

03067

1
Zej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PROYECTO ACADÉMICO ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN CIENCIAS DEL MAR

"ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE SARDINA CRINUDA,
BASADO EN LAS CAPTURAS COMERCIALES, EN EL
PUERTO DE MAZATLÁN, DE LAS TEMPORADAS
1972/73 - 1990/91"

T E S I S

QUE PRESENTA:
MERCEDES LAURA JACOB CERVANTES
PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR
(OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA Y PESQUERA)

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS

COMPLETA

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a la persona que siempre ha tenido fe en mí y cuyo apoyo incondicional y paciencia infinita me han permitido alcanzar una de mis metas más anheladas.

Con cariño para ti, ARTURO

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

MERCEDES Y EMILIO

POR DARME LA VIDA Y ENSEÑARME A DISFRUTARLA

A MIS HERMANOS

**EMILIO
ALBERTO
VIRGINIA
MARCELA
ERNESTO**

CON QUIENES COMPARTO MOMENTOS INOLVIDABLES

Y MUY ESPECIALMENTE A

CHARLY

QUIEN CON SU AMOR ALEGRA MI VIDA

También quiero expresar mi sincero agradecimiento:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT y a la Dirección General de Asuntos Profesionales y Académicos, DGAPA de la UNAM por el apoyo financiero otorgado para la realización de este trabajo.

Al Dr. Arturo Ruiz Luna, Director de Tesis y a la Dra. Adela Monreal Gómez, M.C. Miguel Angel Alatorre Mendieta, Dr. Virgilio Arenas Fuentes y M.C. Alicia Durán miembros de mi jurado, quienes me apoyaron con sus comentarios y sugerencias para mejorar el manuscrito.

Al Biol. Remigio E. Bush Medina, Director del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP-Mazatlán) a la M.C. Lourdes Lile F. responsable del Programa Pelágicos Menores del CRIP-Mazatlán y al B.P. Héctor Manuel Lizárraga, por todas las facilidades otorgadas para la obtención de la información, ya que sin ellos este trabajo no hubiera podido realizarse.

Al Dr. José Peláez Hudlet por la amistad desinteresada que me ha brindado y por su interés y acertados comentarios a la tesis.

Y a todos mis amigos Lalo, Toño, Isa, Pepe, Lucy, y Yani entre otros, que me han apoyado en las buenas y en las malas y que siempre me alentaron a seguir adelante.

INDICE

RESUMEN	i
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	7
OBJETIVOS	13
MATERIAL Y METODO	15
-CARACTERISTICAS DE LAS EMBARCACIONES	15
-VARIACIONES DE LA CAPTURA POR EMBARCACION	18
-VARIACIONES DE LA CAPTURA POR TEMPORADAS	20
MODELO DE PRODUCCION GENERALIZADO.....	23
MODELO EMPIRICO	24
RESULTADOS	27
-CARACTERISTICAS DE LAS EMBARCACIONES	27
-VARIACIONES DE LA CAPTURA POR EMBARCACION	29
-VARIACIONES DE LA CAPTURA POR TEMPORADAS	31
MODELO DE PRODUCCION GENERALIZADO	36
MODELO EMPIRICO	37
DISCUSION	41
CONCLUSIONES	53
LITERATURA CITADA	59
FIGURAS.....	69
TABLAS	107
ANEXO	115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Panorama general de las capturas de sardina en México	71
Figura 2. Migración aparente de sardina crinuda	73
Figura 3. Area de estudio	75
Figura 4. Base de operaciones de la flota sardinera	77
Figura 5. Edad de la flota sardinera	77
Figura 6. Categorización de la flota sardinera de Mazatlán	77
Figura 7. Longitud de la eslora de la flota sardinera	77
Figura 8. Frecuencia del tamaño de la manga de la flota	79
Figura 9. Frecuencia del tamaño del puntal de la flota	79
Figura 10. Frecuencia de la frecuencia de la flota	79
Figura 11. Tonelaje de registro neto	79
Figura 12. Tonelaje de registro bruto	81
Figura 13. Tipo de casco de la flota sardinera	81
Figura 14. Reporte de las capturas totales por temporada, considerando a todas las embarcaciones	83
Figura 15. Capturas totales por embarcación	83
Figura 16. Capturas promedio por embarcación	83
Figura 17. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por embarcación	85
Figura 18. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por capacidad de bodega (CB)	85
Figura 19. Número de barcos por temporada y captura total	85
Figura 20. Número de barcos en operación por mes durante el periodo de estudio	85

Figura 21. Porcentaje de días, meses y temporadas de operación de las embarcaciones	87
Figura 22. Capacidad de acarreo (CA) por embarcación	89
Figura 23. Comparación de la capacidad de acarreo (CA) y capturas promedio (CPT) de acuerdo a la capacidad de bodega	89
Figura 24. Eficiencia de las embarcaciones	89
Figura 25. Eficiencia (E) de las embarcaciones con respecto a la capacidad de bodega (CB)	89
Figura 26. Volumen de pesca por temporada de captura	91
Figura 27. Comparación de las capturas y el Índice de oscilación del sur	91
Figura 28. Esfuerzo pesquero nominal (Días de pesca) por temporada de pesca	91
Figura 29. Captura por unidad de esfuerzo nominal	91
Figura 30. Ajuste del modelo potencial entre la Captura Promedio y la Capacidad de bodega	93
Figura 31. Evolución de la capacidad de bodega (TM) en la flota sardinera de Mazatlán	93
Figura 32. Variación de la captura promedio obtenida en función de la capacidad de bodega	95
Figura 33. Variación de la captura en función de la capacidad de bodega, por temporadas	97
Figura 34. Curva de ajuste del poder de pesca (PP) en función de la capacidad de bodega (CB)	99
Figura 35. Esfuerzo pesquero nominal y normalizado por temporada	99
Figura 36. Captura por unidad de esfuerzo nominal y normalizada por temporadas	99
Figura 37. Captura en relación al esfuerzo pesquero normalizado	101
Figura 38. Captura en relación al esfuerzo pesquero nominal	101

Figura 39. Modelo generalizado aplicado al análisis de la captura comercial de sardina crinuda, en le Puerto de Mazatlán, Sin.	101
Figura 40. Variación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en función de los meses con reporte de captura y el ajuste lineal y periódico de las embarcaciones más representativas	103
Figura 41. Ajuste del Modelo Periódico, mostrando la captura mensual observada y la estimada	105
Figura 42. Índice que representa las diferencias entre la C observada y la C estimada por el Modelo Empírico y el no. de barcos utilizados para el análisis periódico y el número total de barcos	105
Figura 43. Proyección del Modelo Periódico para las temporadas 91/92 y 92/93	105

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Catastro histórico de la flota sardinera de Mazatlán	109
Tabla 2. Operación de la flota del catastro histórico	111
Tabla 3. Parámetros de las regresiones por embarcación	113

ANALISIS DE LA PESQUERIA DE SARDINA CRINUDA, BASADO EN LAS CAPTURAS COMERCIALES, EN EL PUERTO DE MAZATLAN, DE LAS TEMPORADAS 1972/73 - 1990/91

RESUMEN

Se realizó un análisis de las características y operación de la flota sardinera de Mazatlán durante 19 temporadas de pesca comprendidas de Oct/1972 a Sep/1991 a fin de caracterizar las variables que determinan su poder de pesca y establecer alternativas para optimizar el manejo del recurso. Como resultado se registraron 51 unidades a lo largo del periodo estudiado, aunque en términos reales la flota es muy reducida y se mantiene estable, variando en promedio de 2 a 6 unidades por temporada. No existe una unidad tipo que se adecúe a la pesquería de sardina, hayándose gran heterogeneidad en las características de los barcos estudiados. Se analizaron las variaciones de la captura y esfuerzo pesquero (días de pesca) por embarcación y temporada de pesca. Las capturas por temporada mostraron una tendencia ascendente, con grandes fluctuaciones, observándose una ligera disminución en las temporadas donde se registró el fenómeno El Niño, aunque existe una recuperación importante cuando cesa la influencia del evento. Se realizó una estandarización del esfuerzo nominal con respecto a la capacidad de bodega (CB), variable que determina el poder de pesca. Aunado a lo anterior se evaluaron algunos índices del éxito pesquero como son: la eficiencia (E), el poder de pesca (PP) y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), manifestándose una reducción en la E, un aumento del PP y escasa variación de la CPUE. Finalmente se analizaron y compararon los modelos tradicionales de Schaefer (1954) y Fox (1970) para la evaluación del recurso, con un modelo empírico de tipo oscilatorio. Con este último se obtuvo un mejor ajuste a los datos observados y permite explicar y predecir las variaciones de la captura a corto plazo (1 mes), por lo que es posible su aplicación en la evaluación y manejo del recurso. Dado que no existe un barco típico para esta

pesquería y tomando en cuenta que a la fecha no existen embarcaciones menores de 100 CB en actividad, se propone para la reactivación de esta pesquería (actualmente en receso), embarcaciones con capacidad de bodega de aproximadamente 150 TM, cuyo poder de pesca se estima casi del doble de la flota inicial. Con estas características y con un esfuerzo pesquero cercano al promedio de los últimos 5 años (400 días) se estiman capturas probables de 14,000 a 20,000 TM por temporada, siendo el óptimo sostenible calculado para esta pesquería.

**ANALYSIS OF THE THREAD HERRING FISHERY, BASED ON
COMMERCIAL CATCHES FROM MAZATLAN DURING 1972/73 -
1990/91 SEASONS.**

ABSTRACT

A description of the features and operation of the thread herring fleet from Mazatlán during 19 fishing seasons, between October 1972 and September 1991, was performed in order to characterize the variables that determine fishing power, and to establish alternatives for optimizing resource management. Fifty-one ships were registered during the study period. However, the actual fleet was very small, though stable, varying from 2 to 6 units per season on the average. There was a large heterogeneity in the characteristics of the ships, with no typical unit for this fishery. The fluctuations of catch and fishing effort (days of fishing) were analyzed for each ship and season. Catches per season showed an increasing trend, with large fluctuations, and a slight decrease during El Niño events, but there was a significant recovery when El Niño influence ceased. Nominal effort was standardized with respect to loading capacity (CB), this variable being determinant to the fishing power. In addition, several indexes of fishing success such as efficiency (E), fishing power (PP), and catch per unit effort (CPUE) were evaluated. The results show a decrease in E, an increase in PP, and a slight variation in CPUE with time. Finally, the traditional models of Schaefer (1954) and Fox (1979) for resource assessment were analyzed and compared with an oscillatory-type empirical model. With the latter model, a better fit to the observed data was obtained. The oscillatory-type model also explained and predicted the short term (one month) variations in capture and, therefore, it seems reasonable to use it for assessment and management of the resource. Since there is no typical boat for this fishery, and because presently there are no working ships smaller than 100 tons of CB, it is proposed for the reactivation of this fishery (now in recess) the operation of ships with a CB of approximately 150

tons, whose fishing power is estimated to be almost twice that of the original fleet. With these features and a fishing effort near the average of the last 5 years (400 days), probable catches are estimated to lie between 14,000 and 20,000 tons per season, this range being the sustainable optimum for the fishery.

INTRODUCCION

Sobre las diversas especies de clupéidos del mundo, comúnmente conocidas como sardinas, se han desarrollado pesquerías de gran magnitud e importancia a tal grado que han ocupando en algunos países los primeros lugares de producción pesquera nacional. Es el caso de Japón, Sudáfrica, Costa Pacífica de E.U.A. y Perú entre otras (Menz y French, 1982; Anónimo, 1983; Flores-Palomino, 1991; Valentini y Cardoso, 1991; Patterson, *et al.*, 1992).

En México, más del 80% de la captura nacional de sardina -en donde se incluyen a diversas especies de clupéidos bajo este término- se realiza actualmente en la costa del Pacífico, principalmente en el Golfo de California. Las cifras reportadas en este rubro pesquero han alcanzado niveles catalogados como récord, teniendo como ejemplo el año de 1986 cuando, de acuerdo a Cisneros (1988), la captura de sardina de la costa del Pacífico obtuvo 469 mil toneladas, lo que representó más del 30% de la captura nacional total para ese año (Fig. 1).

Los mayores volúmenes de captura se obtienen a partir de la sardina monterrey *Sardinops sagax caeruleus* (Girard, 1854), pero un volumen importante lo aporta la sardina crinuda *Opisthonema* spp., tal como se observó para las capturas obtenidas en el Golfo de California durante la temporada 1989/90, que equivalen a 109,943 TM y 63,784 TM de sardina monterrey y crinuda respectivamente (Cisneros *et al.* 1991).

En el Golfo de California la captura de sardina crinuda ha sido el segundo recurso más importante para la industria reductora mexicana (García *et al.*, 1990), aunque en los últimos años la presencia de anchoveta y la reducción en el esfuerzo pesquero destinado a la crinuda han hecho variar su importancia (Hammann *et al.*, 1991).

Otra especie importante es la denominada sardina bocona (Engraulidae: *Cetengraulis mistycetus* (Günther, 1867) sin embargo, es importante señalar que la

sardina crinuda es preferida por los industriales debido a su menor contenido graso, ya que representa mayor rendimiento y calidad en la producción de harina de pescado, principal destino de la producción de sardina crinuda en el país.

La sardina crinuda es un componente de la fauna tropical y pertenece al grupo de peces denominado comúnmente pelágicos menores. Su distribución abarca desde el Golfo de Panamá hasta el sur de la Península de Baja California y dentro del Golfo de California (Lluch-Belda *et al.*, 1986; Stevenson y Carranza, 1981).

Este grupo de peces está asociado estrechamente a las zonas de alta productividad y surgencias, realizando grandes movimientos migratorios tanto para reproducirse como para alimentarse. Estos movimientos migratorios son importantes para definir un adecuado régimen de pesca. De acuerdo con Lluch-Belda *et al.* (1986), De Anda *et al.* (1988) y Páez (1990), la pesquería de sardina en el noroeste de México se desplaza hacia el sur en el invierno y primavera, y después hacia el norte a fines de la primavera y principios de verano, cuando las aguas se calientan, las surgencias se detienen y los vientos se invierten, proviniendo del sur.

La captura de sardina crinuda dentro de esta región incluye a las especies *Opisthonema libertate* (Günther, 1867), *O. bulleri* (Regan, 1904) y *O. medirastre* Berry y Barret, 1864, concentrándose en los estados de Sonora y Sinaloa donde también se agrupa la flota pesquera (Anónimo, 1985). Debido a su distribución tanto espacial como temporal, la composición específica de la captura es variable a lo largo de la temporada aunque predomina *O. libertate* (Arvizu-Martínez, 1987; Ruiz y Lyle, 1992).

La pesquería de sardina crinuda se realiza con red de cerco, preferentemente en la noche y sobre todo en los periodos llamados "oscuros lunares", ya que por sus hábitos de alimentación la sardina tiende a subir a la superficie y a agregarse en densos cardúmenes (Blaxter, 1966; Cadet y Berner, 1959), produciendo un efecto luminiscente en la superficie marina, que es observado desde el barco. Esta localización también se realiza con instrumentos de ecodetección (Escudero, 1984), permitiendo que se pesque durante los "claros lunares" (Lizárraga, 1995).

El periodo de pesca es anual; sin embargo, las temporadas inician en el mes de octubre y terminan en el mes de septiembre, reduciéndose al mínimo la captura en los meses de verano de acuerdo al patrón migratorio de estas especies.

Los principales puertos nacionales de descarga de sardina en orden de importancia son Guaymas y Yavaros en Sonora, Mazatlán en Sinaloa, Bahía Magdalena en Baja California Sur y Ensenada en Baja California (Cisneros, 1988). Mas recientemente se ha integrado el puerto de Topolobampo en Sinaloa como otro importante punto de descarga de sardina (Arvizu-Martínez, 1987).

En esta entidad la pesca de sardina aporta aproximadamente el 32% y a nivel nacional contribuye con el 15.5% de la captura total (Fig. 1). Por lo anterior queda de manifiesto la relevancia de este recurso natural para la industria pesquera en Sinaloa (Anónimo, 1992; Lizárraga *et al.*, 1992).

Es importante señalar que se observan grandes fluctuaciones en las capturas anuales lo cual es un problema para el manejo del recurso. En este sentido, Lluch-Belda y colaboradores (1986) consideran que uno de los principales factores que influyen en las abundancia del recurso, es la oscilación térmica llamada ENSO (EL NIÑO southern oscillation), caracterizada por un aumento en la temperatura superficial del agua.

De acuerdo con Lluch-Belda *et al.* (1986) y Cisneros *et al.*, (1990) esta circunstancia propicia el incremento en la disponibilidad de la sardina crinuda seguido de una reducción al año siguiente del fenómeno. Un proceso similar pero inverso, ocurre con la sardina monterrey en la parte central del Golfo de California.

En ese sentido, Csirke (1983) menciona que aunque la mayor parte de los modelos clásicos de evaluación y ordenación de la pesca se basan en el principio de que la sobrepesca es la causa principal de la fluctuación de los recursos y de su eventual abatimiento, es necesario otorgar importancia también a los efectos del ambiente sobre los mismos ya que investigaciones recientes han mostrado que particularmente en el caso de poblaciones pelágicas, las fluctuaciones debidas a causas

naturales pueden ser tanto o más dramáticas que las causadas por la pesca (Baumgartner y Christensen, 1985; Ruiz y Lyle, 1992).

La pesquería de sardina en Mazatlán, se inicia a partir de 1972 cuando se abren industrias procesadoras de sardina en el puerto, cuya demanda creciente de materia prima genera el incremento de la pesquería sin que hasta el momento exista una adecuada regulación del recurso (Hernández, 1983).

La problemática existente en torno al manejo adecuado del recurso radica en varios puntos: existe gran variabilidad en los niveles de captura, que aunado al comportamiento gregario de estas especies impide que los modelos tradicionales de producción puedan adecuarse a esta pesquería con buenos resultados.

Los indicadores biológicos tales como la época de desove y el tamaño de los organismos permiten concluir que las especies de *Opisthonema* no tiene un mismo patrón de migración por lo que el comportamiento para cada una de las especies es independiente.

En ese sentido, De Anda, *et al.*, (1988) compararon la información biológica obtenida de dos áreas diferentes de pesca de sardina crinuda en la temporada de pesca 1986/87; la correspondiente a Guaymas, Son. y zonas aledañas de pesca, hasta Yavaros, Son.; la de Sinaloa, que se extiende desde Punta Ahome, Sin. hasta Puerto Vallarta, Jalisco, encontrando que el comportamiento de *O. libertate* para cada una de las áreas de pesca es distinto, por lo que supone que se trata de grupos poblacionales diferentes, independientes uno de otro.

En el caso de Sinaloa, *O. libertate* muestra un patrón de migración hacia el sur a principios de temporada (octubre-noviembre); se le encuentra en el periodo enero-abril enfrente de El Tambor y Altata, Sin., Punta San Miguel y Punta Piaxtla, Sin., que es cuando la flota de Mazatlán captura los mayores volúmenes de sardina crinuda. A finales de abril los organismos de mayor talla se localizan al sur de Mazatlán. En el mes de mayo y principios de junio se le captura únicamente en el área de Teacapán. En el

mes de junio esta especie inicia probablemente su migración hacia el norte cuando las aguas superficiales tropicales empiezan a dominar en el área de estudio (Fig. 2).

En su trabajo, De Anda *et al.* (1988) concluyen que el patrón migratorio para *O. libertate* en las costas de Sinaloa fue de norte-sur en octubre-mayo y de sur-norte en junio-septiembre. En *O. medirastre* y *O. bulleri* todo parece indicar que su distribución se encuentra más al sur de las costas de Sinaloa. Sus movimientos migratorios son de norte-sur en primavera-verano, sin tener precisado en que meses empieza a subir a las costas de Sinaloa. Por otra parte, menciona que el acercamiento de los cardúmenes a la costa de Sinaloa está asociado al sistema de surgencias en el área y están influidos por los vientos del noroeste, es decir, las mayores capturas ocurren cuando la intensidad de los vientos del NW sobrepasan los 3.5 m/s.

Al respecto, Rodríguez (1987) menciona una sucesión de la frecuencia relativa de las especies en la captura comercial descargada en Mazatlán, para la temporada de pesca 1984-1985. *O. medirastre* dominó entre noviembre y la primera quincena de diciembre de 1984, *O. libertate* entre la segunda quincena de diciembre y marzo de 1985 y *O. bulleri* en todo el mes de abril de 1985.

Para la temporada de pesca 1985-1986 la sucesión de las especies no se observó y durante casi toda la temporada dominó *O. libertate*. En mayo de 1986 se registró una mezcla de las tres especies. Asimismo, Rodríguez (1987) evaluó la importancia relativa de las especies por zona de captura, a través del índice de frecuencia relativa ponderado. Para esto definió dos zonas de pesca; la zona Norte localizada entre 35 y 100 millas náuticas al Norte de Mazatlán y la zona Sur ubicada entre 10 y 65 millas náuticas al Sur de la misma localidad. Este índice mostró que *O. medirastre* y *O. bulleri* siempre aparecieron en capturas hechas en la zona Sur, con excepción de una captura de *O. medirastre* de la zona Norte en noviembre de 1984.

Con la anterior excepción, *O. libertate* fue la única que se capturó en la zona Norte, mientras que en la zona Sur apareció mezclada con *O. medirastre* en noviembre

de 1984, fue la única de diciembre de 1985 a Febrero de 1986 y apareció mezclada con las otras dos especies en abril y mayo de 1986.

A todos los aspectos biológicos señalados anteriormente, se suma la variabilidad de las características de la flota y una mezcla en las capturas de sardina crinuda de tres especies que no son fácilmente identificables y por último, problemas económicos ajenos a la pesquería.

En función de lo anterior y considerando que las características de la flota sardinera de Mazatlán han variado considerablemente a través de los años que comprende este estudio (1972/73-1990/91), el presente trabajo se avoca al análisis de la evolución de la flota y sus características, como un medio que permita calcular su poder de pesca y comparar su eficiencia a través del tiempo, así como para estimar una unidad de esfuerzo estandarizada aplicable a la serie temporal.

El objetivo es conocer en que medida los cambios observados en la flota ejercen influencia sobre el poder de pesca, la eficiencia pesquera y la captura por unidad de esfuerzo, una vez que éste se ha normalizado, para posteriormente aplicar estos índices en la evaluación del recurso con fines de manejo de la pesquería.

ANTECEDENTES

Partiendo de la revisión realizada por Cisneros (1989) sobre las publicaciones referentes a los pelágicos menores generadas en México de 1955 a 1989, se encontró que en general los conocimientos sobre éstas especies son incompletos, posiblemente debido al bajo número de investigadores dedicado a su estudio. De un total de 184 trabajos publicados en este lapso, más del 50% se generó en la década de los 80's.

En años recientes el número de investigadores y las publicaciones sobre el tema se han incrementado y suman más de 50 desde esa revisión a la fecha, aunque no parecen tener una incidencia importante sobre el manejo de los recursos considerando su actual situación.

Es de resaltar que la mayoría de las publicaciones se refieren a la sardina monterrey *Sardinops sagax caeruleus* (39%) y a la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (34%). Los temas más frecuentemente tratados sobre estas especies son, de acuerdo al mismo autor, Ecología (25%) y Distribución y abundancia (19.1%). El alto porcentaje de investigaciones relacionadas con la sardina crinuda, se debe principalmente a la discusión que prevalece en torno a la sistemática de las especies conocidas como tales, lo que ha motivado a los investigadores para generar una gran cantidad de trabajos al respecto, tanto para los primeros estadios de vida, como para los adultos y especies fósiles (Grande, 1985).

Por lo que se refiere a estudios de pesquerías y evolución de la flota sardinero-anchovetera encontramos que éstos son muy escasos (2.3%) pese a la importancia de la pesquería en la generación de datos sobre pelágicos menores. Por otra parte, más del 50% de las publicaciones se han realizado en el Golfo de California incluyendo la costa de Sinaloa, sin embargo, éstas también se refieren a la sardina monterrey y a los lugares donde ocurren las mayores descargas de esta especie como es el caso de Guaymas, Son. (Ponce, 1988).

Es necesario resaltar que para poder realizar estudios sobre la administración adecuada de la explotación de los recursos pesqueros en cualquier pesquería es indispensable contar con estadísticas de captura confiables.

En ese sentido, Pedrín (1972), Pedrín y colaboradores (1973), Pedrín y Ancheita (1976) y Páez (1976) iniciaron un sistema de recopilación de información en las costas de Sonora y Sinaloa, desarrollando cruceros de investigación, colecta de muestras en los puertos de descarga y recabando estadísticas de captura y esfuerzo (Castro-Ortiz, 1984) al mismo tiempo que Sokolov y Wong (1973) principiaron el estudio de las poblaciones de sardina en el Golfo de California, lo que permitió tener un registro continuo a partir de esas fechas.

Sobre este punto, Cisneros (1989) señala que las estadísticas pesqueras son completas y que se muestrean continuamente las descargas comerciales, logrando con ello un banco de datos de considerable tamaño e importancia. Sin embargo, la falta de información ecológica y la carencia de sistemas adecuados de procesamiento, ha retardado el análisis de la información. Aunado a esto la variabilidad ambiental ha dificultado la aplicación de modelos de evaluación.

Pedrín y Ancheita (1976) observan que las cifras oficiales de capturas de sardina presentan algunos inconvenientes para ser empleados irrestrictamente debido a que existe un enmascaramiento de las capturas reales de todas las especies que se agrupan bajo el nombre genérico de "sardina".

El análisis de las estadísticas de captura y esfuerzo para la estimación de tamaños absolutos o relativos de poblaciones de peces, ha sido aplicado a numerosas poblaciones de peces y una de sus ventajas consiste en que los datos básicos para el estudio frecuentemente son accesibles sin la necesidad de investigaciones especiales. Una de las limitantes más serias de este método es la que introducen los cambios rápidos en la eficiencia de las artes de pesca utilizadas.

Otras dificultades son aquellas que se relacionan con la accesibilidad y vulnerabilidad del recurso aunadas al comportamiento de los peces y las condiciones

oceanográficas. Estos aspectos afectan notablemente los desembarques y las capturas por unidad de esfuerzo, arrojando una información imprecisa sobre el tamaño de las poblaciones. En particular, esto es especialmente importante para las pesquerías de los peces pelágicos menores tales como la anchoveta y la sardina (Hernández, 1983).

El pronóstico de las capturas comerciales es uno de los objetivos más importantes en cualquier pesquería establecida. Este pronóstico permite planificar las actividades de captura de la flota pesquera, optimizando de esta manera tiempo y costos de producción, mientras que al mismo tiempo se protege al recurso.

De acuerdo con Doi (1975), uno de los métodos numéricos de predicción es el método proyectivo, el cual consta del análisis de correlación y regresión y del análisis de series de tiempo como pueden ser capturas, esfuerzo, abundancia de la población y factores ambientales. Si en los registros de periodos pasados se encuentra una correlación estadística entre fenómenos como: abundancia de la población, capturas, factores ambientales, etc., entonces se puede estimar la predicción de la captura considerando que tales interrelaciones del pasado deben continuar en el futuro, aunque las razones permanezcan desconocidas. Si ésta premisa no se cumple, el método proyectivo no será útil en la práctica.

Si la captura es la única información disponible, pueden analizarse capturas obtenidas durante periodos largos, por series de tiempo, la cual es una técnica teórica de información útil para detectar propiedades latentes en variaciones al azar de fenómenos naturales. De esta manera, si se establece un modelo proyectivo derivado del análisis de una serie de tiempo, como puede ser una serie de captura por unidad de esfuerzo, entonces este modelo contiene solo valores observados de ésta variable de respuesta y no contiene valores observados de otras, tal como sería el caso de las variables ambientales. Esto hace al modelo especialmente útil cuando las entradas actuales del sistema son desconocidas y solo se conocen o están disponibles valores de salida, como es el caso de muchas pesquerías (Saila *et al.*, 1980).

Por otra parte, un número considerable de los modelos de producción basados en estudios de dinámica poblacional han efectuado ajustes sobre los modelos clásicos, principalmente con variaciones en la metodología empleada para la estandarización de la unidad de esfuerzo (De Anda y Lyle, 1987; Molina *et al.*, 1984; Zamudio, 1986), sin que ninguno de los métodos de estandarización haya probado ser el más adecuado.

La principal limitante en este sentido es la ausencia de series de captura relativamente largas, siendo el caso de la pesquería de sardina en Mazatlán, la cual inició sus actividades en la década de los setenta. Asimismo destaca la escasa sistematización de la información relacionada con la evolución de la flota (potencia, capacidad, equipo de detección, etc.). Estos aspectos que inciden directamente sobre el poder de pesca de las embarcaciones han sido subvalorados e inclusive ignorados.

Aunado a lo anterior la elección de una adecuada medida del esfuerzo es fundamental para el estudio de las pesquerías, teniendo en cuenta que la captura por unidad de esfuerzo es una medida proporcional de la abundancia del stock y es posible definirla en relación a las técnicas de captura (Gulland, 1983).

De lo anterior, nace la necesidad de llevar a cabo un estudio sobre la evolución de la flota sardinera y la pesquería de sardina *Opisthonema spp.* en el estado de Sinaloa, que nos permita conocer el estado actual de esta parte de la pesquería. Es necesario considerar que las investigaciones sobre sardina crinuda en el puerto de Mazatlán reflejan en las temporadas recientes (1992/93 y 1993/94) que esta pesquería ha pasado por un receso, debido a problemas económicos ajenos a ésta, que han afectado a los productores relacionados con este recurso (Lizárraga, 1995). Estos problemas económicos fueron originados por el cierre de 4 plantas sardineras enlatadoras y reductoras, la de "Mareden" en Topolobampo, "El Castillo" en Culiacán y "Harinas y Aceite de Pescado de Occidente S.A." en Mazatlán, todas ellas en el estado de Sinaloa, y la de San Blas, Nayarit, quedando solamente en operación la planta de "Sardineros Unidos S.A." en Mazatlán, Sin. En el caso de la planta "Mareden", ésta fue convertida en centro de almacenamiento, actividad al parecer más redituable; Las plantas de "El Castillo" y San Blas fueron clausuradas debido a la contaminación que generaban

a su alrededor y la de "Harinas y Aceite de Pescado de Occidente S.A." se cerró por problemas de equipo e infraestructura (Lizárraga, 1995).

En la actualidad esta pesquería se encuentra en una fase de reactivación con la operación de una embarcación cuya captura en promedio es de 170 TM cada tercer día por lo que se hace imperativo un seguimiento de la actividad pesquera sobre este recurso natural a fin de determinar el impacto que pueda ejercer el inminente crecimiento de la flota pesquera sobre éste.

OBJETIVOS

1. Analizar la evolución de la flota sardinera de Mazatlán durante las temporadas anuales de pesca de 1972-73 a 1990-91 a fin de caracterizar las variables que determinan su poder de captura.
 2. Determinar la variable más adecuada, relacionada con la flota, que pueda ser usada en la estandarización de la unidad de esfuerzo pesquero
 3. Analizar las fluctuaciones de la captura en función de la unidad de esfuerzo pesquero.
- Proponer un modelo que permita explicar las variaciones de la captura y coadyuve en la evaluación y manejo del recurso.

MATERIAL Y METODOS

CARACTERISTICAS DE LAS EMBARCACIONES

En este estudio se utilizó únicamente la información procedente de los desembarcos realizados en el puerto de Mazatlán por la flota sinaloense, cuyos límites de operación coincidían originalmente con los del Estado, dividido en cuatro zonas administrativas, habiéndose agregado en años recientes una quinta zona que amplía el área de pesca hasta Puerto Vallarta, Jalisco (Fig. 3).

La información utilizada incluye: Identificación de la unidad de pesca, volumen de captura, fecha de la captura y días de pesca. No se incluye ninguna relación de tallas ni edades. Esta información se complementó con otros aspectos tales como el puerto de operaciones, año de construcción, capacidad de bodega, eslora, manga, puntal, potencia, tonelaje y tipo de casco. Es importante señalar que esta información no se pudo obtener completa para todas las embarcaciones, ya que algunas correspondían a unidades muy viejas, que se encuentran operando en otro puerto o están fuera de servicio ya sea hundidas o desmanteladas.

En el catastro histórico se incluyen a todas las embarcaciones que realizaron descargas de sardina en el Puerto de Mazatlán en las temporadas de pesca 1972/73 - 1990/91, considerando el inicio de cada temporada en el mes de octubre y el término en el mes de septiembre del año siguiente.

Los datos de las características de la flota sardinera de Mazatlán están basados en la información proporcionada por las siguientes fuentes:

Instituto Nacional de Pesca a través del Registro Nacional de Pesca

Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP), Mazatlán.

Entrevistas al personal de los barcos sardineros que operan en Mazatlán.

Empresarios que coordinan esas embarcaciones.

La información sobre capturas (TM) y esfuerzo nominal (días de viaje) de la flota, fueron proporcionados por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Mazatlán, Sin. y por las empresas sardineras de Mazatlán.

Es importante señalar, que por su grado de mezcla y por la falta de datos uniformes, sobre las proporciones de las diferentes especies de sardina crinuda obtenidas en las distintas temporadas, las capturas y la CPUE incluyen a todas las especies del género *Opisthonema* que se distribuyen dentro de la zona de estudio.

Para el procesamiento y análisis de esta información se conformó un banco de datos con la ayuda de computadora personal y hojas de cálculo electrónicas para la organización de la base de datos, procesamiento y presentación gráfica, así como para la realización de los análisis estadísticos. La base de datos incluye: nombre de la embarcación, fecha de captura, volumen de la captura y esfuerzo nominal correspondiente al volumen de la captura.

Se realizó un proceso de depuración y selección de la información sobre las características de las embarcaciones y de los datos de captura y esfuerzo diarios, con el objeto de eliminar diferencias provenientes de las diversas fuentes: capturas que excedían exageradamente la capacidad de bodega de la embarcación y reportes de capturas con distintos valores para un mismo barco y una misma fecha.

Este proceso de depuración y selección fue necesario para prevenir posibles sesgos en el análisis del comportamiento de la flota, de las fluctuaciones de la captura y de la captura por unidad de esfuerzo.

En el caso de dos embarcaciones, no fue posible contar con el reporte del esfuerzo nominal, por lo que fue necesario llevar a cabo una estimación de las mismas, con base en el promedio obtenido para embarcaciones similares.

El análisis de las características y estructura de la flota es básicamente descriptivo con la finalidad de obtener un informe global del estado actual de las embarcaciones y sus posibles implicaciones con la captura. Para este fin se analizaron a todas aquellas embarcaciones que estuvieron en actividad dentro de la pesquería aunque esto haya sido en forma ocasional, utilizando el método de tablas de frecuencia.

Para estudiar las variables que determinan el poder de captura se seleccionaron diversas características de las embarcaciones. Sin embargo, al no contar con el total de la información para todas las embarcaciones, sólo se analizó la capacidad de bodega (CB) por ser la variable que se presentó para la mayoría de los barcos y que mayor asociación tiene con las demás variables del catastro y con el éxito de pesca.

La CB se ha utilizado en trabajos recientes sobre sardina como variable de categorización de la flota, es útil para fines de comparación y se relaciona estrechamente con otras variables que caracterizan a la flota, como son potencia y eslora, por lo que se considera que de alguna manera quedan contemplados (Ponce, 1988).

El análisis de la operación de la flota, se basa principalmente en el número de barcos por temporada, capacidad de bodega, esfuerzo nominal, capturas (TM) y captura por unidad de esfuerzo. No se tomaron en cuenta los lances no exitosos, por carecerse de esta información, aunque se estima que éstos son mínimos, ya que el lance se realiza una vez que el cardumen es detectado.

Para el análisis de la actividad de la flota se excluyen algunas embarcaciones por los siguientes motivos:

- Presentar escasa información o incompleta.
- Que la información registrada sea dudosa.
- Tener muy poca actividad (esporádica o irregular) dentro de la pesquería o una combinación de las anteriores.

En el análisis global de la estructura de la flota por embarcación, se agruparon los barcos por categorías de capacidad de bodega CB siguiendo los criterios señalados por

Ponce (1988) y que se han venido utilizando en otros trabajos similares, lo cual es útil para fines comparativos.

CATEGORIA	CAPACIDAD DE BODEGA (TM)
I	1 - 50
II	51-100
III	101-150
IV	151-200
V	201-250

Sin embargo, para determinar el poder de pesca, la CB se estudió de manera independiente analizando el comportamiento individual debido a que el número de unidades en operación por temporada fue en promedio generalmente bajo, de 2 a 6 barcos por lo que agruparlos por categorías de CB tal como señala Hernández (1983), no resulta tan útil para los propósitos del presente trabajo.

VARIACIONES DE LA CAPTURA POR EMBARCACION

Para analizar la operación de la flota a través del tiempo, se determinaron las siguientes variables por embarcación y en algunos casos para el total de la flota:

- Captura total (CT).
- Esfuerzo nominal (f).
- Captura promedio por temporada (CPT).
- Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE).
- Capacidad de Acarreo (CA).
- Eficiencia (E).

Donde la Captura Total (CT) por embarcación se obtuvo como la sumatoria de las capturas por temporada (C_t) a través de toda la actividad de la embarcación.

$$CT = \sum_{i=1}^n C_i$$

El esfuerzo nominal (f) se estimó como el total de días de pesca o viaje por temporada registrados por embarcación. Asimismo se efectuaron otras estimaciones del esfuerzo en función del tipo de análisis, considerando como base el esfuerzo nominal. Particularmente se evaluó el promedio de días por temporada (DPT) expresados como la sumatoria de f de las temporadas en activo, entre el número de temporadas en operación.

De manera similar se estimó el número de meses promedio por temporada (MPT), obtenido como el número total de meses que estuvo en actividad la embarcación entre el número de temporadas operadas.

La Captura Promedio por Temporada por barco (CPT), queda expresada como la captura total (CT) entre el número de temporadas (n) en la que participó cada una de las embarcaciones.

$$CPT = (CT/n)$$

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se evaluó para cada embarcación como el cociente de la captura y el esfuerzo (f) de cada unidad, estimándose por temporada y de manera global. Inicialmente se analizó este parámetro con el esfuerzo nominal f y posteriormente con el esfuerzo estandarizado (f_e).

La capacidad de acarreo (CA) está definida como el volumen o capacidad de bodega desplazado durante los días de viaje en la temporada de pesca.

$$CA = (CB \cdot f)$$

Finalmente la eficiencia (E) se determinó como la capacidad de bodega utilizada efectivamente por la captura (CT) en relación a la capacidad de acarreo declarada.

$$E_i = (CT_i/CA_i) \cdot 100$$

Posteriormente, se procedió a evaluar el efecto del incremento de la CB sobre la eficiencia. Para ello se determinó que la relación entre ambas variables encontró su mejor ajuste con la aplicación de un modelo de tipo logarítmico.

Considerando únicamente a las embarcaciones con dos o más temporadas en activo, se obtuvo el valor promedio de E y estos valores se relacionaron con la respectiva CB, estimándose los parámetros del modelo por minimización de la suma del error cuadrático. El modelo aplicado responde a la función $E = a + b \ln CB$, donde a y b son los parámetros.

VARIACIONES DE LA CAPTURA POR TEMPORADA

Se analizaron las series temporales de captura, esfuerzo nominal y CPUE por temporada con relación al tiempo, ajustándolos a un modelo de regresión lineal para definir la existencia de tendencias en la evolución de estas variables.

Considerando que existen eventos ambientales que pueden actuar sobre la producción pesquera, se procedió a cotejar la información relativa a captura por temporada con los valores del Índice de Oscilación del Sur (SOI), expresado como la diferencia de presión atmosférica entre la zona este y oeste del Pacífico Tropical, para observar la relación existente entre el fenómeno El Niño (Southern Oscillation) y la variación en las capturas. También se analizan las variaciones de la CPUE con respecto a este fenómeno.

Como parte del proceso de normalización del esfuerzo fue necesario determinar la validez de la variable de estandarización elegida, para lo que se realizaron análisis de regresión lineal simple con los datos originales de captura promedio y CB para conocer la relación existente entre éstas, siendo necesario aplicar una transformación o estandarización de las mismas.

Respecto a la transformación de los valores, Taylor (1961) señala que muchos tipos de análisis estadísticos de las poblaciones naturales requieren que la varianza sea independiente de la media y no hay una transformación adecuada disponible para cubrir

todos los grados de asociación. Sin embargo y a pesar de que existen diversos métodos de transformación y estandarización de datos, se realizó una transformación de tipo logarítmica, ya que ésta permite estabilizar la varianza al hacer independientes a los parámetros media y varianza de las observaciones.

Por ende, los cambios relativos del tamaño de las poblaciones pueden ser más fácilmente estudiados con logaritmos y además, los cambios en el logaritmo natural de algunos parámetros poblacionales se ajustan de manera natural con la teoría potencial y logística de la dinámica de poblaciones (Van Winkle et al., 1979).

Asimismo, este tipo de transformación es particularmente útil, debido a que en pesquerías es conocida la tendencia a la proporcionalidad entre la media y la desviación estándar de la captura, dada la distribución contagiosa del *stock*, tendencia que es eliminada con el uso de dicha transformación (Fox, 1971; Margalef, 1974; Vázquez, 1981). En la mayoría de los análisis efectuados en el presente trabajo, con excepción de los meramente descriptivos, se utilizaron los valores transformados.

De esta manera se procedió en primer término a validar la o las variables adecuadas para la normalización del esfuerzo, resultando finalmente la CB la única variable significativa por las razones antes señaladas.

Se seleccionaron aquellas temporadas que fueran más representativas en cuanto a volumen de captura, esfuerzo y número de barcos en operación, para corroborar la validez de la CB como variable de estandarización y determinar en función de ello, las posibles causas de variación de las capturas.

Dada la transformación de los datos se procedió a la aplicación de dos modelos diferentes para observar el efecto de la CB y temporada de pesca sobre la captura promedio diaria (\bar{C}) y así posteriormente estimar el Poder de Pesca (PP).

Para encontrar el mejor ajuste estadísticamente significativo y de acuerdo a la tendencia observada en los datos, se comparó un modelo de tipo potencial ($y=ax^b$), con a y b como parámetros y con CB y \bar{C} como las variables x e y respectivamente, con un modelo de regresión lineal múltiple ($y=a+b_1x_1+b_2x_2$) en el cual a , b_n son los parámetros a

determinar y C_b y \bar{C} nuevamente las variables. Partiendo de los resultados obtenidos fue posible contar con un método para la estimación del poder de pesca en función de la CB.

Esto es importante, ya que de acuerdo con Lluch-Belda (1974) el poder de pesca de una determinada unidad se considera como su capacidad o eficiencia para pescar y depende de sus características. El uso de este índice es útil para flotas con unidades de diferentes características, ya que su propósito es únicamente comparativo.

El poder de pesca (PP) se obtuvo finalmente como resultado de aplicar el modelo que mejor ajustaba la captura con la CB, ponderando los valores al considerar a las embarcaciones con capacidad de bodega igual a 50 TM como la unidad tipo con un PP igual a 1.0. La elección de las embarcaciones de 50 TM como unidad estándar se realizó en función de que, a pesar de ser unidades pequeñas, tuvieron una importante actividad dentro de la pesquería, al operar durante varios meses y temporadas consecutivas, teniendo además volúmenes de captura constantes.

Finalmente, la estandarización del esfuerzo (f_e) se obtuvo como el producto del esfuerzo nominal (f) y el poder de pesca, es decir, $f_e = f \cdot PP$.

De esta forma, partiendo de los valores de captura y esfuerzo normalizado, se generaron los valores de la captura por unidad de esfuerzo estandarizado (U). Este índice, al igual que el f_e fueron comparados con la CPUE y f respectivamente, para obtener un análisis más claro de la pesquería.

Una vez que se obtuvo la unidad de esfuerzo normalizado, se procedió a la evaluación del recurso por el método tradicional que relaciona las variables C y f_e a través de los llamados Modelos Globales o de Producción Excedente que son los más utilizados en pesquerías cuando sólo se dispone de esta información. Dentro de éstos modelos se encuentran los modelos clásicos de Schaefer (1957) y de Fox (1970).

Considerando que algunas de las premisas de estos modelos, tales como el equilibrio estable de la población y una relación inversa entre la CPUE y f no siempre se

cumplen, se procedió a la obtención de un modelo empírico que explicara la variación temporal de las capturas para finalmente proceder con un análisis comparativo.

El resultado de este análisis permitió determinar la mejor opción, en términos de una adecuada descripción de los datos observados y su capacidad de predicción, características que permiten sea usado para un adecuado manejo de la pesquería.

A continuación se describen los modelos utilizados.

MODELO DE PRODUCCION GENERALIZADO

En este modelo descrito por Pella & Tomlinson (1969), la relación entre U y f_e es del tipo: $(U)_i^{(m-1)} = a - b \cdot f_{ei}$ siempre que la población se encuentre en condiciones de equilibrio (Pereiro, 1982).

Es necesario señalar que el modelo de Schaefer (1957) es un caso particular del modelo generalizado cuando $m=2$ y en este caso la relación entre U y f_e es una parábola. Partiendo de $U=a-b \cdot f_e$ se llega a $C = a \cdot f_e - b \cdot f_e^2$, ya que $U=C/f_e$.

De la misma forma, el modelo de Fox (1974) es también un caso particular del modelo generalizado para valores de m muy próximos a 1. Asimismo cuando $m=0$, la relación entre U y f_e es una hipérbola, $(1/U=a-b \cdot f_e)$, y la captura se relaciona con el esfuerzo por la relación $C=f_e/(a-b \cdot f_e)$.

Estos tres valores de m [0, 1 y 2], son los que suelen utilizarse al ajustar el modelo de producción generalizado. De esta manera, se probaron diferentes valores de m , eligiendo como el "mejor ajuste" aquel que haga mínima la expresión: $\sum_i (\hat{Y}_i - Y_i)^2$, donde \hat{Y}_i es la captura que se realizó en el año i , e Y_i la captura predicha por el modelo a esfuerzo f_{ei} . Aunado a lo anterior se calcularon los valores de esfuerzo óptimo (f_{opt}) y captura máxima (C_{max}) dadas por las ecuaciones:

$$f_{opt} = a/2b$$

$$C_{max} = a^2/4b = a \cdot f_{opt} - b \cdot (f_{opt})^2$$

MODELO EMPIRICO

Considerando que la captura es función directa de la estacionalidad, es decir, la fase del año en que se realiza la actividad pesquera, se aplicó un análisis de regresión periódica (Batschelet, 1981; Ruiz, 1989) a la CPUE mensual de cada uno los barcos que estuvieron en operación 15 meses o más, siendo éstos representativos de la flota.

El modelo utilizado corresponde a una curva sinusoidal simple que se ajusta a la siguiente ecuación:

$$Y_t = \mu + A \cdot \text{sen}(\omega t + \phi) + \varepsilon_t \quad t = 1, \dots, n$$

donde μ es una constante (generalmente el promedio de las observaciones). A es la amplitud de la curva; ω es la frecuencia angular (asociada al periodo T por medio de la fórmula $\omega = 2\pi/T$ o $360^\circ/T$, según se trate de radianes o grados y finalmente ϕ , es la fase o punto en que la función alcanza su valor máximo (Bloomfield 1976; Batschelet 1981).

Las variables Y (variable dependiente) y ε (error o residuo) son a su vez una función del tiempo t , que en este caso se estableció en forma secuencial, partiendo del mes de noviembre de 1972 como punto de inicio, hasta alcanzar el valor de 227 que corresponde al mes de septiembre de 1991.

Para ajustar las series de captura mensual a esta ecuación, se utilizó el método de mínimos cuadrados con el que se estimaron los parámetros que proporcionan la suma mínima de los cuadrados residuales, a través de un proceso iterativo que utiliza el algoritmo de Newton.

Asimismo, para cada una de las series de captura mensual de los barcos se calcularon los parámetros de la ecuación, incluyendo a la constante μ , que en este caso no representa al promedio de las observaciones, sino a la pendiente de la regresión (con ordenada cero) entre la captura mensual y el tiempo (CPUE estimada).

Los otros parámetros a evaluar fueron la amplitud, la frecuencia angular y la fase. El modelo general utilizado para la estimación de los parámetros por embarcación fue el siguiente: $C_t = (CPUE + A \cdot \text{sen}(\omega t + \phi))f$ $t = \text{tiempo}$

donde: C_t es la variable dependiente, es decir la captura estimada por embarcación en el tiempo t . CPUE representa a la captura por unidad de esfuerzo estimada y que sustituye a la constante μ . La frecuencia ω se evaluó en radianes, asignándosele un valor inicial de 0.5236, obtenido de la división de $2\pi/12$ meses de actividad por temporada.

La acrofase (ϕ), que representa el punto donde la amplitud es máxima (en este caso captura máxima), es una función de la frecuencia ($\phi = \omega t_0$), por lo que fue variando de acuerdo a la embarcación y a los meses en que operó. Sin embargo de manera inicial se asignaron valores correspondientes al periodo comprendido entre los meses 3 y 8, considerando que es el periodo asociado al máximo de producción es decir, de diciembre a mayo tomando como origen el mes de octubre.

Finalmente, a partir de las estimaciones de C_t , se obtiene la captura total estimada (\hat{C}) en el tiempo t , representada por la ecuación siguiente:

$$\hat{C} = \sum_{i=1}^n C_i \quad n = \text{número de barcos operando por temporada}$$

Asimismo se determinó la relación de \hat{C} con respecto a la captura observada.

RESULTADOS

CARACTERISTICAS DE LAS EMBARCACIONES

El número total de barcos que conforman el catastro histórico de la flota sardinera de Mazatlán es de 51 unidades, abarcando desde la temporada 1972/73 a la 1990/91 (Tabla 1). Este catastro incluye información del total de la flota que ha tenido actividad en la región, aunque no todos participen actualmente, ni en Mazatlán, ni en la zona de estudio, ya sea por cambiar de puerto de operación, por desmantelamiento o hundimiento.

Estas embarcaciones tienen diferentes puertos como base de operaciones, principalmente en las regiones de distribución de las diferentes especies que son agrupadas bajo el nombre genérico de sardina y se encuentran ubicados de la siguiente forma: En Mazatlán y Ensenada el 25.5% de las unidades cada uno, Topolobampo y Yavaros con el 15.7% y 3.9% de los barcos, respectivamente (Fig. 4). Se desconoce el puerto de operaciones del 29.4% de las unidades del catastro, por lo que es de destacarse que el 74.5% del total de los barcos tiene su puerto base fuera de Mazatlán.

La edad de la flota se presenta gráficamente en la figura 5, observándose que un gran porcentaje de las embarcaciones fueron construidas a partir de 1970, por lo que, la mayoría de éstas tienen un periodo de operación cercano a los 25 años. Asimismo, destaca el hecho que algunas unidades contaban con más de 10 años de antigüedad al inicio de la pesquería (temporada 1972/1973), siendo los casos extremos el Propemex, Kiko, y Ma. Cristina con 33, 27, y 14 años respectivamente (Tabla 1).

En el análisis de la capacidad de bodega (CB) del catastro histórico se encontraron 19 valores diferentes que fluctuaron desde 30 a 250 TM, que al agruparlos por categorías (I:1-50; II:51-100; III:101-150; IV:151-200; V:201-250) nos dan los siguientes resultados: El mayor número de barcos (14) se encuentra en la categoría IV,

sin embargo, el 76.5% de las unidades que conforman el catastro, están distribuidos a partir de la categoría III en adelante, es decir embarcaciones con capacidad de bodega mayor a las 100 TM (Fig. 6). Con respecto a la categoría I, ésta cuenta con el menor número de barcos (3) que representan el 5.9% y que operaron únicamente al inicio de la pesquería. En la actualidad solamente está en operación una embarcación correspondiente a la categoría IV, siendo probable que antes de finalizar la temporada 1995/96 se agreguen otros dos barcos mas a la actividad.

Por lo que se refiere al tamaño de la eslora, manga y puntal se encontró que los valores más frecuentes para las embarcaciones que conforman el catastro son de 26, 7, y 4 m respectivamente (Figs. 7-9).

En cuanto a la potencia del motor (HP) ésta también ha aumentado en los barcos de construcción más reciente. La moda es de 500 HP representada por 10 unidades y los valores máximo y mínimo fueron de 900 y 200 HP respectivamente. Es importante señalar que más del 50% de las embarcaciones contaron con una potencia igual o mayor a los 500 HP (Fig. 10).

Para el Tonelaje de Registro Neto (TRN) y el Tonelaje de Registro Bruto (TRB) el valor de la moda corresponde a 120 y 150 TM respectivamente (Figs. 11 y 12).

La mayoría de las embarcaciones (60.8%) registradas presentaron casco de hierro y sólo el 5.9% tuvieron casco de madera, sin embargo esta proporción podría variar considerando que se desconoce el tipo de casco con que cuentan el 33.3% de las embarcaciones (Fig. 13).

No se describen las características de la red (ancho y largo), así como del número de tripulantes, sistemas de refrigeración, ecosonda y radar debido a la carencia de información.

VARIACIONES DE LA CAPTURA POR EMBARCACION

Para este análisis se presenta primeramente como punto de referencia la tendencia general de las capturas totales, englobando a todas las embarcaciones a través del tiempo en donde se pueden observar grandes fluctuaciones con un aumento marcado en los últimos años (Fig. 14). Un análisis más detallado de estas fluctuaciones se describe posteriormente a la revisión de las variaciones de las capturas por embarcación ya que esto permite conocer la participación de estas embarcaciones en la pesca y su influencia sobre las capturas.

Las capturas totales (CT) y promedio por temporada (CPT) por barco a lo largo de todo el periodo tuvieron en general el mismo comportamiento reflejando grandes diferencias (Figs. 15 y 16). Cabe señalar que el orden que siguen las embarcaciones en las figuras antes mencionadas es unicamente alfabético de acuerdo a su registro en el presente trabajo. Los valores mínimo y máximo para la CT y la CPT son 5 y 28,278 TM y 5 y 9,426 TM respectivamente, teniendo la mayoría de las unidades CT anuales menores a 5,000 TM y CPT menores a 3,000 TM (Tabla 2).

Los picos máximos tanto para la CT como de la CPT correspondieron a embarcaciones que tuvieron actividad continua dentro de las temporadas de pesca y durante varias de ellas.

El comportamiento de la captura por día de pesca promedio por embarcación fue variable, con valores diferentes para una misma capacidad de bodega (Figs. 17 y 18). La CT, la CPT y la CPUE promedio no presentaron ninguna relación entre sí, ni con respecto a la CB de las embarcaciones, aunque por lo que respecta a la CPUE existe una correlación aparente que más tarde se discute.

Los valores mínimo, promedio y máximo para el número de barcos en operación por temporada fueron 2, 6 y 16 respectivamente, notándose un aumento de unidades a partir de la temporada 1981/82 que desciende paulatinamente hasta la temporada 1987/88, sin que se evidencie una homogeneidad en el número de unidades durante el periodo de estudio (Fig. 19).

Durante los meses de febrero a mayo, en los que se presenta la mayor abundancia del recurso, el número de barcos fue mayor, disminuyendo paulatinamente al inicio y final de la temporada (Figs. 20).

Los valores promedio del esfuerzo, representado por los días, meses y temporadas que operaron los barcos, en general son bajos, lo que indica muy poca actividad pesquera de las embarcaciones (Fig. 21). Algunos de los datos más relevantes al respecto indican que aproximadamente el 88% de los barcos pescaron menos de 50 días por temporada y más del 75% incidieron por lo menos en dos meses por temporada. Asimismo, solo el 65% tuvieron actividad durante 2 o más temporadas, siendo mínimo el porcentaje (16%) de las que estuvieron en activo por más de 3 temporadas. Asimismo es necesario destacar que el 37% de las unidades pescaron menos de 10 días, el 24% solamente durante un mes por temporada y el 35% durante una única temporada.

Las unidades que presentan los máximos valores de días, meses y temporadas en operación, corresponden principalmente a barcos pequeños, correspondientes a la categoría I, cuya base de operaciones se asienta en Mazatlán y cuya actividad se desarrolló principalmente en las primeras temporadas. De lo anterior se observa que los días de viaje son los que mejor describen la operación de la flota ya que al usar meses o temporadas se enmascara información sobre la intensidad de la actividad de las embarcaciones por lo que los días de viaje fue la variable seleccionada como la unidad de esfuerzo pesquero nominal de la flota.

La capacidad de acarreo (CA) de la flota (Figs. 22 y 23) varió ampliamente considerando que es una función de los días de pesca y la CB de la embarcación. Con respecto a esta última variable, se observan 3 picos máximos que corresponden a embarcaciones pertenecientes a las categorías IV y V, representadas por 151-200 y 201-250 TM de CB respectivamente. Estas embarcaciones se caracterizaron por mantener una actividad constante dentro de la pesquería.

La eficiencia de la flota sardinera, evaluada como la capacidad de acarreo ocupada por la captura obtenida es muy variable pero con una predominancia de valores menores al 50% (Fig. 24). Se presentaron valores elevados de la eficiencia por embarcación, sin embargo en algunos casos el esfuerzo pesquero fue mínimo y dicha eficiencia es el resultado de uno o dos viajes como máximo, por lo que el promedio resultó elevado.

Considerando únicamente a las embarcaciones que por lo menos habían tenido dos viajes, el análisis de la eficiencia promedio con respecto a la capacidad de bodega (Fig. 25) nos indica una relación negativa entre éstas, siendo más eficientes los barcos pequeños, pertenecientes a las categorías I y II, en tanto que las categorías superiores presentaron eficiencias por debajo del 30%. La ecuación que mejor se ajusta a la relación de eficiencia (E) y capacidad de bodega (CB) está dada por:

$$E = -20.079\ln(CB) + 118.77;$$

para la que se obtuvo una $R^2 = 0.554$ y donde, de acuerdo al análisis de varianza de la regresión, la pendiente es significativamente distinta de cero ($F_{0.05(1,49)} = 4.03$, menor al valor observado 60.8), presentando una distribución normal del error.

VARIACIONES DE LA CAPTURA POR TEMPORADAS

El análisis de las capturas refleja un aumento constante en la producción anual desembarcada a través del tiempo, obteniéndose un ajuste estadísticamente significativo con una regresión lineal (Fig. 26). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, se manifiestan fluctuaciones de distinta magnitud con respecto al valor de la captura estimado por la regresión lineal, siendo más evidente en los últimos años. El punto máximo de las capturas se observó en la temporada 1990/91, a partir de la cual se ha dado una reducción importante de la producción a la que se sumó un receso en la actividad, por parte de la industria sardinera local.

Con relación a las variaciones observadas, se observa una disminución en las capturas para las temporadas donde se registró el fenómeno ENSO (1976/77, 1982/83 y 1986/87) siguiendo esta tendencia negativa durante la temporada siguiente, a partir de la cual las capturas tienden a recuperarse (1978/79, 1984/85 y 1988/89). La figura 27 nos muestra la variación de la intensidad del evento El Niño para el periodo de estudio a través del Índice de Oscilación del Sur (SOI), siendo más evidente esta anomalía en los años 1982/83, cuando la disminución en la captura no fue tan significativa.

El esfuerzo nominal (días de viaje) no sigue, en términos generales, ninguna tendencia aparente con respecto al tiempo, con excepción de un incremento importante a partir de la temporada 89/90 (Fig. 28). Este incremento del esfuerzo en las últimas temporadas está asociado con los altos niveles de captura observados para las mismas temporadas.

Por lo que respecta a la captura por unidad de esfuerzo nominal, se incrementó a partir de la temporada 78/79, alcanzando máximos superiores a las 70 toneladas por viaje, aunque en lo general fluctuó alrededor de las 50 toneladas por día de viaje. Cabe hacer notar que dentro de la tendencia seguida en periodos cortos, la CPUE es relativamente menor en las temporadas 77/78, 83/84 y 87/88, probablemente como consecuencia de la presencia del evento "El Niño", en la temporada anterior (Fig. 29).

Considerando la CB como variable condicionante del poder de pesca, del análisis global de las fluctuaciones de la captura se obtuvo el modelo potencial $\hat{C} = 1948.84 \times CB^{0.634}$, donde \hat{C} es la captura promedio estimada. Pese a que el ajuste es bueno en apariencia ($r = 0.6014$; $P = 95\%$), el tamaño y distribución del error no permiten considerarlo adecuado (Fig. 30). A pesar de ello el modelo permite observar que el efecto del incremento de la capacidad de bodega sobre la captura promedio no es estrictamente lineal.

Asimismo, la distribución de los residuos de dicha relación hacen suponer la existencia de una componente temporal (Draper y Smith, 1981) que está afectando a las variables, por lo que se procedió a aplicar el modelo de regresión lineal múltiple que

incluye a las temporadas de captura (t) además de la CB. El modelo resultante fue $\hat{C} = 10.31 + 0.133 \cdot CB + 1.4t$ (donde $t=1,2,\dots,n$), modelo que explica cerca del 40% de la varianza, un nivel relativamente bajo, pero estadísticamente significativo ($F_{0.05(2,76)} < 2.79$), sin embargo, no se obtuvo un mejor ajuste con respecto al anterior por lo que el modelo potencial resultó ser el más adecuado.

En la evolución de la capacidad de bodega de la flota sardinera de Mazatlán, se observa un incremento constante que sigue un crecimiento normal en este tipo de sistemas pesqueros, con una fase de inicio, una de crecimiento acelerado y una aparente estabilización, no obstante las grandes diferencias encontradas en los valores máximos y mínimos por temporada. Observando la CB promedio en el tiempo encontramos el valor mínimo (50 TM) al inicio del periodo de estudio y el valor máximo (186.7 TM) al final de éste, aunque cabe destacar que las diferencias entre los valores mínimos y máximos por temporada se fueron reduciendo, lo que implica una homogeneización de la CB en la flota (Fig. 31).

El análisis de la variación temporal de la captura promedio en función de la CB en términos generales, nos muestra que los barcos de una misma categoría de bodega incrementan su eficiencia al paso del tiempo. De esta manera es posible observar que para las categorías que estuvieron ampliamente representadas en término del número de temporadas se presenta una tendencia ascendente, que si bien varía en magnitud, es estadísticamente significativa, lo que no ocurre con el resto de los casos en los que mayoritariamente la pendiente no es significativamente distinta de cero. Esta tendencia positiva se atribuye a la experiencia ganada por la flota (Fig. 32).

Por otra parte, el análisis de la variación de la captura en función de la CB de acuerdo a las temporadas más representativas en cuanto a mayor volumen de captura, esfuerzo y número de barcos en operación, realizados para corroborar la influencia de la CB en el poder de captura y su posterior utilización como variable de estandarización, nos indican que para la mayoría de éstas (78/79, 81/82, 84/85, 86/87, 88/89, 89/90,

90/91) se presenta una correlación positiva con una R^2 baja, entre la CB y la C, sin embargo, para algunos años no hubo correlación o ésta fue negativa (Fig. 33).

Durante la temporada 1973/74 (Fig. 33-A) no existió una correlación significativa entre la C y la CB aunque el análisis demuestra que los barcos con CB de 60, 65 y 220 con niveles de capturas bajos, solamente pescaron un día o dos en toda la temporada por lo que su captura no representa la actividad de esos barcos, sesgando de esta manera el análisis. Destaca la correlación negativa de la temporada 77/78 (Fig. 33-B), sin embargo hay que tomar en cuenta que de los 3 barcos de 140 CB uno pescó al principio de la temporada (poca abundancia) por lo que sus promedios de captura son bajos y otro tuvo una actividad muy escasa dentro de esta temporada, ya que sólo pescó 2 días en meses discontinuos (diciembre y febrero). Es necesario señalar que aquellas embarcaciones que tuvieron una actividad esporádica dentro de la temporada de pesca, generalmente tuvieron bajos promedios de captura y aunque pescaron en meses de alta abundancia, también lo hicieron en época de escasez del recurso, lo que se refleja en un promedio bajo de captura.

En el caso de la temporada 82/83 (Fig. 33-E) en donde la pendiente tiende a ser positiva, también se oculta la influencia de la CB sobre las capturas, en este caso el factor de sesgo puede estar dado por los barcos con CB de 80 y 95 TM de los cuales no se contaba con su esfuerzo nominal, por lo que fue necesario estimar estos valores. Se agrega el hecho de que la embarcación de 150 CB pesca en meses de poca abundancia del recurso, por lo que el promedio de sus capturas tiende a disminuir.

Para la temporada 83/84 (Fig. 33-F) donde la correlación no es significativa tenemos a un barco de 220 CB que sólo pesca un día en el mes de septiembre, época final de la temporada, por lo que su captura tampoco es representativa. Es necesario recordar, que los meses de mayor captura abarcan desde diciembre a mayo llegando a representar en este periodo hasta el 90% o más de las capturas totales anuales. En el resto de los meses que componen la temporada se reducen notablemente las capturas coincidiendo con el desove masivo de *O. libertate* y *O. bulleri* (Ruiz y Lyle, 1992).

Dado que en la mayoría de los casos se tiene una relación directa entre la captura y la capacidad de bodega se asumió que ésta es una variable adecuada para la estandarización del esfuerzo pesquero por lo que se procedió a aplicar el modelo seleccionado para encontrar la relación existente entre estas variables.

De esta manera, y a partir del modelo potencial obtenido anteriormente ($C = 1948.84 \cdot CB^{0.634}$), se derivó la curva de ajuste del poder de pesca (PP) en función de la capacidad de bodega (Fig. 34). La curva es ascendente y abarca a toda la serie de valores de capacidad de bodega de la flota en cuestión, que va desde 30 a 250 TM. Como se mencionó anteriormente el valor unitario corresponde a una capacidad de bodega de 50 TM, la cual es característica de embarcaciones pequeñas. Asimismo, ésta fue seleccionada como la unidad por su representatividad en la pesquería, es decir, un número considerable de temporadas en activo especialmente al inicio del período de estudio.

Una vez obtenidos los valores relativos del PP se procedió a determinar el esfuerzo normalizado o estandarizado, multiplicando el esfuerzo nominal por el valor correspondiente a su poder de pesca de acuerdo a la capacidad de bodega de la embarcación. Finalizado este proceso se procedió a estimar el esfuerzo total ejercido por temporada de pesca (Fig. 35).

Al comparar el esfuerzo pesquero nominal y el esfuerzo normalizado observamos en general las mismas tendencias, sin embargo se advierte un aumento significativo en los últimos cinco años que no es proporcional entre ambas curvas. El esfuerzo nominal para los últimos cinco años alcanza un promedio de 300 días de viaje por temporada mientras que el esfuerzo normalizado se incrementó en un 600% con respecto al inicial y el promedio de los últimos cinco años es de 700 días de viaje.

A partir de la estandarización del esfuerzo pesquero se obtuvo la captura por unidad de esfuerzo estandarizada (U) y se procedió a compararla con la CPUE nominal (Fig. 36). La captura por unidad de esfuerzo estandarizado se mantiene con respecto al tiempo, sin que aparentemente exista una verdadera tendencia de este índice. Las

fluctuaciones presentes en ambas curvas son similares aunque proporcionalmente son mayores los valores de la CPUE nominal. Esto es resultado de la estandarización, ya que se elimina la influencia que pueden causar los diferentes valores de la CB de las embarcaciones en el volumen de las capturas. Destaca el que las fluctuaciones de la CPUE estandarizada se movieron dentro de una banda de fluctuación que osciló entre 20 y 40 TM por temporada.

La relación de la captura y el esfuerzo normalizado siguen una tendencia lineal ascendente con un alto valor del coeficiente de determinación ($r^2=0.87$) lo que indica una alta correlación entre estas variables (Fig. 37), siendo ésta, mayor a la que se observa con respecto al esfuerzo nominal y cuyo coeficiente de determinación tiene un valor de 0.59 (Fig. 38).

MODELO DE PRODUCCION GENERALIZADO

Considerando el ajuste que se hizo a los valores de esfuerzo nominal para su normalización, se procedió a la determinación de los parámetros de un modelo de producción excedente, aplicando su forma generalizada. La representación gráfica de este modelo (Fig. 39) nos muestra el mejor ajuste, obtenido con un valor de $m=2$, por lo que el modelo generalizado se convierte en un caso particular conocido como "Modelo de Schaefer".

La ecuación obtenida para este modelo es:

$$\text{Captura (C)} = 27.84f - 0.0033765f^2$$

del cual se desprenden:

$$\text{Esfuerzo óptimo (f}_{\text{opt}}) = 4,122.61 \text{ días de viaje}$$

$$\text{Captura máxima (C}_{\text{max}}) = 57,386.76 \text{ TM}$$

Comparando los valores de captura máxima y esfuerzo óptimo estimados a través de este modelo con los datos observados encontramos que estas estimaciones se

encuentran muy por encima de las capturas y el esfuerzo que se ha venido aplicando por la flota sardinera. Los resultados obtenidos con este modelo implicarían que la pesquería de sardina en esta zona se encuentra en una fase de subexplotación, y que puede prácticamente duplicarse las capturas y el esfuerzo normalizado que para las últimas temporadas dentro del periodo de estudio se encontraban cercanas a las 35,000 TM y 2,000 días de viaje.

MODELO EMPIRICO

Partiendo de la premisa de que el modelo generalizado de producción sobreestima el tamaño de la población y que existen fluctuaciones de la captura aparentemente asociadas a eventos climáticos, se procedió a realizar un ajuste de las capturas a un modelo de tipo circular o periódico.

Asimismo, las diferencias encontradas en el desempeño de las distintas embarcaciones indujeron a efectuar este ajuste de manera individual por embarcación, para posteriormente conjuntar los resultados. De esta forma se seleccionaron los barcos que tuvieron mayor actividad en días de pesca a lo largo del periodo de estudio, obteniéndose en primer término la tendencia que siguieron durante su permanencia en la pesquería, a través de un ajuste de tipo lineal simple. Posteriormente se adecuó el modelo oscilatorio. Ambos resultados, obtenidos por embarcación se muestran en la Fig. 40

Se observaron en general tendencias negativas de la CPUE a través del tiempo, siendo la excepción los barcos "Ma. Cristina" y "Marte", los que pescaron solo en los inicios de la pesquería teniendo una actividad constante.

En la Tabla 3 se muestran los valores de los parámetros obtenidos para cada barco y para cada uno de estos modelos, destacando en el caso del modelo oscilatorio que el período (T) tiene en lo general una duración de 11 a 12 meses, registrándose un valor mínimo de 7.94 meses y un valor máximo de 17.08 meses, correspondiendo éstos

a las embarcaciones "Chupe" y "Hapensa I". Esto indica que en general los ciclos de abundancia del recurso son anuales. Asimismo, los picos máximos de CPUE (ϕ) están situados en los meses donde se registra la mayor captura del recurso, es decir, durante la temporada de invierno-primavera.

Una vez obtenidos los valores estimados por embarcación se procedió a realizar la sumatoria de dichos valores para determinar su relación con el total observado (Fig. 41) Esta operación se realizó para todas las temporadas de pesca a fin de obtener una visión global para el periodo de estudio considerado.

La relación que se obtuvo indica valores muy cercanos entre la captura observada y los valores estimados. Las diferencias que se observan en el ajuste son debidas a que unicamente se están tomando en cuenta los valores de CPUE de las embarcaciones analizadas, generando una subestimación evidente de las capturas cuando un número significativo de barcos por temporada no fue considerado.

Con el objeto de visualizar en que medida esta deficiencia del análisis, generado por la escasa actividad de algunas embarcaciones, tiene efecto sobre la estimación por medio del modelo empírico, se estableció un índice que relaciona la captura real y estimada con el número de barcos considerados en el análisis y el número real que operó en el mismo periodo (Fig. 42).

Cuando la relación No. de barcos en análisis/No. de barco total se acerca o es igual a uno, la dispersión del valor correspondiente a la relación Captura estimada/captura observada es menor y cercana a uno. Aunque no tuvo un valor estadístico significativo, la regresión entre ambos cocientes indica una tendencia negativa, es decir que a menor coincidencia en el número de barcos, mayor diferencia entre las capturas observadas y estimadas.

Un caso típico es el que se presentó de enero a abril de 1982 cuando se encontraron pescando 10 embarcaciones, sin que ninguna de ellas haya sido contemplada en los modelos periódicos debido a su poca actividad pesquera, esto da como resultado un ajuste nulo para ese periodo.

Con el objeto de validar el modelo, se realizó una proyección a las temporadas de 1991/92 y 1992/93, no incluidas en el presente estudio. Contando con los datos de las embarcaciones que han participado se llegó al resultado que se presenta en la figura 43. Las capturas estimadas se ajustan adecuadamente a las capturas observadas, sin embargo las variaciones que existen en el modelo se deben a la carencia de datos de una embarcación que estuvo pescando en esos meses y cuyo esfuerzo no se registró, por lo que no se tomó en cuenta para las estimaciones. Es necesario destacar que a partir de la temporada 88/89 el modelo se ajusta más naturalmente debido a que los registros de captura y esfuerzo en esos años fueron realizados cuidadosamente por el personal del Centro Regional de Investigación Pesquera -Mazatlán.

DISCUSION

A pesar de la importancia que la sardina crinuda tiene a nivel regional y particularmente a nivel estatal, el número de embarcaciones residentes ha variado en promedio de 2 a 6 unidades, por lo que el tamaño de la flota en Mazatlán se ha mantenido reducido y estable. En comparación, existen otras flotas como las de Guaymas, Son. que en la temporada 85/86 contaba con 42 barcos (Molina et al. sin publicar) y la del Golfo de California que en 1990 estaba constituida por 83 barcos sardinero-anchoveteros (Cisneros, 1990).

Dado el bajo porcentaje de barcos con puerto base en Mazatlán, en comparación con el número total de embarcaciones registrado en el catastro histórico (51), se desprende del análisis de la operación de éstos barcos que en la mayor parte de los ocasiones su actividad pesquera dentro de la zona de estudio fue circunstancial. De hecho son frecuentes los casos en los que solamente existe uno o dos reportes de captura por embarcación a lo largo de la serie histórica.

Al respecto Escudero (1984), sostiene que esto es debido a la gran movilidad y facilidad de desplazamiento de la flota, y a que la mayoría de las unidades pesca principalmente cerca de su puerto correspondiente durante la mayor parte de la temporada. Aunado a lo anterior, el hecho de que exista poca continuidad en la actividad de las embarcaciones podría ser explicado como una consecuencia del abatimiento de las capturas de sardina en el área de California, que propiciaron el movimiento hacia el sur de una parte de la flota mexicana (Hernández, 1983).

De los resultados obtenidos al agrupar la capacidad de bodega de las embarcaciones se observa que los barcos representados en la Categoría I, solo se presentan al inicio de la pesquería, ya que la tendencia en la construcción de nuevos barcos es la de aumentar su espacio interior, por lo que la CB es mayor para aquellas embarcaciones de construcción más reciente, quizá como consecuencia del

éxito en las capturas. Sin embargo, la estadía de unidades de la Categoría I al inicio de la pesquería es relevante dado que son las embarcaciones que mayor continuidad presentaron.

Por otra parte se observa que los barcos pertenecientes a las categorías IV (151-200 TN) y V (201-250 TN) que incluyen al mayor número de embarcaciones, son aquellos que desarrollaron menor actividad dentro de la pesquería, a diferencia de las anteriores. Esto quizá es debido a que las embarcaciones con menor actividad pesquera tienen su base de operaciones fuera de Mazatlán, lo que limita su acción dentro del área de estudio al pescar y descargar principalmente cerca de su puerto base.

Pese a ello y como se señaló anteriormente, el análisis de la evolución de la capacidad de bodega de la flota a través del tiempo revela que la modernización de la flota está asociada con un aumento constante en la CB. En general se observa que la evolución de la flota sardinera que descarga en Mazatlán es hacia unidades de mayores dimensiones y capacidad, notándose, sin embargo, gran variabilidad en características como eslora, manga, potencia y capacidad de bodega.

Por lo anterior podemos decir que no existe en la región un barco tipo que se adecúe a las características de la pesquería de la sardina con base en la experiencia de las capturas de estas especies, lo cual dificulta un análisis de este tipo, así como la adecuación de modelos de evaluación del recurso.

Como una consecuencia directa es posible conjeturar que las diferencias en los valores de captura, tanto promedio como totales por embarcación, se deben a sus diferentes características y a la continuidad con que operaron estas unidades, mas que a posibles cambios en la densidad del recurso que afectarían la captura por unidad de esfuerzo.

Brennan y Palmer (1977) y Ruiz (1989) consideran que en general las causas de variabilidad en las capturas, independientes de la dinámica poblacional de los recursos, son: área de pesca, flota, número de barcos por temporada, época de

captura, composición de las capturas, el conocimiento empírico que el operario tenga de la zona y de las condiciones climáticas en las que opera cotidianamente así como la precisión de la escala temporal utilizada en el manejo de la información, algunas de las cuales no son posibles de evaluar objetivamente dado el carácter de la información. Al respecto, en el presente estudio se observa que algunas de las causas antes mencionadas influyen particularmente sobre la variabilidad de las capturas obtenidas.

El análisis detallado de la captura en relación a la capacidad de bodega promedio observada en algunas temporadas, específicamente durante 1977/78, 1983/84 y 1989/90, indica que la época de pesca modifica el volumen de captura de las embarcaciones. Así, pese a contar con un aparente poder de pesca superior, algunos de los barcos mayores de 180 TM reportaron bajos volúmenes de captura dado que pescaron en época de baja abundancia del recurso, es decir al inicio o al final de la temporada de pesca.

Asimismo, la importancia del conocimiento que el operario tenga de la zona de pesca y de las condiciones climáticas, es decir la experiencia acumulada, se ve reflejada al observar que los barcos de una misma capacidad de bodega incrementan su eficiencia al paso del tiempo con tendencias ascendentes en las capturas promedio.

Los valores más altos registrados de captura y esfuerzo nominal, corresponden principalmente a embarcaciones que realizaron su labor de forma continua intra e interanualmente y cuentan con su base de operaciones en Mazatlán, lo que les permitió realizar una mayor actividad en el área, obteniendo cierta ventaja en las capturas, con respecto a otros barcos con una base de operaciones fuera de Mazatlán y una actividad pesquera esporádica.

Aunado a lo anterior se observa que los valores más altos de eficiencia (40 a 60%) corresponden a embarcaciones pequeñas (50 TM); sin embargo, actualmente no existen unidades en operación menores a 100 TM de CB, por lo que destaca que

las unidades más eficientes hoy en día, tienen una CB cercana a las 150 TM con una eficiencia del 20 al 30%. En términos globales, esto representa un incremento de la captura por embarcación si consideramos que para los valores de eficiencia mas elevados para las respectivas embarcaciones, la producción media equivaldría a 30 y 50 TM, respectivamente.

De acuerdo al presente estudio, la eficiencia pesquera de las embarcaciones mayores es en general mas baja del 30%, valor que en realidad indica la tendencia. Como término medio, la captura obtenida por viaje no es superior a las 50 TM, por lo que considerando que en general se cuenta en la actualidad con embarcaciones de aproximadamente 200 toneladas de CB, el factor se reduce al 25% o menos, que independientemente del intervalo de variación que pueda generarse a su alrededor, implica que el incremento en el tamaño de las embarcaciones no es garantía de un incremento de la producción.

Por otra parte, independientemente de la variabilidad generada por las características de los barcos, se presentaron variaciones de la captura que en función del análisis es posible atribuir a condiciones ambientales que afectan la abundancia del recurso. En particular los efectos provocados por el evento climático conocido como El Niño o ENSO, parecen generar una sensible disminución en la disponibilidad de la sardina crinuda, o al menos provocar el desfaseamiento de la actividad pesquera al alterar el patrón migratorio de la población y por lo tanto los periodos de abundancia.

Clark and Marr (1955) y Gates (1984) suponen que las variaciones de la captura a través del tiempo pueden ser causadas por las fluctuaciones en el tamaño de la población, la disponibilidad o abundancia de la población de peces y la cantidad del esfuerzo pesquero y que además, las fluctuaciones en disponibilidad y abundancia del recurso producen variaciones por lo menos del orden de 25 a 1 o más como es el caso de la sardina del Pacífico *Sardinops sagax*. De igual forma los peces que son capturados en una parte de su ruta migratoria no están disponibles

antes de que la migración empiece o si la ruta cambia. Un cambio geográfico del centro de la población, provocado por efectos ambientales o de otra naturaleza, puede hacer a una población más o menos disponible a una pesquería.

En este sentido, Paez (1990) reporta para la pesquería de sardina crinuda de Guaymas, picos máximos de captura en los eventos ENSO registrados en las temporadas 1972/73, 1976/77 y 1982/83 y descienden al año siguiente 1973/74 y 1977/78. Ruiz y Lyle (1992) en un estudio sobre la periodicidad en las capturas de *Opisthonema* spp. desembarcadas en Mazatlán, encontraron una asociación de las capturas con las anomalías térmicas, disminuyendo el rendimiento al año siguiente de presentarse los eventos cálidos.

En el presente estudio, este fenómeno concuerda con lo señalado anteriormente para las temporadas 1976/77 1982/83 y 1986/87. Sin embargo a diferencia de los resultados obtenidos por Paez (1990), las capturas registradas en los años ENSO son similares o ligeramente menores que en la temporada precedente, incrementándose posteriormente en la temporada siguiente a la presentación del fenómeno.

Al respecto, Lluch-Belda et al. (1986) encontraron que la incorporación de embarcaciones mayores y el aumento en el número de barcos incrementaron la captura de *Sardinops sagax caerulea*, pero dichos cambios no ocultaron los efectos ambientales sobre la captura. Es necesario considerar que no todos los barcos pescaron en los mismos años, ni estuvieron activos en los mismos meses de la temporada, lo que puede tener una fuerte influencia en las variaciones observadas en la captura.

Siguiendo con el análisis de los resultados, a partir de la temporada 1988/89 se observa un notable incremento de las capturas, rebasándose ampliamente las 10,500 y 19,000 TM anuales, valor que ha sido estimado por de Anda y Lyle (1987) y Acal (1990) respectivamente, como el límite para la captura máxima sostenible. Sin

embargo no se ha manifestado una reducción de la captura por unidad de esfuerzo que indique una situación de colapso, tal como lo señalan Ruiz y Lyle (1992).

Se estima que hay un considerable sesgo en el registro del esfuerzo ya que sólo se reportan los lances positivos, careciéndose del número real de viajes, lo cual evidentemente repercute en la evaluación de la CPUE, sin embargo Beverton (1990) explica que las pesquerías de pelágicos se colapsan sin que ésto sea evidente en la CPUE debido a que los valores del coeficiente (F) de mortalidad por pesca no solamente es alto, sino que se sostiene aún si el tamaño del stock está disminuyendo dramáticamente. Esto es debido a sus hábitos de agrupamiento y su consecuente vulnerabilidad a la detección y captura por métodos acústicos y modernos artes de pesca. Asimismo sugiere que la pesquería de pelágicos menores, debe ser manejado por conservación directa de un adecuado stock desovante, ya que ni la captura ni el esfuerzo de pesca son indicadores confiables por sí solos.

Es importante señalar que aunque se rebasaron ampliamente las estimaciones del RMS antes señaladas y que después de seguir una tendencia ascendente durante 18 temporadas, se presentó un abrupto descenso a partir de 1992/93, aunque aparentemente este fue generado principalmente por problemas económicos e industriales de la planta productiva, lo que obligó a una parte de la flota a trasladarse hacia otros puertos y áreas de captura (Lizárraga, 1995).

De lo anteriormente expuesto, se observa que el análisis de las variaciones en la captura y esfuerzo aplicados globalmente no permite hacer una evaluación detallada de estas, ya que se enmascara información sobre la actividad de las unidades a través del tiempo. Sin embargo esta información es muy útil al proporcionar un conocimiento general del estado de la flota y su participación en la pesquería.

Aunado a lo anterior, es necesario resaltar que el conocimiento generado de la operación de cada una de estas embarcaciones nos permite contar con elementos de análisis finos, tales como intensidad de las operaciones de pesca por

embarcación y por temporada, época de captura y continuidad de las embarcaciones dentro de la pesquería, que permitan comprender más fácilmente las causas de las fluctuaciones de la captura, el esfuerzo y la CPUE a través del tiempo, que por ser cifras promedio anuales o globales enmascaran información importante para una evaluación adecuada del recurso.

La captura obtenida por embarcación y la capacidad de bodega asociada muestran una aparente relación directa, si bien desde el punto de vista estadístico el valor del coeficiente de correlación es relativamente bajo aunque significativo. Ello podría indicar que la CB de los barcos no determinan la variación de la captura de forma directa, aunque condicionan el objeto de captura (Ruiz, 1989).

Por otra parte, existen otros factores que están afectando directamente esta relación como son el esfuerzo aplicado, la estacionalidad de las capturas y la naturaleza de los datos originales que provocan bajos valores en las capturas promedio de las embarcaciones reflejándose en los niveles de correlación significativamente bajos o negativos antes descritos.

El hecho de que la CPUE se mantenga fluctuando es una situación característica de algunas poblaciones de pelágicos en los que aparentemente el coeficiente de capturabilidad q no es constante, sino que es una función dependiente de la biomasa de estas poblaciones altamente gregarias (MacCall, 1976, 1979; Radovich, 1976). Pereiro (1982) explica que en muchos casos, la capturabilidad podría variar con la abundancia del stock, de tal manera que aumentaría a niveles bajos de abundancia y disminuiría a niveles altos; este proceso podría ser muy marcado en aquellos stocks de especies pelágicas formadoras de cardúmenes.

Este hecho se explica como una contracción de la zona de residencia del stock al disminuir su abundancia. De este modo, el stock tendería a mantener constante la densidad en esa zona más reducida, haciéndose más eficaz la exploración y captura por parte de los barcos de pesca. Este mecanismo actúa

porque la reducción en la abundancia se refleja en una disminución en el número de cardúmenes, aparte de la posible reducción en el tamaño de ellos. La consecuencia es una variación en la capturabilidad, que negaría la relación lineal entre la tasa instantánea de mortalidad por pesca y el esfuerzo, o entre la abundancia del stock y la CPUE.

En ese sentido, la estandarización aplicada del esfuerzo no generó el resultado esperado. Por una parte, se validó el hecho de que al incrementarse la CB se incrementa también el poder de pesca, lo que es indudable al examinar las cifras globales de captura. Es evidente entonces que hay un aumento del poder de pesca y por tanto, al estimarlo, es también una consecuencia la estandarización del esfuerzo, que dió como resultado la visualización del tremendo incremento que se da en los últimos años.

Este incremento queda enmascarado con la aplicación del esfuerzo nominal, lo que permitió en un momento dado considerar la posibilidad de aplicar los modelos globales o de producción excedente para contar con nuevos elementos de administración del recurso.

Sin embargo, el empleo del modelo generalizado, cuyos parámetros estimados lo asemejan totalmente al modelo original de Scheafer (1957), tiende a sobreestimar el rendimiento máximo sostenible y el esfuerzo óptimo, debido al desarrollo rápido de este tipo de pesquerías que no le permiten alcanzar un nivel de equilibrio. Además de que estas poblaciones no son dependientes de la densidad, que es la premisa básica de dichos modelos. Esta situación se hizo presente al caracterizar la relación entre captura y esfuerzo, la que lejos de asemejarse a una parábola, encontró un mejor ajuste con una regresión lineal simple, que incrementó sustancialmente el valor de la R^2 al emplear el esfuerzo estandarizado.

El uso de modelos de producción excedente para determinar el rendimiento máximo sostenible ha sido criticado ampliamente e inclusive Larkin (1977) lo considera totalmente obsoleto, aunque no por ello ha dejado de utilizarse en la

actualidad para establecer medidas de administración de diversas pesquerías, aunque parece una característica común su empleo en pesquerías con escaso desarrollo o poco estudiadas, en las que se cuenta únicamente con datos básicos de captura y esfuerzo (Samuel 1988; Momot et al. 1990; Djama 1993).

Los métodos mas empleados en la actualidad implican el uso de técnicas de análisis de cohortes o de análisis de poblaciones virtuales (Fry 1949; Gulland, 1965; Pope 1972, Jones 1984), que requieren de un conocimiento mas amplio de la estructura de la población (relación edad-longitud, tasas de mortalidad, etc.) no disponibles para la pesquería en cuestión.

Por lo anterior, la aplicación de modelos empíricos resulta una de las alternativas mas viables para explicar situaciones o fenómenos diversos. En particular, en pesquerías el uso de modelos empíricos es común y permite realizar estimaciones de parámetros poblacionales diversos (Gulland 1971; Pauly 1980; García et al. 1989; Ruiz 1995) hasta la variación en la densidad o abundancia de los recursos, siendo el caso de Caddy (1979), van Winkle et al. (1979), Astudillo y Caddy (1986), Ruiz (1989), Ruiz and Lyle (1992), Cass and Wood (1994) y Tresher (1994), entre otros, quienes han empleado técnicas de análisis de series temporales para modelar distintos sistemas pesqueros.

Las técnicas de ajuste se han basaso en el uso de análisis espectral, determinación de componentes armónicas o ajustes a regresiones periódicas o circulares como es el caso del presente trabajo.

Como resultado, el modelo periódico obtenido ajusta adecuadamente las capturas obtenidas por cada una de las embarcaciones durante su periodo de actividad dentro de la pesquería. Asimismo como se observa en los resultados, la sumatoria mensual de las estimaciones disponibles, es decir de las capturas estimadas para los barcos que entraron en el análisis, se adecuan bastante bien a los datos observados, lo que da al modelo una capacidad predictiva a corto plazo.

La diferencia entre datos estimados y observados se acentuó cuando el número de barcos analizado era menor que el de los barcos que habían operado en fechas determinadas. Por las mismas características de este análisis no se llevó a cabo ningún tipo de validación estadística, considerando que estas se habían realizado en lo individual.

Así, en función del número y características de las embarcaciones que participen en la captura es posible realizar una predicción de la posible captura, tal como se demostró al aplicar el modelo a los dos años posteriores para los que se tiene información de captura y esfuerzo. En el área de estudio es fácil conocer el tipo de embarcación que pretende pescar, ya que en la actualidad, con la reciente reactivación de la pesquería únicamente se encuentran pescando dos embarcaciones, las cuales se han tomado en cuenta en el modelo y dado que en la actualidad se tiene un registro más preciso de la actividad de la flota, es posible realizar un mejor seguimiento para futuras estimaciones.

Este tipo de modelo, como ya se señaló anteriormente, ha sido empleado en distintas pesquerías en las que sin embargo se habían realizado los ajustes sobre la captura global por temporada o por periodo de tiempo establecido, sin contar con la variación que introduce individualmente cada unidad.

Es posible aplicar aquí los mismos criterios, sin embargo, para un mejor uso del modelo se recomienda que se siga actualizando con las capturas mensuales observadas una vez que se ha reactivado la pesquería. El modelo tiene la ventaja de predecirlas, a diferencia de otros en los que las estimaciones se realizan por temporada, habiendo más riesgo de error e incertidumbre. Cabe señalar que el modelo no toma en cuenta capturas nulas debido a que no se incluyen los lances no exitosos dadas las técnicas de detección y captura.

Finalmente es importante señalar que si bien se considera una cierta capacidad predictiva del modelo, que puede ser útil para el manejo del recurso, no es una herramienta que permita evaluar el tamaño de la población, por lo que no

debe descuidarse este aspecto dentro del estudio de este recurso. Como una consecuencia de este trabajo se recomendaría que los esfuerzos encaminados a estimar la densidad se aboquen a estudios de hidroacústica, huevos y larvas o bien otros métodos analíticos como el APV o análisis de cohortes, evitando la aplicación de estudios de rendimiento máximo sostenible a través de modelos de producción excedente

CONCLUSIONES

El presente estudio aporta un banco de datos del catastro histórico de la flota sardinera de Mazatlán que comprende desde la temporada 1972/73 hasta la temporada 1990/91. Este banco de datos, disponible en disco flexible de 3.5, fue la base para generar una serie de análisis tanto de la flota como de sus capturas y por primera vez se presenta abarcando desde los inicios de esta pesquería. Se recomienda un seguimiento de los datos para tenerlo actualizado, ya que este tipo de información es muy útil para un adecuado manejo del recurso.

A través del análisis de este banco de datos se constató que la flota pesquera de Mazatlán es muy reducida, contando en general con unidades muy antiguas y con una gran heterogeneidad en las características de las embarcaciones (eslora, manga, puntal, potencia y capacidad de bodega) por lo que no existe un barco tipo que se adecúe a las características de la pesquería de sardina crinuda con base en la experiencia de las capturas de estas especies.

Lo anterior implica que si bien para la industria reductora de la zona, la sardina crinuda es importante, no se ha considerado prioritario contar con unidades adecuadas que respondan a las variaciones del recurso. Es decir, se han adoptado las prácticas de otras zonas con mayor tradición en la pesca de pelágicos menores, utilizando embarcaciones que posiblemente no sean las indicadas para este recurso, tal como pareciera demostrar la baja eficiencia que presentan.

El análisis de los datos diarios y por embarcación de las capturas descargadas en el puerto de Mazatlán aporta información que en otros trabajos no se presenta, tales como intensidad de las operaciones de pesca por embarcación y por temporada, época de capturas y continuidad de las embarcaciones dentro de la pesquería. Esta información permite contar con elementos de análisis más finos para

entender y explicar las grandes fluctuaciones inter e intranuales que se presentan en este tipo de pesquerías.

Así, una de las ventajas del análisis por embarcación fue la posibilidad de detectar la poca continuidad dentro de la actividad pesquera de las embarcaciones, lo cual dificulta un análisis de este tipo, así como la adecuación de modelos. Por lo anterior, aún con la cuidadosa validación de la capacidad de bodega como variable para determinar el poder de pesca y la posterior estandarización del esfuerzo, no se reconoce en este caso que sean las propias características de las embarcaciones las que definen el éxito pesquero, sino otras derivadas de factores ambientales y de eficiencia de los operarios.

De acuerdo al análisis, se desprende que la capacidad de acarreo (CA) y la captura (C) tienen la misma tendencia, es decir existe una aparente relación directa entre el aumento de la capacidad de acarreo y la captura. Esta relación queda demostrada, sin embargo la eficiencia disminuye, por lo que habría que ponderar el beneficio de incrementar el tamaño de la CB con respecto a la captura obtenida por viaje. De acuerdo a lo aquí observado, una capacidad de bodega inferior a las 200 TM podría ser recomendable.

Aunado a lo anterior se observó que la tendencia en las capturas desembarcadas en el puerto de Mazatlán es ascendente sobre todo en los últimos 5 años del estudio, aunque presentó grandes fluctuaciones, similares a las que se han presentado en otros sistemas pesqueros similares.

Sin embargo, se concluye que el análisis de algunos de los índices del éxito de la pesquería de sardina crinuda (Eficiencia, Poder de pesca y CPUE) señala una inadecuada administración del recurso, ya que se manifiesta un aumento en el poder de pesca, pero una reducción en la eficiencia y al mismo tiempo el mantenimiento de la CPUE, cuando se esperaría un aumento de la primera (E) al incrementarse el PP y una disminución en la CPUE con el incremento del esfuerzo. Cabe recordar que de acuerdo al presente estudio, es la experiencia y la continuidad de las unidades

en la pesquería, las que permiten el incremento de las capturas, mas que las propias características de las embarcaciones.

Por lo que toca al efecto del ambiente, es importante señalar aquí, que a diferencia de lo reportado por Lluch et al. (1986) en el sentido de que la producción de sardina crinuda se incrementa con la temperatura, en este caso con el efecto de El Niño, se observó que en realidad esta se mantiene o inclusive disminuye ligeramente con respecto a los años anteriores, incrementándose posteriormente y no durante el evento.

Lo anterior puede ser consecuencia de estudiar dos áreas distintas (Guaymas y Mazatlán) con unidades poblacionales probablemente diferentes, donde el efecto ambiental pudiera ser de diferente magnitud, sin embargo un trabajo reciente de Lyle (1995) indica que aparentemente la unidad poblacional, con respecto a *Opisthonema libertate* es la misma y que existe una reducción intranual del recurso con temperaturas altas, aunque se incrementan a nivel interanual. Por lo que respecta al presente estudio, es evidente que el incremento de las capturas no está asociado directamente con las temperaturas mas altas.

Como una conclusión del presente trabajo, resalta la dificultad de evaluar recursos con las características de la sardina crinuda con métodos que basan su resultado en la reducción de la CPUE al incrementarse el nivel de esfuerzo (modelos de producción excedente). Como en otros casos similares la CPUE puede mantenerse dentro de una banda de fluctuación, debido al caracter gregario del recurso y a los avances tecnológicos para su detección y captura, aún cuando el incremento en el esfuerzo sea significativo. De acuerdo a los resultados del presente trabajo, una vez que se obtuvo la normalización de la unidad de esfuerzo, éste se incrementó casi 600% con respecto al esfuerzo inicial, sin embargo no existe una variación importante en la captura por unidad de esfuerzo.

Dada esta problemática, el modelo periódico propuesto en el presente trabajo, permite explicar las variaciones de la captura mensual de la pesquería de sardina

crinuda en Mazatlán al describir los datos observados, además se puede aplicar en el manejo de este recurso ya que su capacidad de predicción es a corto plazo (1 mes), a diferencia de otros modelos cuyas estimaciones son anuales y en los que se desconoce el volumen de las capturas en ese lapso produciendo un alto nivel de incertidumbre.

El modelo que se propone no es definitivo ya que se recomendaría que se introdujera el componente ambiental o algún otro elemento que pudiera fortalecer su carácter predictivo, así como su capacidad para evaluar la biomasa disponible en función de las fluctuaciones observadas, lo que se sugiere como una futura línea de investigación para el recurso.

Asimismo deben considerarse otros aspectos que pueden mejorar la administración de este recurso aumentando la posibilidad de optimizar su producción. Entre otras cosas, debe ampliarse y mantenerse la continuidad en la captura de la información, haciendo más accesible la misma a los centros de investigación.

También es imprescindible que se contemplen estudios sobre la biología y dinámica poblacional de estos recursos, partiendo de los cuales se contaría con la información suficiente para formalizar otro tipo de modelos de mayor utilidad para el manejo del recurso. En particular es inaplazable la determinación de las unidades poblacionales, la estimación de la proporción de mezcla de las especies de *Opisthonema* considerando espacio y tiempo y finalmente, la evaluación de la relación edad-crecimiento.

En tanto no se cuente con esos elementos, estudios como el presente deberán ser considerados como una alternativa para contar con mejores elementos para el manejo de los recursos.

Finalmente y considerando que en la actualidad la actividad pesquera sobre el recurso es muy reducida y que existe una falta de planeación adecuada en la optimización de prototipos de embarcaciones eficientes, se propone que se busque

un compromiso entre las necesidades de la industria, los costos y las características de las embarcaciones a fin de hacer más eficiente su tarea.

Cabe insistir en el hecho de que la continuidad de las unidades en la pesquería es importante para ir mejorando la eficiencia de las mismas. Considerando todo lo anterior, se propondría la estabilización de la CB alrededor de 150 TM, cuya eficiencia en términos reales y relativos es alta y cuyo poder de pesca no es tan distinto del de las embarcaciones de mayor tamaño.

Bajo esa propuesta y manteniendo valores de esfuerzo similares al promedio de los últimos 5 años, se esperarían capturas entre 14,000 y 20,000 TM por temporada, niveles que han sido caracterizados como óptimos para el sostenimiento de esta pesquería, con una eficiencia cercana al 30%. Aunado a lo anterior, es recomendable establecer el tamaño de la flota en función de la disponibilidad del recurso e instrumentar algunas acciones para sustituir unidades viejas u obsoletas.

LITERATURA CITADA

- Acal, D.E. 1990. Biomasa y rendimiento potencial de la sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) en las costas de Sinaloa y Nayarit. Biomass and potencial yield of the thread herring (*Opisthonema* spp.) off the coasts of Sinaloa and Nayarit. *Ciencias Marinas*, 16 (4):61-73.
- Anónimo. 1983. Anuario Estadístico de Pesca. FAO.
- Anónimo. 1985. Diagnóstico sobre el estado actual del recurso sardina en el Golfo de Callifornia. Inst. Nal. de Pesca. SePesca. México. 92 pp.
- Anónimo. 1992. Anuario Estadístico de Pesca 1989. Inst. Nal. de Pesca. SePesca. México. 125 pp.
- Arvizu-Martínez, J. 1987. Fisheries in the Gulf of California. CalCOFI Rep., Vol XXVIII, pp. 32-42.
- Astudillo, A. y J.F. Caddy. 1986. Periodicidad de los desembarcos de merluza (*Merluccius merluccius*) y salmanote (*Mullus* sp.) en la isla de Mallorca. Int. Symp. Long Term Changes Mar. Fish. Pop. Vigo. pp. 221-234.
- Batschelet, E. 1981. Circular statistics in biology. Ac. Press. Londres. 371 p.
- 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.
- Beverton, R.J.H. 1990. Small marine pelagic fish and the threat of fishing; are they endangered? *Journal of Fish Biology* 37 (Supp. A): 5-16
- Blaxter, J.H.S.. 1966. The effect of light intensity on the feeding ecology of herring. In: Bainbridge, R. et al (Eds). Light as an ecological factor. Brit. Ecol. Soc. Symp. 6: 393-409.

- Bloomfield, P. 1976. Fourier analysis of time series: An introduction. Jhon Wiley & Sons. New York. 257 p.
- Brennan, J.A. y J.E. Palmer. 1977. Variability of q as measured by variation in daily catch per effort. ICNAF. Sel. Pap. 2:111-136.
- Cadet, H.H. y L. Berner Jr. 1959. Food on the pacific sardine (*Sardinops caerulea*)
Fish. Bull. Fish. and Wildlife Ser. 60: 175-184.
- Caddy, J.F. 1979. Long Term trends and evidence for production cycles in the bay of Fundy scallop fishery. Rapp. P.-V. Reun. CIEM 175:97-108.
- Castro-Ortiz J.L., 1984. La variación de la abundancia de los cardúmenes de peces pelágicos y su relación con los factores ambientales en Bahía Magdalena, B.C S. Tesis de Maestría. CICIMAR. 137 p.
- Cass A.J. and C.C. Wood. 1994. Evaluation of the depensatory fishing hypothesis as an explanation for population cycles in Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51(8):1839-1854.
- Cisneros M., M.A., J.P. Santos M., J.A. De Anda, A. Sánchez P. y J.J. Estrada G. 1988. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985/86). Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas. Inst. Nal. de la Pesca/SEPESCA. México. p. 62.
- Cisneros M., M.A., 1988. Pesquería de sardina. En: Los recursos pesqueros del país. XXV Aniversario. Inst. Nal. de Pesca. SePesca. México. pp 287-302.
- Cisneros M., M.A., 1989. Diagnósis de la investigación sobre peslágicos menores en el noroeste de México. Taller de trabajo: Biología marina y recursos marinos renovables. La Paz, Baja California Sur. Nov. 9-11, 1989. Ins. Nal. de la Pesca. pp 10.
- Cisneros M., M.A., 1990. La pesquería de sardina del Golfo de California: demanda industrial y oferta biológica. Centro Regional de Investigación Pesquera de

- Guaymas. Inst. Nal. de la Pesca/SEPESCA. Mayo 24 de 1990. (Documento de circulación interna).
- Cisneros, M.M.A., J.J. Estrada, G. Montemayor y E. Rosales, 1990. Pesquería de sardina en Sonora hasta el sexto oscuro, temporada 1989/90. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas. Inst. Nal. de la Pesca/SEPESCA. (Documento de circulación interna). 4 pp.
- Cisneros, M.M.A., M.O. Nevares M., G. Montemayor L., J.P. Santos Molina y R. Morales, 1991. Pesquería de sardina en el Golfo de California 1988/89-1989/90. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Son. Inst. Nal. de la Pesca/SEPESCA. 80 p.
- Clark, F. and J.C. Marr, 1955. Part II. Population dynamics of the pacific sardine. In: Progress Report. California cooperative oceanic fisheries investigations. 1 July 1953-31 March 1955. 11-52 pp.
- Csirke J. 1983. La evaluación de recursos pesqueros y el ordenamiento de la pesca. una reseña de los principales métodos aplicables en la investigación de pesquerías pelágicas. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur, (13): 159-172.
- De Anda, J.A. y L.P. Lyle. 1987. Evaluación del recurso sardina crinuda (*Opisthonema* spp) en las costas de Sinaloa, Nayarit y Jalisco. Inf Tec. CRIP-Mazatlán, INP. SePesca, México. 5 pp.
- De Anda, M. J. A., A. Sánchez P., R. E. Gastelum V. y A. S. Tomé V. 1988. Patrones migratorios de tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema* spp) en el Golfo de California. Bol. No. 4. CRIP-Mazatlán, INP. SePesca. México. 15 pp.
- Djama, T. 1993. The state of exploitation of the commercial demersal fishery of Cameroon. *J. Appl. Ichthyol.* 9(1):12-17.
- Doi, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. Inst. Nal. de Pesca, INP/Sl: m 12, 95 p.

- Draper, N.R y H. Smith, 1981. Applied regression analysis. Jhon Wiley & Sons. 2a ed. U.S.A. pp. 141-162.
- Escudero D.M.A. 1984. Estudio de la pesquería de Anchoveta (*Engraulis mordax*) en aguas mexicanas. Tesis de maestría. UNAM. 93 p.
- Flores-Palomino, M., 1991. Cuarenta años de pesquerías Peruanas. Inst. Mar Peru. Lima, Peru PESCA. 54(12): 19-23.
- Fox, W. W. Jr. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish population. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 99:305-84.
- Fox, W.W. Jr. 1971. Randon variability and parameter estimation for the generalized produccion model. *Fish. Bull. F.W.S.* 69(3):241-255.
- Fry, F.E.J., 1949. Statistics of a lake trout fishery. *Biometrics*, 5:27-67.
- García, S., P. Sparre and J. Csirke. 1989. Estimating surplus production and maximum sustainable yield from biomass data when catch and effort time series are not available. *Fish. Res.* 7
- García, F.W., A. Cota V., A. Barrera M., J. Sánchez R. y J. Luna F., 1990. Bol. Inf. 20. Inst. Nal. Pesca. CRIP-Ensenada. 9 pp.
- Gates, J. M., 1984. Principal types of uncertainty in fishing operations. *Marine Resource Economics*, 1(1):31-49.
- Grande, L. 1985. Recent and Fossil Clupeomorph fishes with materials for revision of the subgroups of Clupeoids. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 181:231-372.
- Gulland, J.A. 1965. Estimation of mortality rates. Annex to Artic fisheries working group report ICES C.M. Doc. 3 (mimeo)
- Gulland J.A. 1971. The fish resources of the ocean. FAO. Fish. Tech. Pap. (97):425p.
- Gulland, J.A. 1983. *Fish stock assesment. A manual of basic methods.* J. Wiley & Sons. 223 p.

- Hammann, M.G., M.O. Nevarez Martinez and J.A. Rosales Casian, 1991. Pacific sardine and northern anchovy in the Gulf of California, Mexico: Current results of SARP Mexico. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen (Denmark). Pelagic Fish Comm. COPENHAGEN DENMARK ICES. 17 pp.
- Hernández V.S., 1983. Análisis y normalización del esfuerzo pesquero de la flota sardinera de Bahía Magdalena, B.C.S. México. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN 142 p.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (256):118 p.
- Larkin, P.A. 1977. An epitaph for the concept of maximum sustainable yield. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106(1):1-11.
- Lizárraga R., H.M., O.R. Chapa M., R.E. Gastelum V. y J.A. Bect V., 1992. Resultados de los avances de la investigación del recurso sardina crinuda (Segundo trimestre 1992) junio de 1992. INP/SEPESCA, CRIP-Mazatlán. Documento Interno. 14 p.
- Lizárraga R., H.M. 1995. Diagnósis de la pesquería de sardina crinuda *Opisthonema* spp. (Gill, 1861) y bocona *Cetengraulis mysticetus* (Günther, 1866) en las costas de Sinaloa, Nayarit y Jalisco. Univ. Autón. de Sin.
- Lluch-Belda, D. 1974. ¿Qué significa esfuerzo pesquero?. Técnica pesquera. Año VII, No. 78, Julio de 1974. pp 15-19.
- Lluch-Belda, D., F.J. Magallon and R.A. Schwartzlose, 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: Possible causes. *CalCOFI Rep.*, Vol XXVII. pp 136-140.
- Lyle, F. L. P., A. Ruiz L., G. Rodríguez D. 1994. Las existencias de sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) en la parte sur del Golfo de California. INP, CRIP-Mazatlán. Documento Interno. 12 p.

- McCall, A.D. 1976. Density dependence of catchability coefficient the California Pacific sardine *Sardinops sagax caerulea*, purse seine fishery. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 18:136-148.
- McCall, A.D. 1979. Population estimates for the waning years of the Pacific sardine fishery. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 20:72-82.
- Margalef, R., 1974. *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona. 951 p.
- Menz, A. y S. French, 1982. La pesquería de peces pelágicos en el Ecuador: Su desarrollo e investigación. Segundo seminario taller. Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: recursos biológicos marinos. Ed. Castilla, J.C., Ecuador. 2: 7-17
- Molina, D. H., F. Páez B., F.J. Magallón B., F.A. Castro y A. C. Castro. 1984. Análisis biológico pesquero de la pesquería de sardina en el puerto de Guaymas, Sonora. SePesca. INP. (Doc. Interno).
- Molina V. D., F. Paez B., A. Castro F., F. Magallón B., C. Castro A. y J. Estrada G. (Inédito). Evolución de la pesquería de sardina en Guaymas, Sonora. CRIP-Guaymas, Son. y CIB. 33 p.
- Momot, W.T., P.L. Hauta and J.A. Schaefer. 1990. Yield estimates for the virile crayfish, *Onconectes virilis* (Hagen, 1870), employing the Schaefer logistic model. *J. Shellfish-Res* 9(2):373-381.
- Páez, B. F., 1976. Desarrollo gonadal, madurez, desove y fecundidad de sardina crinuda, *Opisthonema libertate* (Günther), de la zona de Mazatlán, basadas en el análisis histológico de la gónada. Mem. Primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México. SIC/Subsecretaría de Pesca. INP, pp. 207-264.
- Páez B., F. 1990. Bioecología de la pesquería de sardina del Golfo de California. Tesis de Licenciatura. ENCB-IPN. 116 p.

- Patterson, K.R., J. Zuzunaga y G. Cardenas, 1992. Size of the South American sardine (*Sardinops sagax*) population in the northern part of the Peru upwelling ecosystem after collapse of anchoveta (*Engraulis ringens*) stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49(9):1762-1769.
- Pauly, D., 1980. On the interrelations between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39(2):175-92.
- Pedrin O. O., 1972. Normalización de esfuerzo y eficiencia relativa de flotas sardineras en Baja California. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras. Dir. General de Pesca, S.I.C. Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía, México, D.F. Nov. 1969, 457-471.
- Pedrin O. A., V. A. Sokolov, V. D. Molina, 1973. Las capturas por unidad de esfuerzo de la pesquería de sardina monterrey en el Golfo de California de 1968 a 1972. Instituto Nacional de Pesca. INP/SI:i3. p 23.
- Pedrin O., O. y A. A. Ancheita, 1976. Estadísticas básicas de la explotación de sardina en el noroeste de México. Inst. Nal. de Pesca. INP/SI:i79 51 p.
- Pella, J.J. and P.K. Tomlinson. 1969. A generalized stock population model. *Bull. Inter-mer. Trop. Tuna Comis.* 13(3):420-496.
- Pereiro, J.A.. 1982. Modelo al uso en Dinámica de Poblaciones Marinas sometidas a explotación. Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanog. No. 1. pp. 213-238.
- Ponce D.G.. 1988. Análisis de la flota sardinera- anchovetera del noroeste de México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 109 p.
- Pope, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Res. Bull. ICNAF*, (9):65-74.
- Radovich, J. 1976. Catch-per-unit-of-effort: fact, fiction and dogma. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 18: 31-33.

- Rodríguez D., G. 1987. Caracterización bioecológica de las tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, *O. medirastre* y *O. bulleri*) del Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. CICIMAR. 139.
- Ruiz L., A. 1989. Descripción de la pesca y análisis de la variabilidad de las capturas de la Bhaía Els Alfacs (Delta del Ebro). Agosto de 1982 a Julio de 1984. Tesis de Doctorado. España. 336p.
- Ruiz L., A. y L.P. Lyle F. 1992. Fluctuaciones periódicas en la captura de sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) en el Golfo de California, 1972-1990. CalCOFI Rep. 33:124-129.
- Ruiz L., A. 1995. Comparación de modelos globales con un modelo empírico para la evaluación de la producción pesquera de sardina crinuda *Opisthonema* spp. Ciencias del Mar, UAS. 14:26-31
- Saila, S.B., M. Wigbout and R.J. Lermitt. 1980. Comparison of some time series models for the analysis of fisheries data. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 39(1): 44-52.
- Samuel, M. 1988. Catch rates sustainable yield of the Kuwait's trawl fishery. *Indian J. Fish.* 35(4):229-238.
- Schaefer, M.B., 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. Bull. 6, *Inter-Am Trop. Tuna Comm.* La Jolla. CA 92038, p. 247-285.
- Sokolov V.A., y R.M. Wong, 1973. Informe científico de las investigaciones sobre los peces pelágicos del Golfo de California (sardina crinuda y anchoveta) en 1971. Instituto Nacional de Pesca. INP/Sl:i2, 41 p.
- Stevenson, D. K and F. Carranza, 1981. Maximum yield estimates for the pacific thread herring, *Opisthonema* spp. fishery in Costa Rica. *Fishery Bulletin*: 79(4)

- Taylor, L. R., 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature*. Vol. 189. pp. 732-735.
- Tresher, R. 1994. Climatic cycles may help explain fish recruitment in South East Australia. *Aust. Fish.* vol. 53, no. 2, pp. 20-22.
- Valentini, H. y R.D. Cardoso, 1991. Analysis of sardine *Sardinella brasiliensis*, fishery in the southeastern and southern Brazilian coasts. *Brazil. Atlantica*: 13(1). 45-54.
- Van Winkle, W.B., B.L. Kirk and B. W. Rust, 1979. Periodicities in Atlantic coast striped bass (*Morone saxatilis*) commercial fisheries data. *J. Fish. Res. Board. Can.* 36: 54-62.
- Vázquez, A., 1981. Nuevo método para el cálculo de poderes de pesca e índices de abundancia en pesquerías. *Inv. Pesq.* 45(2):241-255.
- Zamudio, A. J. L., 1986. Contribución al conocimiento de la biología pesquera de la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, Günther, 1868) en la región de Guaymas, Sonora, México. Tesis prof. ENEP-Iztacala, UNAM, 64 pp.

FIGURAS



Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

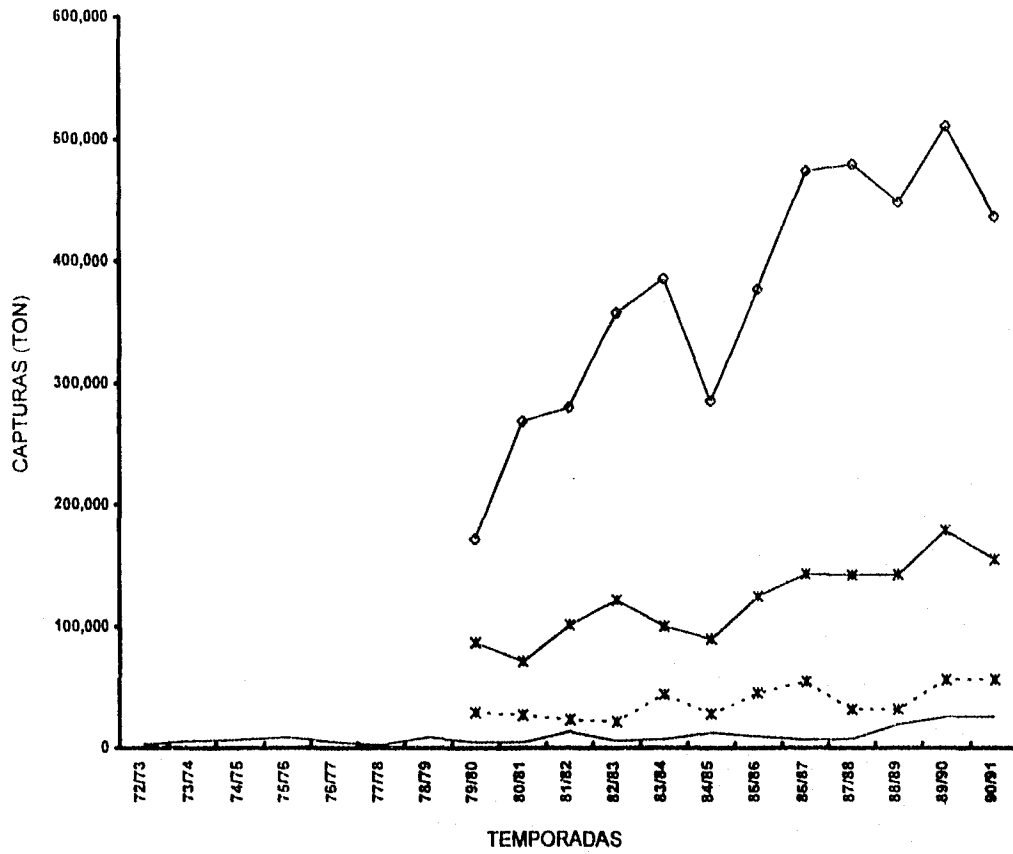


Fig. 1 Panorama General de las Capturas de Sardina en México.

- SARDINA EN MAZATLAN
- * — PRODUC. PESQ. ESTAT
- · * · · SARD. CRIN. EN SIN.
- o — PROD. NAL. DE SARD.

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

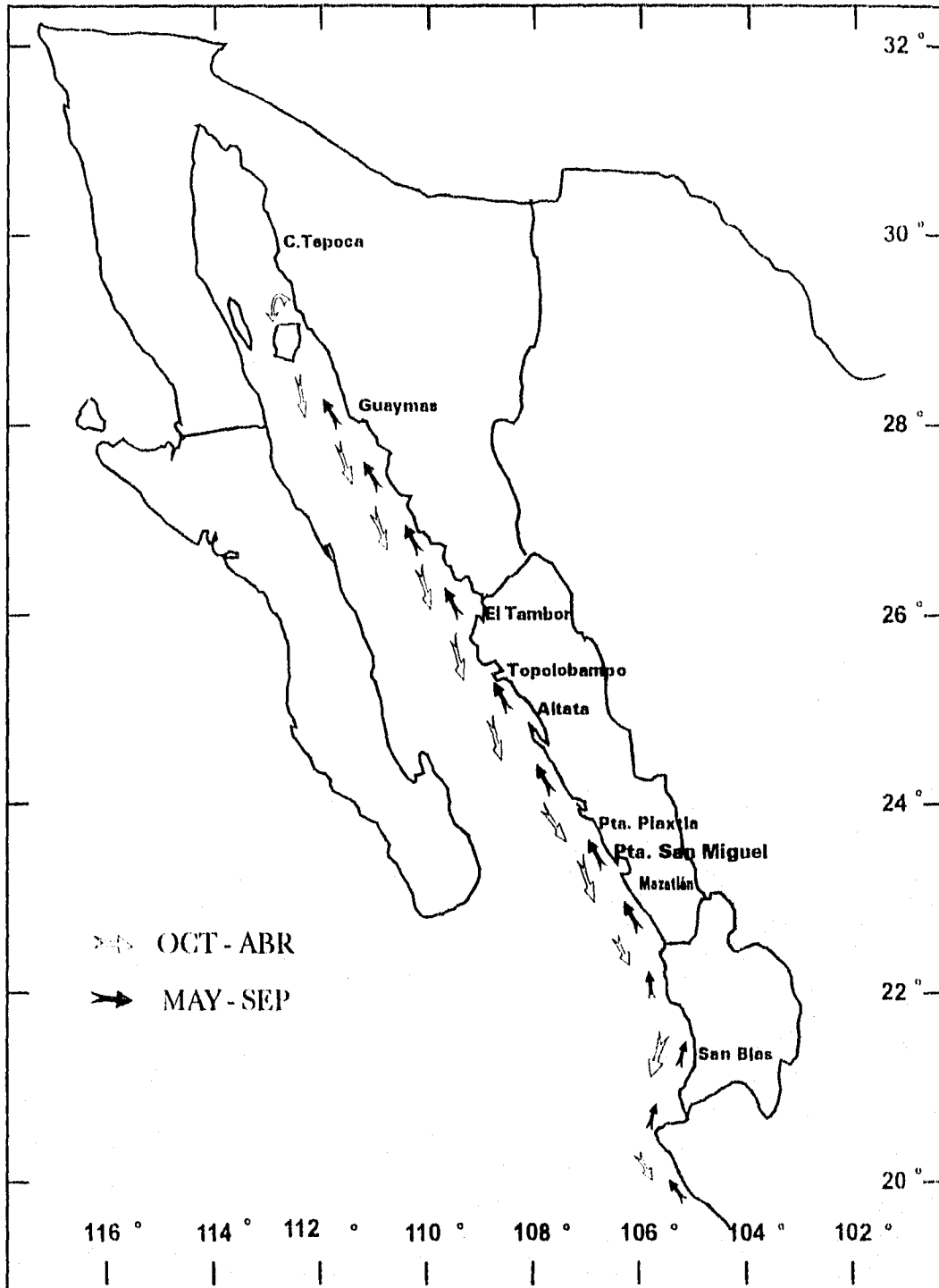


Fig. 2 Migración aparente de sardina crinuda.
Segun Cisneros *et al*, 1987.

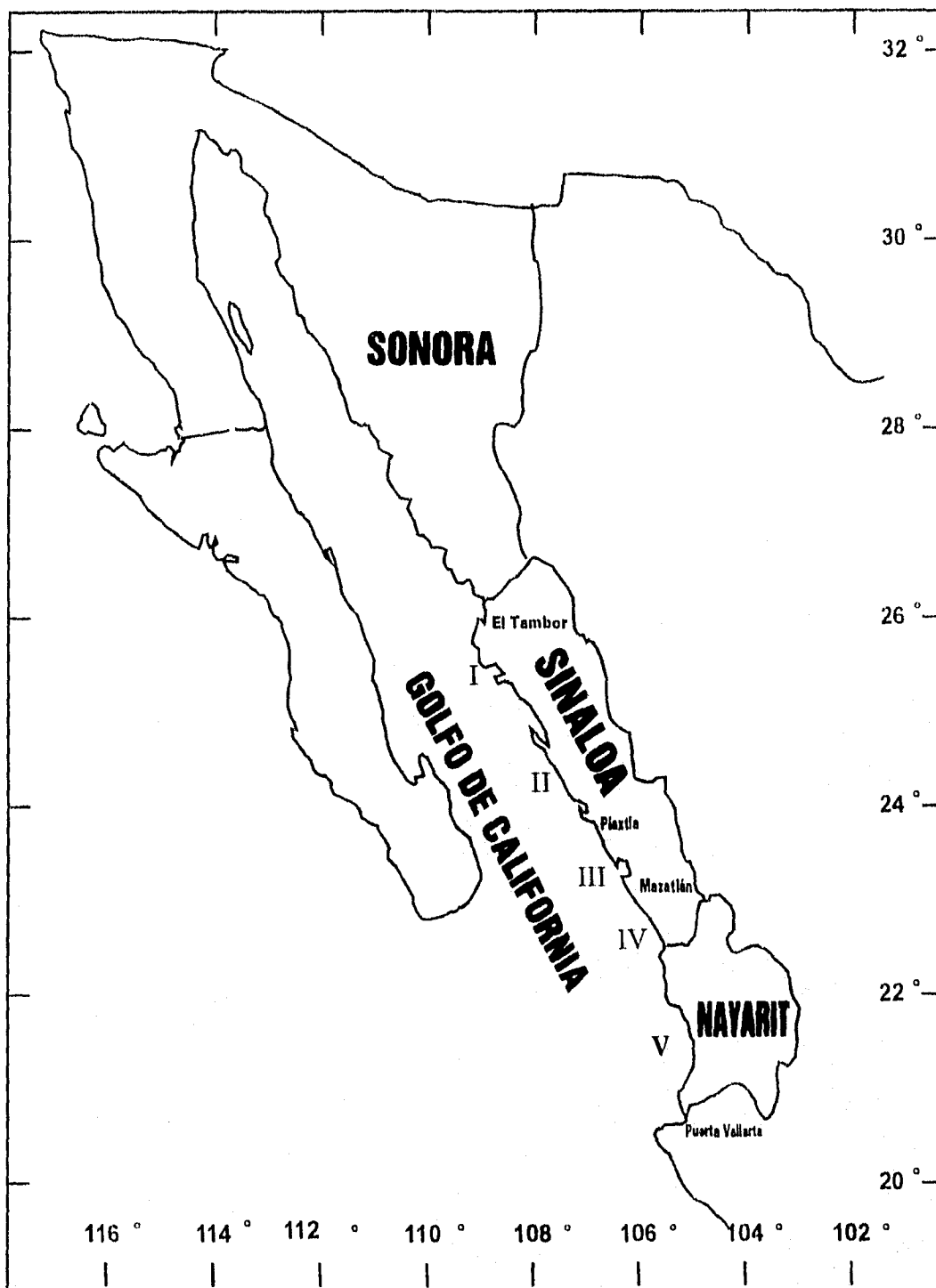


Fig. 3 Area de estudio. Los números romanos indican las zonas administrativas.

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

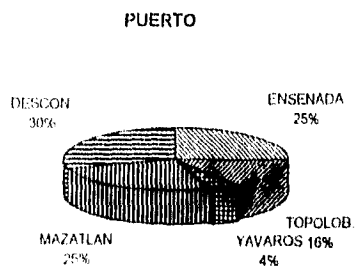


Fig. 4 Base de operaciones de la flota sardinera con descargas en Mazatlán.

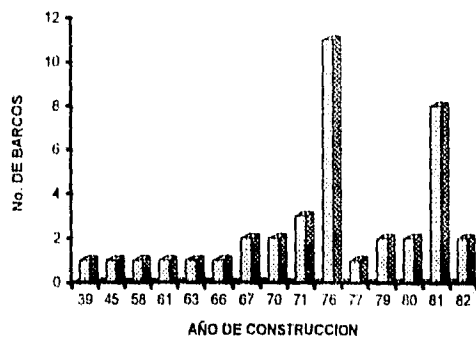


Fig. 5 Edad de la flota sardinera de Mazatlán.

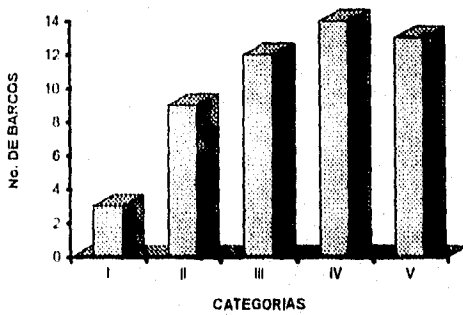


Fig. 6 Categorización de la flota sardinera de Mazatlán.

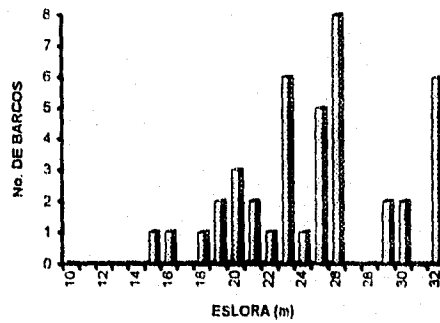


Fig. 7 Longitud de la eslora de la flota sardinera.

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

ESTA PENA DE DEBE
SALIR DE LA MARINERA

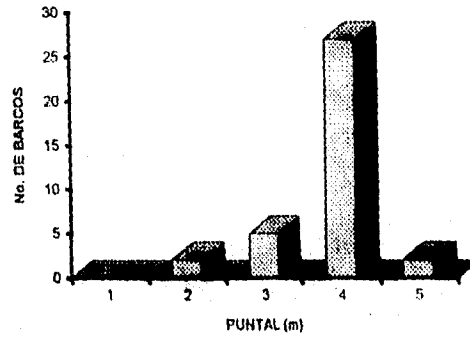
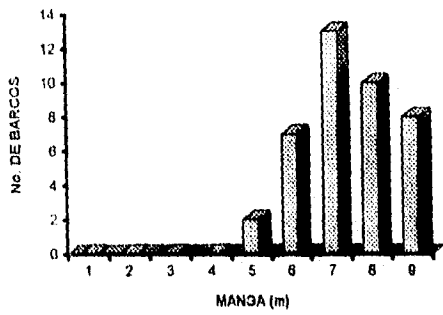


Fig. 8 Frecuencia del tamaño de la manga de la flota. Fig. 9 Frecuencia del tamaño del puntal de la flota.

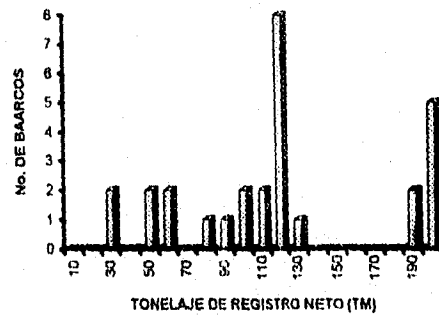
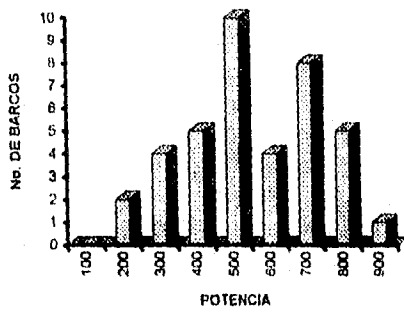


Fig. 10 Frecuencia de la Potencia de la flota.

Fig. 11 Tonelaje de Registro Neto.

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

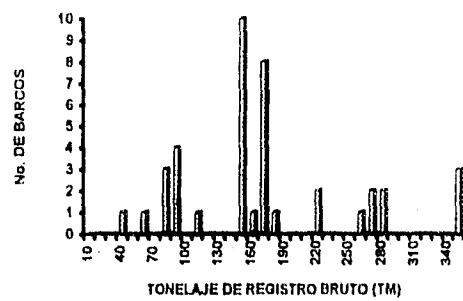


Fig. 12 Tonelaje de Registro Bruto.

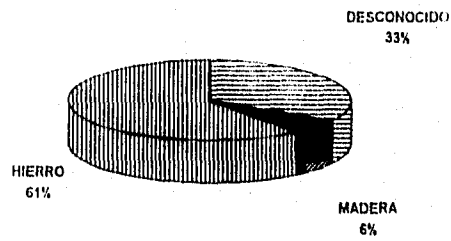


Fig. 13 Tipo de casco de la flota sardinera.

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

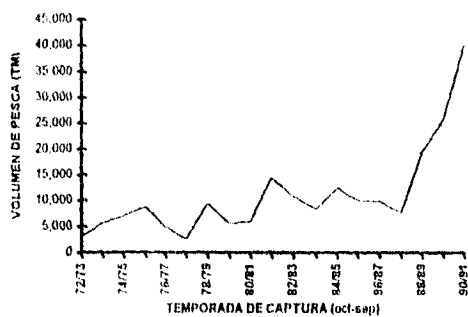


Fig 14 Reporte de las capturas totales por temporada, considerando a todas las embarcaciones.

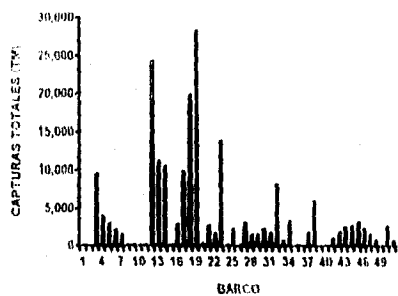


Fig 15 Capturas Totales por embarcación. El número de barco corresponde a lo indicado en la Tabla 1

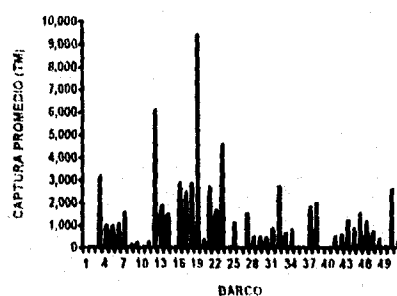


Fig 16 Capturas promedio por embarcación. El número de barco corresponde a lo indicado en la Tabla 1

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

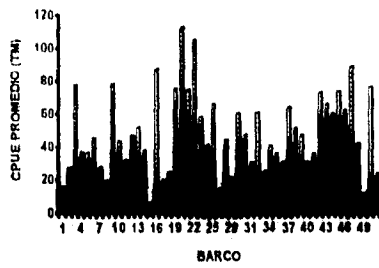


Fig 17 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por embarcación. El número de barco corresponde a lo indicado en la Tabla 1

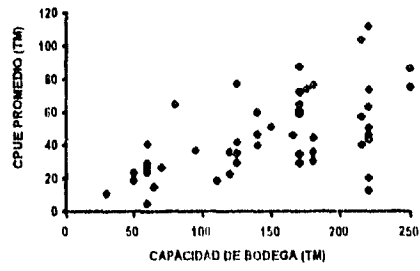


Fig 18 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por Capacidad de Bodega (CB)

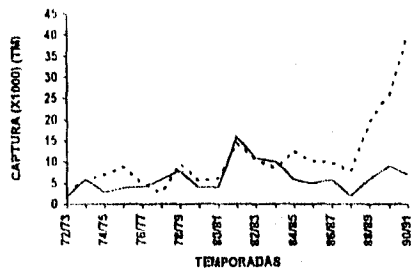


Fig 19 Número de barcos por temporada y captura total. — Numero de Barcos, - - - - Captura

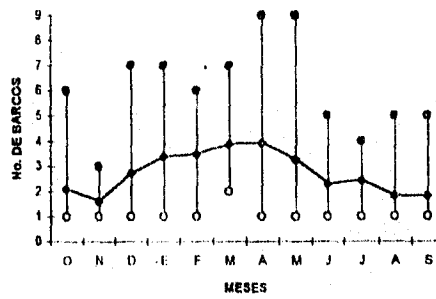
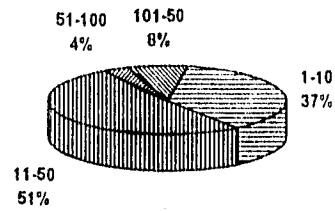


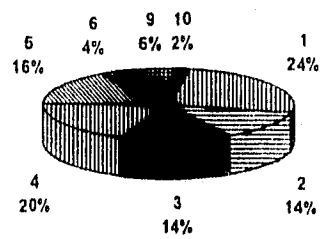
Fig 20 Número de barcos en operación por mes durante el periodo de estudio. O Mínimo, ● Promedio, ● Máximo

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

DIAS PROMEDIO POR TEMPORADA



MESES PROMEDIO POR TEMPORADA



TEMPORADAS PROMEDIO POR BARCO

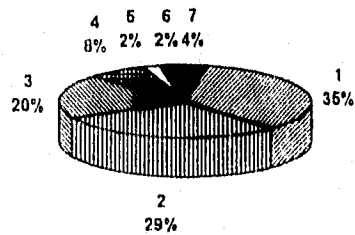


Fig. 21 Porcentaje de días, meses y temporadas de operación de las embarcaciones.

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

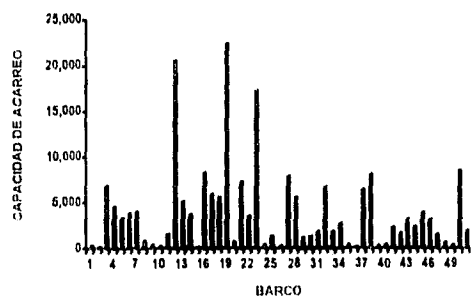


Fig. 22 Capacidad de Acarreo (CA) por embarcación.

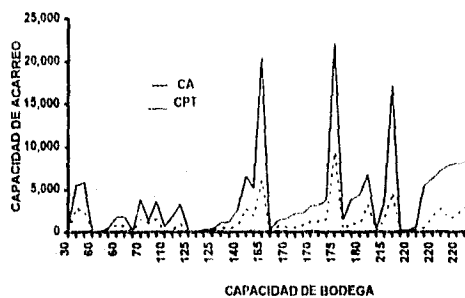


Fig. 23 Comparación de la Capacidad de Acarreo (CA) y Capturas Promedio (CPT) de acuerdo a la capacidad de bodega.

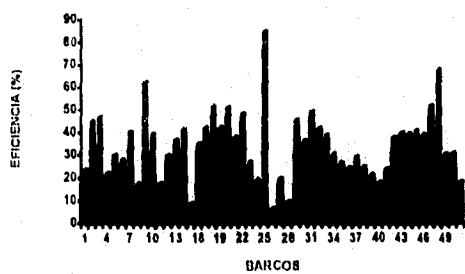


Fig. 24 Eficiencia de las embarcaciones

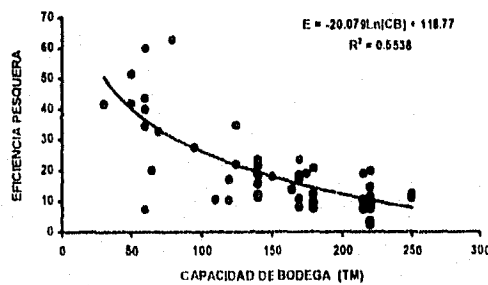


Fig. 25 Eficiencia (E) de las embarcaciones con respecto a la Capacidad de Bodega (CB)

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

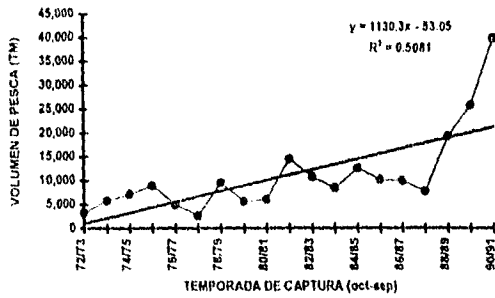


Fig. 26 Volumen de pesca por temporada de captura
● Captura, — Tendencia de la Captura

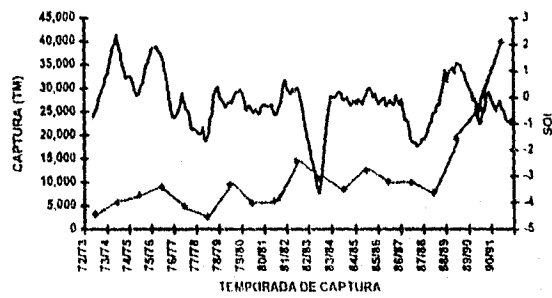


Fig. 27 Comparación de capturas e Índice de Oscilación del Sur (SOI)
● Captura; — Índice de Oscilación del Sur (SOI)

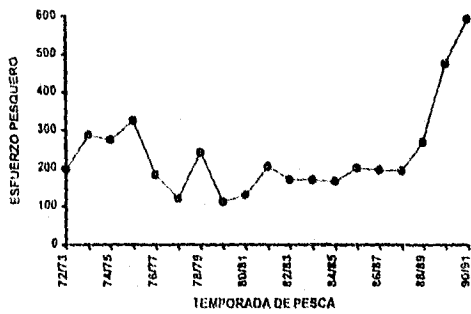


Fig. 28 Esfuerzo pesquero nominal (días de pesca) por temporada de pesca

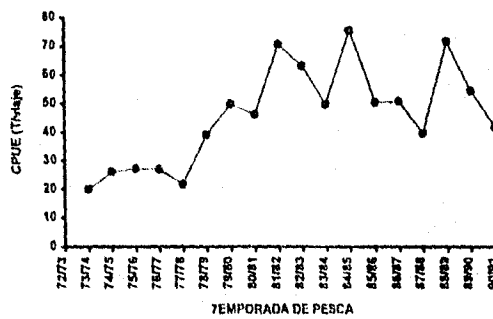


Fig. 29 Captura por Unidad de Esfuerzo Nominal

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

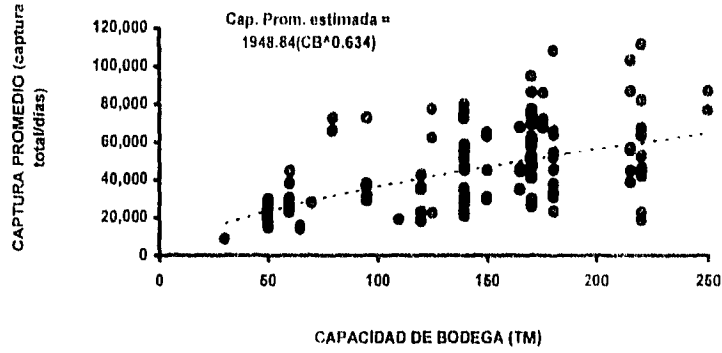


Fig. 30 Ajuste del modelo potencial entre la Captura Promedio y la Capacidad de Bodega
 ● Datos observados; ----- Modelo Potencial

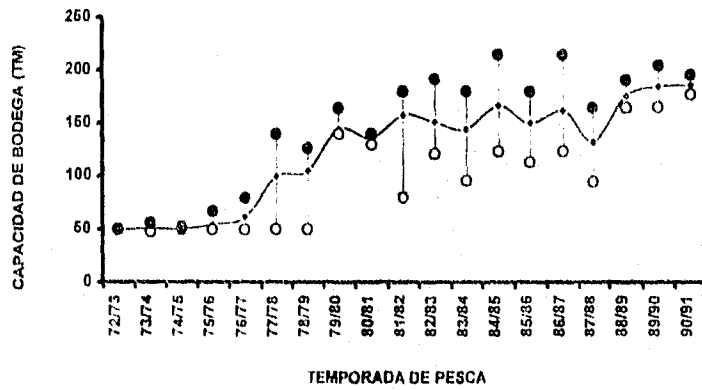


Fig. 31 Evolución de la Capacidad de Bodega (TM) en la flota sardinera de Mazatlán.
 O Mínima; ◆ Promedio; ● Máxima

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

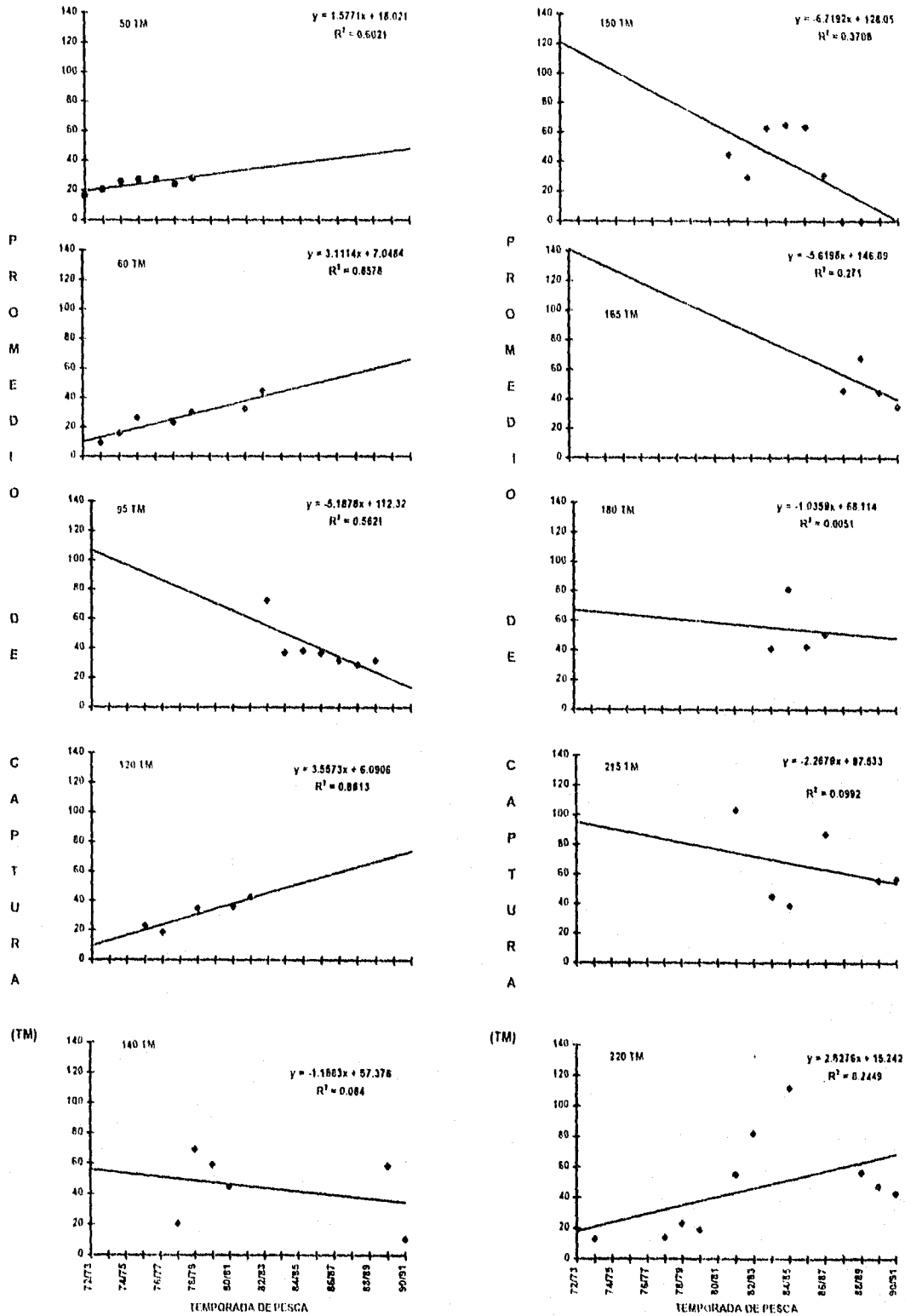


Fig. 32 Variación de la Captura Promedio obtenida en función de la Capacidad de Bodega (CB).

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

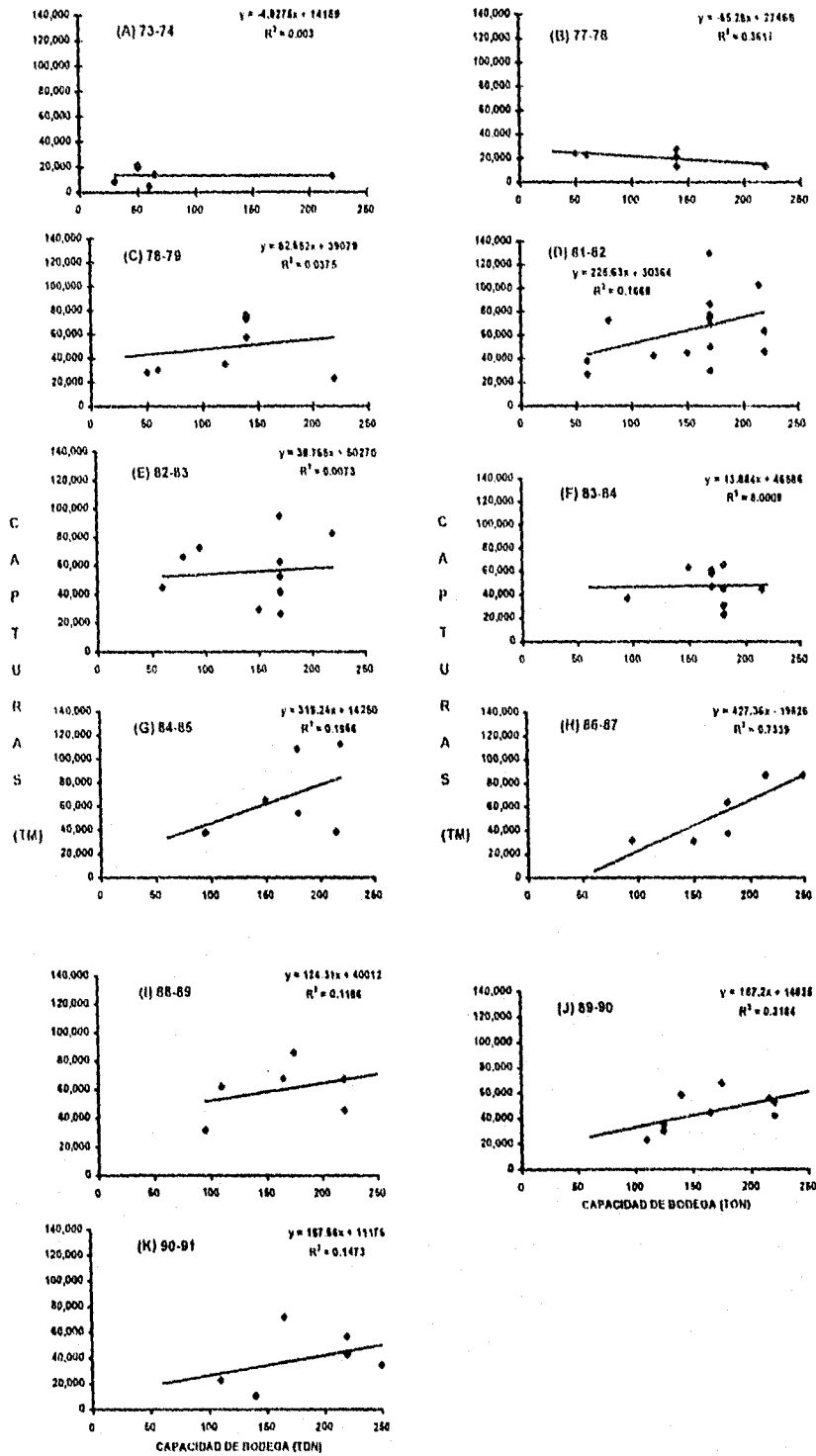


Fig. 33 Variación de la Captura en función de la Capacidad de Bodega, por temporadas

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

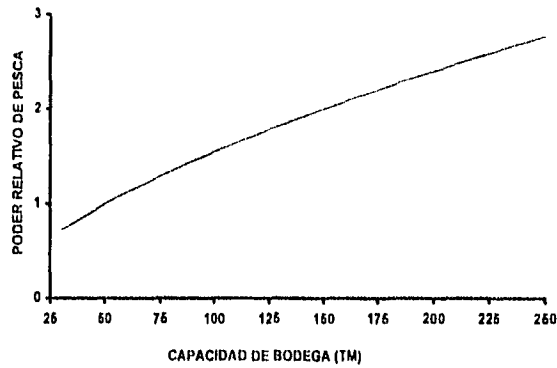


Fig. 34 Curva de ajuste del poder de pesca (PP) en función de la Capacidad de Bodega (CB)

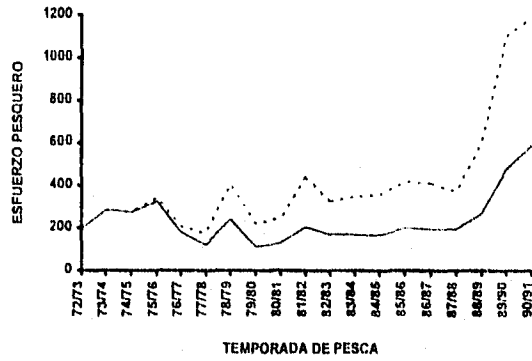


Fig. 35 Esfuerzo pesquero Nominal y Normalizado por temporadas. — Esfuerzo Nominal; Esfuerzo normalizado

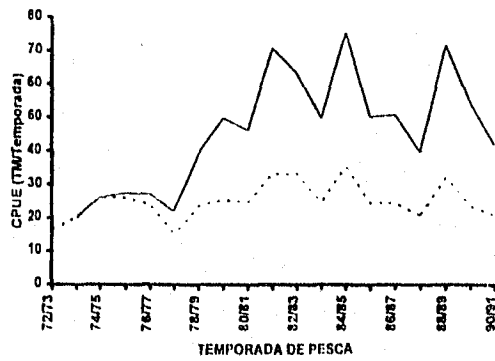


Fig. 36 Captura por Unidad de Esfuerzo Nominal y Normalizada por temporadas. — CPUE Nominal; CPUE Normalizado

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

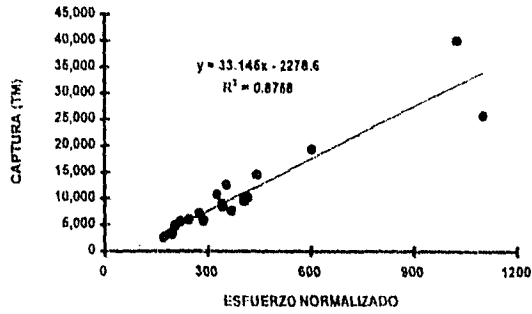


Fig. 37 Captura en relación al Esfuerzo Pesquero Normalizado
 — Captura estimada; ● Captura observada

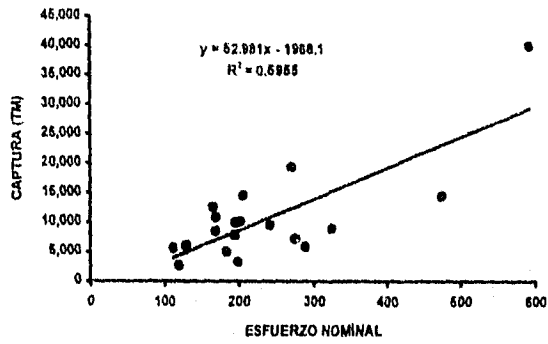


Fig. 38 Captura en relación al Esfuerzo Pesquero Nominal
 — Captura estimada; ● Captura observada

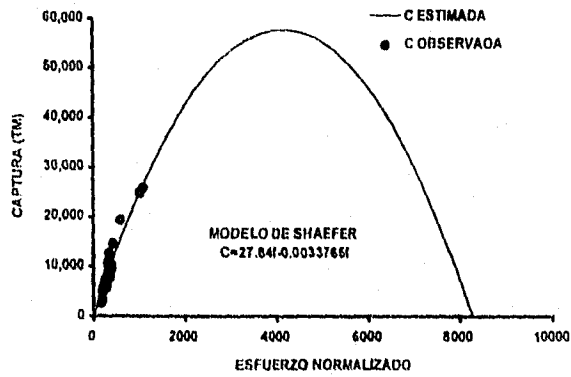


Fig. 39 Modelo Generalizado aplicado al análisis de la captura comercial de sardina crinuda, en el Puerto de Mazatlán, Sin.

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

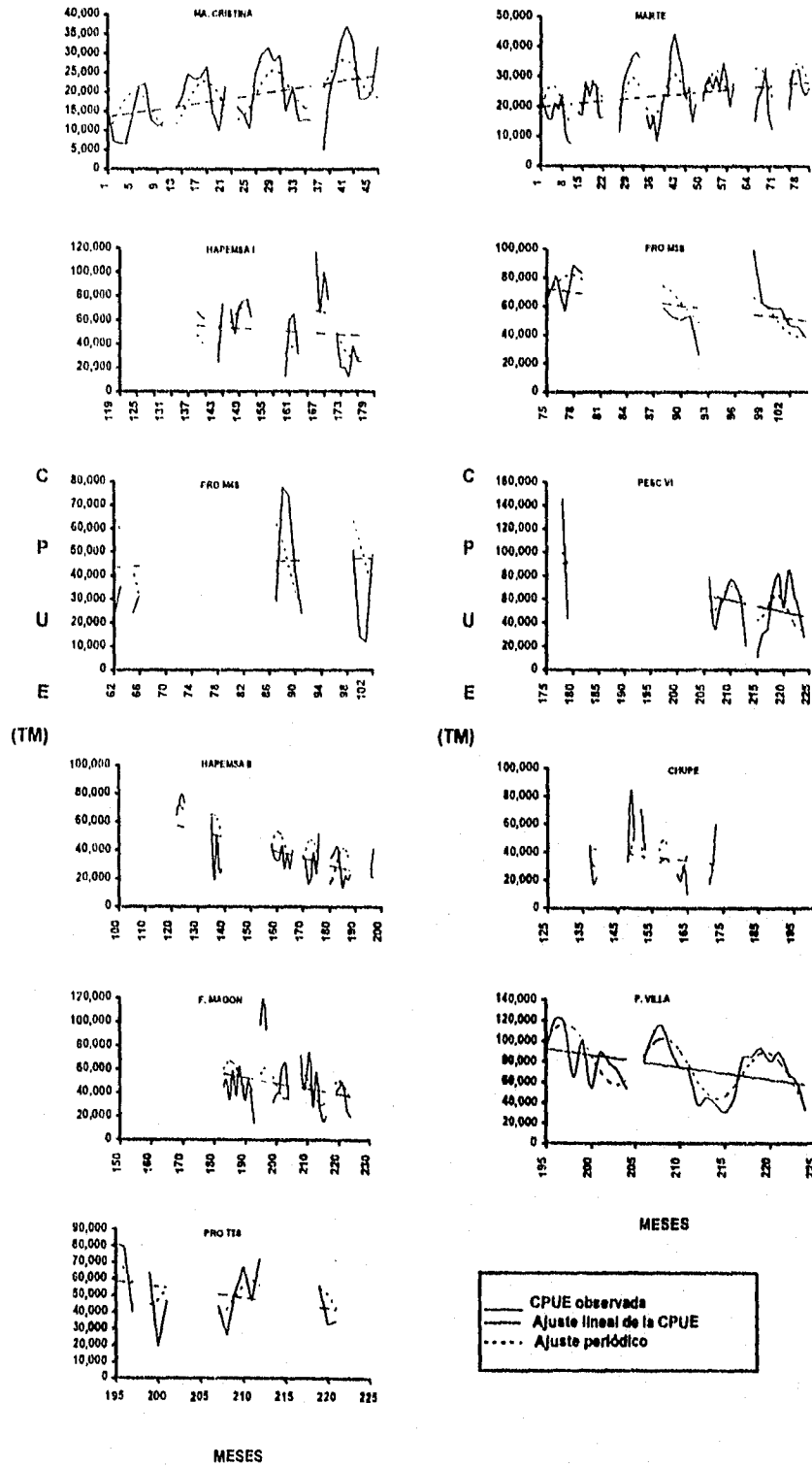


Fig. 40 Variación de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) en función de los meses con reporte de captura y el ajuste Lineal y Periódico de las embarcaciones más representativas.

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

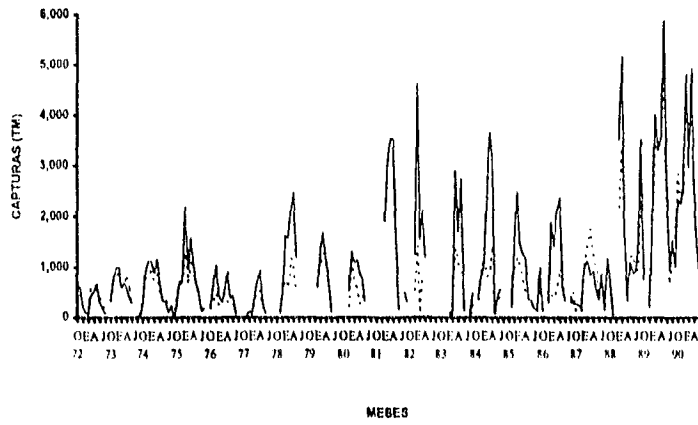


Fig. 41 Ajuste del Modelo Oscilatorio, mostrando la Captura mensual observada y la estimada
 — Captura observada; ---- Captura estimada

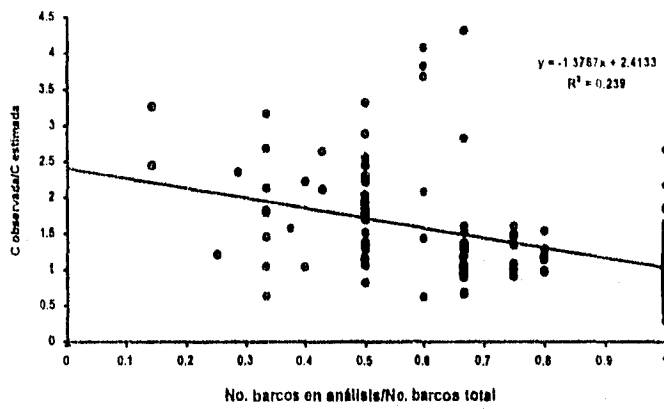


Fig. 42 Índice que representa las diferencias entre la C Observada y la C estimada por el modelo empírico y el no. de barcos utilizados para el análisis periódico y el número total de barcos.

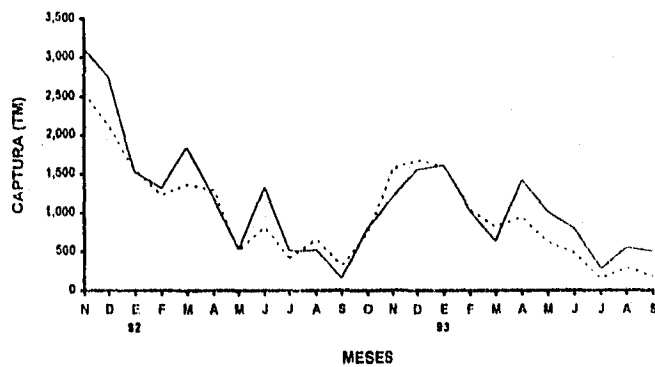


Fig. 43 Proyección del Modelo Periódico para las temporadas 91/92 y 92/93
 — CAPTURAS OBSERVADAS. ---- CAPTURAS ESTIMADAS

TABLAS

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

TABLA 1. CATASTRO HISTORICO DE LA FLOTA SARDINERA DE MAZATLAN

NOMBRE	BARCO	PTO	AC	CB	ESL	MG	PUN	HP	TRN	TRB	CASCO	AR	LR
AVENTURER	1			65									
BACATETE	2		1963	60	19.80	5.70	2.70	240	40.10	71.90			
CALAFIA	3	2	1976	180	32.90	8.80	4.80	675	195.00	273.00	2		
CHUPE	4	2	1971	180	30.30	7.60	3.40	565	99.10	213.30	2		
CONCORDIA	5	5	1968	120	25.00	6.70	3.70	380	110.60	178.10	2		
CORA I	6	2	1971	180	30.50	7.60	3.40	565	99.10	213.80	2		
C. KHUN	7			70									
DELFIN	8	2	1976	110	21.90	5.70	2.00	365	73.60	78.00	2		
DON JESUS	9			125									
DON JUAN	10			125									
EL DORADO	11	4		180									
F. MAGON	12	5		165									
HAPEM I	13	5	1970	150	24.50	6.90	3.00	360	101.20	153.60	1		
HAPEM II	14	5	1970	95	20.70	6.30	3.50	330	49.30	88.30	2		
KIKO	15	2	1945	60	15.00	5.00	2.30	170	23.00	53.00	2		
L. SUR	16	2	1976	250	32.90	8.40	4.80	675	195.00	273.00	2		
M. CRISTINA	17	5	1958	50	18.70	5.40	2.90		54.80	75.90	2		
MARTE	18			50									
P. VILLA	19			175									
PESC I	20	2	1981	220	29.30	8.60	3.90	750	198.10	341.70	2		
PESC III	21	3	1981	220	32.90	8.60	3.90	750	190.00	270.00	2		
PESC V	22	2	1981	215	32.90	8.60	3.90	750	190.00	270.00	2		
PESC VI	23	2	1982	215	32.90	8.80	3.90	750	198.10	341.70	2	580	54
PESC VII	24	5	1982	215	29.30	8.60		750	198.10	341.10	2		
PRIETO	25		1971	80	19.00	5.70	1.80	330	55.90	87.00		360	56
PRO	26		1939	220	22.40	6.00		250	84.00	105.00			
PRO IC3S	27	2	1977	220	25.00	6.70	3.70	435	75.40	141.80	2		
PRO M12	28			220									
PRO M1S	29	5	1976	140	23.00	6.70	3.60	435	75.40	143.20	2	504	57
PRO M2S	30	5	1976	140	23.00	6.70	3.60	435	75.40	143.20	1	540	50
PRO M3	31		1967	60	20.10	5.50	3.00	240	71.00	85.20		333	49
PRO M3S	32	5	1976	140	23.00	6.70	3.60	435	75.40	143.20	2	540	50
PRO M4	33		1967	60	20.10	5.50	0.00	240	71.00	85.20			
PRO M4S	34	5	1976	140	23.00	6.70	3.60	435	75.40	143.20	2		
PRO PP1S	35	2	1976	125	23.00	6.70	3.70	450	75.40	143.70	2		
PRO PP2S	36	2	1976	125	23.00	6.70	3.70	450	75.40	143.70	2		
PRO T1S	37	3	1976	220	25.00	6.70	3.70	435		143.00	2		
PRO T2S	38	3	1976	220	25.00	6.70	3.70	435		143.00	2		
PRO T4S	39	3		220	25.00	6.70	3.70	435		141.80	2		
SARO I	40	4	1980	170	26.90	7.70	3.70	550	120.00	170.00	1		
SARD IV	41	3	1981	170	26.90	7.70	3.70	550	120.00	170.00	2		
SARD V	42	5	1978	170	26.90	7.70	3.70	650	120.00	170.00	2	720	63
SARD VI	43	3	1981	170	26.90	7.70	3.70	620	120.00	170.00	2		
SARD VII	44	5	1979	170	26.90	7.70	3.70	650	120.00	170.00	2	720	63
SARD VIII	45	3	1981	170	26.90	7.70	3.70	620	120.00	170.00	2		
SARD IX	46	5	1981	170	26.90	7.70	3.70	620	120.00	170.00	2	400	38
SARD X	47	3	1981	170	26.90	7.70	3.70	620	120.00	170.00	2		
SIMBAD	48			60									
S. MONI	49		1961	30	16.00	5.00	0.00	150	23.00	35.00			
TORTUGAS	50	2	1980	250	32.90	8.80	3.90	900	122.30	256.80	2		
UNINAY	51			120	21.00								

PTO: Puerto Base
 1 Guaymas
 2 Ensenada
 3 Topolobampo
 4 Yavaros
 5 Mazatlán

AC: Año de construcción
 CB: Capacidad de Bodega
 ESL: Eslora
 MG: Manga
 PUN: Puntal
 HP: Potencia

TRN: Tonelaje de Registro Neto
 TRB: Tonelaje de Registro Bruto
 CASCO: 1:Madera 2:Hierro
 AR: Ancho de la Red
 LR: Largo de la Red

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

TABLA 2. OPERACION DE LA FLOTA DEL CATASTRO HISTORICO.

CLAVE BARCO	CB	CT	CPT	CPUE	I	DPT	MESES	MPT	TT	CA	E
1 AVENT	65	123.29	61.65	15.16	8	4.00	3	1.50	2	260.00	23.71
2 BACATET	60	26.98	26.98	26.98	1	1.00	1	1.00	1	60.00	44.97
3 CALAF	180	9523.66	3174.62	77.10	113	37.67	11	3.67	3	6780.00	46.82
4 CHUPE	180	3954.03	988.61	36.62	100	26.00	19	4.75	4	4500.00	21.97
5 CONCOR	120	2947.26	982.42	36.36	82	27.33	13	4.33	3	3280.00	29.95
6 CORA I	180	2119.10	1059.55	45.17	42	21.00	10	5.00	2	3780.00	28.03
7 C.KHUN	70	1583.52	1583.62	27.12	56	56.00	5	5.00	1	3920.00	40.40
8 DELFIN	110	133.95	133.95	18.71	7	7.00	2	2.00	1	770.00	17.40
9 DON JESU	125	233.00	233.00	77.67	3	3.00	1	1.00	1	375.00	62.13
10 DON JUA	125	148.00	74.00	42.75	3	1.50	2	1.00	2	187.60	39.47
11 EL DORA	180	249.20	249.20	31.15	8	8.00	2	2.00	1	1440.00	17.31
12 F. MAGON	165	24357.51	6089.38	46.58	498	124.50	36	9.00	4	20542.50	29.64
13 HAPEM I	150	11199.27	1066.55	51.53	205	34.17	32	5.33	6	5125.00	36.42
14 HAPEM II	95	10544.73	1508.39	37.55	268	38.29	37	5.29	7	3637.14	41.42
15 KIKO	60	5.00	5.00	5.00	1	1.00	1	1.00	1	60.00	8.33
16 L. SUR	250	2880.00	2880.00	86.62	33	33.00	4	4.00	1	8250.00	34.91
17 MA CRIS	50	9858.29	2464.67	19.22	470	117.50	42	10.50	4	5875.00	41.95
18 MARTE	50	19918.73	2845.63	23.98	774	110.67	63	9.00	7	5528.67	61.47
19 P. VILLA	175	28278.59	9426.20	74.64	383	127.67	29	9.67	3	22341.67	42.19
20 PESC I	220	338.40	336.40	112.13	3	3.00	1	1.00	1	660.00	50.97
21 PESC III	220	2725.30	2725.30	74.08	33	33.00	4	4.00	1	7260.00	37.54
22 PESC V	216	1654.59	1654.59	104.24	16	16.00	3	3.00	1	3440.00	48.10
23 PESC VI	216	13821.79	4607.26	57.94	240	80.00	20	6.67	3	17200.00	26.78
24 PESC VII	216	122.85	61.43	40.96	3	1.50	3	1.50	2	322.50	19.06
25 PRIETO	80	2234.00	1117.00	65.52	33	16.50	4	2.00	2	1320.00	84.82
26 PRO	220	12.98	12.98	12.98	1	1.00	1	1.00	1	220.00	5.90
27 PRO IG3S	220	3077.13	1538.66	43.64	71	35.60	12	6.00	2	7810.00	19.70
28 PRO M12	220	1496.20	498.73	20.42	75	25.00	10	3.33	3	5500.00	9.07
29 PRO M1S	140	1457.70	485.90	59.93	23	7.67	8	2.67	3	1073.33	45.27
30 PRO M2S	140	2265.91	453.18	46.92	45	9.00	13	2.60	5	1260.00	35.97
31 PRO M3	60	1736.71	868.36	29.77	59	29.50	6	3.00	2	1770.00	49.06
32 PRO M3S	140	8282.49	2760.83	60.36	142	47.33	17	5.67	3	6626.67	41.66
33 PRO M4	60	695.84	695.84	24.24	30	30.00	4	4.00	1	1800.00	38.66
34 PRO M4S	140	3258.38	814.60	39.96	77	19.25	15	3.75	4	2695.00	30.23
35 PRO PP1S	125	165.03	82.51	35.68	5	2.50	3	1.50	2	312.50	26.40
36 PRO PP2S	125	30.12	30.12	30.12	1	1.00	1	1.00	1	125.00	24.10
37 PRO T1S	220	1855.03	1855.03	63.75	28	29.00	6	5.00	1	6380.00	29.08
38 PRO T2S	220	5984.01	1994.67	51.03	110	36.67	15	5.00	3	8066.67	24.73
39 PRO T4S	220	46.49	46.49	46.49	1	1.00	1	1.00	1	220.00	21.13
40 SARD I	170	60.26	60.26	30.13	2	2.00	1	1.00	1	340.00	17.72
41 SARD IV	170	1045.17	522.58	35.67	26	13.00	10	5.00	2	2210.00	23.65
42 SARD V	170	1785.96	595.32	72.54	28	9.33	5	1.67	3	1586.67	37.52
43 SARD VI	170	2482.48	1241.24	65.55	37	18.50	8	4.00	2	3145.00	39.47
44 SARD VII	170	2663.00	887.69	59.73	40	13.33	10	3.33	3	2266.67	39.16
45 SARD VIII	170	3113.41	1556.71	72.98	45	22.50	9	4.50	2	3825.00	40.70
46 SARD IX	170	2366.10	1183.09	61.74	36	18.00	6	3.00	2	3060.00	38.66
47 SARD X	170	1492.86	746.43	88.22	17	8.50	5	2.50	2	1445.00	61.66
48 SIMBAD	60	768.63	384.31	41.71	19	9.50	5	2.50	2	670.00	67.42
49 S. MONI	30	90.63	90.63	11.02	10	10.00	4	4.00	1	300.00	30.21
50 TORTUGA	250	2617.85	2617.85	75.93	34	34.00	4	4.00	1	8500.00	30.80
51 UNINAY	120	074.45	337.23	23.18	31	15.50	8	4.00	2	1850.00	18.13

CLAVE
 CB: CAPACIDAD DE BODEGA
 CT: CAPTURAS TOTALES
 CPT: CAPTURA PROMEDIO POR TEMPORADA
 CPUE: CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO
 I: ESFUERZO: DIAS DE VIAJE

DPT: DIAS PROMEDIO POR TEMPORADA
 MESES: MESES TOTALES
 MPT: MESES PROMEDIO POR TEMPORADA
 TT: TEMPORADAS TOTALES
 CA: CAPACIDAD DE ACARREO
 E: EFICIENCIA

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

TABLA 3 PARAMETROS DE LAS REGRESIONES POR EMBARCACION

BARCOS	ESTIMACION LINEAL		ESTIMACION OSCILATORIA			FI	
	a	b	A	T	FI	MES	AÑO
MCRIS	13,303.53	242.47	5,647.19	11.31	2.92	ENERO	1973
MARTE	19,841.30	108.54	6,896.45	11.93	2.18	DICIEMBRE	1972
HAP I	84,564.45	-213.70	19,514.60	17.08	161.52	MARZO	1986
HAP II	116,241.00	-481.34	14,338.00	12.41	125.35	MARZO	1983
PRO M3S	130,801.93	-776.64	12,281.37	9.96	17.74	ABRIL	1974
PRO M4S	37,835.00	93.85	20,502.81	12.00	70.00	AGOSTO	1978
PESC VI	265,514.00	-981.92	12,787.24	8.42	182.24	DICIEMBRE	1987
CHUPE	82,708.00	-294.85	12,848.07	7.94	169.42	NOVIEMBRE	1986
F. MAGON	141,146.00	-465.86	11,855.35	11.69	206.42	DICIEMBRE	1989
P. VILLA	327,087.00	-1,204.10	26,126.61	11.25	210.63	ABRIL	1990
PRO T2S	187,427.00	-658.92	11,703.67	8.03	195.00	ENERO	1989

Pesquería de sardina crinuda en Mazatlán

ANEXO

CAPTURAS MENSUALES Y DIAS DE VIAJE POR TEMPORADAS

ANO/DIA	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
72-73		621600 35	209555 13	124990 9	71068 8	443070 26	525655 26	675280 29	303580 26	195519 20	81244 9		3251672 199
73-74	364006 22	746478 45	1010162 40	997624 43	610653 24	702490 26	580930 38	390730 29	298457 14		65712 4	47546 4	5821854 289
74-75	229532 21	922466 35	1124795 37	1126990 34	891905 27	1164480 34	703450 24	342195 16	325455 20	114545 9	238096 16	8225 1	7193114 276
75-76	223481 19	670460 29	1091660 45	1793472 53	956450 23	1587721 46	1042225 40	689660 33	535030 23	137945 7	209620 8		8937724 326
76-77	107060 0	564470 25	1060300 36	460730 16	303620 10	540980 21	907920 28	385380 13	448850 22	131355 6			4900675 184
77-78		39327 2	134849 7	51034 2	408934 18	703820 32	957389 35	293590 19	75180 6				2663903 121
78-79		76612 4	479964 12	1528903 36	1571873 37	2126855 66	2485650 54	1180152 34					9549719 243
79-80				594950 23	1356678 20	1697238 26	1109950 24	789452 16	102848 4				5633014 113
80-81			514500 6	1322882 23	1089746 27	1159373 31	882550 18	808664 18	307960 8				6065465 131
81-82				1900308 29	2995916 37	3552792 48	3521492 50	1607821 26	152452 3		510000 7	317000 7	14658791 206
82-83			1215520 22	4640650 53	1538253 24	2119892 40	1178415 18					122000 4	10814849 171
83-84		380000 6		63000 1	57000 3	2913380 48	1693482 44	2753071 60	123009 2		24300 1	485606 7	8472738 170
84-85		413780 6	774690 16	1142912 16	2306611 27	3651190 37	3202515 40	69300 1	443150 9	570350 14		45150 1	12519548 167
85-86		197200 6	1501200 33	2494050 46	1478108 33	1278000 25	1180000 23	380800 11	337000 9	192600 4	146000 3	998000 10	10173350 202
86-87	154000 2		307650 7	1907130 31	1411480 20	2129480 39	2389750 47	617600 25	334480 9		437500 3	282250 7	9971500 195
87-88	278810 8	254090 7	202390 5	1000110 23	1142550 26	843210 30	929830 22	570730 18	349940 10	867110 18	133940 4	1202530 24	7775160 195
88-89	704250 19	26270 2		3518510 43	5197050 51	1607830 17	324120 6	1104910 21	677050 20	937480 18	1532170 22	3538920 52	19368590 270
89-90	756950 16		197490 8	1804040 31	4039600 58	3318805 54	3593150 55	5890045 81	2741140 54	989515 18	1550410 46	1007390 45	25888435 475
90-91	2349365 70	2281330 38	2600470 34	4834795 70	2974985 52	4944840 72	2834300 47	1378350 31	805260 30		591760 21	256750 8	25632195 473
SUM CAP	8227224	7163073	12425295	31396870	30405392	36485010	29830884	19908040	8660852	4125829	5621742	8312356	199352377
SUM DIA	185	241	319	589	531	716	539	481	258	114	144	170	4486