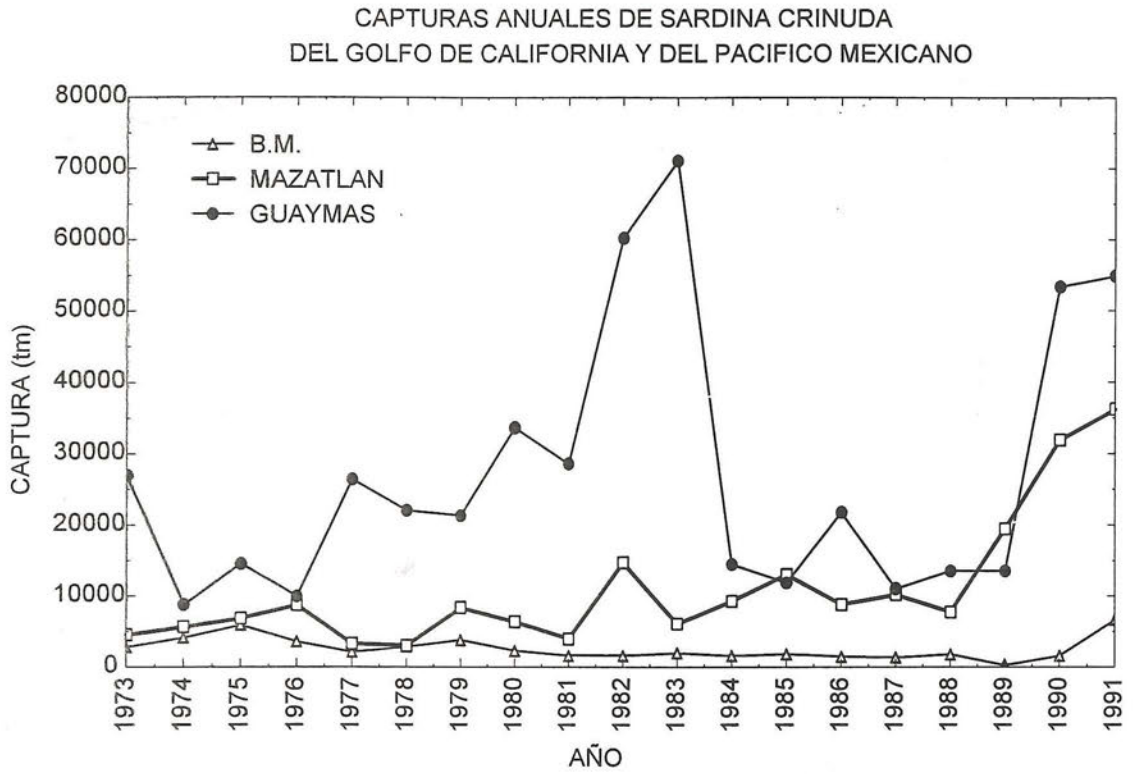


Figura 5. Capturas anuales de sardina crinuda (*Opisthonema* spp) desembarcada en los puertos de Bahía Magdalena, B.C.S., Mazatlán, Sin., y Guaymas, Son.

La asociación entre la captura y el esfuerzo pesquero anual de la sardina crinuda desembarcada en Mazatlán es altamente significativa ($r=0.89$ $p < 0.01$, y $n=19$,), sin embargo, para el puerto de Guaymas la captura no estuvo asociada significativamente con el esfuerzo ($n=19$, y $r=0.34$, $p>0.05$).

V.3 Capturas mensuales

La figura 6 muestra las capturas mensuales de sardina crinuda de los 19 años de los tres puertos. En el apéndice B se presentan los mismos datos junto con los de las temperaturas mensuales de los tres puertos.

El correlograma de las capturas mensuales de Mazatlán y Bahía Magdalena indica que a los nueve meses la captura de Mazatlán está significativamente correlacionada con captura de Bahía Magdalena, mientras la correlación cruzada de Mazatlán y Guaymas fue positiva y sin desfase (figuras 7 a y b).

V.4 Captura por unidad de esfueró (cpue) de Mazatlán y Guaymas

La captura por unidad de esfuerzo (cpue), de sardina crinuda, anual de Mazatlán ha sido siempre mayor que la desembarcada en Guaymas; en Mazatlán la cpue ha sido casi siempre mayor de 20 tm/días de viaje y en Guaymas ha sido casi menor de 10 tm/viaje. La mayor diferencia se observa en le período de 1979 a 1987, por ejemplo, en el año 1984 la cpue de Mazatlán llegó a ser de 47 tm/día de viaje y en Guaymas fue de menos de 5 tm/ viaje (figura 8).

V.5 Temperatura superficial del mar

Los resultados de la regresión entre la temperatura de Mazatlán y la temperatura superficial de Guaymas se presentan en la figura 9. Los valores de los datos mensuales faltantes, estimados por la regresión se señalan en el apéndice B con un asterisco. La distribución de los residuos fue casi normal y con media cero.

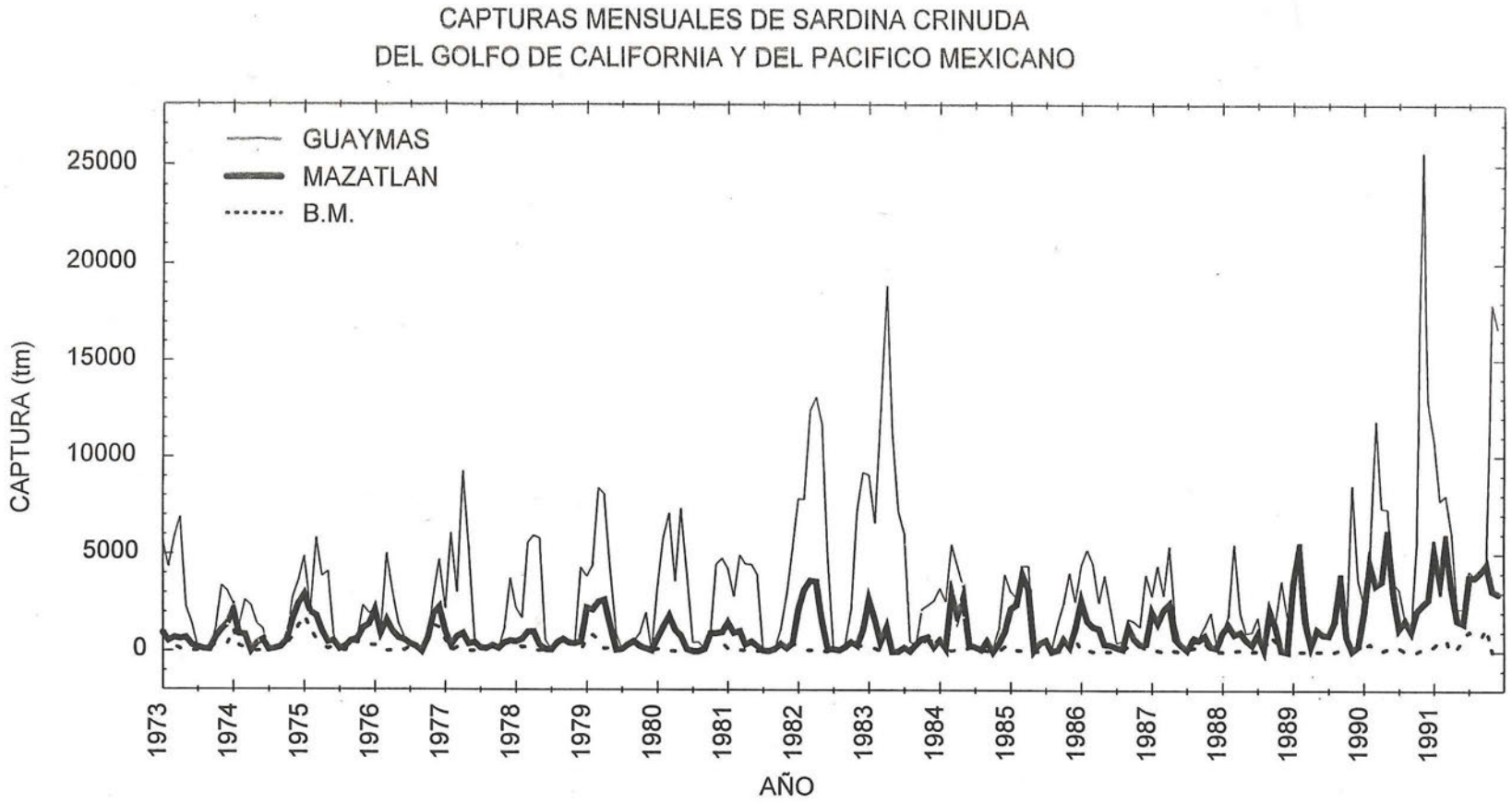
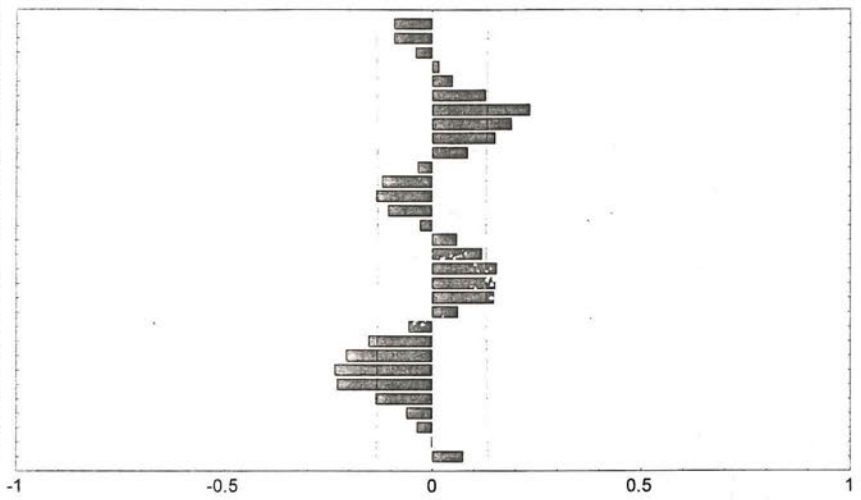


Figura 6. Captura mensual de sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) de los puertos de desembarque de Bahía Magdalena, B.C.S., Mazatlán, Sin. y Guaymas, Son..

a)

Funcion: CORRELACION CRUZADA
Primera: CAPTURA DE MAZATLAN, SIN.
Desfasada: CAPTURA DE BAHIA MAGDALENA, B.C.S.

Lag	Corr.	S.E.
-15	-.091	.0685
-14	-.091	.0684
-13	-.039	.0682
-12	.0166	.0680
-11	.0493	.0679
-10	.1288	.0677
-9	.2353	.0676
-8	.1903	.0674
-7	.1528	.0673
-6	.0854	.0671
-5	-.035	.0670
-4	-.120	.0668
-3	-.134	.0667
-2	-.106	.0665
-1	-.028	.0664
0	.0602	.0662
1	.1198	.0664
2	.1556	.0665
3	.1526	.0667
4	.1494	.0668
5	.0626	.0670
6	-.057	.0671
7	-.152	.0673
8	-.208	.0674
9	-.234	.0676
10	-.229	.0677
11	-.136	.0679
12	-.062	.0680
13	-.037	.0682
14	-.001	.0684
15	.0751	.0685



b)

Funcion: CORRELACION CRUZADA
Primera : CAPTURA DE MAZATLAN, SIN.
Desfasada: CAPTURA DE GUAYMAS, SON.

Lag	Corr.	S.E.
-15	.0977	.0685
-14	.2823	.0684
-13	.2608	.0682
-12	.1949	.0680
-11	.2310	.0679
-10	.2778	.0677
-9	.2785	.0676
-8	.1619	.0674
-7	.0668	.0673
-6	.0059	.0671
-5	-.100	.0670
-4	-.054	.0668
-3	.1093	.0667
-2	.2268	.0665
-1	.2771	.0664
0	.2602	.0662
1	.2326	.0664
2	.2225	.0665
3	.0799	.0667
4	-.000	.0668
5	-.128	.0670
6	-.188	.0671
7	-.183	.0673
8	-.059	.0674
9	.0428	.0676
10	.1866	.0677
11	.2304	.0679
12	.2027	.0680
13	.1037	.0682
14	.0080	.0684
15	-.069	.0685

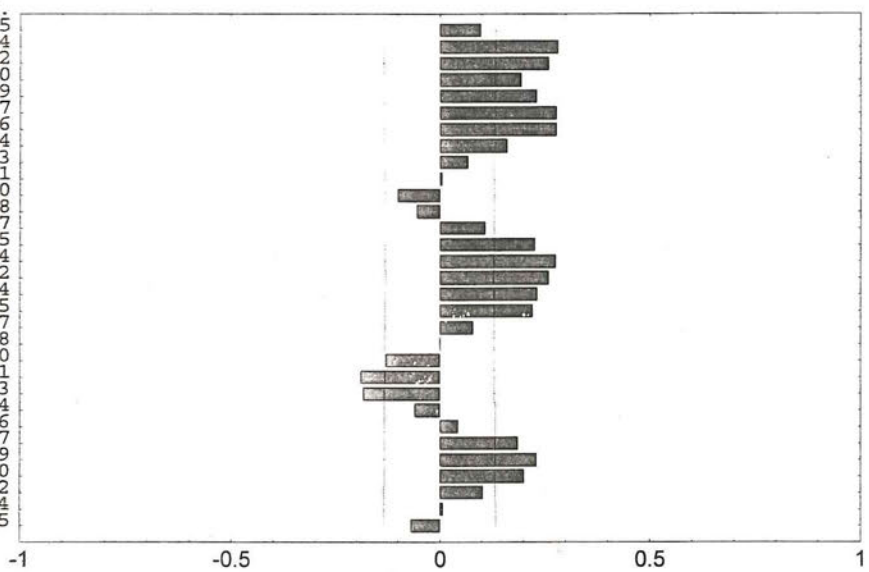


Figura 7. Correlogramas de la captura mensual de a) Mazatlán y Bahía Magdalena (serie desfasada), y b) de Mazatlán y Guaymas (serie desfasada).

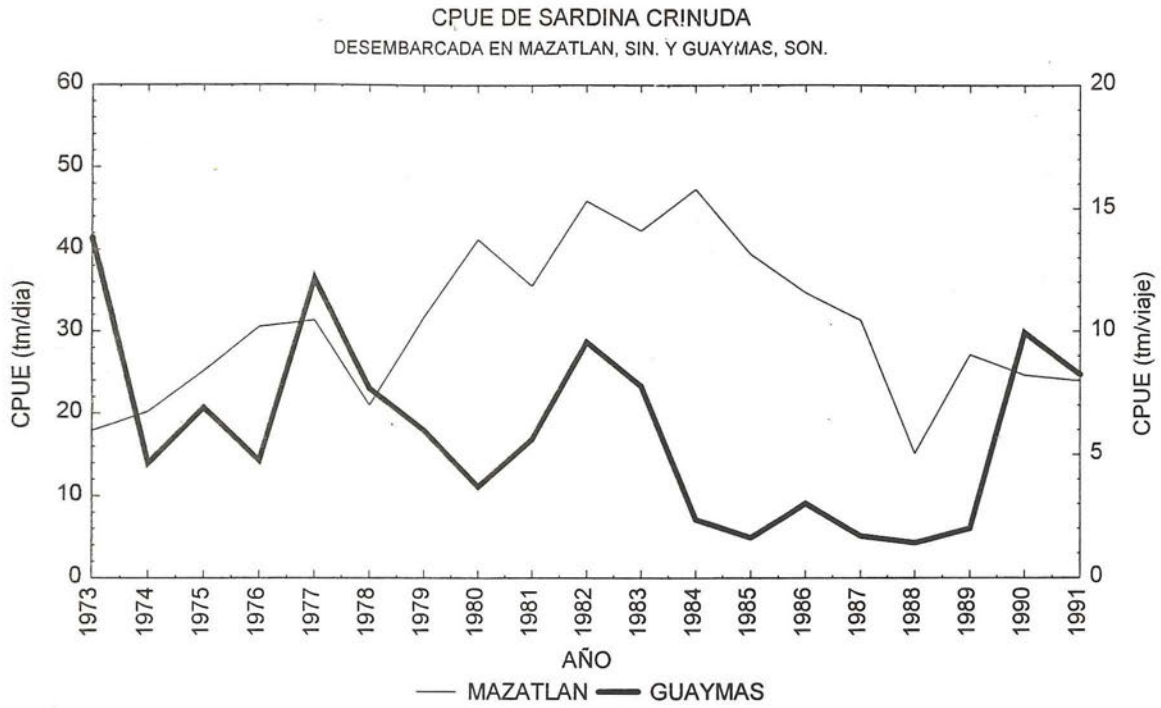


Figura 8. Captura por unidad de esfuerzo anual de sardina crinuda de Mazatlán (tm/días de viaje) y de Guaymas (tm/número de viajes).

El ciclo anual de la temperatura superficial de Bahía Magdalena es similar al de Cabo Corrientes, y casi siempre es más frío 6°C o más, y tienen un comportamiento similar; sus temperaturas son mínimas durante primavera y las máximas se presentan a fines de verano y durante otoño (figura 10). Los ciclos anuales de la temperatura superficial de Mazatlán y Guaymas son muy parecidos. En los meses de enero a mayo y de octubre a diciembre casi son idénticos, con excepción de enero en que la temperatura es menor en Guaymas que en Mazatlán, y en los meses de junio a septiembre la temperatura de Guaymas es más alta que en Mazatlán.

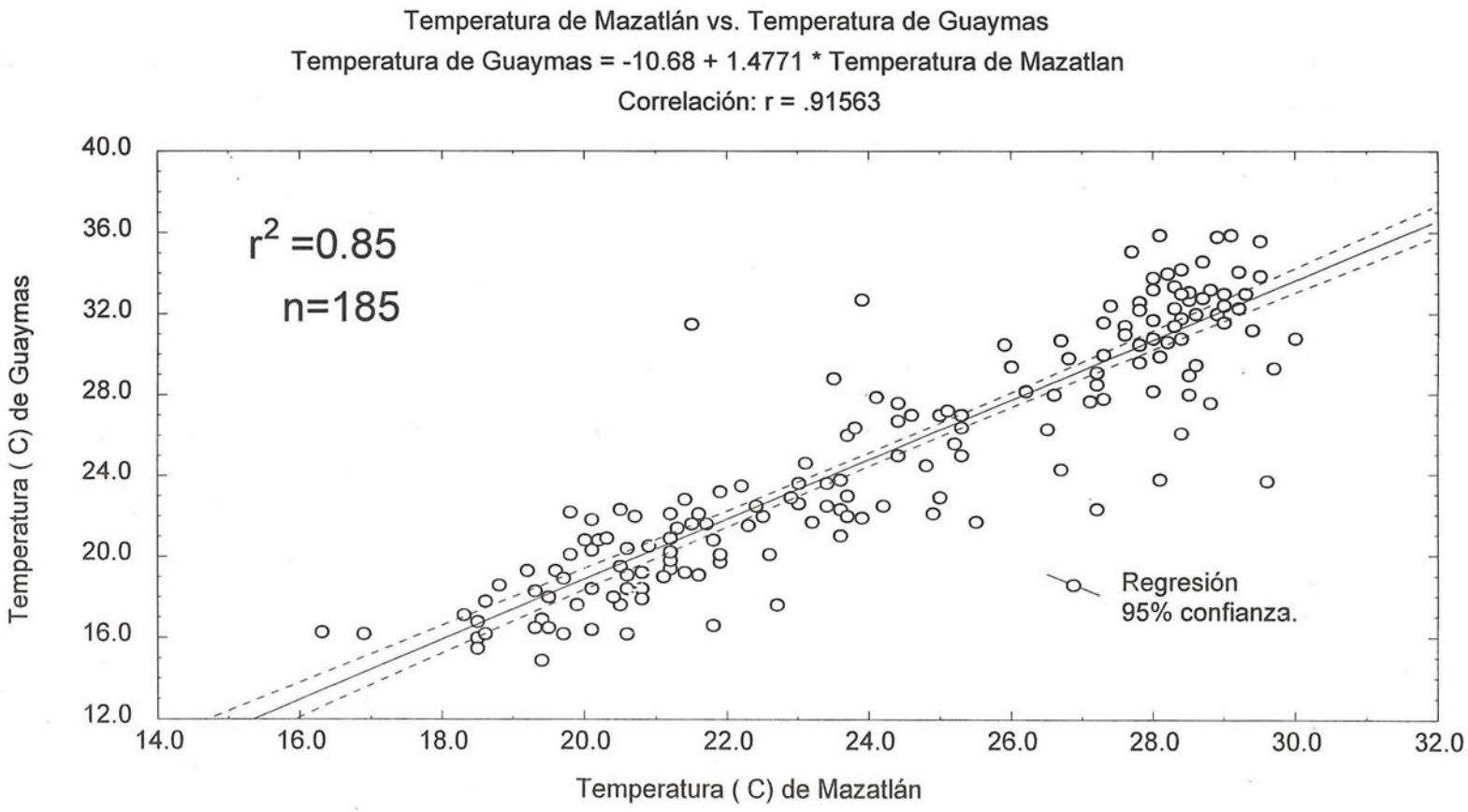


Figura 9. Regresión entre la temperatura superficial del mar de Mazatlán y la temperatura superficial del mar de Guaymas.

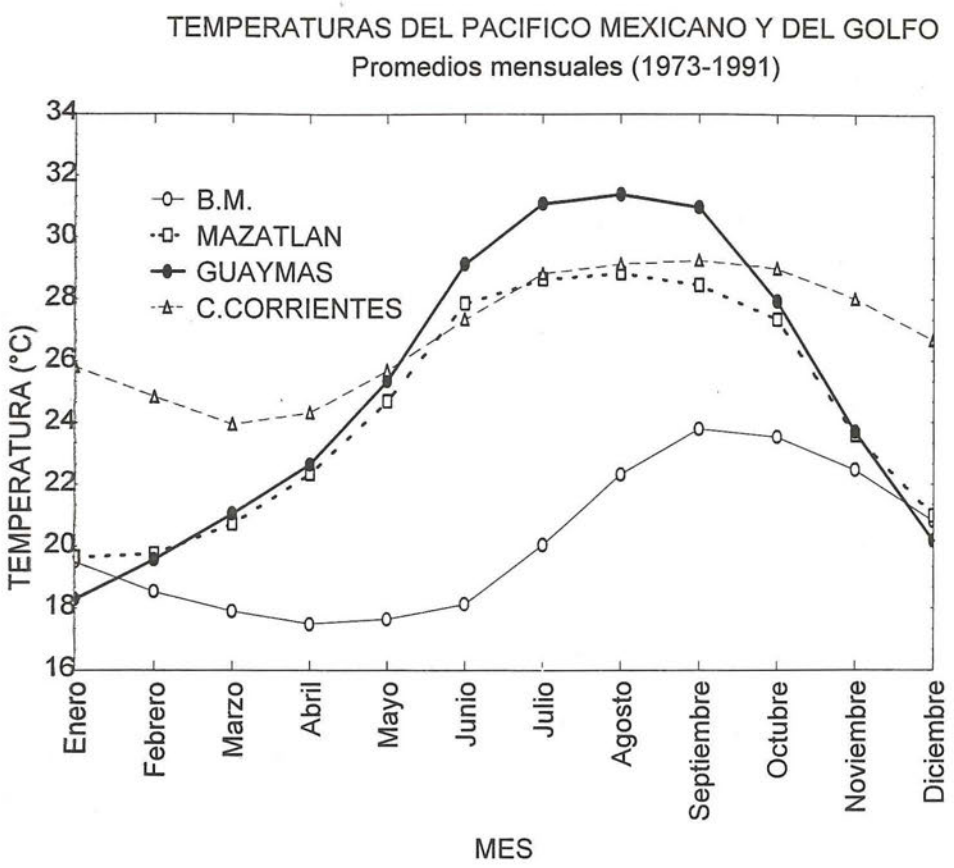


Figura 10. Ciclo anual de la temperatura promedio superficial, del período 1973-1991, del Golfo de California y del océano Pacífico mexicano.

La máxima correlación de la temperatura de Mazatlán estuvo asociada a la temperatura de dos meses antes de Bahía Magdalena (figura 11 a). El comportamiento anual similar de las series de temperatura superficial de Mazatlán y de Guaymas fue también envidente en el correlograma de las dos series ya que la máxima correlación significativa se dió sin desfase y también fue altamente significativo a los 12 meses (figura 11 b).

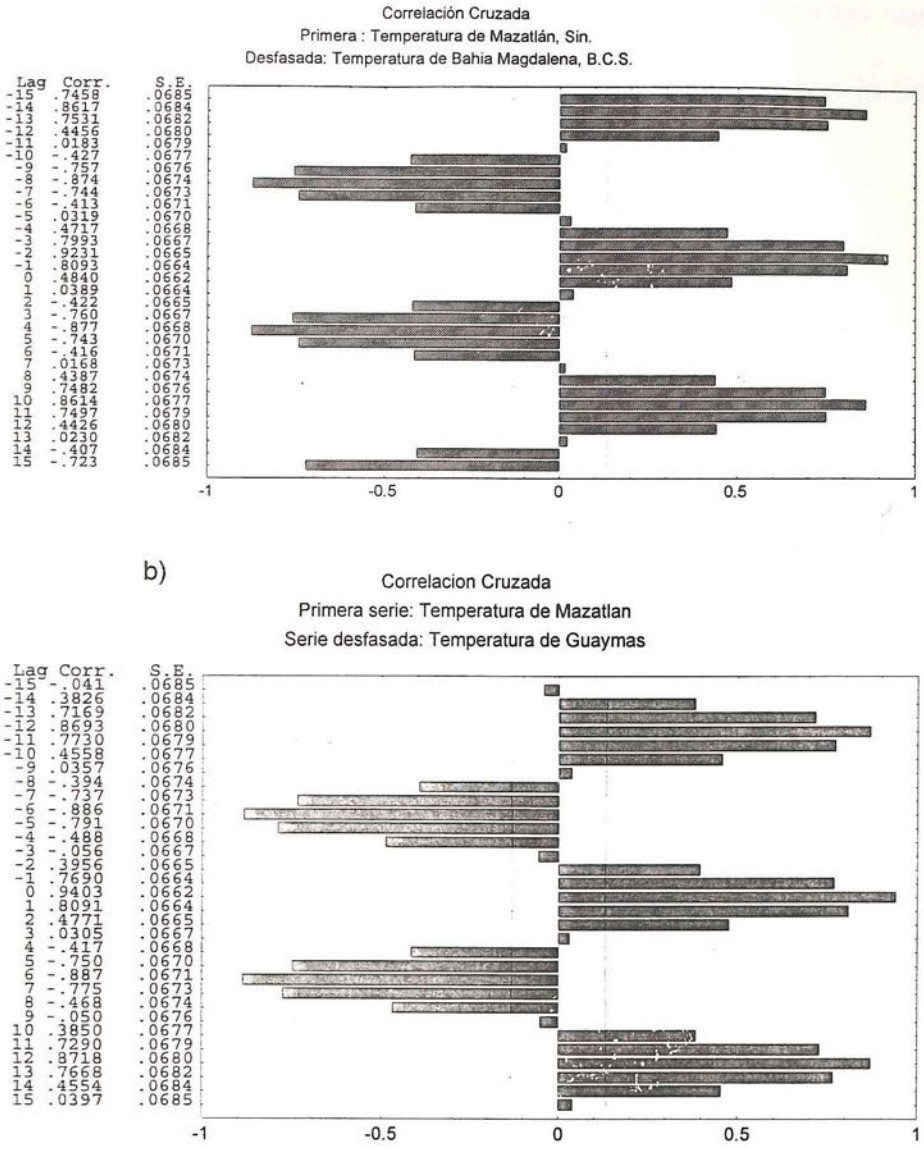


Figura 11. Correlogramas de las series de temperaturas superficiales del mar de a) Mazatlán y Bahía Magdalena, y b) Mazatlán y Guaymas.

Las variaciones de las temperaturas superficiales anuales de Bahía Magdalena, Mazatlán y Cabo Corrientes tienen un comportamiento similar; sus ascensos y descensos se presentan casi simultáneamente en los tres puertos, con excepción de Guaymas donde se observó un descenso de casi 2° C de 1983

a 1985. Este descenso, aunque no tan abrupto se observó en las cuatro regiones. A partir de 1985 la temperatura de Guaymas se traslapó con la temperatura de Mazatlán (figura 12).

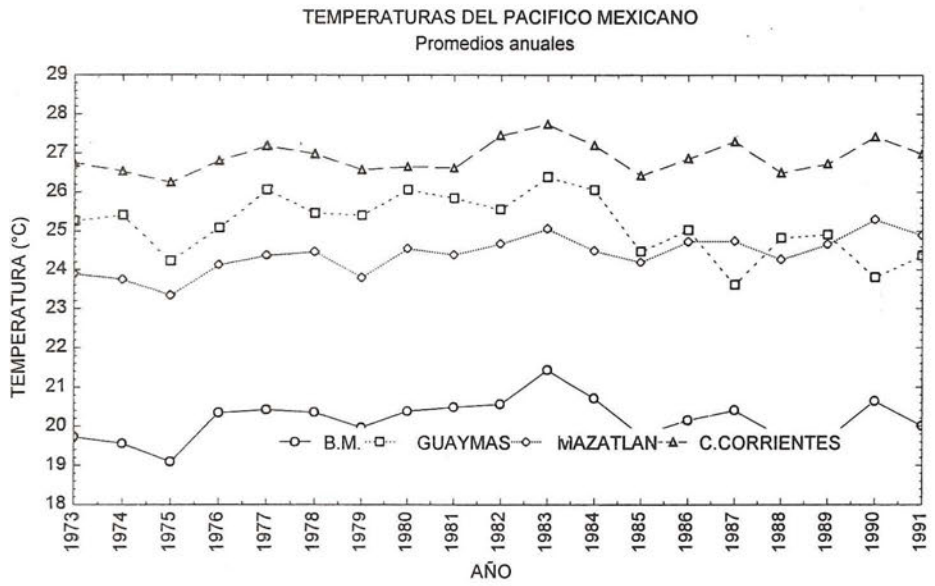


Figura 12. Temperatura promedio anual del Pacífico mexicano y del Golfo de California.

En la serie de temperaturas sin estacionalidad y suavizadas, de los puertos de Bahía Magdalena, Mazatlán, Guaymas y Cabo Corrientes (figura 13), se observó un período de años fríos y normales de mediados de 1973 a 1977, un evento cálido en 1977 que fue de mayor magnitud en Guaymas, y en 1978 se presentó un evento frío. En el lapso de 1979 a 1982 la temperatura fue normal, en las zonas de Bahía Magdalena, Mazatlán y Cabo Corrientes. La temperatura de Guaymas tuvo el mismo comportamiento que las otras tres series de 1973 a 1985; a partir de 1985 su patrón fue casi inverso al de las otras tres series, con

excepción de mediados de 1988 a mediados de 1989 en el que se observa un período de ascenso de las temperaturas en las cuatro regiones. En la serie de Guaymas se presentó un período muy frío de 1985 a 1989, de 1989 a 1990 fue un lapso cálido, y de 1990 a 1991 se manifestaron las masas de agua frías y en Guaymas, se observó un período cálido. (figura 13).

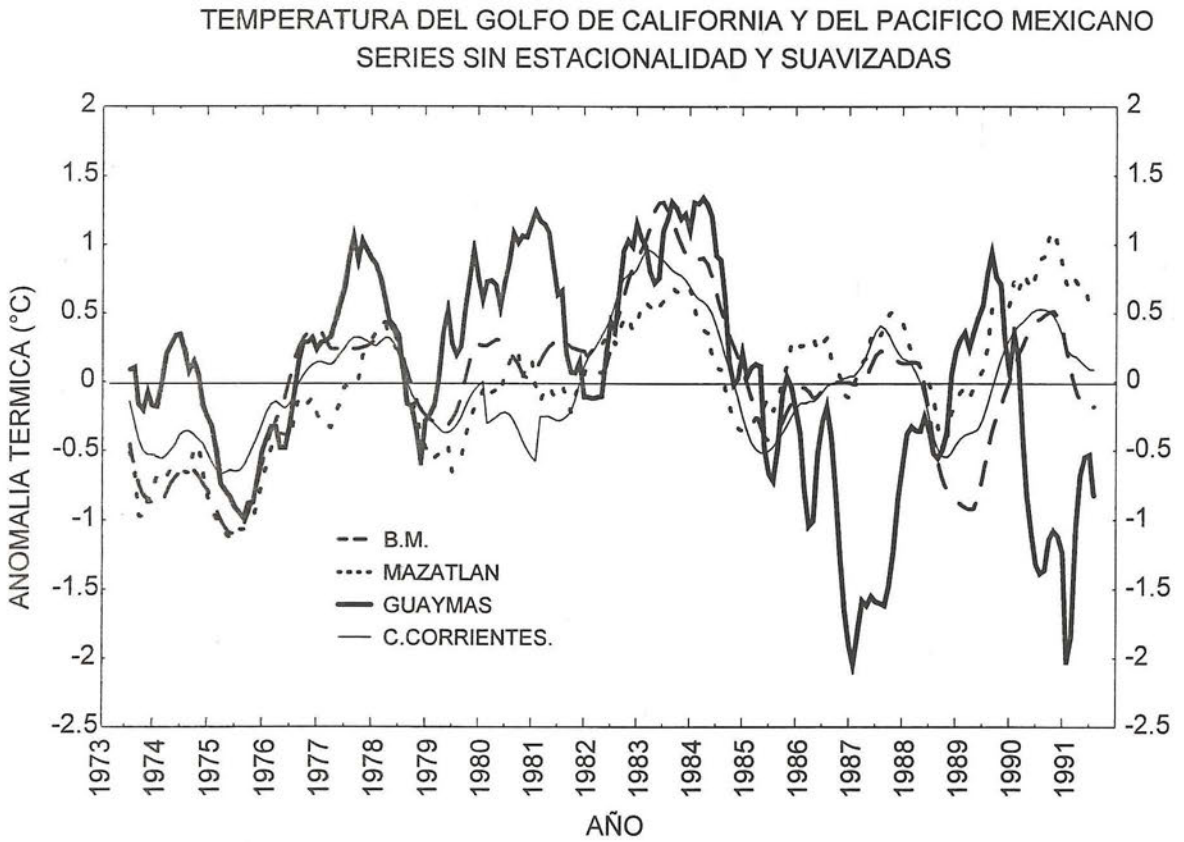


Figura 13. Series mensuales, sin estacionalidad y suavizadas, de la temperatura superficial del mar de Bahía Magdalena, Mazatlán, Guaymas y Cabo Corrientes.

V.6 Relación entre capturas, CPUE y temperaturas

En Bahla Magdalena las máximas capturas del ciclo anual se presentaron en otoño e invierno. Enero y octubre fueron los meses de las capturas máximas con una temperatura promedio de 19.5 y 23.5°C, respectivamente (figura 14 a). Las curvas de Mazatlán y de Guaymas, del ciclo anual de la captura y de la temperatura superficial del mar se interceptan en el mes de mayo (figura 14 b y c). Al iniciar el descenso de la temperatura en octubre aumenta la captura en Mazatlán, y es mucho más evidente en Guaymas. Los meses de la captura máxima, de sardina crinuda, fueron marzo para Mazatlán con una temperatura promedio de 21°C, y mayo para Guaymas con una temperatura promedio de 22.5°C. De marzo a abril se observa una disminución de la captura de Mazatlán y en Guaymas se presenta un ascenso (figuras 14 b y c).

La correlacion cruzada entre las series mensuales de la captura de Bahía Magdalena y la temperatura mostraron un comportamiento diferente al de las series de Mazatlán y Guaymas. En Bahía Magdalena se observó que la captura estuvo directamente asociada con la temperatura de dos meses antes, y la máxima asociación negativa correspondió a la temperatura de 7 meses antes (figura 15 a). En los correlogramas de Mazatlán y Guaymas de las mismas series se observaron resultados casi similares entre si. La captura de Mazatlán estuvo asociada inversamente a la temperatura de 1 mes antes y estuvo asociada positivamente con la temperatura de 7 meses antes. En Guaymas la captura estuvo asociada negativamente a la temperatura sin desfase y también se

observó una correlación positiva y significativa con la temperatura de 7 meses antes (figuras 15 b y c). Todas las correlaciones aquí reportadas tuvieron un nivel de significancia de 0.01.

El diagrama de dispersión de las capturas anuales y la temperatura de Bahía Magdalena muestra que las capturas mayores o iguales a 3,000 tm se presentaron en temperaturas menores de 20.4°C (ver Figura 16 a). Por el contrario las capturas anuales de Mazatlán y las capturas anuales de Guaymas tienen una relación directa con la temperatura pero sólo fue significativa la correlación de los datos de Mazatlán ($r = 0.47$, $p < 0.05$ y $n = 19$). En Mazatlán las capturas mayores de 16,000 tm (log 4.2) estuvieron asociadas a temperaturas mayores de 24.2°C (figura 16 b), y en Guaymas las capturas superiores a 30,000 tm se realizaron en temperaturas mayores de 25.5° C (figura 16 c).

En Bahía Magdalena la serie sin estacionalidad y suavizada presenta una tendencia negativa de largo plazo, y no se observa una asociación interanual con la temperatura (figura 16 a). La serie interanual de la captura por unidad de esfuerzo de Mazatlán muestra sincronía y desfase con la temperatura, no obstante en el año 1988 (mediados) inició un descenso de la temperatura y se observó una caída abrupta de la cpue, y en 1989 cuando inicia un período cálido, que se sostiene hasta 1991, se observa una recuperación que se mantiene en niveles relativamente bajos (figura 17 b). En las series de la cpue y la temperatura de Guaymas se observan cpue altas con períodos cálidos, y cpue bajas con anomalías negativas con cierto desfase (figura 17 c).

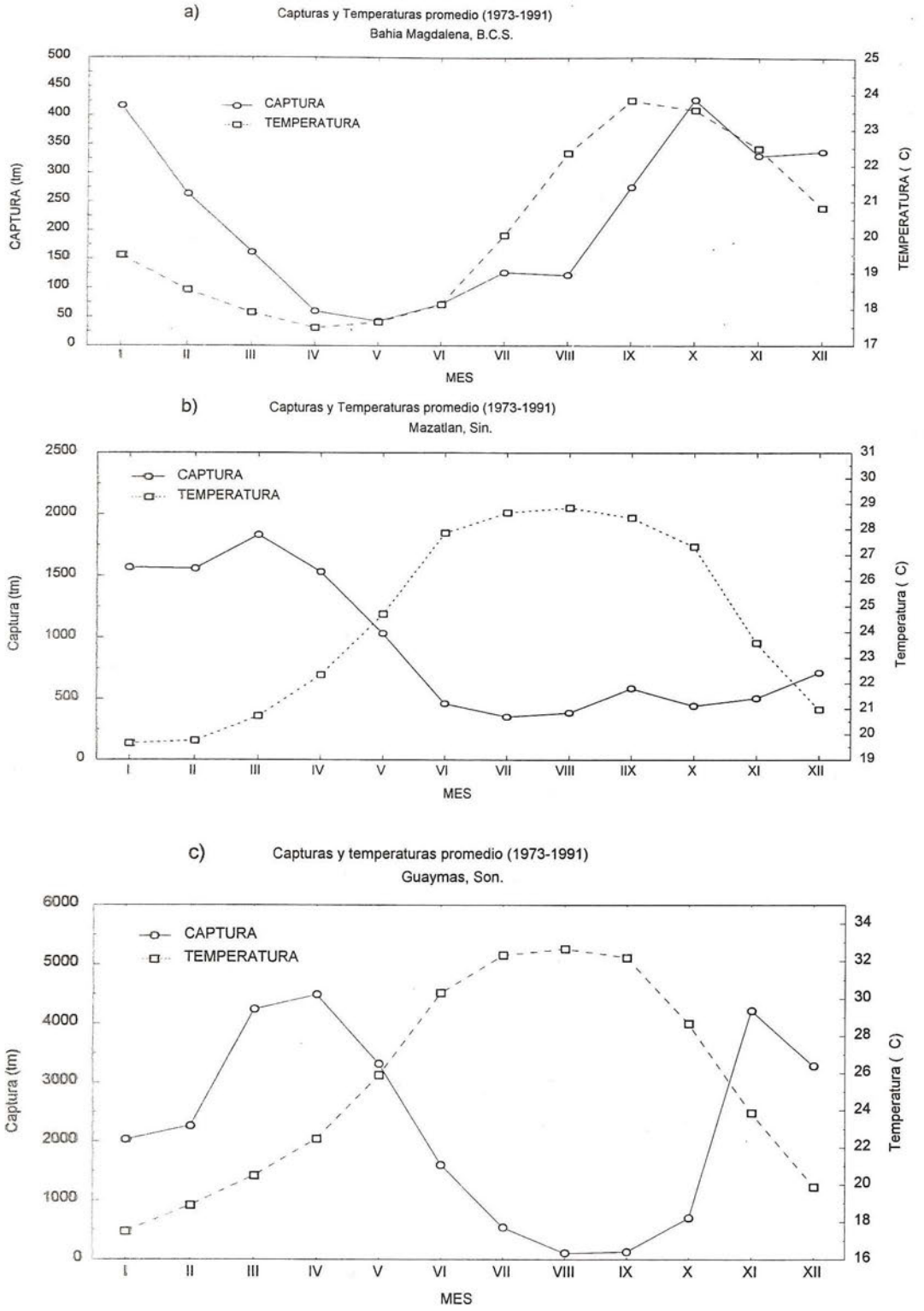


Figura 14. Ciclo anual de la captura y la temperatura de: a) Bahía Magdalena, b) Mazatlán, y c) de Guaymas.

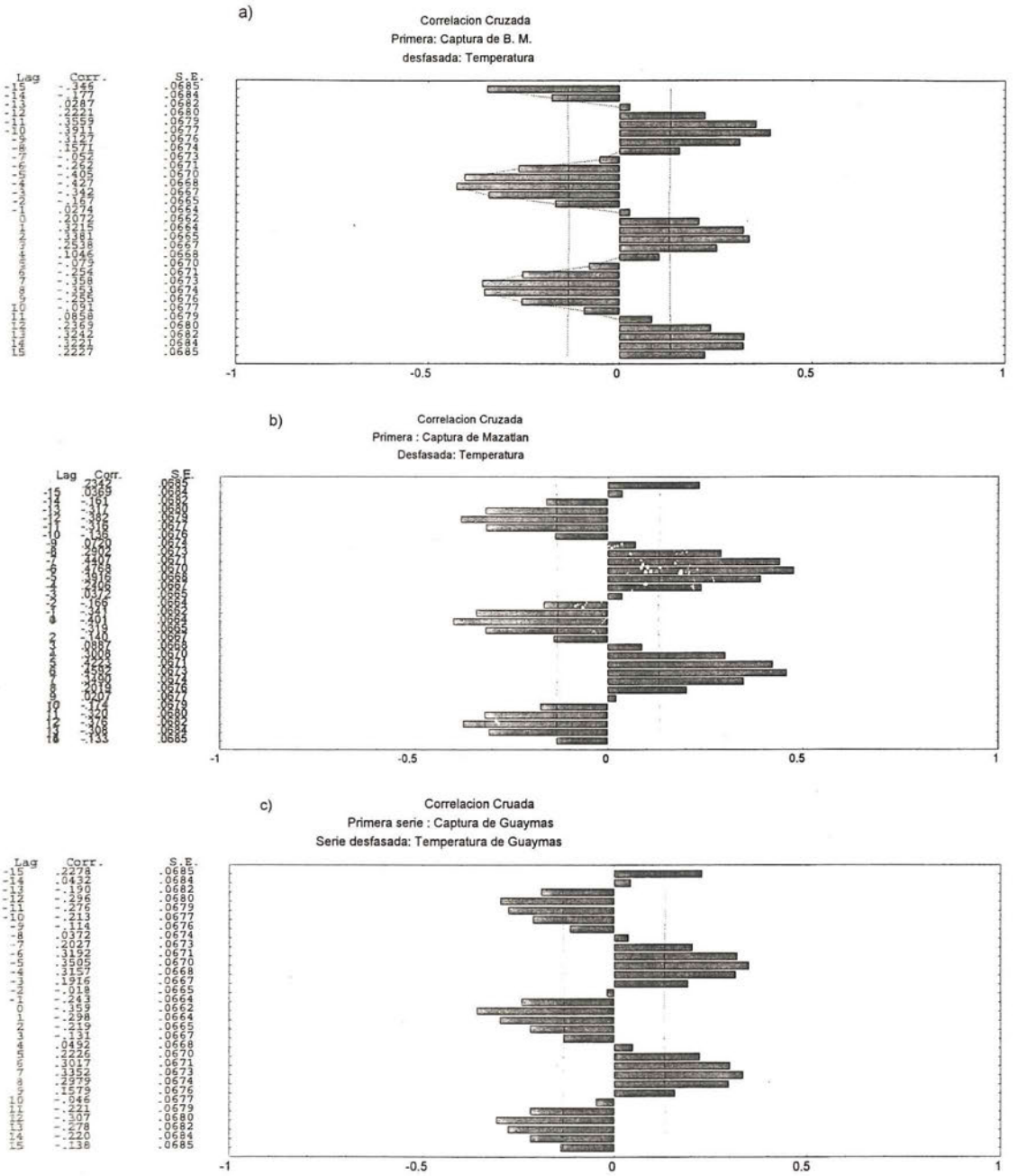


Figura 15. Correlación cruzada de las series mensuales de captura y temperatura (serie desfasada) de a) Bahía Magdalena, b) Mazatlán e c) Guaymas.

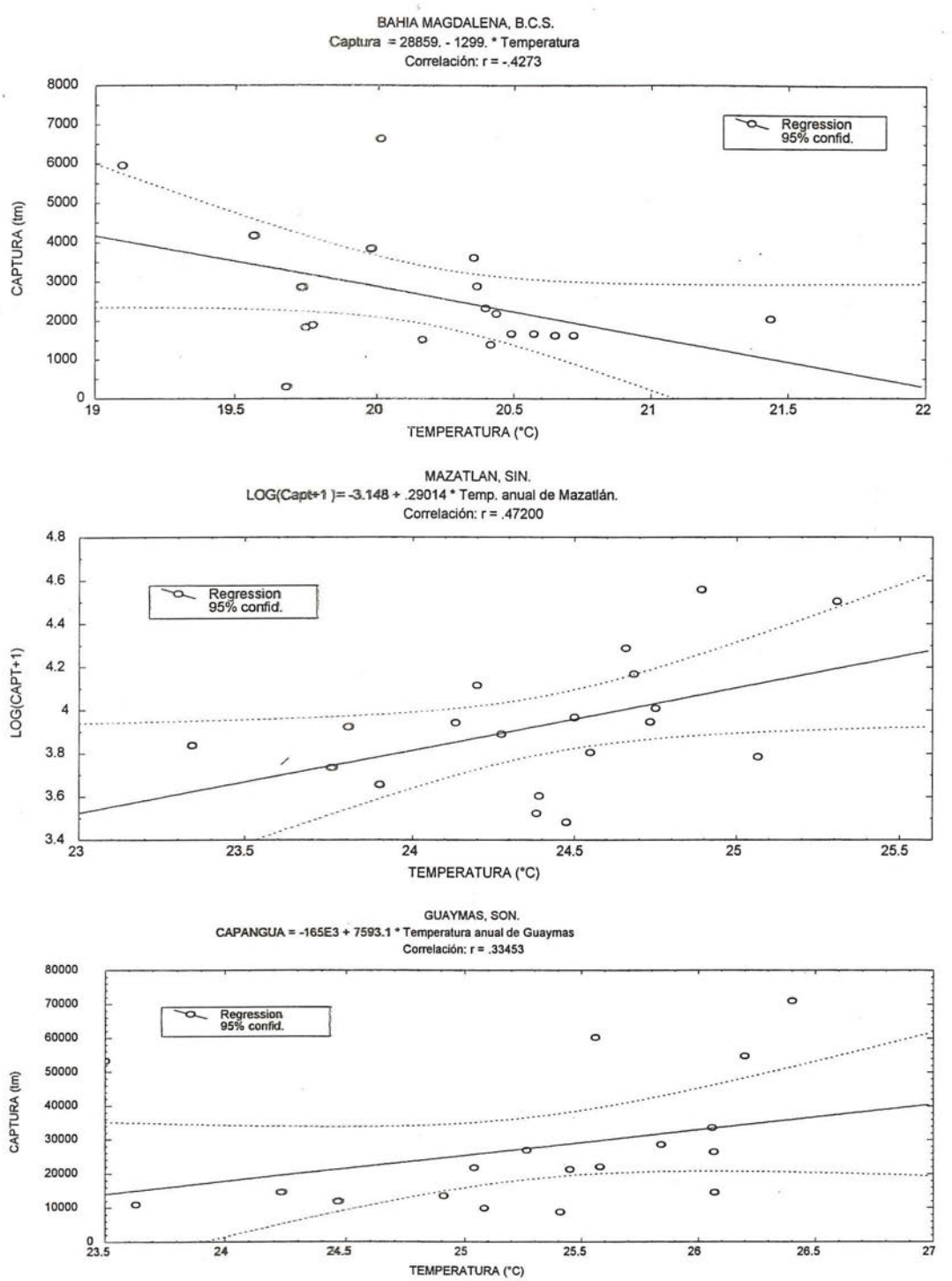


Figura 16. Diagramas de dispersión y correlaciones entre la captura y la temperatura anual de: a) Bahía Magdalena, b) Mazatlán, y c) Guaymas.

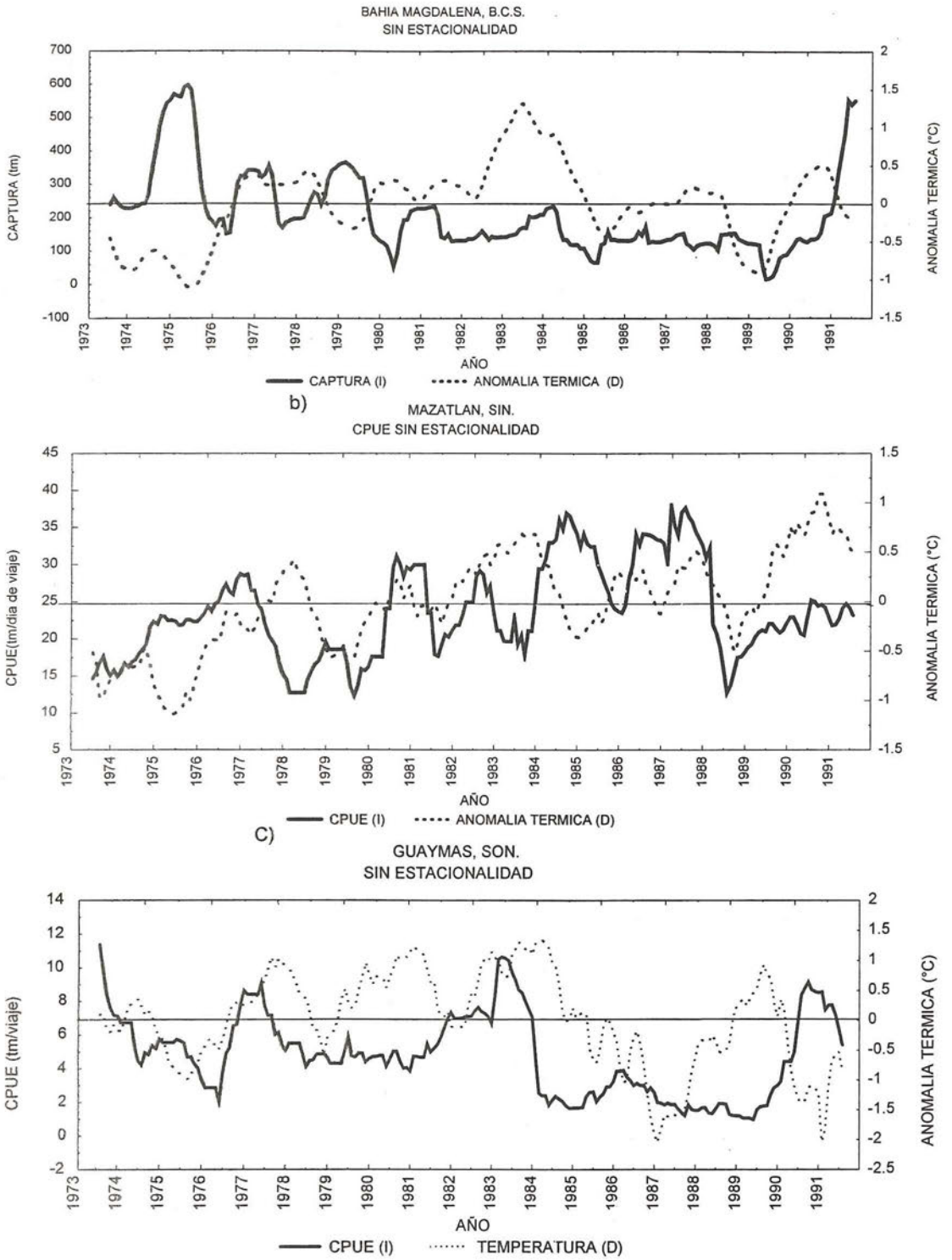


Figura 17. Serie sin estacionalidad y suavizada de: a) la captura de sardina cinuda y la anomalía térmica de Bahía Magdalena. La captura por unidad de esfuerzo de sardina crinuda y la anomalía térmica de: b) Mazatlán, y c)Guaymas.

V.7 Análisis de densidad espectral de Fourier

La serie de los desembarcos mensuales de Bahía Magdalena tiene un espectro plano (tabla I y apéndice C). En las series de las capturas de los puertos de Bahía Magdalena, Mazatlán y de la temperatura de Bahía Magdalena, la frecuencia promedio más importante tiene un período de 18 años 11 meses (tabla I, y apéndices C, D y H, respectivamente).

La segunda frecuencia más importante en el espectro de la captura de Mazatlán correspondió a un período de 9 años 5 meses (tabla i y apéndice D). Esta misma frecuencia es la más alta en el espectro de la captura de Guaymas y es la segunda más importante en el de la temperatura de Guaymas (tabla I y apéndices E y J).

Las otras frecuencias importantes de la serie de desembarcos de Mazatlán tienen una periodicidad de 8 y 9 meses, y una de 1 año 1 mes. Esta última frecuencia fue la segunda en importancia en la serie de Guaymas (tabla I y apéndices D y E).

El espectro de la captura de Guaymas, tiene como tercera frecuencia más sobresaliente la del período 4 años 9 meses (tabla I y apéndice E).

En el espectro de la captura por unidad de esfuerzo de Mazatlán la frecuencia más importante es la del período de 3 años 10 meses. El resto del espectro fue plano; variando las periodicidades de 4 meses a 1 año 4 meses

(tabla I y apéndice F). La serie de la captura por unidad de esfuerzo de Guaymas presenta un espectro plano con periodicidades de 4 meses a 1 año 2 meses (tabla I y apéndice G).

Los espectros de la series temporales de la temperatura de Mazatlán y de Guaymas son planos. Sus periodicidades promedio más importantes fueron de 1 año 11 meses y 4 año 9 meses para la serie de Mazatlán y 9 años 5 meses y 6 años 4 meses para la de Guaymas (tabla I, apéndices I y J).

Tabla I. Resultados del análisis de densidad espectral de Fourier.

Serie de tiempo: Estandarizada	Pico	Valor Periodograma	Frecuencia ciclos/mes	Periodo meses	Periodo años: meses
Captura de B. M.	1	929E3	0.0395	25.32	**2**:1
	2	829E3	0.0044	227.27	**18:**11
	3	761E3	0.0614	16.29	**1**:4
	4	727E3	0.0877	129.87	**10**:10
	5	698E3	0.1404	7.12	**0**:7
Captura de Mazatlan	1	227E5	0.0044	227.27	**18**:11
	2	120E5	0.0088	113.64	**9**:5
	3	975E4	0.1140	8.77	9
	4	802E4	0.1228	8.14	8
	5	516E4	0.0175	57.14	**4**:9
Captura de Guaymas	1	211E6	0.0088	113.64	**9:**5
	2	133E6	0.0789	12.67	**1**:1
	3	109E6	0.0175	57.14	**4**:9
	4	107E6	0.0658	15.20	**1**:3
	5	854E5	.0.0870	11.27	**0**:11
CPUE de Mazatlan	1	4863	0.0789	12.67	**1**:1
	2	2247	0.0088	113.64	**9**:5
	3	1864	0.4868	2.05	2
	4	1862	0.0877	1.14	1
	5	1556	0.0482	20.75	**1**:9
CPUE de Guaymas	1	529	0.0088	1133.64	**9**:5
	2	433	0.0789	12.67	**1**:1
	3	390	0.0175	57.14	**4**:9
	4	258	0.0658	15.20	**1**:3
	5	193	0.2588	3.86	4
Temperatura de B.M.	1	47.95	0.0044	227.27	**18**:11
	2	22.05	0.0132	75.76	**6**:4
	3	20.34	0.0263	38.02	**3**:2
	4	13.53	0.0482	20.75	**1**:9
	5	13.28	0.0219	45.66	**3**:10
Temp. de Mazatlán	1	10.05	0.0439	22.78	**1**:11
	2	8.43	0.0175	57.14	**4**:9
	3	8.12	0.1623	6.16	6
	4	7.53	0.0263	38.02	**3**;2
	5	6.22	0.1535	6.51	7
Temperatura Guaymas	1	9.42	0.0044	227.27	**18:**11
	2	7.81	0.1009	9.91	10
	3	6.43	0.1096	9.12	9
	4	5.98	0.1360	7.35	7
	5	5.76	0.2190	45.66	**3**:9

VI. DISCUSION

Antes de iniciar la discusión de los resultados es necesario hacer las siguientes precisiones sobre los dato utilizados:

De las tres especies (*Opisthonema libertate, medirastre* y *bulleri*)) que se encuentran mezcladas en las áreas de operación de las flotas *Opisthonema libertate* es la más abundante en las costas mexicanas y en el resto de las áreas de distribución. La especie *O. medirastre* es la segunda en importancia por su abundancia, y *O. bulleri* es la que se observa más esporádicamente y la menos numerosa de las tres. El análisis de la captura en esta tesis será a nivel genérico (*Opisthonema* spp.) y partiremos de la premisa de que las fluctuaciones de las capturas representan, en general, el comportamiento combinado de las tres especies, con un efecto producido acorde a la abundancia de cada una.

El esfuerzo pesquero de Mazatlán se reporta como días de viaje y el de Guaymas como número de viajes. También el esfuerzo de Mazatlán está dirigido principalmente a la sardina crinuda y como segundo recurso, por su disponibilidad, a la sardina bocona, y en Guaymas es hacia la sardina Monterey y en segundo lugar a la sardina crinuda. Sin embargo, por lo general, las dos flotas pescan el primer recurso que se encuentra disponible. Por todo lo anterior al compararse los esfuerzos pesqueros de Mazatlán y Guaymas no se deben observar como números absolutos, ya que el esfuerzo de Guaymas está subestimado, sobre todo a finales de la década de los 80's en que se inician

viajes con duración de más de un día (entre 3 y 5 días). La subestimación del esfuerzo pesquero de Guaymas implica que su captura por unidad de esfuerzo reportada está sobreestimada. A finales de los 80's iniciaron también las prospecciones aéreas en toda la región del golfo, y no se ha cuantificado su efecto en el esfuerzo.

La captura por unidad de esfuerzo no significa un índice de abundancia relativa de la población en el sentido de Ricker (1976), debido a que el coeficiente de capturabilidad (q) es muy variable con los factores ambientales en los pelágicos menores Csirke (1988), y no cumple con la premisa de que la cpue es proporcional al tamaño de la población planteada por Ricker (1975). Tampoco se cumple con el requisito señalado por Cushing (1975) de que las unidades de pesca sean independientes ya que las flotas de esta región tienen comunicación entre éllas. En esta tesis la captura por unidad de esfuerzo se usará como un índice del éxito relativo de pesca, que de alguna manera debe estar relacionada con la densidad del recurso (Hamman *et al.*, 1991).

A continuación primero haremos una descripción de las capturas y de las capturas por unidad de esfuerzo de sardina crinuda en cada una de las zonas y posteriormente se discutirán las hipótesis planteadas.

La pesquería de sardina crinuda de Bahía Magdalena se ha mantenido en niveles de captura relativamente bajos; durante los años 1973 a 1980 desembarcaron entre 2,000 y 6,000 tm anuales, de 1980 a 1990, la captura

fue de menos de 2,000 tm al año, y en 1991 se pescaron 6, 600 tm, cifra nunca antes alcanzada.

La captura de Mazatlán ha sido variable y con una tendencia a incrementarse, debida en parte a la incorporación de los barcos con mayor capacidad de bodega; en 1981/82 ingresaron barcos con capacidad de hasta 250 tm, y en 1983/84, hasta de 270 tm. De 1973 a 1988 las capturas ascendieron hasta 15,000 tm, y en los últimos tres años 1989 a 1991 se pasó de 19,500 a 36,200 tm. Esta última cifra es la máxima reportada para esa zona.

La captura de Guaymas ha sido la más fluctuante. En esta región se observó un ascenso de las capturas más pronunciado en el período de 1973 a 1982 asociados a la incorporación de barcos con mayor capacidad de bodega; en 1976/78 iniciaron operaciones los barcos con capacidad de bodega de 125 tm, y en 1981/82, de 300 tm. En 1983 se pescaron 71,000, en 1984 14,500 tm, y de1984 a 1989 se mantuvieron las capturas en niveles menores de 22,000 tm. En los dos últimos años (1990 y 1991) la captura ascendió a 53,000 y 55,000, respectivamente.

De las tres pesquerías de sardina crinuda del Pacífico mexicano la de Bahia Magdalena es la que menos se ha desarrollado; durante 19 años (1973-1991) se han pescado en total 50,000 tm, un orden de magnitud menor que

las capturas desembarcadas en Mazatlán y Guaymas, que fueron de 209,000 y 519,000 tm, respectivamente.

La diferencia de los desembarques en los puertos no es un reflejo del esfuerzo aplicado en cada uno de ellos, ya que es evidente que el grado del desarrollo de las pesquerías está determinao por la disponibilidad del recurso y no a la inversa, es decir, existen menos barcos y por lo tanto menos esfuerzo en Bahía Magdalena por que en esa zona la disponibilidad y abundancia del recurso siempre ha sido menor.

Existe una mayor asociación entre la captura y el esfuerzo, y mayor captura por unidad de esfuerzo de la sardina crinuda desembarcada en Mazatlán que la descargada en Guaymas. Ésto se debe a que en Mazatlán el recurso pelágico costero con mayor disponibilidad ha sido la sardina crinuda y el esfuerzo estaba dirigido a este recurso, y en Guaymas a la sardina Monterey. Además el esfuerzo pesquero estimado para Guaymas incluye a todos los pelágicos menores, mientras el estimado para Mazatlán sólo se basó en el aplicado a la sardina crinuda. Por ejemplo, en abril de 1991 desembarcaron, en Mazatlán, 3,000 tm de sardina crinuda con un esfuerzo de 143 días de viaje, mientras en Guaymas esa misma cantidad, en la misma fecha, se pescaron con 806 viajes, si consideramos que la duración promedio de los viajes fue de 1.5 dias, el esfuerzo aplicado sería de 1,209 días. Esto significa que el

esfuerzo de Guaymas es aproximadamente un orden de magnitud mayor que el de Mazatlán.

En los estudios biológico pesqueros anteriores se han analizado las pesquerías de cada zona de desembarque como poblaciones aisladas por limitaciones de la información y porque se consideraban que eran poblaciones independientes. No obstante, existen evidencias que apoyan la hipótesis de que la sardina crinuda desembarcada en Bahía Magdalena, Mazatlán y Guaymas pertenecen a una misma población. Según Casas-Valdez (1987) en Bahía Magdalena, la sardina crinuda tiene una permanencia temporal en esa zona cuando entra a alimentarse. La autora no mencionó el lugar de procedencia, pero debido a que es una especie tropical y subtropical no es lógico pensar que viene de las aguas templadas del exterior de la bahía, por lo tanto debe venir de la región de Mazatlán o de más al sur. Entre las zonas de captura de la sardina crinuda que desembarca en Mazatlán y Guaymas no existe una frontera geográfica en la distribución del recurso. Entre estos dos puertos de desembarque existen otros tres: Yavaros, Son., Topolobampo y El Castillo, Sin. Los datos de estos tres puertos no fueron incluídos en esta tesis porque iniciaron sus operaciones a mediados de los 80's y por no tener la información del esfuerzo pesquero, además consideramos que no modificarían nuestro resultados significativamente ya que la captura en esos puertos es menor que la de Mazatlán y Guaymas. El mismo período de desove de la

especie más abundante, *Opisthonema libertate,* en las tres zonas es entre julio y septiembre-octubre, es otro argumento importante para pensar que pertenecen a una misma población. No existen estudios de la época reproductiva de las otras dos especies en las tres zonas de pesca.

Los resultados de las correlaciones cruzadas entre la captura de Mazatlán y Bahía Magdalena, y Mazatlán y Guaymas, son una evidencia más de que la sardina crinuda de las tres zonas pertenecen a una población; cuando la captura es máxima en Bahía Magdalena es mínima en Mazatlán y visceversa (con desfase de 9 meses), lo que indica que sí existe migración, planteada anteriormente, de sardina crinuda entre las dos regiones. Según el correlograma las capturas de Mazatlán y Guaymas fluctúan juntas en un ciclo anual. Este resultado demuestra un comportamiento intraanual similar de la sardina crinuda del golfo. Las fluctuaciones anuales no se manifestaron en el análisis espectral para la región de Mazatlán, y en la zona de Guaymas sí se observaron, como periodos promedio de once meses, 1 año 3 meses y 1 año 1 mes.

Todos los argumentos anteriores sugieren que la sardina crinuda (*Opisthonema* libertate) que habitan las áreas de influencia de las flotas que desembarcan en Mazatlán y Guaymas, pertenecen a una misma población. De las otras dos especies *(Opisthonema medirastre y O. bulleri*), no se tiene información sufieciente que permitan definir su unidad poblacional.

Para probar la segunda hipótesis: las variaciones estacionales de las capturas de la sardina crinuda están asociadas a las variaciones del ambiente oceanográfico representado por la temperatura superficial del mar, analizaremos los ciclos anuales de las capturas y de las temperaturas, y las correlaciones cruzadas entre las capturas y las temperaturas.

En Bahía Magdalena la estación de máxima captura de sardina crinuda, es en otoño e invierno (septiembre a febrero); con capturas entre 250 y 450 tm y está generalmente asociada a las altas temperaturas del ciclo anual (desfasada por uno o dos meses) de esa zona, con un pico en octubre y otro en enero. Este desfase fue definido como dos meses por la correlación cruzada entre la captura y la temperatura mensuales. El período de capturas mínimas (menores de 200 tm) es durante primavera y verano (marzo a agosto). En esta región la estacionalidad de las capturas es menos marcada que en los otros dos puertos; la variación en las capturas es menor de 400 tm. Esto se refleja en el análisis espectral de las series de captura y de temperatura; donde no se manifestaron períodos menores de un año.

Los ciclos anuales de la captura de sardina crinuda y la temperatura de Mazatlán y Guaymas, muestran dos estaciones: la de mayor captura en el golfo, que ocurre en los meses en que la temperatura superficial del mar es menor (noviembre a mayo), y un período de capturas mínimas (de junio a octubre) cuando las temperaturas son mayores. En la zona de Mazatlán la

estación de mayores capturas (entre 750 y 1,800 tm) se presenta en los meses con temperaturas promedio menores de 25°C, y la de capturas mínimas (< de 750 tm) se observan en los meses con temperaturas promedio entre 27° y 29°C. En Guaymas, se observa el mismo patrón estacional; el período de capturas máximas (entre 2,000 a 4,500 tm) corresponde a los meses con temperaturas menores de 26° C, y los de menor captura (<1,500 tm) están asociados a los meses con temperaturas entre 28° y 32°C. El patrón observado en el Golfo de California es un reflejo de la variación estacional de la población de sardina crinuda, y puede ser producto de las altas capturas de sardina crinuda en los meses de invierno y primavera, y una reducción en la disponibilidad reflejada en capturas menores en los meses de verano y otoño. El patrón estacional puede explicarse como una reducción en las capturas originada por la migración de parte de la población del golfo hacia: la zona costera de la parte occidental de Baja California, hacia la zona de B. M., o hacia el sur a la zona del Golfo de Tehuantepec (figura 18), o puede ser el resultado de una concentración de sardina crinuda, para alimentarse en los meses de primavera e invierno cuando existen surgencias, y una dispersión del recurso en los meses de verano y otoño (figuras 19 a y b).

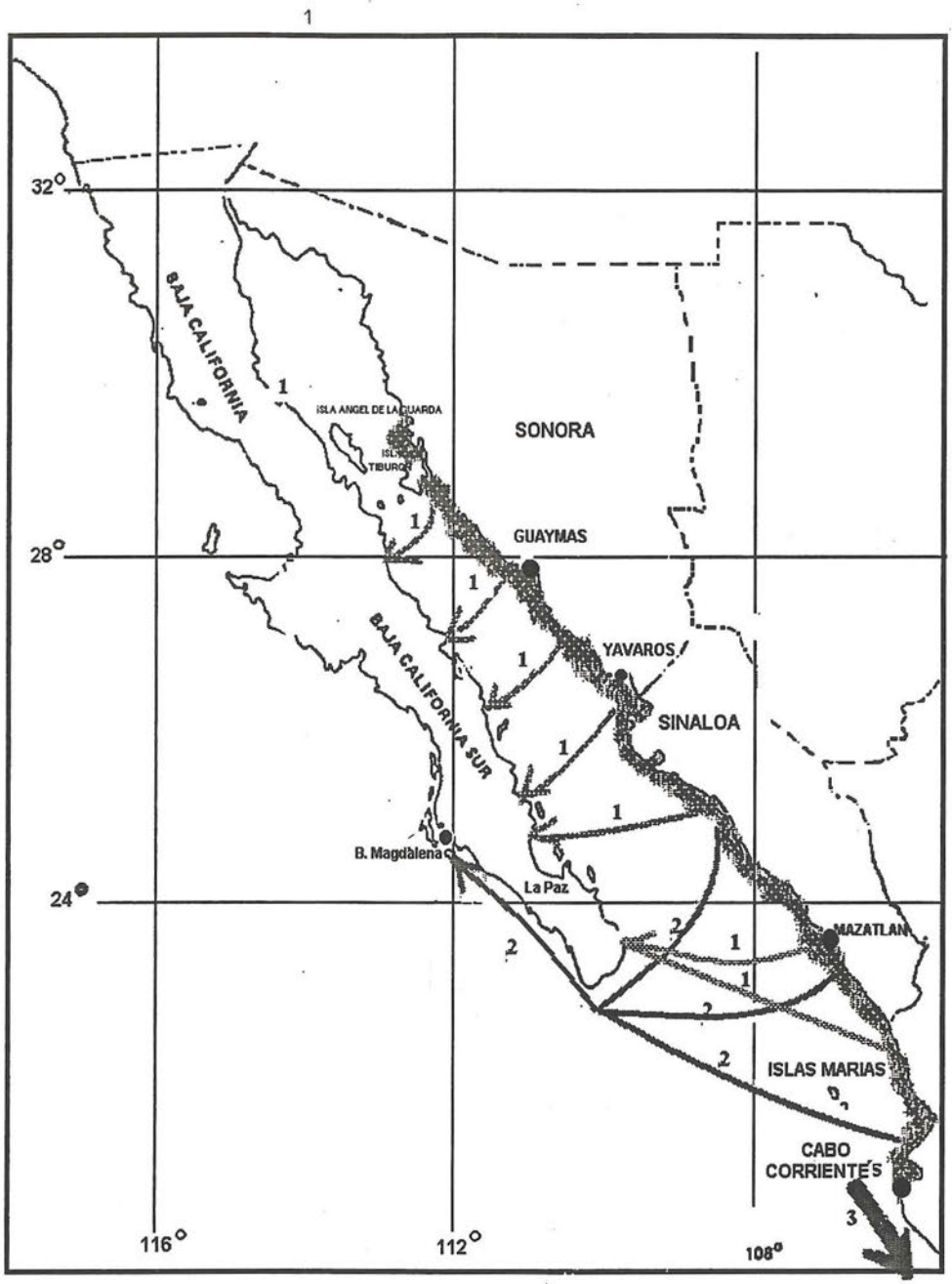


Figura 18. Posibles rutas migratorias del patrón estacional de la sardina crinuda en la época de menores capturas (verano-otoño). Las flechas indican: 1 movimiento hacia la costa occidental de Baja California, 2 movimiento hacia el área de Bahía Magdalena y 3 hacia el sur a la zona del Golfo de Teuhantepec.

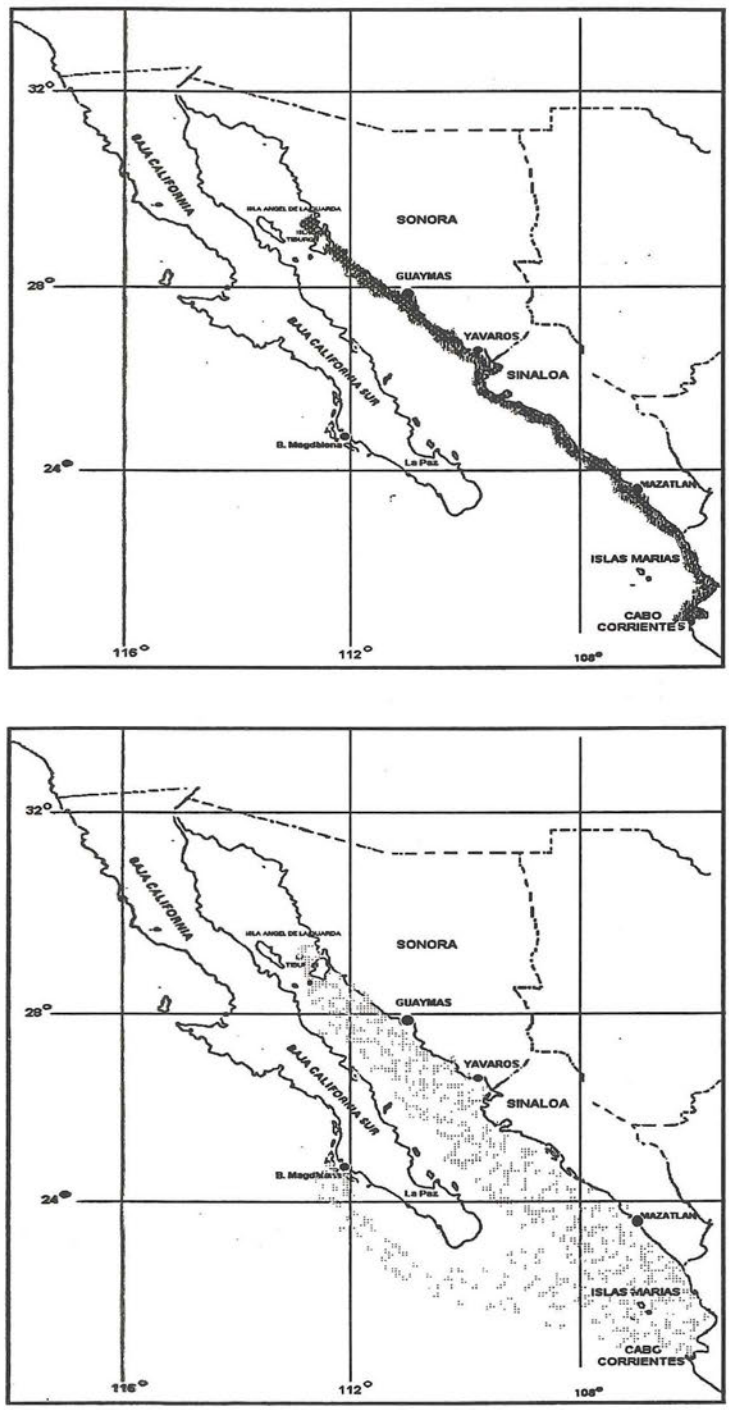


Figura 19. a) Representa la posible concentración de la sardina crinuda en las costas en los meses de mayores capturas y de surgencias (invierno-primavera).

b) Supuesta dispersión de la población de sardina crinuda en los meses de menor captura y mayores temperaturas (verano-otoño).

Las altas capturas en invierno y primavera son una manifestación de una disponibilidad mayor en este período. Sin embargo, la migración como una explicación de la disminución de la captura en verano y otoño en el patrón estacional observado en el golfo no es sostenible por los siguientes argumentos: a) En la costa occidental de la península no se han detectado poblaciones adultas importantes de este recurso. b) La única zona de pesca con un comportamiento estacional un poco diferente es la de Bahía Magdalena, sin embargo los datos de captura indican que sólo una pequeña cantidad podría ser producto de la migración de la sardina del golfo hacia esa zona. c) En el sur sólo existe otra pesquería en el Golfo de Teuhantepec. Sin embargo, Acal (1994) reportó que la época de menor abundancia de sardina crinuda en esa zona fue el mes de septiembre según el análisis de cuatro cruceros realizados en el Golfo de Tehuantepec por el B/I Dr. F. Nansen en marzo, junio, septiembre y diciembre. Por último, d) la veda estipulada para la sardina crinuda en los meses de agosto y septiembre no determinaron la escasez del recurso ya que se planteó sólo para la región oriental de la penísula y ésta no era zona de explotación de la sardina crinuda (INP, 1985).

El patrón estacional como producto de la concentración y dispersión de la sardina crinuda propuesto en la Figura 19 a y b en el golfo puede ser una respuesta de la población al patrón de la surgencia que se presentan en el golfo, durante invierno y primavera según (Roden, 1972) y sólo durante la

primavera (de marzo a abril) según Alvarez (1983), y de acuerdo a Bray y Robles (1991) se desarrollan en invierno entre los 23° y los 28° C latitud norte. La producción de plancton asociada con las surgencias costeras probablemente hacen que la sardina crinuda se concentre para alimentarse, en zonas más pequeñas y cercanas a la costa de su área total de distribución, y aumenta su disponibilidad al arte de pesca de la red de cerco. En verano cuando las capturas son mínimas y los vientos son del sur y del sureste (Bray y Robles, 1991), la termoclina se encuentra totalmente desarrollada; Alvarez-Borrego (1983) reportó diferencias de 16°C entre la temperatura de la superficie y la de 150 m de profundidad, y la producción de la fuente alimenticia es disminuída probablemente se impulse a la población a dispersarse. El verano es la época reproductiva de la especie más abundante (*Opisthonema libertate*), y en los cruceros con arrastres de plancton que ha realizado el Instituto Nacional de la Pesca en el golfo, se han encontrado importantes concentraciones de huevecillos de *Opisthonema* spp. Lo anterior indica que no existe migración ya que deben de estar los adultos que realizan el desove. También es probable que los adultos se encuentren en cardúmenes de mayor magnitud que garanticen la reproducción, pero menos densos que los que se forman en primavera-verano.

Según las correlaciones cruzadas la captura es alta cuando la temperatura es mínima y visceversa en el mismo mes, o la captura es máxima cuando la temperatura (de siete meses antes) es alta, en las regiones de

Mazatlán y de Guaymas. En base a éllo podemos decir que las máximas capturas están asociadas significativamente con las mínimas temperaturas, y que estas temperaturas mínimas pueden ser indicadoras de surgencias que traen agua fría hacia la superficie.

Los argumentos arriba señalados indican que la sardina crinuda desembarcada en Mazatlán y Guaymas presenta un comportamiento estacional; se concentra para alimentarse en las regiones costeras durante el período de mínimas temperaturas durante la época de surgencias - invierno y primavera-. En verano y principios de otoño cuando los vientos son del sur sureste; cesan las surgencias y las temperaturas son las máximas del ciclo anual, se efectúa la reproducción de la especie más abundante (*Opisthonema libertate*). En otoño cuando se da la transición de los vientos del sur sureste a los del noroeste se inicia otra vez la congregación del recurso. Parte de la población que se registra en Bahía Magdalena proviene de la sardina de la región de Mazatlán. Si bien es cierto que la estacionalidad de las capturas está asociada al ciclo anual de las temperaturas, no podemos deducir que sea una relación de causa y efecto.

Entre marzo y abril existe un descenso en la captura de la región de Mazatlán y un ascenso en la captura de Guaymas que indica una migración de Mazatlán a Guaymas (sur-norte) durante ese lapso.

La tercera hipótesis: la fluctuación interanual de la sardina crinuda en el Golfo de California está asociada a los cambios de las masas de agua; la disponibilidad y abundancia aumenta cuando existen condiciones tropicales cálidas y disminuye cuando se presentan aguas frías o templadas, será explorada con el análisis de las series mensuales interanuales y suavizadas de la captura de Bahía Magdalena, cpue de Mazatlán y Guaymas y de las mismas series de las temperaturas de los tres puertos (figura 13).

De las series interanuales y suavizadas de las temperaturas de: Bahía Magdalena, Mazatlán y Cabo Corrientes (figuras 12 y 13), se puede inferir que las tres regiones están sujetas a los mismos procesos físicos; sus ascensos y descensos son similares. En la serie de Guaymas se observó un período frío, mas prolongado, que en las otras tres series (de 1985 a 1988) y se manifestaron fluctuaciones más fuertes producidas por el efecto costero.

La primera evidencia de que el ambiente cálido es favorable a la sardina crinuda en el Golfo de California es el hecho de que las máximas capturas anuales se presentaron en los años más cálidos tanto en Mazatlán como en Guaymas. En Mazatlán las capturas anuales mayores de 16,000 tm se presentaron en los años con temperaturas promedio anuales mayores de 24.2° C, y en Guaymas las capturas mayores de 30,000 tm se realizaron en temperaturas superiores a 25.5°.

La segunda evidencia es el resultado de las series mensuales sin estacionalidad y suavizadas de la captura por unidad de esfuerzo y de la temperatura. En Mazatlán, las máximas cpue se han presentado en períodos donde predominan las temperaturas calidas; esto es evidente en los períodos de 1980 a 1981, en 1982, y de 1986 a 1988. En 1990 y 1991 se observó la presencia de agua cálida superficial y la cpue no fue tan alta como en los períodos anteriores, posiblemente porque no se logró recuperar del descenso tan brusco que sufrió de mediados de 1987 a mediados de 1988 cuando predominó una masa de agua fría. En la serie de Guaymas, el efecto costero hace que se manifiesten más fuertemente las anomalías térmicas positivas o negativas. En esta zona el aumento en las capturas por unidad de esfuerzo durante los eventos cálidos fue evidente en 1977 y en 1983, y el descenso de la cpue se observó de 1984 a 1989 asociado a un evento frío prolongado. En 1989 que fue un año cálido se inició la recuperación de la captura por unidad de esfuerzo hasta 1990, y a finales de 1990 en el que se presentó una anomalía negativa disminuyó la cpue. No obstante, no existió similitud entre las periodicidades mayores de 1 año de las series de cpue y temperaturas reportadas por el análisis de densidad espectral.

En las series de la captura por unidad de esfuerzo de Mazatlán y Guaymas del período comprendido entre los años 1983 y 1989 hubo un comportamiento inverso; en el primer semestre de 1983 cuando descendió la

cpue en la región de Mazatlán aumentó en Guaymas. Este comportamiento es un ejemplo de lo planteado por Hammann *et al.* (1991) "bajo condiciones tropicales cálidas la población de sardina Monterey se restringe hacia las regiones más frías del norte del golfo mientras la sardina crinuda puede migrar más al norte del golfo". Durante el período frío de 1984 a 1988 en Guaymas, se observó lo inverso; mínimas cpue en Guaymas y máximas cpue en Mazatlán, a excepción del segundo semestre de 1985, lo que indica que existe un desplazamiento de sardina crinuda hacia el sur cuando existe una masa de agua fría en el norte del Golfo. Por otra parte, con la presencia de la masa de agua fría se observó la intrusión de la anchoveta norteña en el Golfo, ya que Hammann y Cisneros (1989) reportaron el inicio de la pesca de anchoveta en la temporada (1985/1986). Holmgren y Baumgartner (1993) no reportaron ninguna escama de *Opisthonema* spp. en el análisis de sedimentos laminados en la cuenca de Guaymas, no obstante, encontraron de otras especies que han sido menos importantes en la captura comercial de la zona, La nula presencia de escamas del género *Opisthonema* indica que la masa de agua del Pacífico Tropical no llegaba hasta la zona de la región de Guaymas y por ende la distribución de *Opisthonema* era más al sur. La alternancia entre la sardina Monterey y la anchoveta norteña planteada por los mismos autores es una evidencia de ambientes más fríos en esa región.

Según Lluch-Belda *et al.* (1986) la captura por unidad de esfuerzo de la sardina Monterey en el área de Guaymas disminuye durante los años en que se presenta el evento de El Niño mientras la de la sardina crinuda aumenta, y plantearon que cuando el ambiente oceanográfico en el Golfo de California es cálido es favorable para la población de sardina crinuda y desfavorable para la sardina Monterey que es de aguas templadas. El ambiente cálido permite que la sardina crinuda expanda su hábitat a las regiones anteriormente ocupadas por la sardina Monterey, en la zona de operación de la flota que desembarca en Guaymas. Gómez-Gutiérrez y Hernández-Trujillo (1994) reportaron que en las áreas de distribución de sardina crinuda predominan especies tropicales de copépodos abundantes y con una alta diversidad y una baja diversidad de eufásidos. Posiblemente la asociación de las altas capturas y capturas por unidad de esfuerzo con temperaturas cálidas en el Golfo de California son producidas por una combinación de factores; la producción de fuertes clases anuales, aunadas a una mayor disponibilidad de alimentos y a una expansión geográfica de su distribución, con la mayor penetración de la masa de agua Tropical proveniente del sur.

Los resultados del análisis espectral de la captura de Mazatlán y Guaymas, y de la cpue de Mazatlán y de Guaymas mostraron en primer o segundo lugar de importancia la frecuencia promedio con periodicidad de 9 años 5 meses. Esta frecuencia parecen ser harmónica de la frecuencia de la

longitud total de la serie (18 años 11 meses). Sin embargo, a pesar de que la periodicidad promedio de 9 años 5 meses no se manifestó en la temperatura superficial de ninguno de los dos puertos, es interesante hacer notar que esta frecuencia coincide con la que se ha encontrado en muchas especies del hemisferio norte. Rust y Kirk (1978) señalaron que los ciclos de casi 10 años son tan regulares que se pueden deber a ciclos climáticos globales que afectan la fuente alimenticia de las especies y éste es originado por el ciclo de las manchas solares que se presentan con una periodicidad entre 9.98 y 9.43 años.

El análisis espectral también mostró como frecuencia promedio importante, tanto de la captura de Mazatlán, Guaymas y de la cpue de Guaymas, como de la temperatura de Mazatlán, la de período promedio de 4 años 9 meses. Esta periodicidad puede estar relacionada con la del evento del fenómeno del Niño.

Por último si partimos de la siguiente premisa: la masa de Agua de la Corriente de California predomina en el golfo cuando existen anomalías térmicas negativas, y estas anomalías se detectan y son consistentes con las de la serie de Bahía Magdalena, cuando no se manifiestan en B.M. supondremos que predomina la masa de Agua del Golfo, y por último, cuando existen anomalías positivas, detectables en la serie de Cabo Corrientes, domina la masa de Agua Superficial Tropical. Podemos analizar la hipótesis de

que la captura de sardina crinuda es mayor cuando predomina la masa de Agua Superficial Tropical y disminuye cuando dominan las masas de Agua; templada de la Corriente de California y fría del Golfo de California. Según las temperaturas promedio anuales y las series mensuales suavizadas y sin estacionalidad el evento El Niño 1982/83 se manifestó como una anomalía positiva de la temperatura entre 1982 y 1984; en este lapso predominó la masa de agua Superficial Tropical y hubo un incremento en la cpue de Mazatlán al principio, que se movió hacia la zona de Guaymas en 1983, y se obtuvo una captura nunca antes alcanzada (82,000 tm). Entre 1986 y 1988 hubo una intrusión del agua Superficial Tropical hasta la zona de Mazatlán y un predominio de la masa de agua fría del Golfo de California que produjo las máximas cpue observadas en Mazatlán y las mínimas en el Golfo de California. En los dos últimos años en que predominó la masa de agua Superficial Tropical en la región de Mazatlán y la masa de agua fría del Golfo en Guaymas, se observa un aumento de la cpue en Mazatlán y también en Guaymas. Esto último parece ser más producto de una clase anual fuerte originada por las temperaturas cálidas del período 1989-1990 en la región de Guaymas que un desplazamiento del recurso de Mazatlán hacia el sur.

Los movimientos interanuales advectivos de la sardina crinuda, en la región del Golfo de California, pueden ser originados por el desplazamiento de la zona de transición de las tres masas de agua en el Golfo de California. Esta

región es el límite norte de la distribución y como es una especie tropical debe seguir la masa de Agua Tropical. En base a lo anterior es probable que el movimiento horizontal y las fluctuaciones interanuales del recurso estén asociados con los movimientos de la zona de transición de las masas de agua. Según Baumgartner y Christensen (1985) estos movimientos de la zona de transición son el producto de la expansión del giro ciclónico norecuatorial. Por otra parte, Alvarez-Borrego y Schuartzloese (1979) encontraron evidencias de una fuerte invasión de la masa de Agua Tropical Ecuatorial en el golfo, hasta la zona de Salsipuedes, durante el evento el Niño de 1957. Con la invasión de la masa de Agua Tropical hacia la zona del golfo durante los eventos de El Niño debe existir un movimiento horizontal de la sardina crinuda en la región del golfo que la hace disponible a la flota que opera en Guaymas..

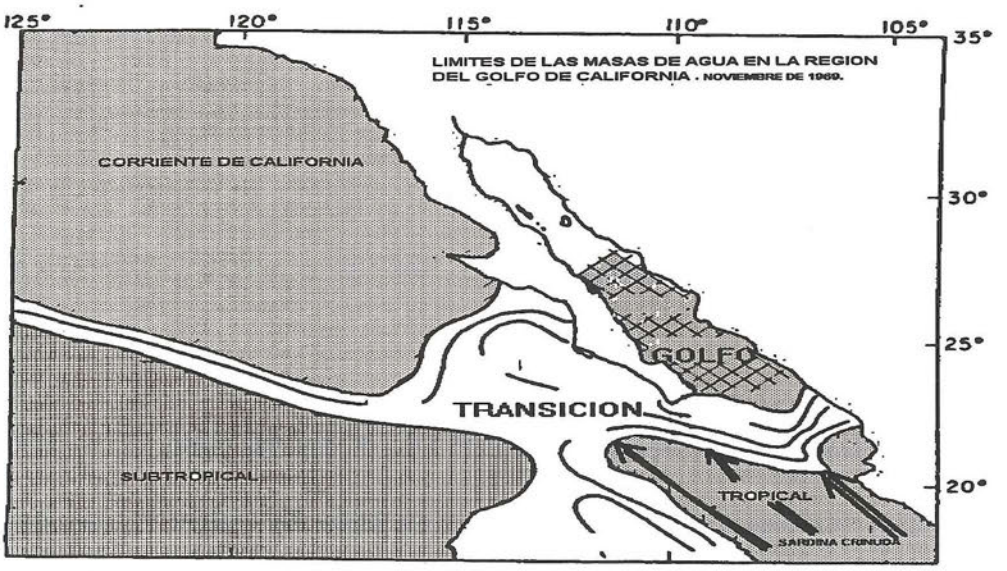


Figura 20. Zona de transición de las masas de agua superficiales del Pacífico en la región del Golfo de California (noviembre de 1969) y el movimiento horizontal interanual de la sardina crinuda sugerido. Modificada de Baumgartner y Christensen (1985).

VII. CONCLUSIONES

Hay evidencias que sugieren que la especie más abundante de la sardina crinuda, *Opisthonema libertate,* del Golfo de California pertenece a una sóla población,

Existe un patrón estacional aparente de las poblaciones de sardina crinuda de Mazatlán y Guaymas; congregación de la sardina crinuda en las zonas costeras para alimentarse en invierno y primavera cuando se desarrolllan las surgencia, y en verano y principios de otoño, cuando se efectúa la reproducción de (*Opisthonema liberate*) se dispersan. A mediados y finales de otoño se inicia otra vez el agrupamiento.

El evento de El Niño de 1982/83 en el Golfo de California favoreció la expansión de la sardina crinuda, y las temeperaturas frías interanuales son desfavorables para la disponibilidad y posiblemente la abundancia de estas especies.

Existe un comportamiento diferente intraanual e interanual de la sardina crinuda; intraanualmente las capturas más altas están asociadas a las mínimas temperaturas e interanualmente las máximas capturas se presentan cuando las temperturas en invierno y primavera son más cálidas. La masa de agua

Superficial Tropical favorece el aumento de la población de la sardina crinuda del Golfo de California.

El movimiento horizontal de la sardina crinuda en el Golfo de California parece esar asociado con el desplazamiento de la zona de transición de las tres masas de agua que se encuentran en la región. El límite norte de la masa de Agua Tropical parece determinar la distribución de la sardina crinuda.

VIII. RECOMENDACIONES

Con el objeto de tener una información del esfuerzo de forma oportuna se propone que se proporcione a los Centros Regionales de Investigación Científica (CRIP) una copia de los avisos de arribo por las delegaciones regionales de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales Renovables y Pesca (SEMARNAP).

Definir un esfuerzo pesquero unitario que sea utilizado en las tres zonas de captura de la sardina crinuda y que tome en cuenta las prospecciones aéreas que se están utilizando a partir de fines de los 80's.

Con el fín de dar seguimiento a los factores ambientales que pueden determinar la variabilidad interanual de la sardina crinuda, se propone que se mantengan actualizadas las bases de datos de la temperatura superficial, el nivel del mar, y los vientos (índice de surgencias). Cada una de los CRIP's podría responsabilizarse para la toma de datos diarios y contribuir a una base de datos central. Asimismo se debe crear un programa de monitoreo ambiental general..

Se debe determinar el efecto de combinar las tres especies de sardina crinuda en los análisis biológico-pesqueros. Si se justifica el análisis a nivel específico se propone desarrollar una metodología que facilite la identificación en los muestreos.

LITERATURA CITADA

Acal-Sánchez, D.E. 1994. 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. Tesis de maestría. UNAM. Facultad de Ciencias. 33 pp.

Alvarez-Borrego, S., y R. Sschwartzlose. 1979. Maasas de agua del Golfo de California. Ciencias Marinas 6: 43-63 pp.

Alvarez-Borrego, S., 1983. Gulf of California, in: Estuaries and Enclosed Seas. B. H.Ketchum (eds). Else ier, Amsterdam. 500 pp.

Avila-Alanis, J. M. y R. F. Pichardo. 1988. Contribución a la prospección pesquera sobre la sardina en el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca. Reporte de Servicio Social. UAM. Unidad Xochimilco. 1-58 pp.

Baumgartner, R. T. and N. Christensen. 1985. Coupling of the gulf of california to large scale interannual climatic variability. J. Mar. Res. 43:825-848.

Baumgartner, T. R., A. Soutar, y B. Ferreira-Batrina. 1992. Reconstruction of the history of the Pacific sardine and northern anchovy populations over the past two millennia from sediments of the Santa Barbara Basin. CalCOFI Rep. 33: 24-40 pp.

Berry, D. H. e I. Barret. 1963. Análisis de las branquispinas y denominación de las especies del arenque de hebra *Opisthonema*. Bol. Comm. Inter-Amer. Atun Tropical 7(2):137-190.

Bray N. A. y J. M. Robles. 1991. Physical oceanography of the Gulfo of California invited review paper, Part V. Chapter 25, in the Gulf of Peninsular Province of the Californias. Amer. Assoc. of Petrol. Geol. , edited by J. P. Douphin and B. R. Simoneit, Tulsa, Oklahoma. Memoir 47. 511-553 pp.

Casas-Valdez, M.M. 1987. Distribución en tiempo y espacio de la especie de sardina y macarela en Bahía Magdalena, B.C.S. México. InvMar CICIMAR 3(2): 10-30 pp.

Cisneros-Mata, M. A. J. A. De Anda M. J. J. Estrada-García, F. Páez-Barrera, y A. Quiroz, S. 1988. Pesquerías de sardina del Golfo de California y costa de Sinaloa (Informe 1986/87 y Diagnóstico). Documento Interno del INP.

Clark, F. N. y J. C. Marr. 1955. Population dynamics of Pacific sardine. CalCOFI Prog. Rep. , July 1, 1953-March 31, 1955: 11-48 pp.

Cole, D. A. y D. R. Mc Lain. 1989. NOAA Tech. memor. NMFS-SWFC-125.15 1-15.

Cushing, D.H. 1975. Marine ecology and fisheries. Cambridge University Press. Great Britain. 277 pp.

Csrke, J.. 1988. Small shoaling pelagic fish stocks. In: J. A. Gulland (ed). Fish population dynamic. John Wiley, New York. 271-302 pp.

De Anda, J. A. y L.P.Lyle. 1987. Evaluación del recurso sardina crinuda (*Opisthonema* spp) de las costas de Sinaloa Nayarit y Jalisco. VII Congreso Nal. de Oceanografía. Ensenada, B. C.

Del Valle-Lucero, Ignacio. 1991. Estrategia de producción y explotación en una laguna costera de México. Tesis de doctorado en Ciencias del Mar. Universidad Politécnica de Cataluña. España. 266 pp.

FAO. 1987. Yearbook of fishery statistics. Captures and landings. vol. 68.

FAO 1990. Yearbook of fishery statistics. Captures and landings vol. 70.

Fox, W. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish population . Trans. Am. Fish. Soc. 99: 80-88.

French, S. y A. Menz. 1983. La pesquería de pelágicos en el Ecuador y la distribución de las capturas en relación con factores ambientales. Rev. Com. Perm. Pacífico sur (13): 65-82 pp.

Gomez-Gutierrez, J. y S. Hernández-Trujillo. 1994. Estructura de la comunidad de Euphasiacea y Copepoda en las áreas de distribución de larvas de peces pelágicos menores en la costa occidental de Baja California, México. Resumen. Taller Evaluacion de los efectos del cambio climático global en las pesquerías de pelágicos menores efectuado del 2 al 4 de noviembre de 1994. INP. CRIP. Ensenada. 49 pp.

Grivel-Piña, F. y F. Grivel-Villegas. 1991. Variaciones del nivel medio, temperatura y salinidad del mar. Inst. Geof. UNAM. Datos Geofísicos. Serie A. Oceanografía 6. 21-22 pp.

Hamman,G. M. , M.G. Nevárez-Martínez y J. A. Rosáles Casián. 1991. Pacific sardine and north anchovy in the gulfo of california mexico. Current results of SARP México. ICES. C.M. 1991/H:20. Session V. Pelagic fish committee session V: SARP.

Holmgren, D. y T. Baumgartner. 1993. A 250-year history of pelagic fish abundances from the anaerobic sediments of the Central Gulf of California. CalCOFI Rep. 34.

Huato-Soberanis, L. y D. Luch-Cota. 1987. Messoescale cycles in the series of environmental indices related to the sardine fishery in the gulf of california. CalCOFI Rep. 28:128-138 pp.

INP. 1985. Diagnóstico sobre el estado actual del recurso sardina en el Golfo de California. SEPESCA. INP. Documento interno.

Isaacs J. D. 1976. Some ideas and frustrations about fishery science. CalCOFI Rep. 18: 34-43 pp.

Jiménez, R., y D. Herdson. 1984. Efectos de "El Niño" 1982-1983 sobre los recursos pesqueros en Ecuador. Rev. Com. Perm. Pac. sur, (15): 260-291 PP.

Jones, R. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data. FAO Fish. Tech. Pap. No. 256.

Kawasaki,T.1980. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations iin their numers? biological basis of fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. 065-1080 pp.

Laevastu, T.1993. Marine climate, weather and fisheries. Wiley & Sons, Inc. New York, N.Y. 203 pp.

Lasker, R. (Ed.) 1984. An egg production method for estimating spawing biomas of pelagic fish: aplication to thenorthern anchovy. Southwest Fishery Center Admin. Rep. LJ: 84-137 pp.

Lasker, R. 1988. 1-3 studies on the northern anchovy; biology, recruitment and fishery oceanography. Reprint from studies in fisheries oceanography edited by japanese society of fishes oceanography.

Lelevier, A. A. 1942. Informe sobre estudio y observaciones efectuadas sobre asuntos de pesca en aguas del litoral de Sonora. Documento Interno de la Direccion Gral. de Comercio e Industria. Comercio Exterior. 1-5 pp.

Lluch-Belda, D., F. J. Magallón, y R. A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the gulf of califronia: posible causes. CalCOFI Rep. 27:137-140.

Lluch-Belda, D., Crawford, R. J.M., Kawasaki, T., MacCall, A. D., R. A. Schwartzlose, Y Smith, P. E.. 1989. Worldwide fluctuations of sardine and anchovy stocks: The regime problem. S. Afr. J. Mar. Sci. 8: 195-205 pp.

Lluch-Belda, D., D. Lluch-Cota, S. Hernández-Vázquez, C. A. Salínas-Zavala, y R. A. Shuartzlose. 1991. Sardine and anchovy spawing as related to temperature and upwelling in the california current system CalCOFI Rep. 32: 105-111 pp.

Miranda-Herrera, J. M. 1989. Contribución al conocimiento de la biología de la sardina crinuda *Opisthonema* spp en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de licenciatura. UNAM. Escuela Nal. de Estudios Profesionales Iztacala.

Molina, D. , F. Páez-Barrera, F., A. Castro-F.,F. Magallón-B., C. Castro-A., y J. Estrada-G. 1987. Evolución de la pesquería de sardina en Guaymas, Son. Presentación en el séptimo congreso de Oceanografía en Ensenada, B.C.

Mora-Lara O. 1983. Recursos pelágicos del Pacífico colombiano. Rev. Com. Perm. Pacífico sur (13): 83-88 pp.

Murphy, G. 1977. Clupeoids. In: J. Gulland (ed). Fish population dynamics. John Wiley, New York. 283-308pp.

Ochoa, Arnulfo. 1988. Antropología de la gente del mar. 1a. Ed. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. 157 pp.

Parker, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawing biomass. Fish. Bull. (US), 78, 541-544 pp.

Pedrín, Osuna, O. y A. Ancheita Avalos. 1977. Estadísticas básicas de la explotación de sardina en el noroeste de México. INP/SCI: 79.

Pella, J.J. and P. K. Tomlinson. 1969. A generalized stock population model. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comis. 13(3): 420-496.

Pielou, E.C. 1978. Population and community ecology.Gordon and Breach, Science Publishers, Inc. New, York. Chapter 5.73-96. Fluctuating and oscillating populations, 73-96 p.

Platt, T. y K.L. Dennman. 1975. Spectral analysis in ecology. Marine Ecology Laboratory, Bedford Institute of Oceanography. Dartmouth, New Soctia, Canada. 189-200. Reprint 4092.

Radovich, J. 1982. The collapse of the california sardine fishery. What have we learnead? CalCOFI Rep 23. 53-78.

Ricker, W. E. 1976. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191. 382 pp.

Robles, J. M. y S. G. Marinone, 1987. Seasonal and interannual thermohaline variability on the Guaymas Basin in the Gulf of California: Continental Shelf Research 7 (7): 715-733 pp.

Roden G. I. y G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic in the Gulf of California. J. Mar. Res., 18:10-35 pp.

Roden, Gunnar, I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California, in T. H. an Andel and G. G. Shor. eds. Marine geology of the Gulf of California: AAPG Memoir 3, 30- 58 pp.

Roden, Gunnar, I. 1972. Large scale upwelling off northwestern México. J. Phys. Ocean. 2(2):184-189 pp.

Rodríguez-Domínguez, G. 1987. Caracterización bioecológica de las tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, medirastre, y bulleri) del Pacífico mexicano. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, B. C. México. 139 pp.

Rodríguez-Sánchez, R. 1989. Taxonomía de las especies del género *Opisthonema* (sardina crinuda) en el noroeste de México. Tesis de Maestría CICIMAR-IPN 101 pp.

Rust, B.W. y B.L. Kirk. 1978. Inductive modelling of poppulation time series, p.154-191. En: Time series and ecological processes. (H.H. Sugart, Jr., ed.). SIAM. Philadelphia. pp .

Ruiz-Luna, A. y L.P. Lyle-Fritch. 1991. Fluctuaciones periódicas de la captura de sardina crinuda en el Golfo de California (1972-1990). Annual conference calCOFI, program and abstracts.

Saldierna-Martínez, R., F.D. Delachica Bonilla. G.R. Vera-Alejandre y M.E. Hernández-Rivas. 1994. Actividad reproductiva de las sardinas Monterey, *Sardinops caeruleus* y crinuda, *Opisthonema libertate* en el Golfo de California (1984-1988). Resumen. Taller Evaluacion de los efectos del cambio climático global en las pesquerías de pelágicos menores efectuado del 2 al 4 de noviembre de 1994. INP. CRIP. Ensenada. 49 pp.

Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the comercial marine fisheries. Bull. Inter-Amer. Tuna comis. 1(2):26-56pp.

Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas estandar para prospecciones de huevos y larvas pelágicas. FAO, Doc. Tec. Pesca (175) 107 pp.

Soutar, A., y J. D. Isaacs. 1974. Abundance of pelagic fish during the 19th and 20th centuries as recorded in anaerobic sediments off the Californias. Fish. Bull. U.S. 72: 257-273 pp.

Stauffer, G. D. y S. J. Picquelle. 1980. Estimates of the 1980 spawing biomass of the central sub-population of northern anchovy. Sothwest Fishery Center Admin. Rep. LJ: 80-109 pp.

Stevenson, M.R. 1970. On the physical and biological oceanography near the entrance to the Gulf of California. october 1966 august 1967. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull. 4: 389-504 pp.

Stevenson, D. K. y F. Carranza. 1981. Maximum yield estimates for the Pacific thread herring *Opisthonema* spp., fishery in Costa Rica. Fish. Bull. 79 (40): 689-703 PP.

Torres-Orosco, Ernesto. 1993. Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California. División de Oceanología. Departamento de Oceanografía Física. CICESE. Ensenada, B.C 81 pp.

Torres-Villegas, J. R., G. García-Melgar, I. Ochoa-Bueno y V. Leyva-Pérez. 1985. Parámetros reproductivos de las poblaciones de *Opisthonema libertate* (Günther) (pisces: clupeidae y discusión sobre su evaluación por producción de huevos en Bahía Magdalena, B.C.S. México. Inv. Mar. CICIMAR, 2(2): 45-58 pp..

Troadec, J. 1979. La pesca y la evaluación de los recursos. In: Modelos para la evaluación de poblaciones de peces. FAO. Fish. Circ. 101. 3-11.

Valdéz-Holguín, J. E., y R. Lara-Lara. 1984. Productividad Primaria en el Golfo de California efecto del evento El Niño 1982-83. Ciencias Marinas 13(2): 34-50 pp.

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 woltherrings. Part 1-chirocentridae and pristigasterida. FAO. Fish. synop.7(125) : 1-303.

Zar, J.H. 1984. Bioestatistical analysis Prentice Hall Int. Inc. New Jersey.

Apéndice A. Capturas (C.) anuales de Bahia Magdalena (B.M.), Mazatlán (M.) y Guaymas (G.), Esfuerzo pesquero (F.) y Captura por Unidad de esfuerzo de Mazatlán y Guaymas, y temperaturas promedio de la superficie del mar de los tres puertos anteriores y de Cabo Corrientes (T.C.C.)

AÑO	C.B.M.	C. M.	F.M.	CPUE M.	C.G.	F.G.	CPUE G	T. B.M.	T. M.	T. G.	T.C.C.
1973	2862	4539	253	17.91	26987	1952	13.83	19.74	23.90	25.27	26.76
1974	4172	5672	280	20.27	8825	1893	4.66	19.57	23.76	25.41	26.54
1975	5967	6904	274	25.20	14609	2118	6.90	19.10	23.34	24.23	26.25
1976	3613	8766	287	30.55	10000	2097	4.77	20.35	24.13	25.08	26.81
1977	2184	3344	107	31.36	26486	2184	12.12	20.44	24.38	26.07	27.19
1978	2879	3049	145	21.01	22097	2879	7.67	20.37	24.48	25.26*	26.99
1979	3842	8386	265	31.69	21362	3572	5.98	19.98	23.81	25.38*	26.58
1980	2323	6401	155	41.20	33669	9103	3.70	20.40	24.55	26.06	26.66
1981	1665	4022	113	35.47	28649	5102	5.62	20.49	24.39	25.84	26.62
1982	1666	14755	322	45.84	60297	6308	9.56	20.57	24.68	25.56	27.47
1983	2039	6110	145	42.25	71091	9157	7.76	21.44	25.07	26.37*	27.75
1984	1628	9303	197	47.27	14539	6120	2.38	20.72	24.50	26.07	27.20
1985	1898	13069	332	39.37	11943	7277	1.64	19.78	24.20	24.47	26.43
1986	1519	8857	256	34.64	21824	7184	3.04	20.16	24.73	25.00*	26.87
1987	1386	10251	327	31.31	11059	6479	1.71	20.42	24.75	23.58*	27.31
1988	1837	7776	515	15.11	13580	9539	1.42	19.75	24.28	24.83*	26.50
1989	307	19471	718	27.13	13529	6680	2.03	19.68	24.66	25.96*	26.73
1990	1620	31921	1296	24.63	53407	5379	9.93	20.65	25.31	23.80*	27.43
1991	6641	36200	1510	23.97	54897	6665	8.24	20.01	24.89	24.36	26.98

Nota. Los asteriscos de los datos de temperatura de Guaymas indican que las temperaturas promedio de ese año se obtuvieron tomando en cuenta los valores mensuales estimados señalados en el apendice B.

Apéndice B. Captura (C.) de Bahia Magdalena (B.M.), captura (C.), esfuerzo (F.) y cpue de Mazatlán y Guaymas, y temperatura (T.) de Bahia Magdalena (B.M.), Mazatlán (M.), Guaymas (G.) y Cabo Corrientes (C.C.).

AÑO	MES	C B.M.	C. G.	F. G	CPUE G	C. M.	F. M.	CPUE M.	T. B.M.	T. G.	T.M.	T.C.C.
1973	1	818	4687	231	20.31	125	9	13.89	20.30	17.60	19.90	26.74
1973	2	454	3820	206	18.50	71	8	8.88	19.13	19.50	20.50	25.62
1973	3	254	5196	363	14.32	443	25	17.72	18.02	20.80	20.20	24.33
1973	4	102	6257	415	15.09	525	26	20.19	17.04	22.00	20.70	24.18
1973	5	18	1586	245	6.48	675	29	23.28	17.24	26.70	24.40	25.47
1973	6	0	1057	67	15.66	303	25	12.12	17.75	30.70	26.70	27.43
1973	7	0	0	0	0.00	196	20	9.80	19.57	31.80	28.40	28.92
1973	8	26	0	0	0.00	81	9	9.00	21.57	33.20	28.80	28.76
1973	9	90	0	0	0.00	0	0	0.00	22.76	32.40	27.40	28.69
1973	10	338	457	19	24.05	364	22	16.55	22.51	27.70	27.10	28.27
1973	11	376	2253	143	15.76	746	42	17.72	21.32	22.50	23.40	26.96
1973	12	386	1674	263	6.37	1010	38	26.40	19.63	18.30	19.30	25.73
1974	1	1084	350	258	1.36	998	42	23.53	18.35	17.80	18.60	24.93
1974	2	271	432	253	1.71	612	23	26.13	17.65	16.30	16.30	24.11
1974	3	133	1775	359	4.95	702	26	27.00	17.10	20.30	20.10	23.34
1974	4	25	2294	233	9.86	2	28	0.07	16.65	23.50	22.20	23.82
1974	5	0	1025	178	5.77	391	30	13.22	16.76	25.60	25.20	25.48
1974	6	0	552	50	10.96	577	29	19.90	17.59	30.60	28.20	27.22
1974	7	68	0	0	0.00	0	0	0.00	19.93	33.80	28.00	28.76
1974	8	57	0	0	0.00	66	4	16.50	22.38	35.80	28.90	29.07
1974	9	164	0	0	0.00	48	3	14.03	23.63	33.20	28.00	29.14
1974	10	354	93	13	7.15	229	21	10.90	23.06	28.50	27.20	28.81
1974	11	702	1096	197	5.56	922	36	25.61	21.74	22.60	23.00	27.76
1974	12	1314	1208	353	3.42	1125	37	30.41	19.95	16.90	19.40	26.04
1975	1	1760	1990	197	10.10	1127	34	33.15	18.50	16.00	18.50	24.90
1975	2	1116	93	323	0.29	892	27	33.04	17.34	17.10	18.30	23.82
1975	3	650	4026	350	11.49	1164	34	34.24	16.61	19.20	20.50	22.94
1975	4	334	2805	364	7.71	704	24	29.33	15.97	20.80	20.00	23.45
1975	5	124	3623	293	12.38	342	16	21.38	16.21	24.60	23.10	24.70
1975	6	207	259	31	8.49	326	20	16.30	16.77	29.80	26.80	26.42
1975	7	0	0	0	0.00	115	9	12.78	19.01	31.60	27.30	28.05
1975	8	24	0	0	0.00	239	16	14.94	21.49	33.00	27.90	28.73
1975	9	526	0	0	0.00	8	1	8.00	22.95	32.60	27.80	29.31

AÑO	MES	C B.M.	C. G.	F. G	CPUE G	C. M.	F. M.	CPUE M.	T. B.M.	T. G.	T.M.	T.C.C.
1975	10	421	114	12	9.50	224	19	11.79	22.64	28.00	26.60	29.00
1975	11	511	1153	250	4.61	671	29	23.14	21.59	21.70	23.20	27.62
1975	12	294	546	298	1.83	1092	45	24.27	20.10	16.40	20.10	26.11
1976	1	293	60	329	0.18	1794	53	33.85	19.25	15.50	18.50	25.33
1976	2	0	138	371	0.37	956	23	41.57	18.37	18.40	20.10	24.64
1976	3	0	3446	516	6.68	1588	46	34.52	17.77	19.30	19.60	23.84
1976	4	0	2024	438	4.62	1043	40	26.08	17.39	22.80	21.40	24.28
1976	5	0	740	196	3.78	690	33	20.91	17.79	27.00	25.00	25.75
1976	6	46	136	48	2.83	535	23	23.26	18.35	30.80	28.40	27.45
1976	7	225	0	0	0.00	138	7	19.71	20.27	32.70	28.50	28.74
1976	8	39	0	0	0.00	210	8	26.25	22.41	33.00	29.00	28.98
1976	9	0	0	0	0.00	0	0	0.00	23.88	30.80	28.00	28.98
1976	10	467	0	0	0.00	187	8	23.38	23.84	28.00	26.50	28.71
1976	11	1357	1002	40	24.84	565	20	27.74	23.21	23.60	23.00	28.04
1976	12	1186	2454	159	15.40	1060	26	41.44	21.70	19.10	21.60	26.95
1977	1	576	1161	269	4.32	451	10	43.49	20.34	18.40	20.60	26.28
1977	2	14	5755	359	16.05	304	10	30.40	19.14	20.10	19.80	25.31
1977	3	186	2283	295	7.74	541	18	29.88	18.22	19.30	19.20	24.36
1977	4	0	8354	434	19.25	909	18	50.05	17.67	23.20	21.90	24.67
1977	5	0	5007	375	13.34	385	13	29.62	17.80	26.00	23.70	26.00
1977	6	0	0	0	0.00	449	22	20.41	18.15	31.40	27.60	27.50
1977	7	37	0	0	0.00	131	6	21.83	19.45	32.80	28.70	28.56
1977	8	140	0	0	0.00	0	0	0.00	21.77	33.40	28.30	28.86
1977	9	295	0	0	0.00	0	0	0.00	23.84	32.00	28.90	29.32
1977	10	146	13	2	7.91	0	0	0.00	23.97	29.60	27.80	29.30
1977	11	393	706	83	8.47	39	2	19.50	23.20	25.00	24.40	28.59
1977	12	397	3207	368	8.72	135	7	19.29	21.67	21.60	21.70	27.53
1978	1	442	1716	388	4.42	51	2	25.50	20.26	20.35*	21.10	26.62
1978	2	199	1101	457	2.41	408	19	21.32	19.16	18.16*	19.60	25.35
1978	3	259	4577	488	9.37	729	36	20.02	18.34	20.93*	21.50	24.21
1978	4	43	4936	487	10.13	958	41	23.21	17.81	22.39*	22.50	24.45
1978	5	19	5490	574	9.56	294	25	11.63	18.04	25.31*	24.50	25.77
1978	6	9	478	96	5.01	75	6	12.50	18.58	30.85*	28.30	27.31
1978	7	76	0	0	0.00	0	0	0.00	20.33	31.98*	28.80	28.96
1978	8	441	0	0	0.00	0	0	0.00	22.31	31.73*	28.90	29.16
1978	9	609	0	0	0.00	0	0	0.00	23.62	29.98*	27.70	29.34

AÑO	MES	C B.M.	C. G.	F. G	CPUE G	C. M.	F. M.	CPUE M.	T. B.M.	T. G.	T.M.	T.C.C.
1978	10	428	0	0	0.00	0	0	0.00	23.32	24.48*	27.10	28.82
1978	11	321	0	96	0.00	77	4	19.25	22.16	24.29*	23.80	27.68
1978	12	33	3799	292	12.99	457	11	41.55	20.45	18.60	19.90	26.25
1979	1	709	1617	331	4.88	1497	38	39.40	18.92	17.29*	19.00	25.35
1979	2	842	2256	356	6.34	1279	40	32.10	17.74	18.01*	19.50	24.37
1979	3	574	5868	615	9.55	1943	79	24.65	17.34	18.89*	20.10	23.52
1979	4	124	5471	520	10.52	2486	64	39.03	17.07	19.62*	20.60	23.92
1979	5	134	2827	424	6.67	1181	44	26.68	17.56	28.80	23.50	25.24
1979	6	75	812	1056	0.77	0	0	0.00	18.22	31.40	27.20	26.98
1979	7	109	0	0	0.00	0	0	0.00	20.04	32.40	29.00	28.45
1979	8	333	0	0	0.00	0	0	0.00	22.09	34.10	29.20	28.79
1979	9	503	0	11	0.00	0	0	0.00	23.47	34.00	28.20	28.98
1979	10	251	664	82	8.08	0	0	0.00	23.43	31.00	27.60	28.78
1979	11	140	1847	176	10.49	0	0	0.00	22.67	21.40	21.30	27.93
1979	12	48	0	0	0.00	0	0	0.00	21.19	17.60	20.50	26.68
1980	1	99	2681	667	4.02	595	23	25.87	20.02	18.00	19.50	25.99
1980	2	0	4538	487	9.32	1272	26	48.67	19.47	21.30	21.30	25.26
1980	3	0	5279	577	9.15	1802	35	51.51	18.92	21.60	21.70	24.37
1980	4	0	2474	561	4.41	1111	31	36.02	18.19	22.10	21.60	24.51
1980	5	20	6537	732	8.94	770	23	32.89	17.79	26.40	23.80	25.69
1980	6	0	3917	1738	2.25	103	6	16.40	18.14	29.50	28.60	27.35
1980	7	0	451	2559	0.18	0	0	0.00	20.08	33.90	29.50	24.77
1980	8	0	468	786	0.60	0	0	0.00	22.38	34.20	28.40	29.08
1980	9	112	0	35	0.00	0	0	0.00	23.68	33.60	28.40	29.28
1980	10	688	25	52	0.48	233	3	77.67	23.33	29.10	27.20	29.07
1980	11	937	3515	229	15.33	0	0	0.00	22.15	23.60	23.40	28.09
1980	12	467	3784	681	5.56	515	8	66.79	20.60	19.40	21.20	26.46
1981	1	126	2788	683	4.08	1324	30	43.53	19.64	20.40	20.60	25.46
1981	2	299	1864	713	2.61	651	18	36.17	18.91	20.50	20.90	24.45
1981	3	54	3901	1019	3.83	977	31	31.82	18.07	22.20	19.80	23.46
1981	4	48	4131	821	5.03	303	6	50.50	17.82	22.00	22.50	23.75
1981	5	0	3967	619	6.41	502	17	29.06	17.92	27.60	24.40	25.05
1981	6	0	3677	285	12.90	265	11	24.11	18.80	30.50	25.90	26.92
1981	7	40	0	0	0.00	0	0	0.00	20.81	33.10	28.50	28.64
1981	8	16	0	0	0.00	0	0	0.00	23.10	33.90	29.60	29.11
1981	9	125	0	0	0.00	0	0	0.00	24.18	32.90	28.50	29.27

AÑO	MES	C B.M.	C. G.	F. G	CPUE G	C. M.	F. M.	CPUE M.	T. B.M.	T. G.	T.M.	T.C.C.
1981	10	380	762	77	9.88	0	0	0.00	23.68	26.30	26.50	28.90
1981	11	171	2752	280	9.83	0	0	0.00	22.30	21.00	23.60	27.90
1981	12	406	4807	604	7.95	0	0	0.00	20.67	19.70	21.90	26.55
1982	1	277	5661	807	7.02	1902	47	40.87	19.43	14.90	19.40	25.74
1982	2	50	4624	627	7.37	3123	56	55.52	18.52	18.90	19.70	24.90
1982	3	58	8807	802	10.98	3553	75	47.50	17.94	22.10	21.20	24.49
1982	4	48	9523	821	11.60	3521	75	46.89	17.67	23.00	23.70	25.22
1982	5	0	10110	946	10.69	1609	41	39.41	17.85	24.50	24.80	26.47
1982	6	0	4580	528	8.67	153	5	32.48	18.27	30.50	27.80	27.76
1982	7	0	0	0	0.00	0	0	0.00	20.11	33.00	29.10	29.14
1982	8	0	0	0	0.00	51	3	16.24	22.47	34.00	29.20	29.76
1982	9	188	234	231	1.01	32	2	20.38	24.15	33.00	29.30	29.94
1982	10	484	1696	169	10.03	0	0	0.00	24.33	30.00	27.30	29.68
1982	11	305	6927	671	10.32	0	0	0.00	23.73	23.80	23.60	28.74
1982	12	256	8135	705	11.54	811	19	42.86	22.40	19.00	21.10	27.81
1983	1	110	6434	657	9.79	2517	51	49.22	20.99	18.40	20.80	26.96
1983	2	165	4967	1145	4.34	1459	29	49.68	19.95	22.30	20.50	25.83
1983	3	5	11872	1226	9.68	491	28	17.37	19.27	23.00	21.50	24.84
1983	4	71	17658	1914	9.22	1161	20	57.66	18.74	22.50	22.40	25.23
1983	5	0	11127	1955	5.69	0	0	0.00	18.68	26.40	25.30	26.92
1983	6	0	7191	247	29.10	0	0	0.00	19.00	29.30	29.70	28.63
1983	7	190	5865	232	25.33	0	0	0.00	21.01	32.30	29.20	29.97
1983	8	16	478	248	1.93	0	0	0.00	23.55	31.80	28.80	29.71
1983	9	234	0	128	0.00	122	6	19.42	25.54	32.00	28.60	29.67
1983	10	641	1509	182	8.30	0	0	0.00	25.06	30.42*	28.00	29.30
1983	11	367	1633	843	1.94	360	9	38.21	23.79	27.90	24.10	28.57
1983	12	240	2357	380	6.20	0	0	0.00	21.67	20.10	21.90	27.34
1984	1	530	2631	971	2.71	63	1	63.00	20.05	19.80	21.20	26.54
1984	2	123	2377	1077	2.21	57	3	19.00	18.92	21.80	20.10	25.56
1984	3	32	2544	687	3.70	2914	52	56.24	18.29	22.10	21.30	24.64
1984	4	139	2563	809	3.17	1693	30	57.21	17.89	22.90	22.90	24.85
1984	5	7	517	1024	0.50	2755	63	44.00	18.18	25.00	25.30	26.32
1984	6	212	0	530	0.00	123	2	56.45	18.94	31.70	28.00	27.97
1984	7	227	21	172	0.12	0	0	0.00	21.14	32.20	27.80	29.55
1984	8	67	0	142	0.00	24	2	15.28	23.66	32.30	28.30	29.49
1984	9	37	0	117	0.00	485	11	46.14	24.98	31.40	28.30	29.27

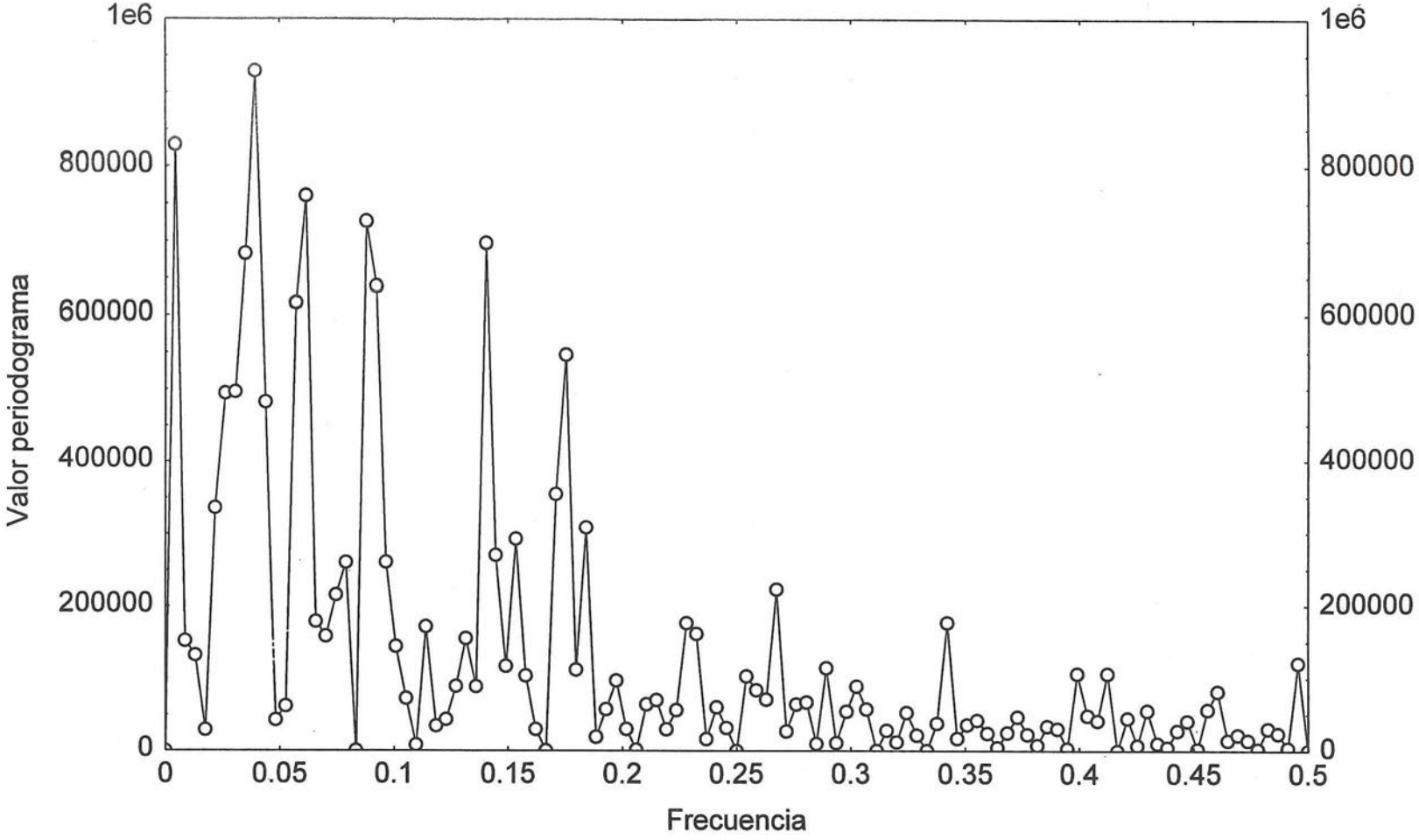
AÑO	MES	C B.M.	C. G.	F. G	CPUE G	C. M.	F. M.	CPUE M.	T. B.M.	T. G.	T.M.	T.C.C.
1984	10	0	201	127	1.58	0	0	0.00	23.97	29.40	26.00	28.69
1984	11	0	761	143	5.33	414	9	43.94	22.28	24.50	23.00	27.46
1984	12	254	2924	322	9.08	775	25	30.85	20.32	19.70	21.80	26.09
1985	1	364	880	846	1.04	1837	37	49.50	18.82	16.50	19.50	25.22
1985	2	86	374	745	0.50	2307	53	43.62	17.88	16.20	18.60	24.39
1985	3	53	461	859	0.54	3871	74	52.00	17.31	20.10	20.10	23.34
1985	4	0	1178	986	1.20	3202	77	41.69	17.02	23.40	22.20	23.58
1985	5	0	419	731	0.57	69	2	31.54	17.12	27.20	25.10	24.77
1985	6	0	0	498	0.00	443	13	35.26	17.68	29.70	27.90	26.73
1985	7	0	154	378	0.41	571	30	19.34	19.88	33.00	28.40	28.51
1985	8	0	164	375	0.44	0	0	0.00	22.42	32.60	28.90	28.90
1985	9	44	1363	180	7.56	45	1	41.31	23.77	31.20	28.30	28.97
1985	10	632	1822	396	4.61	0	0	0.00	23.03	22.30	27.20	28.61
1985	11	66	3761	665	5.66	197	13	15.01	21.87	22.30	23.60	27.67
1985	12	653	1367	618	2.21	527	32	16.37	20.51	19.10	20.60	26.45
1986	1	81	1842	441	4.17	2494	72	34.81	19.44	19.30	20.50	25.82
1986	2	103	3646	1265	2.88	1478	50	29.65	18.73	20.90	20.30	24.93
1986	3	0	3238	588	5.50	1278	40	31.75	18.21	21.60	21.50	24.04
1986	4	0	1324	1012	1.31	1180	34	34.66	17.81	22.50	24.20	24.34
1986	5	0	3531	858	4.12	381	14	26.89	17.83	25.20	25.20	25.51
1986	6	0	1862	253	7.37	337	10	32.79	18.22	27.80	27.30	27.14
1986	7	31	226	491	0.46	182	6	31.61	19.94	28.00	28.50	28.50
1986	8	68	419	351	1.19	66	2	42.03	22.07	29.50	28.70	29.08
1986	9	266	403	163	2.47	999	16	63.62	23.20	31.60	29.00	28.98
1986	10	517	880	344	2.56	154	3	49.04	23.25	28.20	26.20	28.95
1986	11	358	911	481	1.89	0	0	0.00	22.33	25.02*	24.30	28.17
1986	12	95	3542	936	3.78	308	9	33.19	20.94	20.35*	21.10	26.92
1987	1	116	824	315	2.62	1907	55	34.47	19.73	16.80	18.50	26.05
1987	2	70	2911	954	3.05	1412	51	27.80	18.75	16.20	19.70	25.06
1987	3	0	740	810	0.91	2130	74	28.82	18.19	16.20	20.60	24.23
1987	4	46	2970	744	3.99	2389	79	30.32	17.77	17.60	22.70	24.52
1987	5	46	866	850	1.02	623	24	25.52	17.84	22.10	24.90	25.65
1987	6	0	0	752	0.00	335	12	28.27	18.05	26.10	28.40	27.13
1987	7	89	0	522	0.00	0	0	0.00	19.89	30.80	30.00	28.97
1987	8	181	243	0	0.00	438	3	134.02	22.27	32.20	29.30	29.63
1987	9	297	140	37	3.82	282	9	31.10	23.95	31.20	29.40	29.94

AÑO	MES	C B.M.	C. G.	F. G	CPUE G	C. M.	F. M.	CPUE M.	T. B.M.	T. G.	T.M.	T.C.C.
1987	10	541	466	374	1.24	279	8	34.88	24.11	29.00	28.50	30.02
1987	11	0	1745	787	2.22	254	7	36.29	23.10	24.58*	24.00	29.06
1987	12	0	154	333	0.46	202	5	40.40	21.33	20.60*	21.00	27.42
1988	1	0	21	175	0.12	1000	48	20.91	19.59	16.60	19.30	25.78
1988	2	202	466	545	0.85	1143	59	19.23	18.46	17.90	20.80	24.48
1988	3	54	4610	544	8.48	843	70	12.03	17.88	19.20	20.80	23.35
1988	4	64	986	1086	0.91	930	45	20.71	17.57	22.10*	22.30	23.85
1988	5	46	327	2631	0.12	571	41	13.96	17.70	24.87*	24.20	25.16
1988	6	0	662	2691	0.25	350	45	7.81	18.08	28.93*	27.00	27.00
1988	7	22	873	499	1.75	867	58	14.90	19.97	31.44*	28.70	28.58
1988	8	28	0	0	0.00	134	12	11.52	22.24	31.87*	29.00	28.94
1988	9	839	0	0	0.00	1203	70	17.23	23.41	31.14*	28.50	29.05
1988	10	545	272	309	0.88	709	55	12.83	22.39	30.27*	27.90	28.69
1988	11	37	3558	627	5.68	26	12	2.23	20.91	23.41*	23.20	27.36
1988	12	0	1805	433	4.17	0	0	0.00	18.81	18.16*	19.60	25.71
1989	1	0	142	400	0.36	3518	108	32.46	17.80	16.20	16.90	24.77
1989	2	0	61	401	0.15	5197	128	40.62	17.09	18.60	18.80	23.86
1989	3	0	1312	1022	1.28	1607	45	35.82	16.95	20.80	21.80	23.22
1989	4	0	90	1072	0.08	324	15	22.28	16.94	27.00	24.60	24.21
1989	5	0	14	899	0.02	1101	52	21.29	17.38	27.00	25.30	25.88
1989	6	0	40	1001	0.04	879	57	15.46	17.81	29.98*	27.70	27.55
1989	7	0	0	630	0.00	838	42	20.12	19.72	32.02*	29.10	28.88
1989	8	0	0	0	0.00	1533	64	23.95	22.03	30.56*	28.10	29.11
1989	9	126	0	0	0.00	3539	147	24.00	23.48	32.60*	29.50	29.18
1989	10	44	0	56	0.00	737	45	16.51	23.41	31.44*	28.70	28.94
1989	11	56	8476	663	12.78	0	0	0.00	22.59	24.43*	23.90	28.17
1989	12	81	3394	536	6.33	198	16	12.66	20.99	20.93*	21.50	26.94
1990	1	232	395	436	0.91	1808	57	31.99	19.43	18.00	20.40	26.10
1990	2	410	220	555	0.40	4042	124	32.69	18.41	16.50	19.30	25.17
1990	3	93	8444	927	9.11	3320	112	29.54	17.97	20.20	21.20	24.51
1990	4	26	3730	744	5.01	3593	136	26.46	18.04	22.00	23.70	25.22
1990	5	168	1248	789	1.58	5890	181	32.49	18.45	24.30	26.70	26.72
1990	6	162	665	232	2.86	2742	110	24.95	19.06	33.34*	29.80	28.29
1990	7	214	1962	138	14.18	989	49	20.10	20.81	29.90	28.10	29.33
1990	8	41	0	0	0.00	1551	126	12.29	22.83	23.70	29.60	29.45
1990	9	39	0	0	0.00	1031	107	9.63	24.34	27.60	28.80	29.58

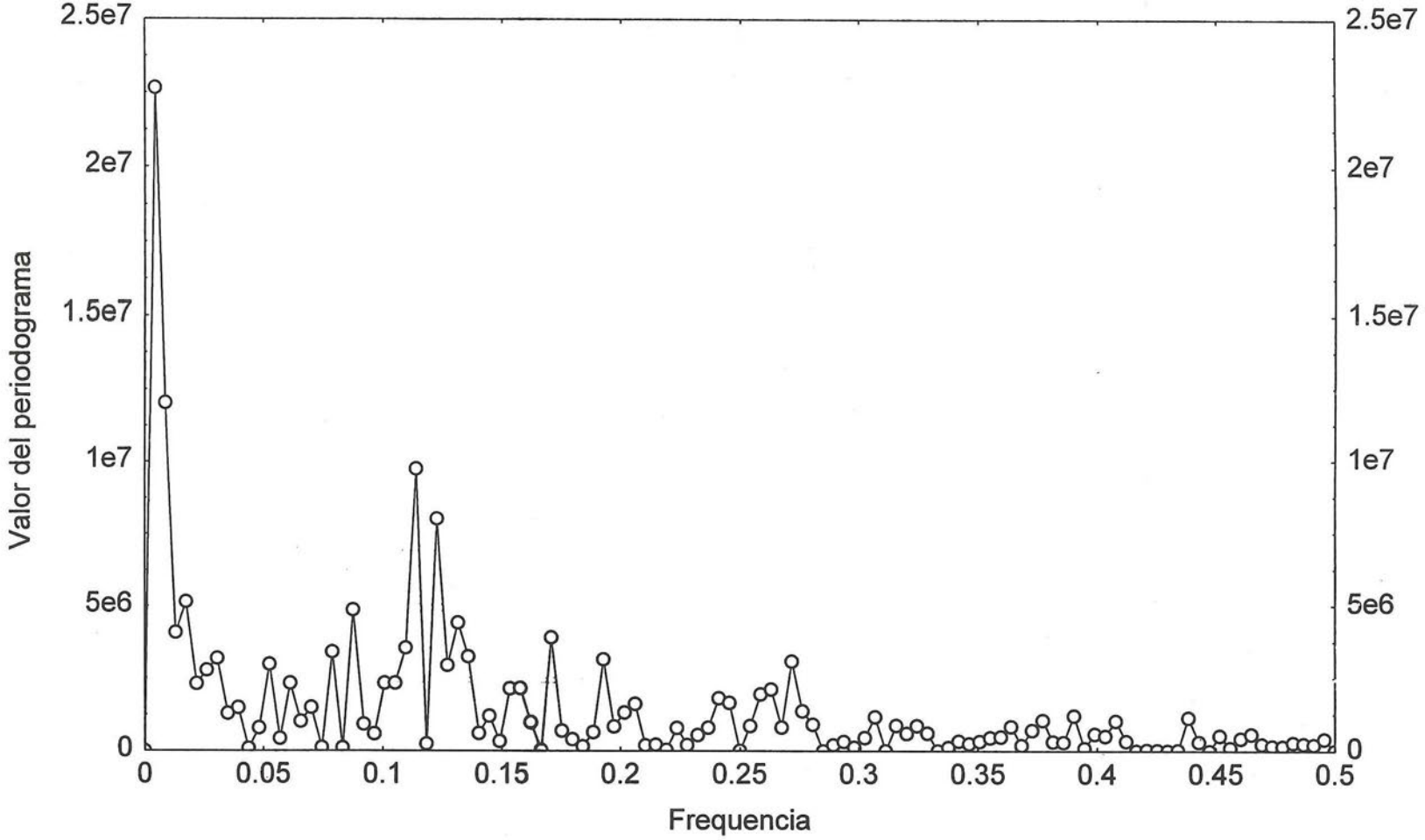
AÑO	MES	C B.M.	C. G.	F. G	CPUE G	C. M.	F. M.	CPUE M.	T. B.M.	T. G.	T.M.	T.C.C.
1990	10	0	3380	481	7.03	2093	152	13.78	24.20	28.20	28.00	29.36
1990	11	156	23258	677	34.35	2261	76	29.76	23.09	21.70	25.50	28.39
1990	12	79	10105	399	25.33	2601	66	39.32	21.17	20.10	22.60	27.02
1991	1	306	5650	952	5.93	4834	163	29.66	19.76	18.30	20.60	26.03
1991	2	598	4173	888	4.70	2976	117	25.44	18.69	19.20	21.40	25.00
1991	3	673	2399	634	3.78	4944	155	31.90	18.00	20.90	21.20	24.15
1991	4	75	2909	806	3.61	3120	143	21.82	17.35	21.50	22.30	24.48
1991	5	234	588	689	0.85	1379	80	17.24	17.31	22.90	25.00	25.67
1991	6	663	747	219	3.41	806	69	11.68	17.23	23.80	28.10	27.10
1991	7	1074	344	240	1.43	2727	128	21.30	18.95	32.10	29.00	28.89
1991	8	831	42	14	3.00	2974	138	21.55	21.36	33.20	29.20	29.26
1991	9	725	1600	0	0.00	3373	124	27.20	23.48	32.10	28.20	29.23
1991	10	1239	7900	640	0.36	3214	156	20.60	23.78	29.80	28.00	28.94
1991	11	10	14828	623	23.80	3109	135	23.03	22.89	21.90	23.90	28.07
1991	12	213	13717	960	14.29	2744	102	26.90	21.32	16.60	21.80	26.98

Nota. Los asteriscos en la columna de la temperatura de Guaymas marcan los valores estimados por la regresion lineal.

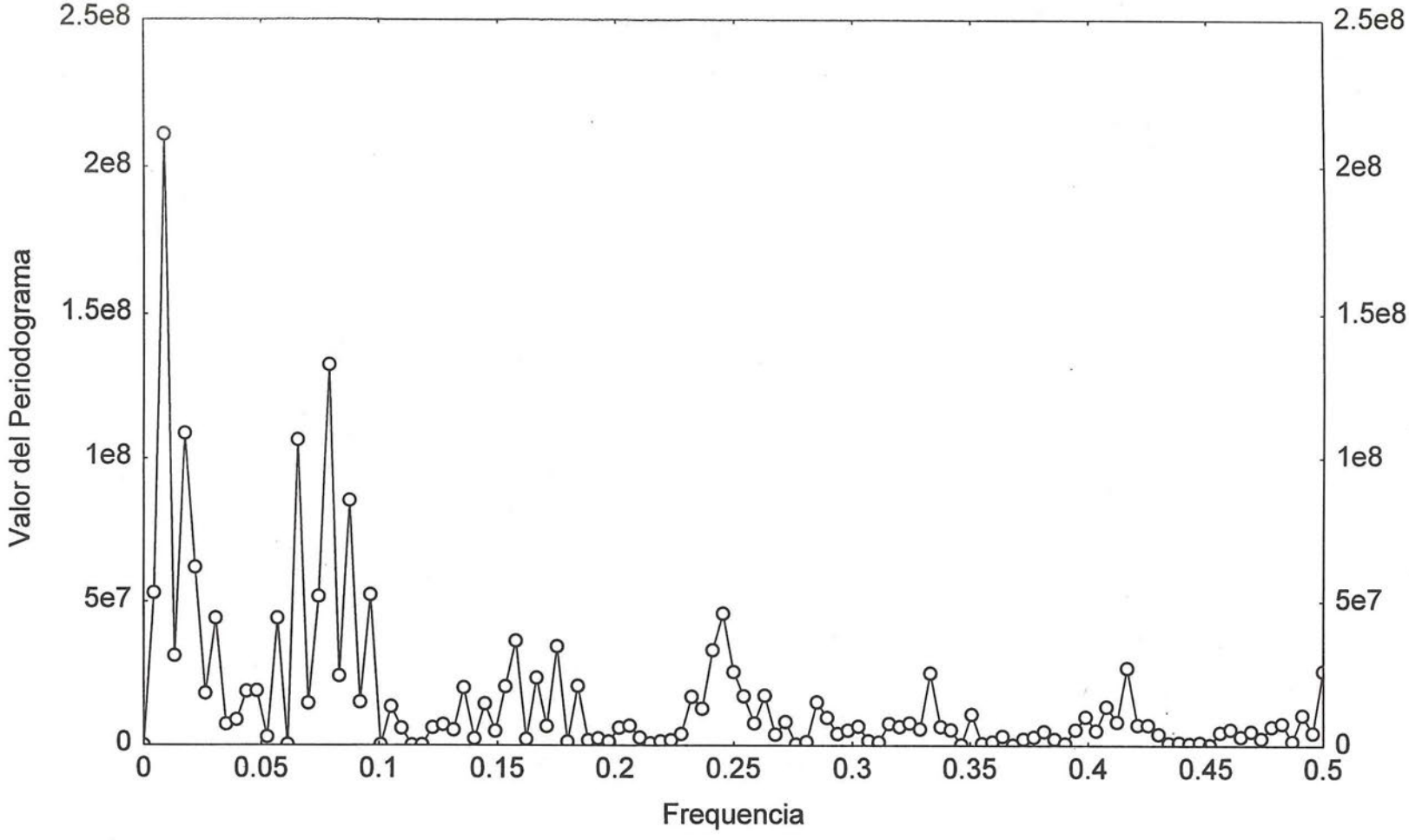
Apendice C. Analisis Espectral: Bahia Magdalena. Captura estandarizada.

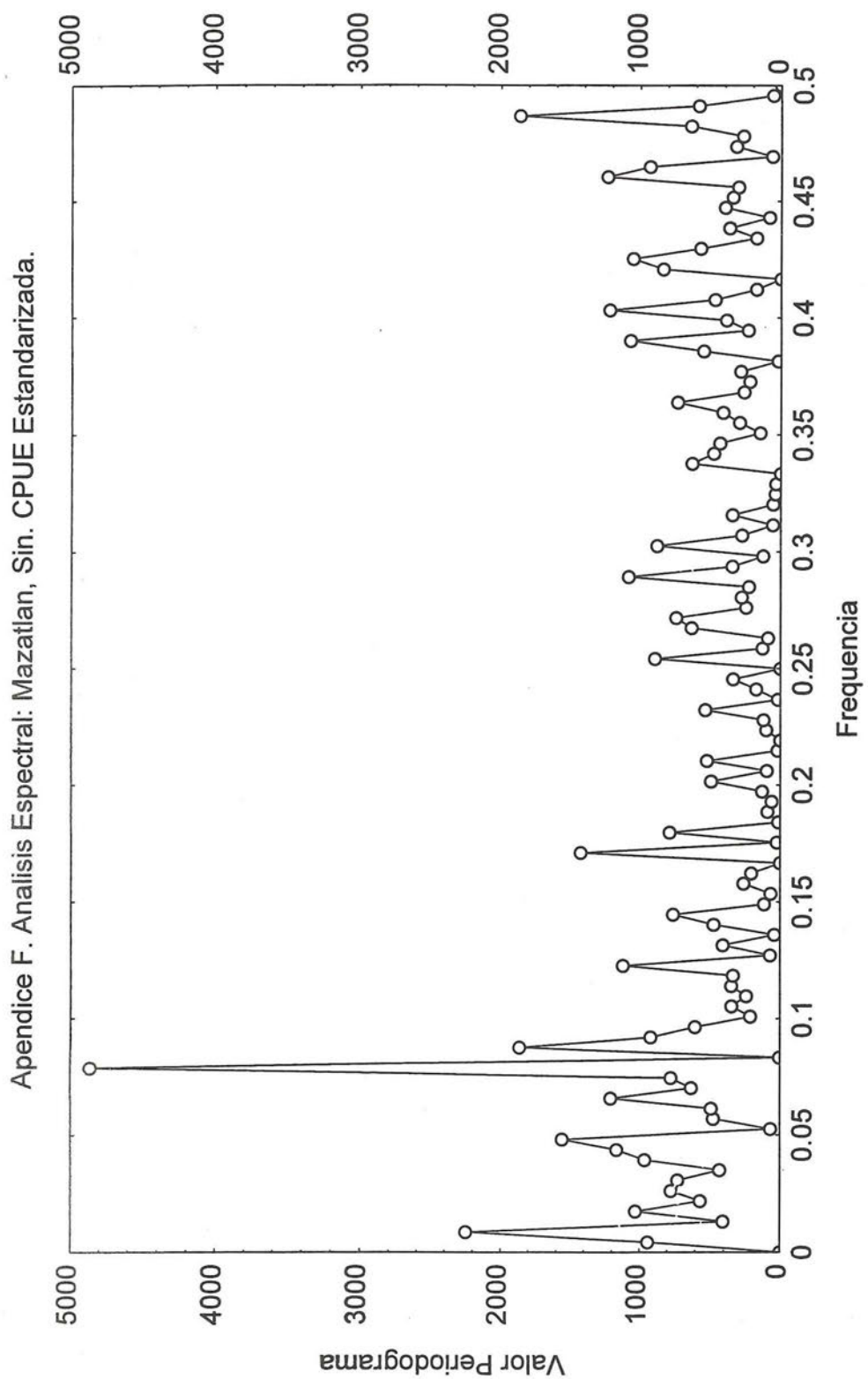


Apendice D. Analisis espectral: Mazatlan, Sin. Captura mensual estandarizada.

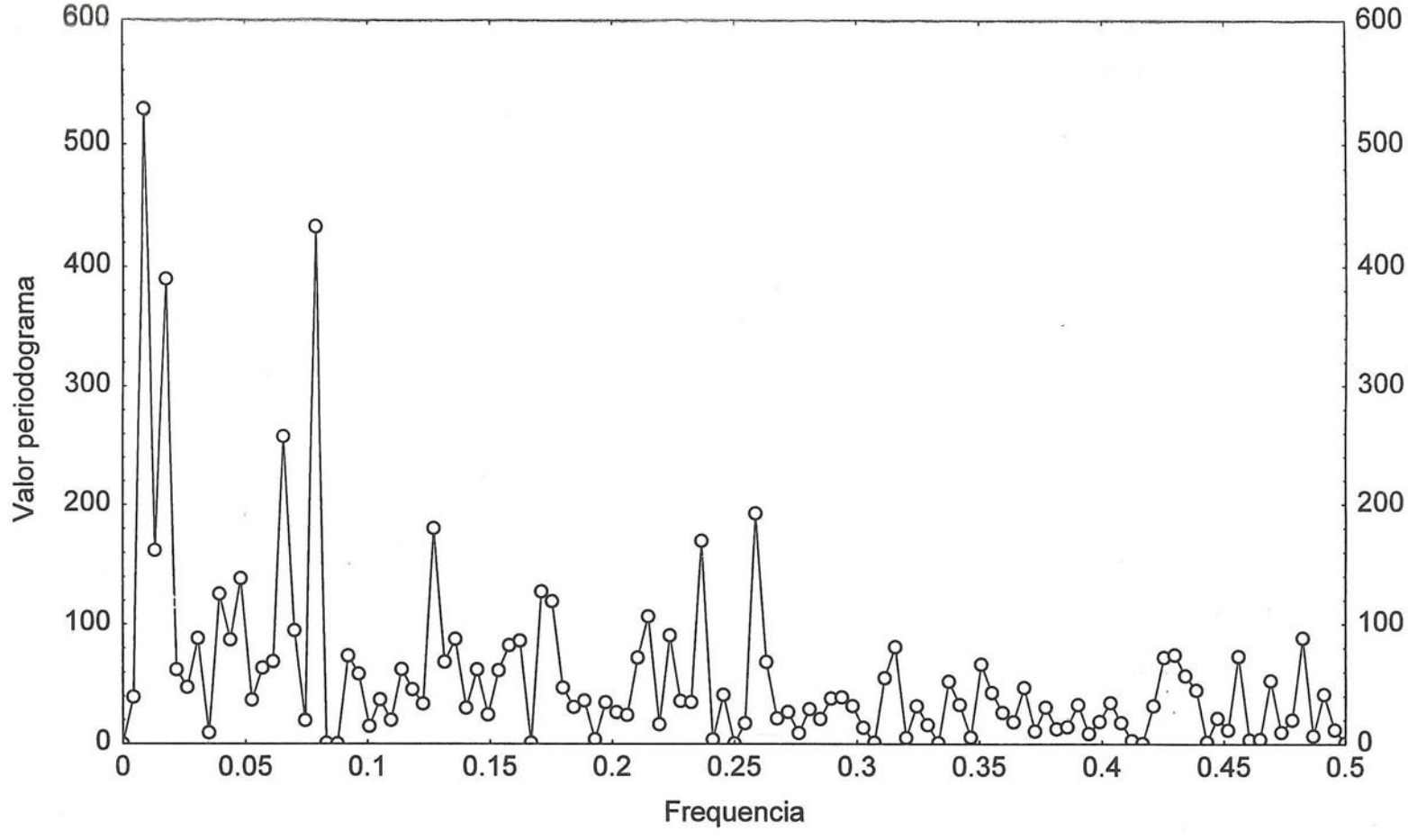


Apendice E. Analisis Espectral: Guaymas, Son. Captura estandarizada.

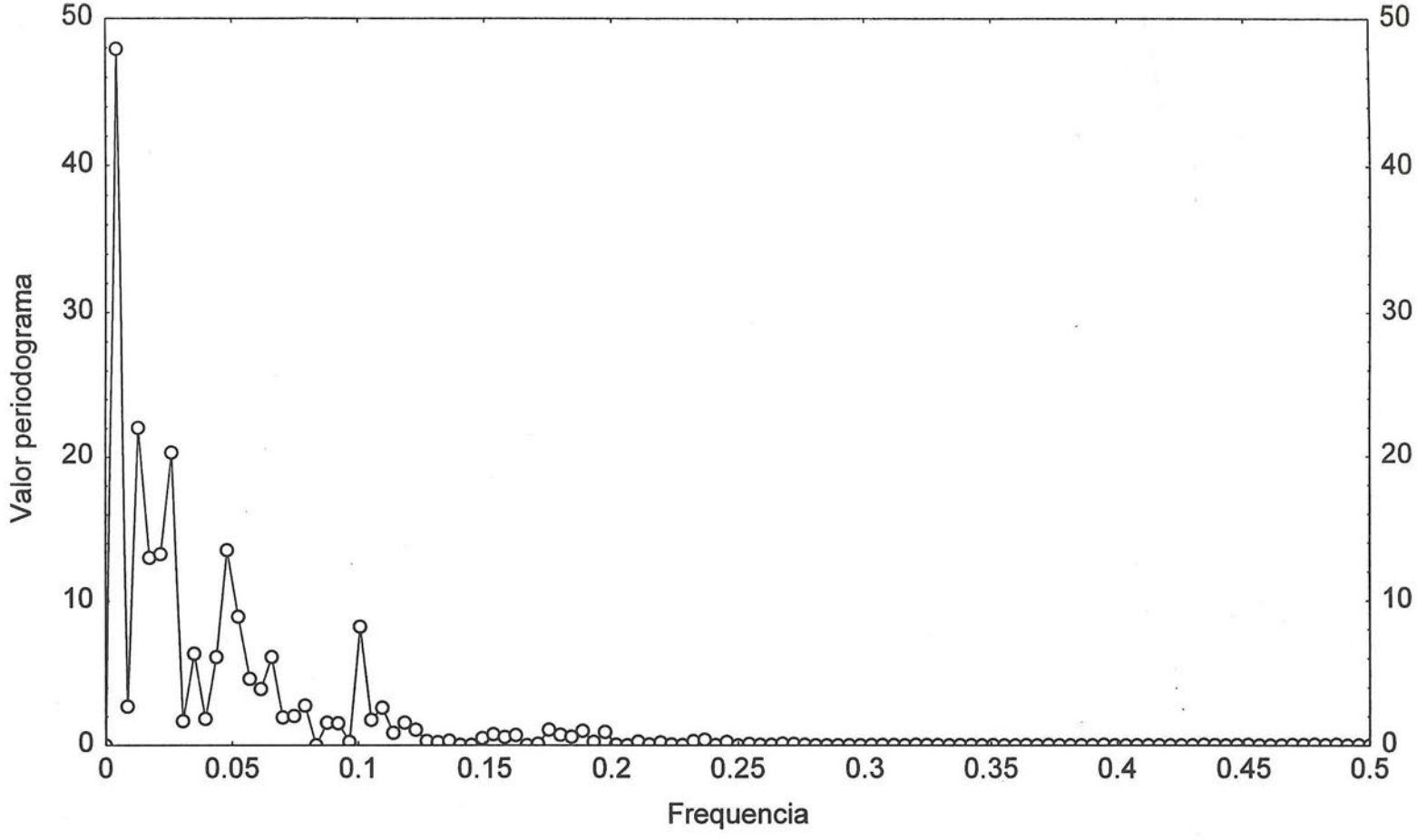



Apendice F. Analisis Espectral: Mazatlan, Sin. CPUE Estandarizada.
Valor Periodograma
Frequencia
0
1000
2000
3000
4000
5000
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5

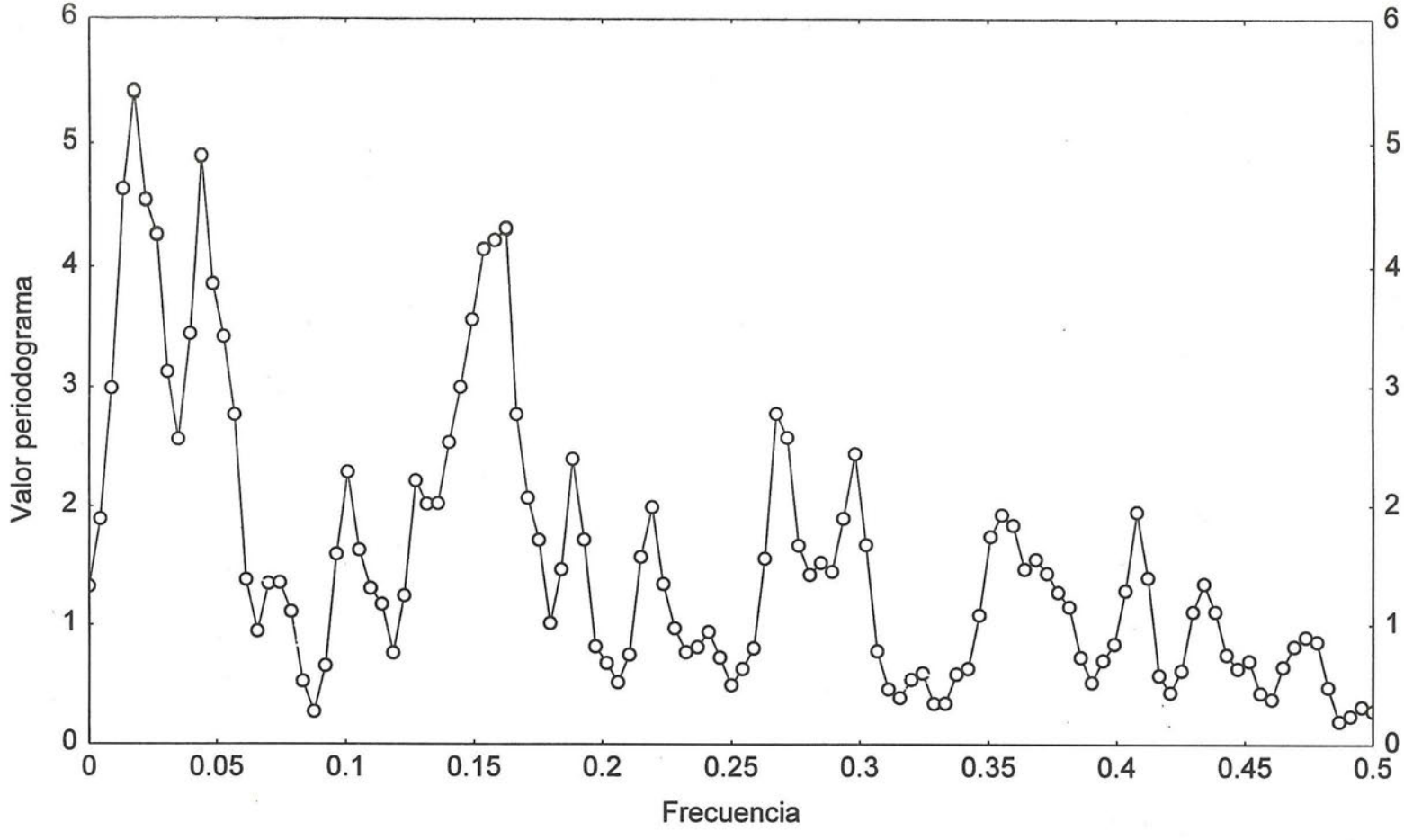
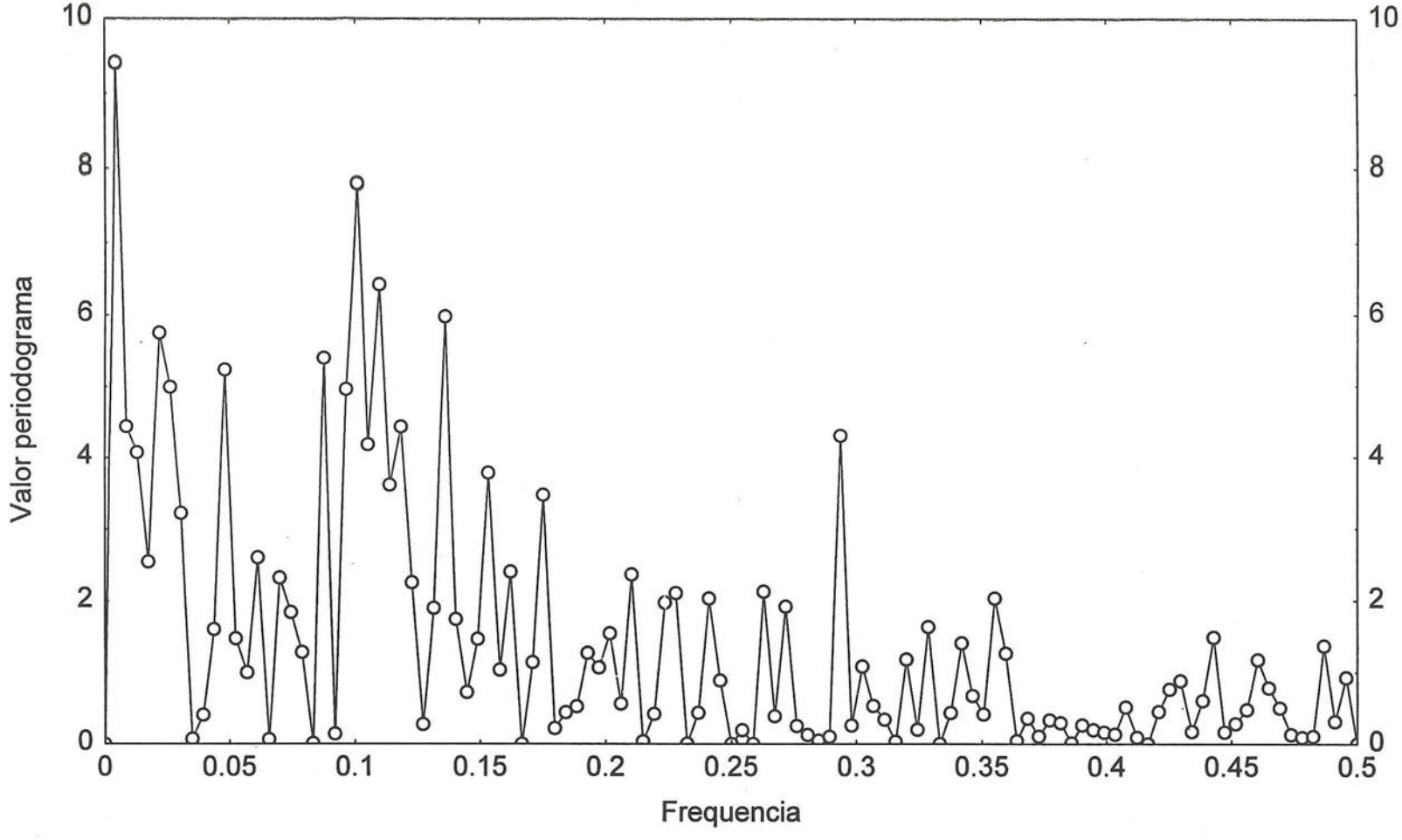
Apendice G. Analisis Espectral: Guaymas, Son. CPUE estandarizada.



Apendice H. Analisis Espectral: Bahia Magdalena. Temperatura estandarizada.



Apéndice I. Análisis espectral: Mazatlán. Temperatura estandarizada.



Apendice J. Analisis Espectral: Guaymas, Sin. Temperatura estandarizada