



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE
ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES PESQUERIAS EN BAJA
CALIFORNIA, DURANTE LOS AÑOS DE 1995 A 2000

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G A

P R E S E N T A :

R O S A S A N C H E Z R O M E R O



DIRECTOR DE TESIS: BIOL. GABRIEL GONZALEZ CHAVEZ

MEXICO, D.F.



2004

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: "Estudio del efecto de la temperatura sobre algunas de las principales pesquerías en Baja California durante los años de 1995 a 2000"

realizado por Rosa Sánchez Romero

con número de cuenta B430427-2 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario Biol. Gabriel González Chávez

Propietario H. en C. Antonio López Serrano

Propietario M. en C. Mario Alejandro Gómez Ponce

Suplente M. en C. Juana Bautista Hernandez

Suplente Oceanólogo Salvador Alfredo Macotela Acosta

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



**UNIVERSIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA**

DEDICATORIA:

A mis padres Rosa B. R. y Vicente S. por que me dieron la vida, por que cada uno de ellos me enseñó a su manera a vivirla.

A mis hermanas Paty S. Lety S. por creer en mi y por su apoyo en muchos aspectos.

A Yokoyani A. por ser ese sol que con su luz a iluminado mi camino y por enseñarme muchas cosas de la vida.

A Vane P. y Yola E. por su grandísima amista y apoyo cuando lo necesité.

A Ivan R., Antonio P., Pedro R., Javier M., Rosalba B., Marcos S., Flora G., por acompañarme en este paso por la vida y por ser mis maestros. Este trabajo es uno de los frutos que cada uno de ustedes, a su forma y en su tiempo, apoyó para que se cristalizara.

Este trabajo está dedicado a todos los compañeros de vida que en su momento y espacio, compartimos experiencias y locuras, lo que dan sentido a mi existencia. Pero también a todos aquellos que sin conocernos hacen posible con su existencia en este planeta que este tipo de trabajos se puedan realizar.

POR QUE LA VIDA NO ES
UNA HOJA CUADRICULADA,
SI NO UN AVE EN MOVIMIENTO

AGRADECIMIENTOS:

Hago patente mi agradecimiento al Biol. *Gabriel González Chávez* por la asesoría y dirección de este trabajo, por su confianza y su paciencia.

A los sinodales: M. C. Antonio López Serrano, M. C. Mario Alejandro Gómez Ponce, M. C. Juana Bautista Hernández, Oceanólogo Salvador Alfredo Macotela Acosta, gracias por su apoyo y los comentarios que aportaron para la realización de este documento. Sin ustedes este trabajo no sería lo que es.

A la Universidad Nacional Autónoma de México gracias por tener sus puertas abiertas y brindar lo necesario para concluir etapas y sueños; esto es posible entre otras cosas, por ser gratuita.

CONTENIDO

RESUMEN	2
I INTRODUCCIÓN	3
I.1 PESCA	3
I.2 TEMPERATURA	4
I.3 FENÓMENO DE "EL NIÑO" (ENOS)	5
II OBJETIVOS	8
III ANTECEDENTES	9
III.1 ORGANISMOS BENTÓNICOS INFRALITORALES	9
(SARGAZO Y ERIZO)	
III.2 PELÁGICOS MENORES	10
(SARDINA Y ANCHOVETA)	
III.3 PELÁGICOS MAYORES (ATÚN)	13
IV ÁREA DE ESTUDIO	14
IV.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	14
IV.2 MASAS DE AGUA Y CORRIENTES	15
IV.3 SURGENCIAS	17
IV.4 FACTORES BIÓTICOS	19
V METODOLOGÍA	20
VI RESULTADOS	22
VI.1 TEMPERATURA	22
VI.2 PESCA	23
VI.3 RELACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR CON LA PESCA	32
VI.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
VII DISCUSIÓN	37
VIII CONCLUSIÓN	45
IX LITERATURA CITADA	46
X APÉNDICE	52
ANEXO I DIAGNOSIS DE LAS PESQUERÍAS ESTUDIADAS:	52
a) SARGAZO	52
b) ERIZO	56
c) PELÁGICOS MENORES (SARDINA Y ANCHOVETA)	59
d) PELÁGICOS MAYORES (ATÚN)	66

RESUMEN:

La pesca en el país es una importante actividad económica, el 69% del volumen de producción pesquera proviene de las costas del Océano Pacífico; y el estado de Baja California ocupa el tercer lugar en volumen de pesca dentro del país. En este estudio se analizan cinco de las principales pesquerías de este estado: el sargazo, el erizo, la sardina, la anchoveta y el atún, las cuales se encuentran entre los primeros diez lugares durante los años de 1995 al 2000, que es el periodo del cual se tomaron los datos para realizar este trabajo. La Temperatura Superficial del Mar (TSM) es uno de los factores físicos que se relacionan con otras variables del ambiente abiótico que influyen directamente en los organismos acuáticos, determinando su variación y abundancia de los organismos y por lo tanto de especies de interés comercial. Apartir de los datos de pesca mensual de cada una de las pesquerías estudiadas y de la TSM, se analizó cada una de ellas y su relación con la temperatura, en donde se encontró que cada una de las pesquerías responde de manera diferente a los cambios en la TSM mensuales de esta y más notoriamente a los cambios anuales.

Durante la temporada analizada se presentó el llamado ENOS el cual se manifestó con el aumento de la TSM a finales de 1997 y principios de 1998, seguido de un enfriamiento en 1999, este fenómeno tubo gran impacto en la pesca de Baja California, aunque que cada una de las pesquerías respondió de manera diferente, en general se presentó un aumento en la pesca de esta zona durante 1997 y una disminución durante 1998, con una recuperación durante 1999.

Dentro de las cinco pesquerías estudiadas se encuentran especies de distintos ambientes, pelágicos mayores (atún), pelágicos menores (sardina y anchoveta) y organismos bentónicos (erizo y sargazo). La respuesta de las pesquerías a los cambios de la TSM es evidente, algunas pesquería prefieren temperatura bajas como la anchoveta y el atún, en cambio en el caso de la sardina, el erizo y el sargazo prefieren las mas altas. La sardina y la anchoveta aun que comparten el mismo hábitat tienen una alternancia de la abundancia de pesca mensual y anual, en comparación con el erizo y el sargazo que coinciden en su abundancia. Pero todas las pesquerías muestran un rango de TSM en el cual se presenta el mayor número de capturas.

I INTRODUCCIÓN:

I.1 PESCA

La pesca es una actividad económica de gran importancia, y se basa sobre recursos renovables y dinámicos. La creencia que consideraba a los mares como fuente inagotable de recursos, se ha modificado por una visión de uso racional donde el eje central es la Sustentabilidad, es decir las condiciones necesarias para su uso perdurable (INP, 2000).

Desde el punto de vista ecológico, la pesca es una actividad económica que tiene una vinculación muy directa con el medio ambiente, por lo que el cuidado en las formas de explotación y manipulación de los recursos pesqueros es fundamental para un aprovechamiento adecuado de los recursos naturales (SEMARNAT, 2000c).

La pesca constituye una parte importante del quehacer económico, aporta alimentos a la población (ya sea por el auto consumo derivado de la pesca artesanal, e indirectamente a través del comercio), insumos en la industria (de productos enlatados, harinas de pescado, etc.), divisas provenientes de la explotación de productos pesqueros y creación de empleos directos (la pesca emplea directamente a más de 259 mil personas) e indirectos en diversas cadenas productivas (SEMARNAPT, 2000c).

Debido a la presión social derivada de la pobreza y la falta de controles eficientes para su manejo, la mayoría de las pesquerías están en su máxima capacidad o sobre explotadas; por lo que la mejor manera de alcanzar un desarrollo ordenado y sustentable en la explotación de recursos pesqueros, es precisamente una investigación científica que oriente y de sustento a decisiones de carácter económico, social y político (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

México figura entre los primeros 20 países del mundo en cuanto a la captura de recursos pesqueros, aportando entre 1 y 1.5% de las capturas mundiales. Contribuyendo con un volumen del 69% el litoral del pacífico, 28% el Golfo de México y el Caribe, y los cuerpos de agua continental aportan el 3% (INP, 2000).

En el estado de Baja California la pesca es una de las principales fuentes de ocupación ya que un importante porcentaje de la población económicamente activa depende de alguna forma de esta actividad (CEMBC, 1984), en comparación con los estados pesqueros Baja California se encuentra en el 3° lugar de producción pesquera (SEMARNAP, 1995; 1996; 1997; 1998a; 1999; SEMARNAT, 2000a); esto se debe a que en la costa occidental de Baja California se localiza una de las áreas de surgencias costeras más importantes en el planeta, las cuales se caracterizan por ser regiones de alta productividad y por ende de gran importancia en la pesca de algunas especies de valor comercial (Parés, *et al.* 1997).

La pesca de la anchoveta, atún, erizo, sardina y sargazo ocupan los primeros diez lugares en el estado de Baja California (Tabla I). En el país la sardina y el atún ocupan los dos primeros lugares en volumen de captura. A nivel nacional en producción pesquera Baja California tiene el primer lugar en extracción de sargazo, erizo y anchoveta y el segundo lugar en la pesquería de sardina y atún, siendo superado en estas dos últimas por Baja California Sur y Sinaloa respectivamente durante el periodo de estudio (Rodríguez, 1988; SEMARNAP, 1995, 19996, 1997, 1998a, 1999; SEMARNAPT, 2000a).

TABLA I. Lugar que ocuparon en producción pesquera, las principales pesquerías en Baja California, durante el periodo de 1995 a 2000.

	Atún	Anchoveta	Erizo	Sardina	Sargazo
1995	2°	4°	5°	1°	3°
1996	2°	4°	7°	1°	3°
1997	2°	7°	8°	1°	3°
1998	2°	10°	8°	1°	4°
1999	2°	5°	8°	1°	3°
2000	3°	8°	7°	1°	2°

I.2 TEMPERATURA

La velocidad de las transformaciones químicas que forman parte de los procesos biológicos depende en alto grado de la temperatura, por lo que estos procesos sólo pueden ocurrir dentro de un margen de temperatura limitado. Algunos animales disponen de mecanismos para mantener la temperatura relativamente constante, dentro de un estrecho margen sin tener en cuenta la temperatura externa, estos animales reciben el nombre de homeotermos. Otros en cambio no disponen de mecanismos reguladores de la temperatura corporal y esta varía con las condiciones ambientales; así la temperatura corporal será baja en ambientes fríos y alta en ambientes cálidos, a estos animales se les llama poequilotermos (Frumento, 1970; Hill, 1980).

La temperatura corporal suele tener efectos profundos en el funcionamiento fisiológico, un ectotermo tiene una temperatura óptima y tiene límites letales superior e inferior; pero a ambos lados del óptimo, la temperatura ambiental resulta cada vez menos favorable a la existencia prolongada del organismo. Típicamente la reproducción en los ectotermos ocurre en un rango más restringido de temperatura que el crecimiento que a su vez se produce en una gama más restringida de la temperatura que la mera supervivencia (Begon *et al*, 1988)

La temperatura ejerce un fuerte control en general en el metabolismo de los organismos acuáticos, debido a que en la mayoría de ellos, la temperatura que se encuentra en el medio circundante, es similar a la interna, por lo que toda la actividad del organismo se encuentra afectada por dicho factor (Pinet, 1998). Cada

organismo presenta una ambientación o adaptación al ambiente que lo rodea, que influye en su fisiología (Hill, 1980).

Los efectos de la temperatura en los organismos pueden ser de 3 tipos: estímulo nervioso, modificador de procesos catabólicos y modificador de la actividad corporal. La temperatura del medio influye en actividades como: el lugar y temporada de desove, en la maduración de gónadas, en el tiempo de la maduración sexual, desarrollo de los huevecillos, sobrevivencia y duración del periodo larval y en la supervivencia y crecimiento; así como en el comportamiento de los organismos, como ocurre en las migraciones (Chávez, 1977; Pinet, 1998; Rodríguez, 1988).

La temperatura ha sido considerada no sólo como una variable importante en si misma, si no también como un buen indicador de los cambios abióticos y bióticos y por lo tanto de la pesquería (Allen y Punsly, 1984; Lauth y Olson, 1996; Lluch-Belda *et al*, 1996). Se considera como una de las variables que representan una influencia notable sobre la producción pesquera, determinando la variación de la abundancia de especies de interés comercial regional.

1.3 FENÓMENO DE "EL NIÑO" (ENOS)

Uno de los eventos oceánicos más importantes en esta región es, lo que han llamado El Niño Oscilación Austral (ENOA), otros autores lo llaman, El Niño Oscilación del Sur ENOS. Este es un conjunto de procesos acoplados océano-atmósfera, el cual se asocia con un calentamiento importante de las capas de las regiones central y oriental del Océano Pacífico Ecuatorial y por la inversión en el gradiente de presión atmosférica superficial entre Australia y el Pacífico Sur central, el apilamiento de aguas cálidas en la parte occidental (Oscilación del Sur). El otro componente de la Oscilación Austral es asociado con aguas más frías que lo normal en el Océano Pacífico ecuatorial oriental, y a esta se le conoce como episodio la Niña. A estas dos condiciones extremas se les suelen llamar la fase cálida y la fase fría de ENOA, para indicar que conforman un único fenómeno. El fenómeno de "El Niño" que se presentó en el periodo de 1997-98, y que corresponden a los años del estudio analizados en este trabajo algunos lo consideran como el más fuerte de la historia y ciertamente comparable al de 1982-83. (OMM, 1999; Reyes-Cota y Troncoso, 2001).

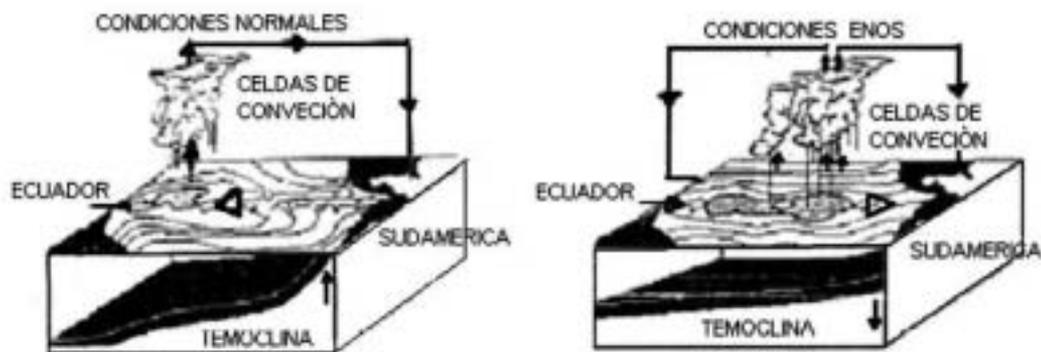


Figura 1. Esquema de las condiciones sobre el océano Pacífico, normalmente y cuando se presenta el fenómeno de ENOS. (Reyes-Coca y Troncoso, 2001).

Durante los años de El Niño, los vientos alisios en el Pacífico se debilitan y las aguas calientes del Pacífico Tropical se esparcen a lo largo del Ecuador por efecto de una onda oceánica ecuatorial de tipo Kelvin. Estas ondas ecuatoriales al reflejarse en una costa oriental producen ondas costeras que viajan hacia los polos (Trasviña, 1999).

Lluch-Cota *et al* (1999b) mencionan que después de 3 meses aproximadamente estas ondas llegan a México. El paso de las ondas provocan un aumento de la temperatura de hasta 4° o 5° C; el aumento de varios centímetros en el nivel del mar e incremento en decenas de metros en la profundidad de la termoclina cerca de la costa, alteran la productividad marina y la actividad pesquera. Otra de las causas de la baja productividad en la zona del Pacífico Nororiental en el país durante el evento mencionado es a causa del engrosamiento que se da en la capa de mezcla, lo que provoca reducciones en las surgencias, generando que en la zona haya poco aporte de nutrientes y por lo tanto baja productividad, ya que el fitoplancton es el responsable de más del 95% de la fotosíntesis marina y constituye el primer eslabón de la trama alimenticia.

El uso de sensores remotos (satélites), ha permitido estudiar los pigmentos fotosintéticos los cuales, al comparar el ciclo estacional de la distribución de pigmentos totales desde invierno de 1997-1998 hasta otoño de 1998, durante la máxima influencia del evento de "El Niño" 1997-98, se encontró una fuerte disminución de estos a lo largo del Pacífico mexicano (Lluch-Cota *et al*, 1999b).

EL FENÓMENO DE "EL NIÑO" Y LA PESCA

Durante el episodio de "El Niño" las condiciones ambientales anómalas presentadas en las aguas costeras tienen varios efectos inmediatos en los organismos, alteran los patrones de distribución, disponibilidad y la abundancia de los recursos y por lo tanto en las pesquerías (Lluch-Belda, *et al*, 1992). La distribución de las especies migratorias cambia, aumenta la mortalidad, disminuye la disponibilidad de alimentos para algunas especies y pueden aumentar los depredadores; estos factores contribuyen generalmente a bajar los niveles en la

pesca. El fenómeno de "El Niño" de 1997-98 proporciona ejemplos de los impactos de las condiciones ambientales anómalas en las poblaciones de especies pelágicas así como en las especies con poca movilidad, las cuales se vieron gravemente afectadas (Lluch-Cota, *et al*, 1999a).

Además de los efectos directos del fenómeno antes mencionado hay otros efectos a mediano plazo, entre los que figuran la alimentación, supervivencia y el éxito reproductivo. Uno de los efectos más claros debido al calentamiento del agua es la advección de las larvas planctónicas de muchas especies marinas al norte de su zona geográfica de desarrollo normal, en las que la temperatura es provisionalmente diferente, y una vez que retorna la normalidad, no son adecuadas para las postlarvas. Otro efecto observado, es la alteración de ciclos reproductivos de muchas especies, que acarrea el desove fuera de estación, puesto que el éxito reproductivo depende estrechamente de la sincronía entre el crecimiento y las condiciones ambientales, el desove fuera de estación se traduce en un bajo nivel de repoblación (Lluch-Cota *et al*, 1999a, 1999b).

En 1997 se reportó el máximo de la producción pesquera, sin embargo en 1998 como sucedió en 1983 y 1993 se registró un descenso que tuvo su origen en los cambios oceanográficos asociados con el fenómeno meteorológico de "El Niño". La caída registrada para 1998 fue dramática. Para 1999 la producción pesquera ascendió nuevamente (Rodríguez, 1988; SEMARNAP; 1998c; SEMARNAP, 2000c)

Este estudio comprendió un periodo de 6 años de 1995 a 2000, y considera la producción de cinco pesquerías: anchoveta, atún, erizo, sardina y sargazo. Estas fueron seleccionadas por la importancia que tienen en la pesca de Baja California y a nivel nacional. La variable temperatura se eligió porque esta ha sido considerada no sólo como un variable importante en el estudio del medio, si no también como un buen indicador de los cambios abióticos y bióticos y por lo tanto de la pesquería (Allen y Punsty, 1984; Lauth y Olson, 1996; Lluch-Belda *et al*, 1996). Por lo que se considera como uno de los factores físicos que representan una influencia notable sobre especies de interés comercial regionalmente.

II OBJETIVOS:

El objetivo general es:

Establecer la relación de la temperatura superficial del mar con la producción pesquera de los cinco grupos principales de explotación en la costa noroccidental de Baja California durante el periodo de 1995 al 2000.

Los objetivos particulares son:

- 1.- Caracterización mensual y anual de la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.
- 2.- Caracterizar la variabilidad en los volúmenes de captura de las principales especies de importancia pesquera de Baja California durante el periodo de 1995-2000.
- 3.- Determinar la relación de la temperatura superficial del mar, mensual y anual, con la producción pesquera del sargazo, el erizo, la sardina, la anchoveta, y el atún.

HIPÓTESIS:

La variación de la temperatura superficial del mar, presenta una relación con los cambios de abundancia de las principales especies de interés pesquero en Baja California.

III ANTECEDENTES:

En el desarrollo de la industria pesquera, el Instituto Nacional de Pesca ha estado presente durante 35 años; y con la creación de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca publicaron un documento que es el resultado de 64 proyectos, en el que se señala el estado actual de las principales pesquerías mexicanas, así como las estrategias de manejo en materia de evaluación y manejo de los principales recursos pesqueros del país, (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT 2000b).

En lo referente a la temperatura, en varios estudios se ha demostrado que la temperatura superficial del mar es una variable que se relaciona con otros factores del ambiente abiótico como: la salinidad, las surgencias, temperatura en la columna de agua, entre otros, que influyen directamente en los organismos acuáticos, por lo tanto en la pesca (Allen y Punsly, 1984; Lauth y Olson, 1996; Lluch-Belda *et al* 1996).

Payne, *et al* (1987) como otros autores consideran que para un adecuado manejo de los recursos pesqueros, es necesario el estudio de las condiciones ambientales, debido a que la influencia de estas, es determinante en la abundancia de los organismos. Las condiciones ambientales en los primeros estadios del desarrollo es el principal factor que determina su abundancia, en el caso de los últimos estadios son dos los factores, las condiciones ambientales y la pesca.

III.1 ORGANISMOS BENTÓNICOS INFRALITORALES (SARGAZO Y ERIZO)

Los factores físicos tienen importancia en la formación y continuidad de las comunidades vegetales marinas, de estos, la temperatura presenta una influencia sobresaliente, puesto que en algunos casos determina la distribución de estos (Dawes, 1986).

En la costa noroccidental de Baja California en el área de Punta Baja, se presentan procesos oceanográficos que convergen y favorecen la presencia de frentes y masas de agua altamente productivos, como las surgencias costeras (Bakun y Nelson, 1977), situación que favorece el desarrollo permanente de los mantos de algas café. El erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y el erizo morado (*Strongylocentrotus purpuratus*), forman parte de la comunidad bentónica asociada a los mantos de algas café, en especial del género *Macrocystis*, el cual es el alimento más importante de estos, estas algas favorecen una alta tasa de crecimiento de los erizos (Cota-Villavicencio *et al*, 1996).

Las poblaciones de erizo pescable están limitadas por la calidad de alimento disponible siendo *Macrocystis pyrifera* el alga preferida en su dieta alimenticia

(Palleiro et al 1996), cuando el erizo se alimenta de esta, se obtiene la mejor calidad de sus gónadas (las gónadas son únicamente la parte que se comercializa del erizo, las cuales tienen alto valor en el mercado) a diferencia de cuando consume otro tipo de algas (Palleiro et al 1987; Ramírez-Félix, 2000).

En un estudio donde se analizó la extracción del erizo rojo como especie clave y la conectividad con otras especies, en una de las principales zonas de pesca en Baja California, se identificó a *M. pyrifera* como la variable que deriva el funcionamiento del sistema de extracción; en el caso extremo de alterar y remover a esta alga, significaría suprimir a la especie clave; esto causaría daño en las poblaciones de erizos (Ramírez-Félix, 2000).

La temperatura tiene gran influencia en el desarrollo de los erizos ya que el tiempo en que permanece la larva del erizo rojo en el plancton depende de la temperatura del agua. La época de reproducción y la talla depende de las condiciones ambientales así como del alimento disponible (Palleiro et al 1987).

Existen registros en Cayo Tortugas, Florida, en donde la muerte de erizos y otras especies, es debido a la presencia de temperaturas entre 33° y 38° C, excesivas para la zona y sus recursos (Rodríguez, 1988).

Durante el fenómeno de "El Niño" de 1983, las algas fueron dañadas por las fuertes tormentas, la disminución de nutrientes y las altas temperaturas que las debilitaron. Las plantas que no fueron dañadas modificaron su crecimiento, principalmente las plantas jóvenes, las que entre abril y septiembre de 1983 alcanzaron una talla de 137 cm. de longitud, mientras que en años normales se obtienen plantas con una longitud entre 200 y 300 cm. (Rodríguez, 1988).

III.2 PELÁGICOS MENORES (SARDINA Y ANCHOVETA)

Existen en el mundo numerosos ejemplos de abundancia o escasez de poblaciones de peces, la mayoría de ellos son especies pelágicas, como la sardina, la anchoveta y el atún, quienes están directamente relacionados con el clima (Rodríguez, 1988). En la mayoría de los casos la disminución de la abundancia de algunas de las especies de peces pelágicos menores se debe a variaciones naturales del ambiente mas que a una probable explotación inadecuada, lo cual a sido señalado también para otras especies pesqueras en el mundo (Lluch-Belda, 1996).

Lluch-Belda *et al.* (1996) describen un patrón estacional, en base a un índice térmico calculado para una porción del Pacífico mexicano (105°-135° W y 20°-40° N) para el periodo de 1940-1991, en el cual destacan la importancia de las variaciones estacionales de temperatura, debido a que están muy relacionados con otros patrones como: la productividad, la salinidad, surgencias, vientos, entre otros. Esta zona incluye el área de acción de la pesquería de pelágicos menores.

En el mismo trabajo describen una variabilidad interanual (para el mismo periodo y la misma zona), que toman como base para la descripción de años "normales" en cuanto a que no se presentaron eventos mayores de calentamiento y enfriamiento; y años "anómalos" cuando estos eventos mayores se presentan. A partir de esta variabilidad interanual, muestran la relación que tienen los parámetros ambientales con las poblaciones de pelágicos menores, en especial en la sardina y la anchoveta.

Para la sardina monterrey Lluch-Belda *et al.* (1991, 1996) mencionan que es una especie que presenta movimientos de expansión y repliegue a partir de centros de ocupación permanente, la magnitud de estos movimientos y la persistencia de la sardina fuera de estos centros de distribución es variable dependiendo de las condiciones ambientales.

Lluch-Belda *et al.* (1996) presentan la distribución de desoves de sardina monterrey, en la zona de la corriente de California, a partir de los datos de los cruceros realizados por el programa CaLCOFI, en donde se muestra la distribución de los desoves para 3 años con condiciones climáticas diferentes. La primera corresponde a un año normal (1951), en donde los movimientos de la sardina son congruentes con el esquema antes mencionado. En un año comparativamente frío (1953), en términos de temperatura, los desoves de la sardina se limitan al centro de dispersión. En contraste con un año cálido (1959), se presenta el desplazamiento y el desove hacia el norte, por lo que establece un núcleo secundario de desove en el sur de California.

En este trabajo, se menciona que la anchoveta de la Costa Occidental de Baja California en escala interanual, también muestra variaciones en su distribución y abundancia, relacionados tanto con el ambiente como con los cambios en la población de la sardina monterrey. A través de la distribución de huevos de anchoveta en la zona de la Corriente de California, se encontró que en años de clima, "normales", los centros de desove de anchoveta en la costa occidental muestran en general dos centros de desove extensos, uno mayor alrededor de Punta Eugenia y otro menor con características de permanente en el sur de California y presencia de huevos entre ambos a lo largo de la costa. En años calientes como en frías el desove sugiere una mayor amplitud, sin embargo, en años fríos el núcleo frente a San Diego se mantiene evidente sin extenderse hacia el norte.

Las modificaciones del clima a escala global son un factor dominante en los grandes cambios de distribución y abundancia en la pesquería de pelágicos. Existe una sincronía entre la variabilidad climática y las variaciones de la abundancia de las especies, es decir, los "ciclos de régimen" se pueden identificar especies que presentan abundancias elevadas cuando el clima global es cálido, concretamente las sardinias de Japón, California y Sudamérica, junto con la anchoveta de Sudáfrica. En cambio, las anchovetas de las primeras tres regiones y la sardina de Sudáfrica, se alternan con las primeras e incrementan su

abundancia cuando el clima global es comparativamente frío (Lluch-Belda *et al.* 1996).

Estos autores observaron los cambios de distribución y abundancia de la sardina y la anchoveta en la Corriente de California, a partir de la frecuencia relativa de desoves para las dos especies, en función de intervalos de índices de surgencias. En su reporte es evidente que mientras las sardinias desovan a valores intermedios de surgencia, la anchoveta lo hace a valores altos y bajos, de estas señalan que existe una dominancia de la sardina sobre la anchoveta, esto puede deberse a la depredación de huevos de parte de la sardina.

Las diferentes especies que forman la pesquería de pelágicos menores responden de manera diferente a los cambios en el medio ambiente. En la Costa Occidental de Baja California en la mitad de la década de los ochentas se presentó un evento cálido que se denomina como "Calentamiento de latitudes medias de manera simultánea a éste, se presenta un crecimiento en la población de sardina. Ello es congruente ya que las condiciones cálidas, representan un ambiente favorable para la expansión y crecimiento de estas poblaciones. Al mismo tiempo se presentó la escasez de anchoveta (Lluch-Belda *et al.*, 1996; García *et al.*, 2001). Esta caída fue casi del 100% de las capturas de anchoveta, de 81810 Ton. en 1989 a sólo 100 Ton. en 1990, manteniendo niveles bajos hasta la fecha (Lluch-Belda *et al.*, 1996; García y Sánchez, 1996; 1997; 1998; 2002; García, 1999; García-Franco *et al.* 2001).

En la temporada de 1995 al 2000 se registraron eventos interanuales que afectaron de forma distinta estas poblaciones, como el enfriamiento registrado durante 1995, que favoreció el incremento explosivo de la captura de la anchoveta y mantuvo estable las de sardina, en tanto que el calentamiento registrado en 1997 que se documentó el evento "El Niño" más intenso registrado durante el siglo, el cual afectó la disponibilidad de la anchoveta y contribuyó a la abundancia y disponibilidad de sardina monterrey en la costa occidental de Baja California lo que se explica en parte, en función al corrimiento de la población hacia el norte de su distribución, como respuesta al incremento latitudinal de la temperatura provocados por el evento, coincidiendo con una drástica caída en las capturas en Bahía Magdalena, B.C.S. al igual que en el Golfo de California (García y Sánchez, 1996; 1998; García-Franco, *et al.*, 2001). Durante la temporada de 1999 en la cual se documentó como el efecto "La Niña" (temperaturas bajas) contribuyó a incrementar la disponibilidad de macarela y afectó a la sardina monterrey y a la anchoveta en este estado (García *et al.*, 1999).

La reproducción es probablemente el evento que mejor responde a los cambios de temperatura del sistema, Lluch-Belda *et al.* (1996) comparan los parámetros mensuales y estacionales de la temperatura (durante el periodo de 1981-1983) e índices de surgencias, con datos de madurez sexual en sardina monterrey. De estas comparaciones se puede observar una relación entre la temperatura y las etapas de reproducción y de liberación de gametos.

Estas investigaciones reflejan que a partir de la variabilidad estacional interanual y en escala de décadas; de la descripción del desarrollo histórico de la pesca de sardina y anchoveta (a nivel regional y mundial); y de la evidencia de los trabajos con sedimentos anóxicos, entre otros aspectos, se desprende que la variabilidad climática interanual y del régimen produce impactos en la pesca de orden económico y social, involucrando tanto eventos oceanográficos mayores (como "El Niño", "La Niña") y los calentamiento de latitudes medias), como tendencias a nivel planetario, que conllevan variaciones importantes en el sistema.

III.3 PELÁGICOS MAYORES (ATÚN)

La TSM no es necesariamente la variable más importante que influye en el comportamiento de los atunes, pero se relaciona estrechamente con otras, como el perfil térmico oceánico y como tal sirve como una variable correlacionada con la pesca (Allen y Punsly, 1984).

Los atunes aleta amarilla al igual que los patudos y barrilete, desovan en aguas extensas de los océanos del mundo y esencialmente en aguas tropicales. Los atunes aleta azul del norte y sur, especies altamente migratorias, demuestran una actividad de desove limitada a áreas discretas. Un factor común entre todas estas especies es que el desove tiene lugar a TSM de 24° C o más (Schaefer, 1998).

Schaefer (1998) en un estudio sobre la reproducción del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental, realizó una comparación de la TSM mensual media y la proporción de hembras maduras reproductivamente activas. La tendencia estacional en la parte norte es bastante variable, y corresponden estrechamente con los niveles de actividad reproductora. El desove del atún aleta amarilla en esta área, está limitado generalmente a los meses en los que la TSM es superior a los 25° C, sin embargo también ocurren desoves limitados a 20° y 23° C. En el estudio mencionado se demuestra que existe una correlación significativa entre la TSM y la proporción reproductivamente activa. En el Océano Pacífico Oriental en general el 85.3% del desove ocurre entre 26° y 30° C. La pesquería de el atún aleta amarilla en la zona se concentra en las regiones con la TSM más altas, y por lo tanto las áreas en donde ocurre el desove esta correlacionadas con el éxito de la pesca. Sin embargo se capturaron cantidades considerables de hembras maduras en los extremos norte y sur de la pesquería, donde la TSM estaba por debajo de los 25° C y no había casi ninguna actividad reproductora.

En una investigación realizada sobre escómbridos larvales relacionado con el ambiente físico en el noreste del recodo de Panamá; realizada por Lauth y Olson (1996), encontraron que la temperatura y el suministro de alimento pueden afectar el crecimiento de estos peces en sus estados larvarios, cambiando el periodo durante el cual son vulnerables a la depredación.

IV ÁREA DE ESTUDIO

IV.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El estado de Baja California se encuentra en la parte noroeste del país entre los $32^{\circ} 43''$ y $28^{\circ} 00''$ Latitud Norte y $112^{\circ} 48''$ y $117^{\circ} 08''$ de longitud oeste (INEGI, 1984). El área de estudio esta ubicada el la costa del Pacífico de este estado, dentro de las siguientes coordenadas, longitud 114.00° y 119.00° y latitud 28.00° y 32.50° .

El clima predominante en la entidad es seco y extremo; en general tiene oscilaciones diurnas y estacionales muy marcadas (INEGI, 1984); presentándose la época con mayor precipitaciones en invierno (De la Lanza, 1991)

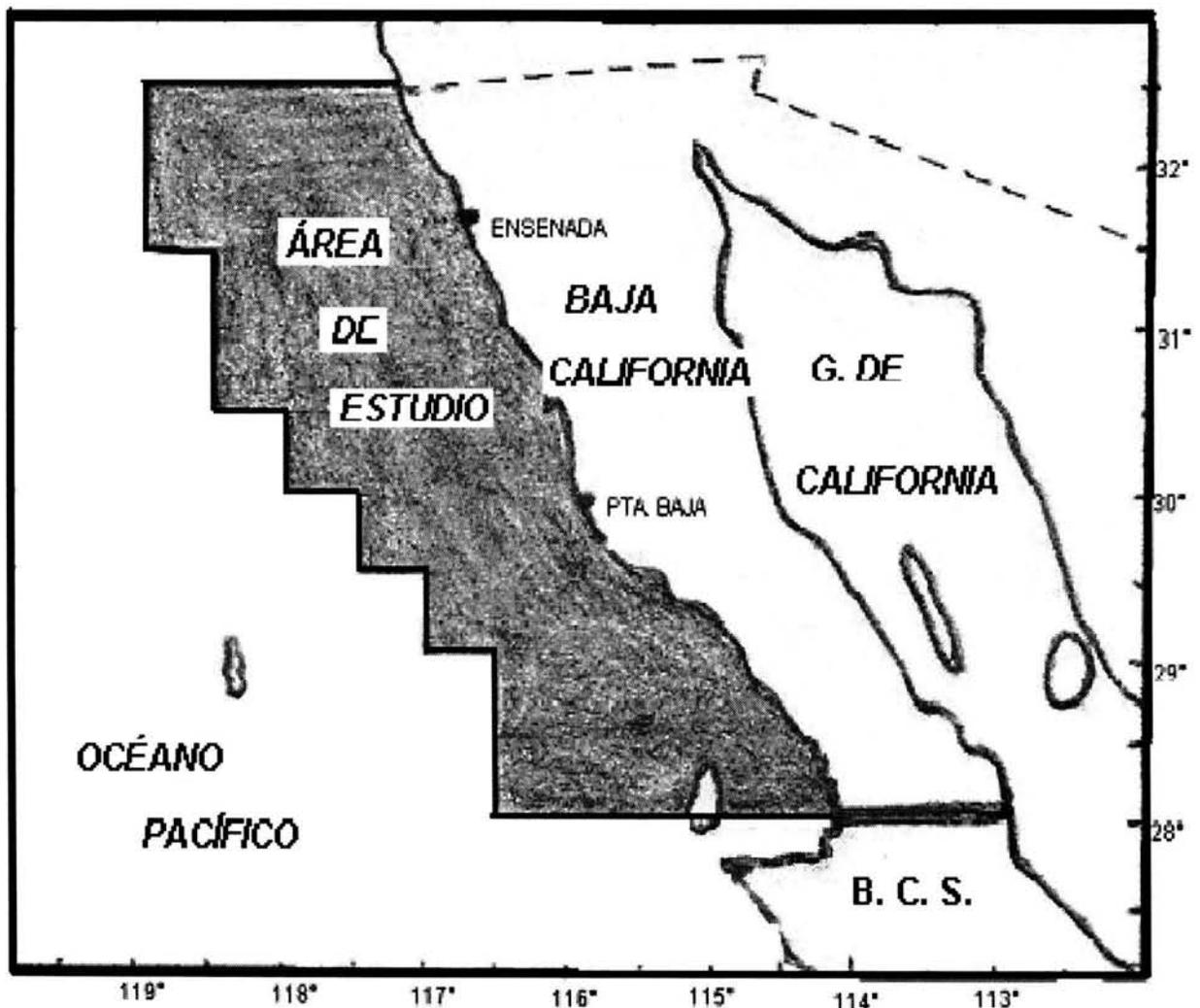


Figura 2. Área de estudio, Costa Occidental de Baja California (Océano Pacífico Oriental). El área sombreada señala la zona que se tomó encuentra en los datos de la temperatura superficial del mar, y la pesca, para el presente estudio.

IV.2 MASAS DE AGUA Y CORRIENTES

En la latitud N 43° del Océano Pacífico se encuentra una masa de agua caracterizada por presentar temperatura y salinidad baja, esta constituye el giro anticiclónico subtropical del norte. Esta agua fluye hacia el este, con su consecuente enfriamiento, en donde se divide en dos ramas, una que se dirige al norte (Golfo de Alaska). La otra rama mayor, se dirige al sur donde aparece como una corriente fría. Esta es la Corriente de California la cual es débil y lenta, que alcanza la parte externa de Baja California, donde se encuentra con la corriente de agua del Pacífico Ecuatorial y es desviada hacia el Oeste (Hickey, 1979).

La Corriente de California es la representante en el Océano Pacífico Nororiental. Se encuentra dentro del grupo de corrientes llamado "Sistemas de corrientes de frontera oriental", éstos están determinados por dos ingredientes principales: la presencia de una frontera meridional y el hecho de ser principalmente controlados por el viento. El sistema está constituido en su base por una corriente superficial suave que fluye hacia el Ecuador siguiendo aproximadamente la forma de la costa de Norteamérica (la corriente de California propiamente dicha), y una contracorriente subsuperficial concentrada hacia la costa (fig. 3) y que en cierta época del año llega hasta la superficie (Parés *et al*, 1997).

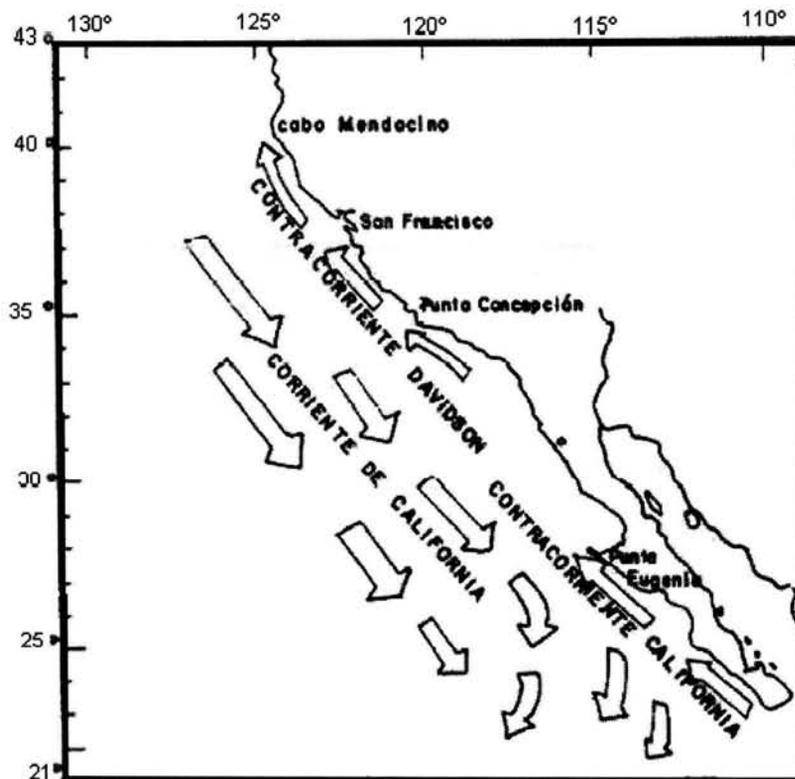


Figura 3. Sistema de la corriente de California (modificado de, De la Lanza, 1991).

La intensidad de la Corriente de California presenta variaciones estacionales (fig. 4): En invierno ésta es débil, puesto que el viento norte se debilita e invierte hacia el sur, y origina que la contracorriente de California sea más intensa. En primavera los vientos del norte se fortalecen al igual que la Corriente de California y se presenta su máximo en abril, mientras que la contracorriente es débil. En verano (principalmente en julio) se presenta una corriente muy intensa, también por el efecto de los vientos: En otoño esta es débil en tanto que la Contracorriente es intensa, la cual alcanza en este periodo su máxima velocidad. Durante verano otoño, se presentan giros ciclónicos a los 200 m. de profundidad (Hickey, 1979).

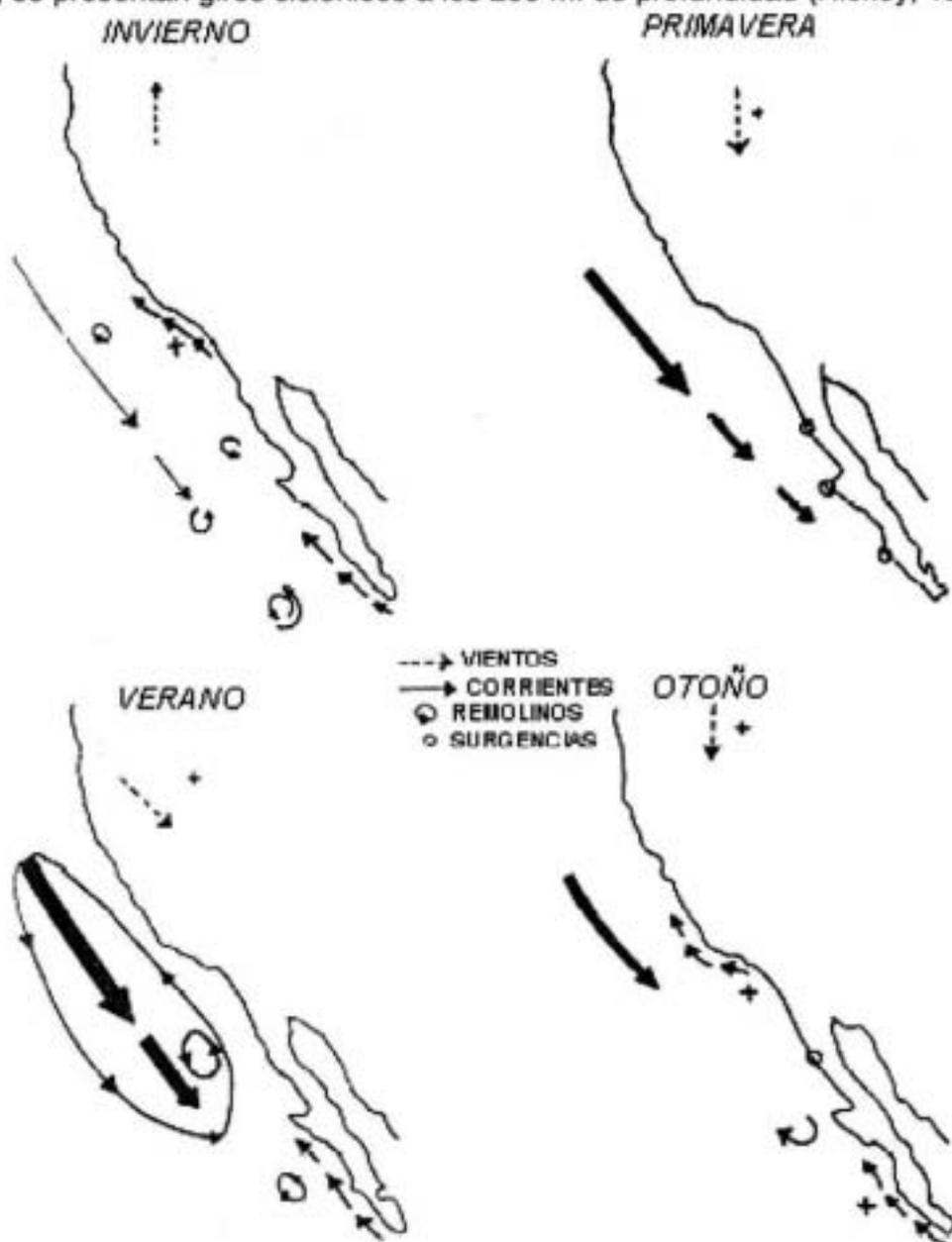


Figura 4. Variación estacional de la Corriente de California, de la Contracorriente y de las surgencias (Modificado de, De la Lanza, 1991)

Esta zona al Norte está limitada por la Corriente Subártica y al Sur por la corriente Nor-Ecuatorial, por lo que, Baja California se encuentra en una zona de transición, entre las masas de agua Subártica (fría) y de agua ecuatorial (cálida) (Parés *et al*, 1997).

En este sitio de transición, existe un incremento de la temperatura en verano y otoño, y una disminución en primavera e invierno. La temperatura durante la época de surgencias presenta valores más bajos que los alcanzados durante otoño e invierno (Parés *et al* 1997).

Frente a Ensenada se ha encontrado que la temperatura promedio mensual cerca de la superficie y de la costa desciende de marzo a junio para posteriormente incrementarse en el verano y principios del otoño y después volver a descender en invierno. A 30 metros de profundidad la temperatura aumenta conforme nos alejamos de la costa; mientras que a 200 m. de profundidad la temperatura es más uniforme pero se invierte el gradiente (Rodríguez, 1988)

IV.3 SURGENCIAS

Las regiones de surgencias costeras se encuentran generalmente a lo largo de la frontera este de los océanos. Son 4 las zonas de surgencia más importantes en el mundo. En América del Norte el sistema de la corriente de California engloba los sistemas de surgencias de la costa de Oregon, de California y Baja California. En América del Sur el sistema de la corriente de Perú incluye las surgencias de Ecuador, Perú y Chile (fig. 5). Al Norte y Sur de África Occidental se encuentra la corriente de Bengala y la corriente de Canarias respectivamente. En Baja California ocurren afloramientos principalmente en Ensenada y en Punta San Hipólito, en primavera durante marzo y junio (Bakun y Nelson, 1977; Monreal, *et al*, 1999; Rodríguez, 1988)

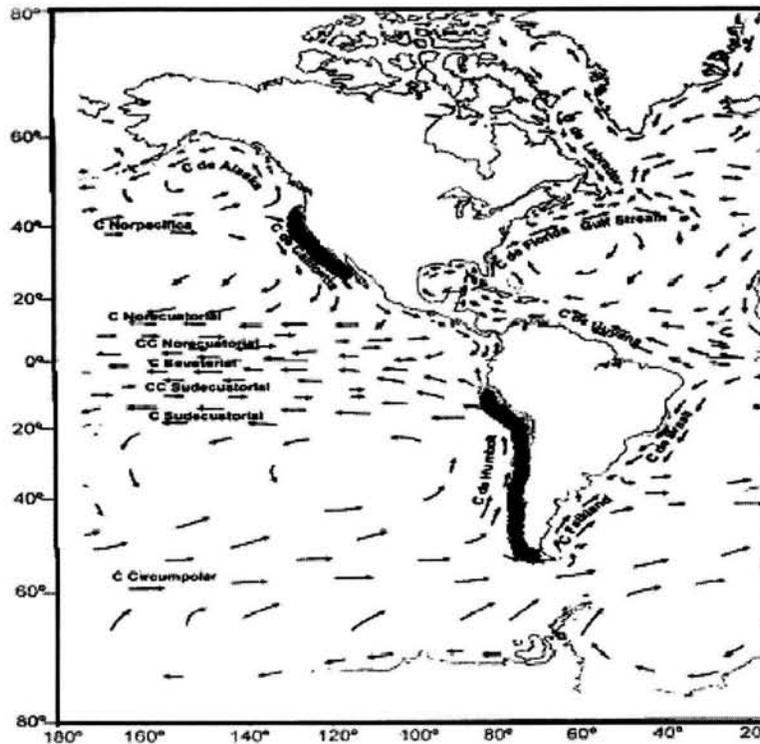


Figura 5. Principales áreas de surgencia costeras de América. (Modificado de, Monreal *et al.* 1999)

En estas regiones en cierta época del año, se dan movimientos ascendentes de agua subsuperficial hacia la superficie del océano. La acción del viento sobre la superficie del océano aunada a la presencia de la costa, son los factores fundamentales para la ocurrencia de las surgencias costeras. El proceso de generación de estos afloramientos consiste básicamente en un flujo superficial hacia el mar, inducido por el esfuerzo del viento hacia el ecuador. Este flujo o transporte de Eckman genera ausencia de masa cerca de la costa, la cual es remplazada con agua subsuperficial, que a su vez se compensa con el flujo que se dirige hacia la costa, debajo de la capa superficial (De la Lanza, 1991; Monreal, *et al.*, 1999; Parés *et al.* 1997)



Figura 6. Diagrama conceptual de los procesos físicos que ocurren en las surgencias. (Modificado de, Bakun y Nelson, 1977)

El movimiento ascendente de aguas subsuperficiales lleva consigo las propiedades de esta, como, bajo contenido de oxígeno, alto contenido de nutrientes (fosfatos, nitratos, etc.) y bajas temperaturas. Al alcanzar los nutrientes la zona eufótica (donde penetra la luz) provoca un aumento acelerado del fitoplancton (Monreal, *et al.* 1999; Parés *et al.* 1997; Rodríguez, 1988)

IV.4 FACTORES BIÓTICOS

Desde el punto de vista ecológico para determinar el lugar donde habitan los organismos en la naturaleza en el medio marino, se toma en cuenta la temperatura, ya que es la variable que en mayor grado influye en la distribución de plantas y animales; por lo que esta se considera como crítica para la presencia de organismos en un espacio y tiempo determinado (Salinas-Zavala, 2000).

La diversidad de los recursos pesqueros en la costa occidental de la Península de Baja California, está dada por dos aspectos fundamentales: el primero, es una zona de surgencias de corrientes marinas frías y profundas y ricas en nutrientes, con una alta productividad primaria, constituyéndose entre uno de los ecosistemas más ricos dentro de los grandes giros oceánicos en el mundo, capaces de sustentar poblaciones del orden de millones de toneladas. El segundo aspecto se refiere a las particularidades ecológicas de nuestros litorales, que presentan condiciones que la caracterizan como una zona de transición, es decir, que es límite de la frontera entre dos regiones en donde sus componentes biológicos, son de origen tanto tropical como templado, lo que permite presentar una gran diversidad biológica a lo largo del año y sobretodo se presentan condiciones apropiadas que favorecen la reproducción de organismos de aguas tanto templadas como tropicales (CEMBC, 1984; Parés *et al.* 1997).

Las zonas de transición se caracterizan por desarrollarse en ambientes poco estables, producto de la alta variabilidad ambiental, y se registra desde escala estacional hasta escala de siglos. Dada su variabilidad, los sistemas ecológicos de esta zona son sistemas cuyas poblaciones presentan una alta variabilidad en su abundancia respecto al tiempo (Salinas-Zavala, 2000).

V METODOLOGÍA

DATOS DE PESCA

Se realizó una revisión bibliográfica de la literatura que se refiere a las principales pesquerías del Estado de Baja California de donde se escogieron cinco grupos pesqueros, los cuales se encuentran entre las pesquerías con mayor volumen de extracción dentro del estado y a nivel nacional.

Para el atún, el erizo y el sargazo, los datos de las pesquerías fueron obtenidos de los Anuarios Estadísticos de Pesca de los años de 1995 al 2000 en los cuales dada la naturaleza de los datos reportados por esta, no se toma en cuenta las especies y las reporta por grupos o pesquerías, y solo da el nombre común de las especies incluidas en estos grupos. Tomando como base estos nombres reportados en los Anuarios, las especies se obtuvieron de la Carta Nacional de Pesca (2000, 2004) en donde reportan las especies con el nombre común y el nombre científico de las principales pesquerías del país (esta información fue publicada en el Diario Oficial de la Federación del lunes 8 de agosto de 2000, y el 15 de marzo de 2004).

Los datos de la producción pesquera se tomaron de la literatura, a partir del volumen en peso vivo de cada una de las pesquerías, es decir, el desembarque de pescado fresco entero o el desembarque según el peso del pescado al sacarlo del agua definido por la FAO; esto fue para tener un mejor acercamiento a la biomasa de los organismos.

En el caso del sargazo y del erizo, los datos de estas pesquerías, que aparecen en este estudio son tomados a partir de los reportes mensuales de pesca del país, los que son tomados como pesca del estado de Baja California. Lo anterior es tomando en cuenta que este estado contribuyó, en el periodo de estudio, a nivel nacional en la cosecha de sargazo con el 99.99% y el 99.71% en la pesca de erizo. La zona en donde se extrae el erizo y el sargazo se encuentra en la costa del Océano Pacífico de Baja California, por lo que los registros que son de todo el estado de Baja California fueron tomados como del área de estudio.

En lo que corresponde a la obtención de los datos de la pesca de atún, estos fueron obtenidos, a partir del reporte mensual nacional. Apartir de estos se sacó el porcentaje que aportó el estado de Baja California. Los datos de pesca incluyen la costa del Pacífico y la del Golfo de Baja California.

Para la sardina y la anchoveta, los datos de pesca, fueron obtenidos de los Boletines Anuales del CRIP, informe técnico del INP del proyecto de Pelágicos Menores, de la revista Ciencia Pesquera y de las memorias del IX taller de pelágicos menores.

DATOS DE TEMPERATURA

Los registros de temperatura que se utilizaron en este estudio se obtuvieron de los datos de Temperatura Superficial del Mar reportados por la NASA (The NOAA/NASA Pathfinder Advanced Very High Resolution Radiometer AVHRR SST). Se seleccionaron los registros con una resolución de 18 km., y se tomó en cuenta la zona de la costa de Baja California en la parte del Océano Pacífico. Los registros de la temperatura fueron mensuales, del periodo del 1 de enero de 1995 al 31 de diciembre del año 2000. Los datos de la TSM que son tomados en la noche, presentan menor error debido a que no influye la radiación solar directamente, por lo que estos fueron los que se utilizaron, para el presente trabajo.

Apartir de los datos mensuales y tomando en cuenta el área de estudio, se sacó el promedio, y en base a estos se realizó el presente estudio.

La serie de datos que se manejaron en este estudio se pueden consultar en <http://photojournal.jpl.nasa.gov/PIA.html>

En la Fig. 2 se muestra la zona que se tomó en cuenta para los datos de temperatura en el presente estudio, apartir de los datos mensuales y tomando en cuenta el área de estudio se sacó el promedio. En esta área es donde se realiza la pesca en la costa occidental de Baja California de las diferentes especies estudiadas.

Se realizaron análisis estadísticos de correlación lineal según el método de Spearman entre la TSM y cada una de las pesquerías.

VI RESULTADOS:

VI.1 TEMPERATURA

Los datos de temperatura superficial del mar durante la época en que se realizó el presente estudio (fig. 7) muestran una marcada estacionalidad existente en la zona.

El promedio general de la temperatura superficial del mar durante la temporada de estudio es de 17.7°C. Los promedios mensuales de temperatura muestran que las más altas se presentaron durante los meses de julio a octubre, siendo estas de 19° a 21.5°C y las temperaturas más bajas en los meses de enero a mayo con temperaturas que van de 14.9° a 17.7° C (Fig. 7).

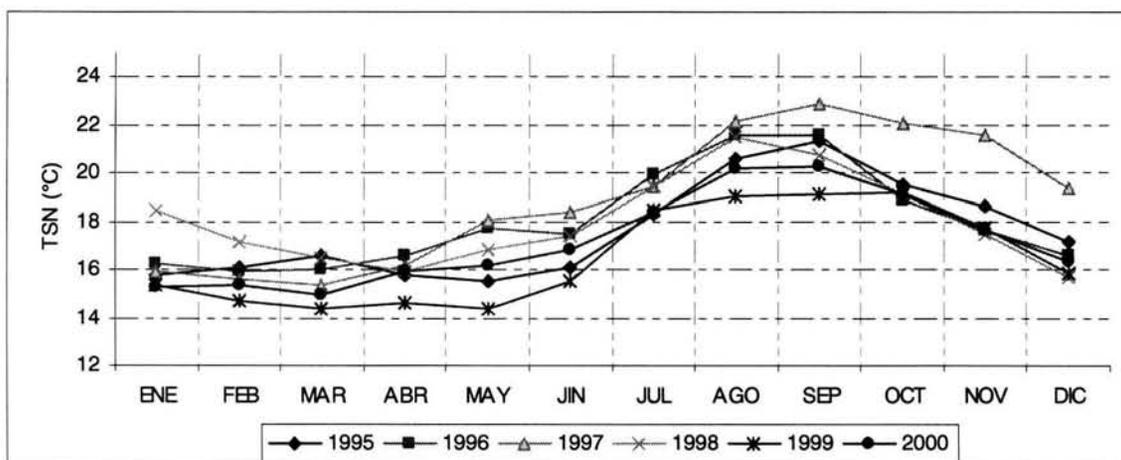


Figura 7. Temperatura superficial del mar mensual durante el periodo de 1995-2000.

En particular en el año de 1997 se puede observar un incremento de la temperatura (fenómeno de "El Niño") con temperaturas mayores en los meses de agosto a diciembre, en los cuales el mes de septiembre es el que presenta la temperatura más alta de 22.8°C. El año donde se encontraron las temperaturas más bajas fue en 1999 (fenómeno de "La Niña") con la temperatura mínima en el mes de mayo con 14.3° C (Fig. 7; 8)

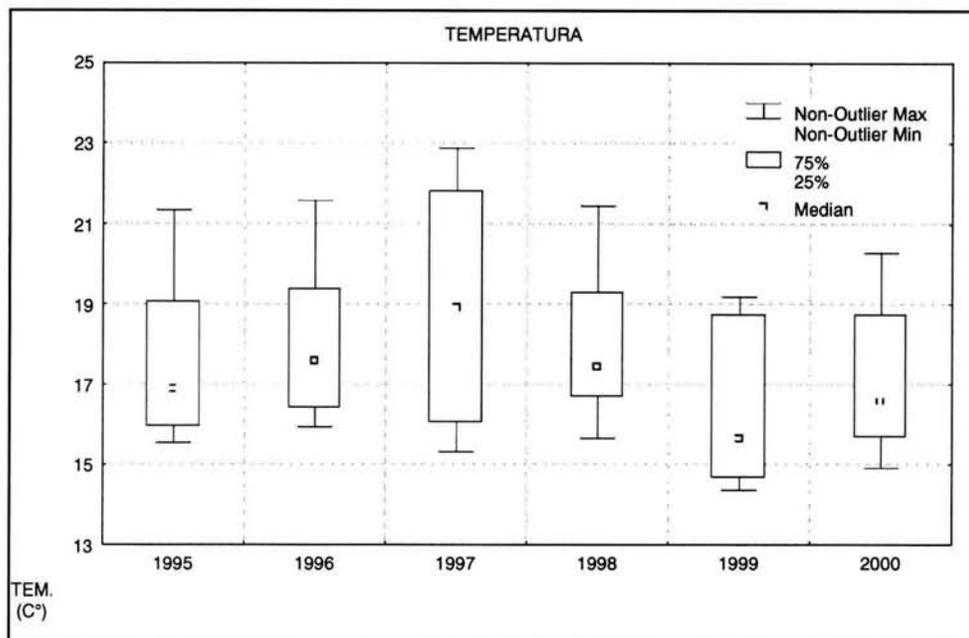


Figura 8. Temperatura superficial del mar anual durante el periodo de 1995-2000.

Tabla 2. Promedio y desviación estándar de la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Promedio	17.61°C	18.01°C	18.91°C	18.01°C	16.52°C	17.20°C
Desv. Est.	1.93	1.95	2.66	1.77	1.93	1.81

En la fig. (8) se puede observar el aumento de temperatura de 1995 a 1997, con la disminución en 1998 y 1999, y un pequeño aumento en el 2000. Así en la tabla (2) se observa que 1995, 1999 y 2000, presentaron temperaturas por debajo del promedio general, y que en 1996, 1997 y 1998 se registraron temperaturas superiores al promedio.

VI.2 PESCA

La pesca en general de Baja California durante la temporada de estudio fue más abundante durante el año de 1997 con 201,546 ton. y menor durante 1996 con 162,077 ton (fig. 9)

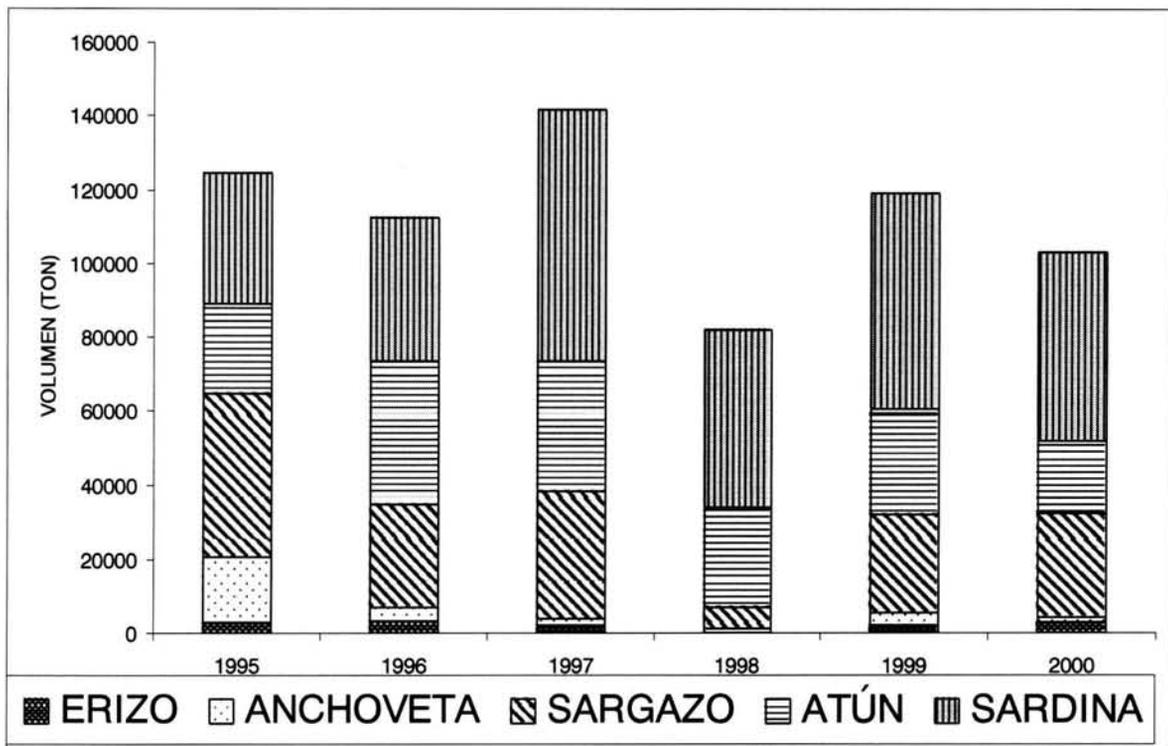


Figura 9. Volumen pesquero en peso vivo de sargazo, erizo, sardina, anchoveta y atún en Baja California durante el periodo de 1995-2000.

De las cinco principales pesquerías, que se eligieron, la que presenta mayor volumen de producción pesquera es la sardina en cada uno de los años, con excepción de 1995 en el cual el mayor volumen pesquero lo obtuvo el sargazo. Las pesquerías que tuvieron menor producción fueron la del erizo y el sargazo durante todos los años (tabla 3).

Tabla 3. Volumen pesquero en peso vivo de las pesquerías estudiadas durante cada uno de los años. Promedio y desviación estandar de cada una de las pesquerías durante el periodo de 1995-2000.

	ERIZO	ANCHOVETA	SARGAZO	ATÚN	SARDINA
1995	2746	17772.1	44230	24272.5	35396.2
1996	2959	4168.2	27663	38689.9	39064.7
1997	1997	1822.8	34516	35041.9	68439.1
1998	1066	971.6	6119	26881.3	47812.2
1999	1972	3481.7	26470	28598.4	58569.4
2000	2748	1562.1	28251	19212.5	51172.9
promedio	2072.11	4963.08	27874.83	28782.74	50075.75
desv.est.	1092.04	6391.51	12546.49	7112.12	12267.15

ORGANISMOS BENTÓNICOS INFRALITORALES (SARGAZO Y ERIZO)

Sargazo

El mayor volumen de extracción mensual se presenta principalmente durante los meses de mayo y agosto, con excepción de los años de 1998 y 1999 en donde en julio disminuye. Los meses cuando se presenta menor cosecha son de noviembre a febrero con excepción de 1995 (Fig. 10).

El año donde se presenta mayor volumen de cosecha es 1995 con 44,230 ton, alcanzando el máximo en noviembre de este año con 6,250 ton, seguido de una baja en los dos primeros meses del siguiente año. El año en que es más bajo el volumen es en 1998 con 6,119 ton, siendo de enero a julio nula, pero en el siguiente año muestra una recuperación en los primeros meses (Fig. 10)

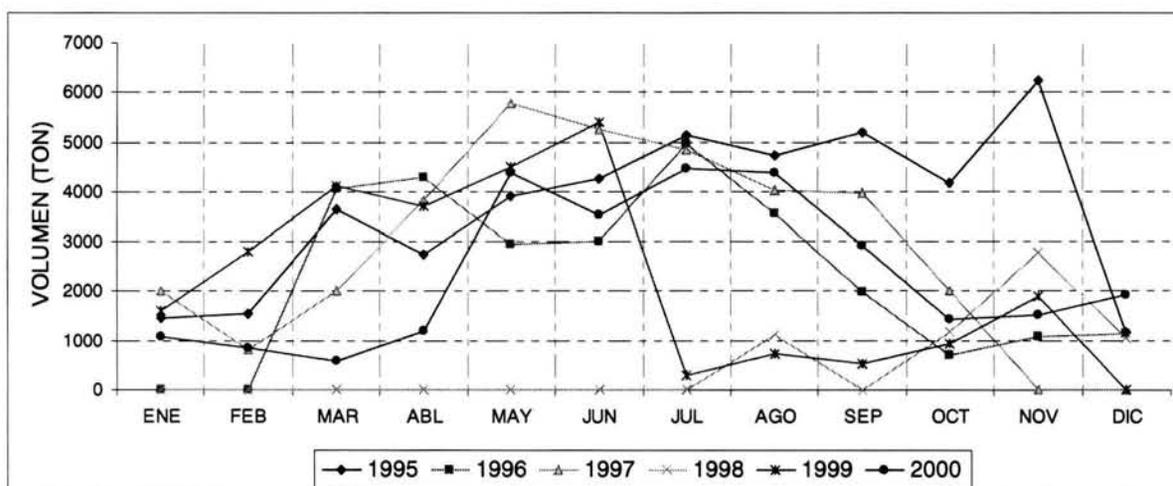


Figura 10. Volumen de cosecha mensual en peso vivo de sargazo por mes durante el periodo de 1995-2000.

En la fig. (11) se observa la alta cosecha durante 1995 con una pequeña baja en 1996, seguida de una alza en 1997 y una drástica disminución durante 1998, recuperándose durante 1999

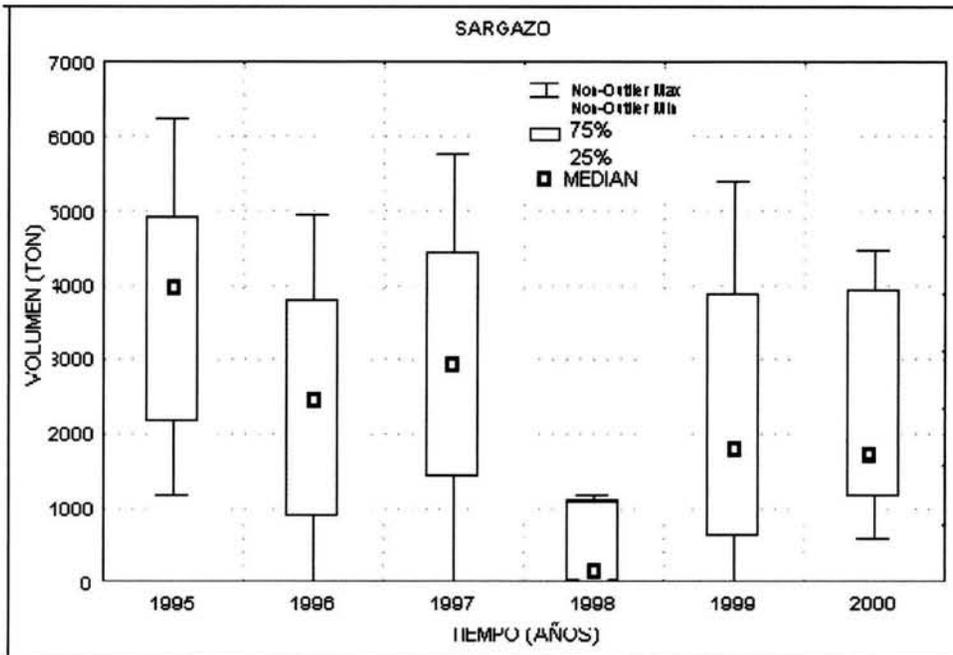


Figura 11. Volumen de cosecha anual en peso vivo de sargazo durante el periodo de 1995-2000.

Erizo

Los mayores volúmenes de pesca se dan durante los meses de julio a noviembre, y la menor durante los meses de febrero a junio en donde en ocasiones ésta llega a ser nula (Fig. 12).

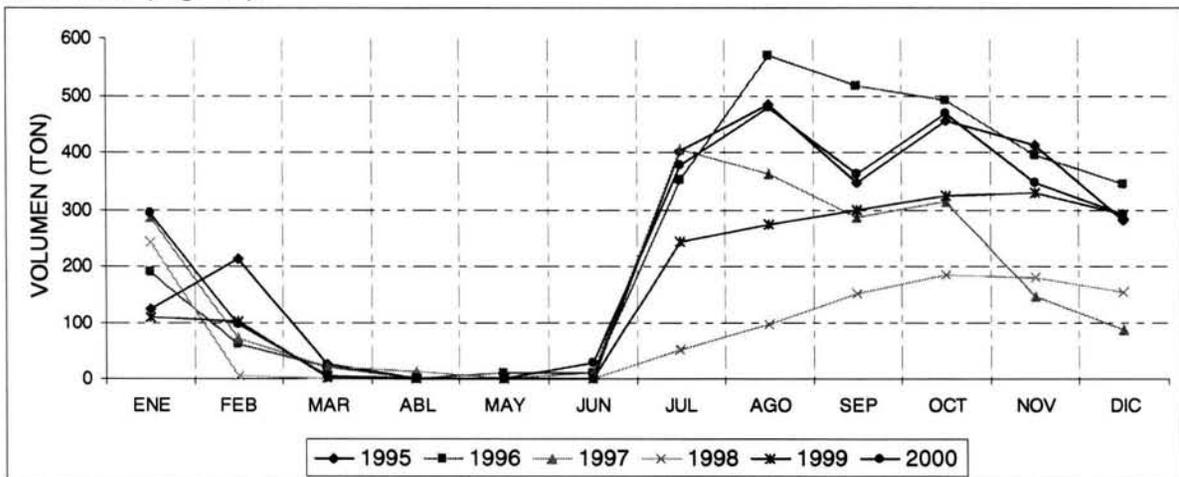


Figura 12. Volumen pesquero mensual en peso vivo de erizo por mes durante el periodo de 1995-2000.

El año en que se presenta mayor extracción de erizo es en 1996 con 2,956 ton, con un máximo en agosto (569 ton). El año en que esta es menor es 1998 con 1,066 ton, en el cual durante marzo a junio es nula y como se observa en la fig. (13) en los siguientes dos años se da la recuperación del recurso.

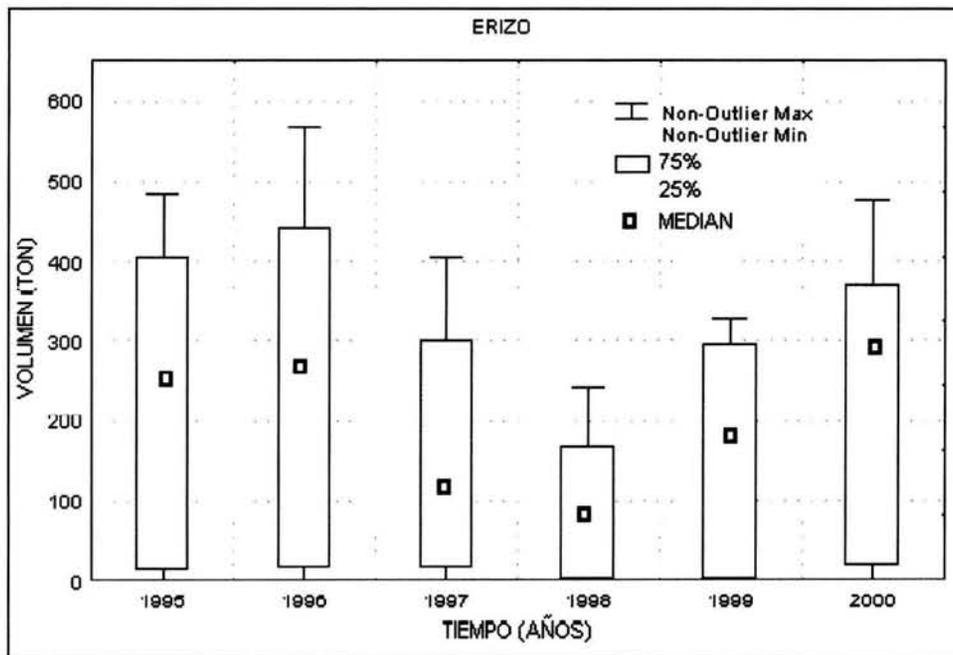


Figura 13. Volumen pesquero anual en peso vivo de erizo durante el periodo de 1995-2000.

Comparación de la extracción de erizo y sargazo:

Estas dos pesquerías muestran una relación en los picos de mayor abundancia, coincidiendo las dos con una alta producción durante el mes de agosto, en la figura (14) se puede observar que en la mayoría de los años cuando hay aumento en la extracción de sargazo, en los siguientes meses también aumenta la de erizo, esto mismo sucede cuando hay baja producción en los dos.

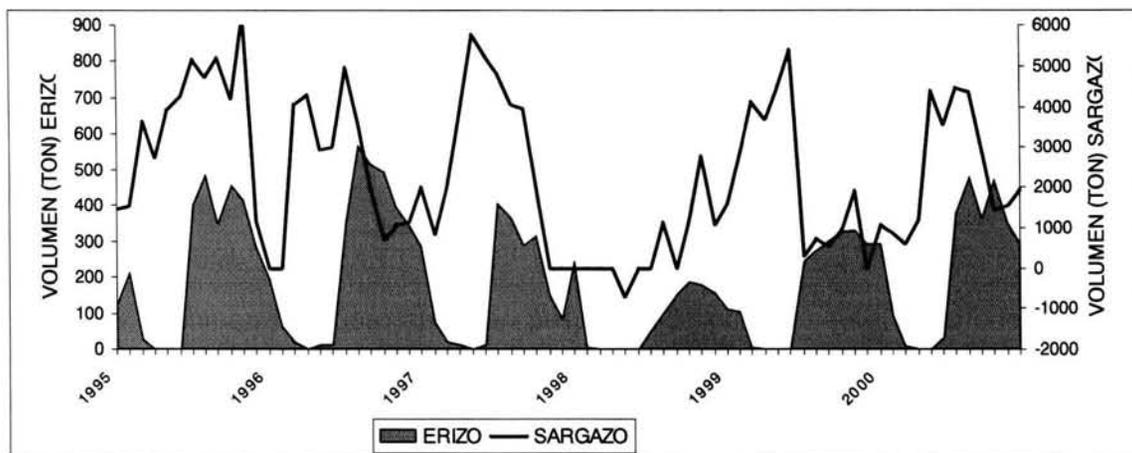


Figura 14. Volumen de extracción en peso vivo de sargazo y de erizo durante el periodo de 1995-2000.

Pelágicos menores (sardina y anchoveta)

Sardina

Durante los meses en donde se obtienen generalmente los mayores volúmenes de pesca, son de agosto a marzo (Fig. 15).

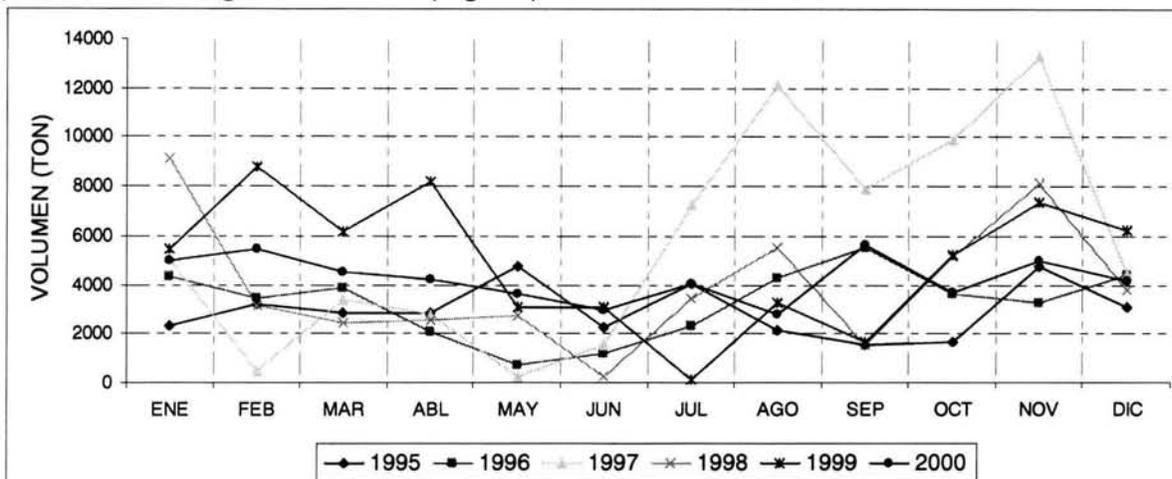


Figura 15. Volumen pesquero mensual en peso vivo de sardina por mes durante el periodo de 1995-2000.

En 1997 se presenta un mayor volumen de pesca con 68,439 ton, el mes de noviembre fue su más abundante con 13,287 ton, y después se presentó una caída en la producción en el mes de junio de 1998. Los años con menor producción pesquera fueron 1995 y 1996 con 35, 396 ton y 39,065 ton respectivamente (Fig. 16).

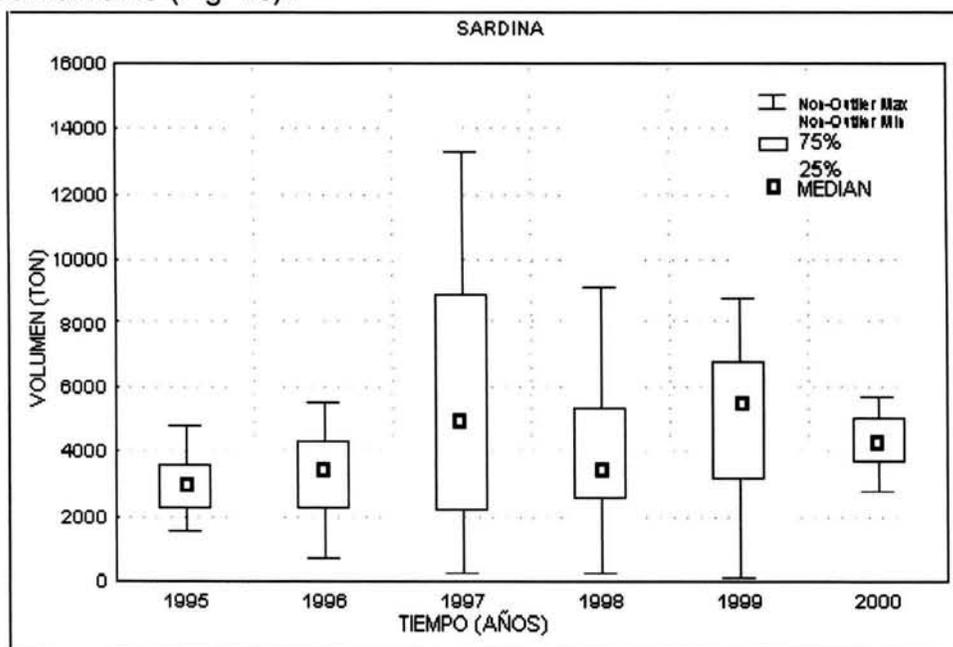


Figura 16. Volumen pesquero anual en peso vivo de sardina durante el periodo de 1995-2000.

Anchoveta

Esta pesquería muestra una estacionalidad no muy marcada, presentando los valores más altos en los meses de marzo a agosto, con excepción de 1995 y 1999 (Fig. 17).

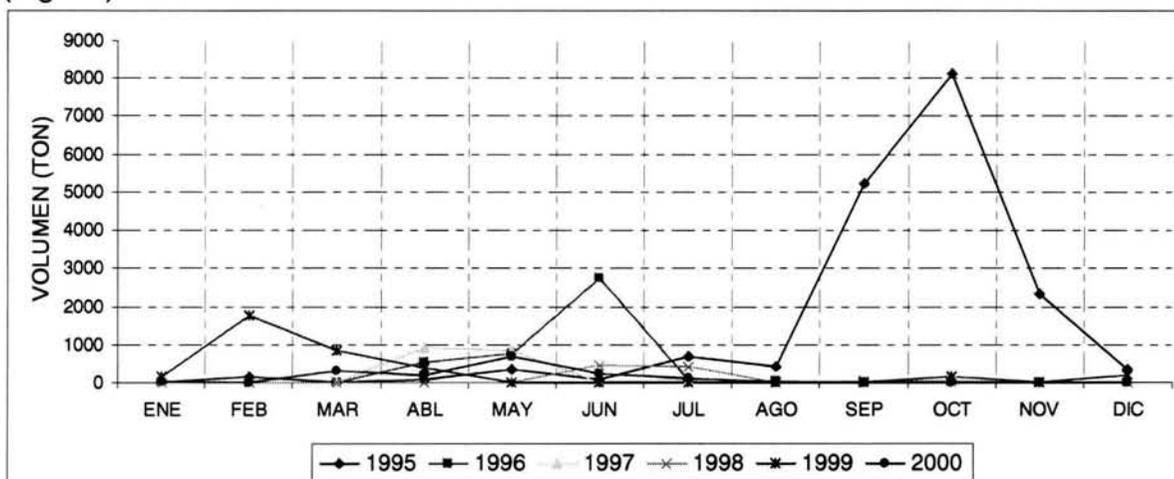


Figura 17. Volumen pesquero mensual en peso vivo de anchoveta por mes durante el periodo de 1995-2000.

En general la anchoveta presentó bajo volumen de pesca sin contar el año de 1995 en donde se tiene una abundante captura de 17,772 ton en especial los meses de septiembre y octubre con 5,208 ton y 8,138 ton respectivamente (Fig. 18), la baja producción es más marcada durante 1997-1998

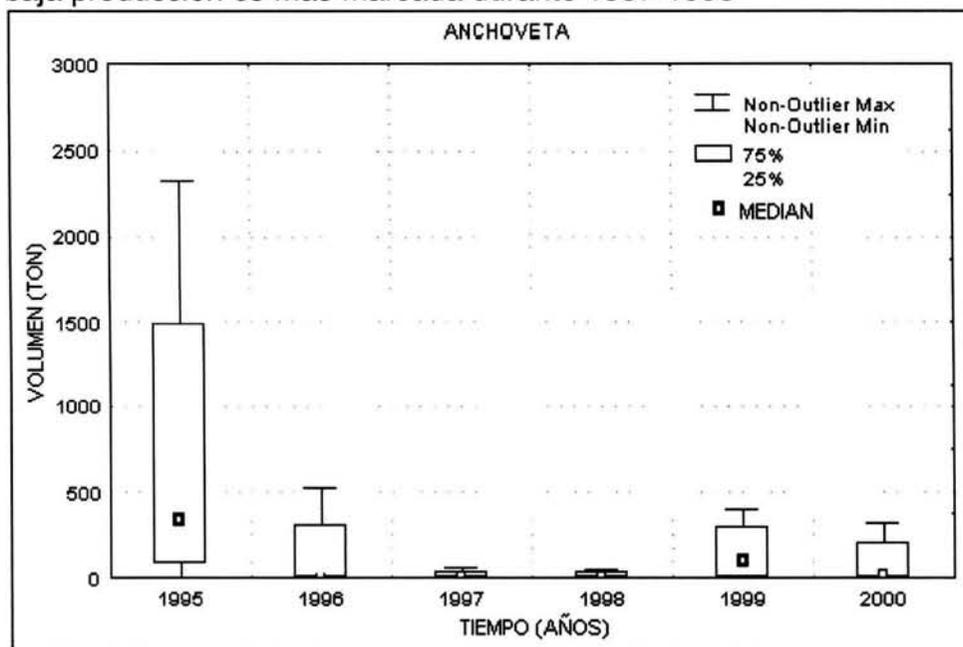


Figura 18. Volumen pesquero anual en peso vivo de anchoveta durante el periodo de 1995-2000.

Comparación de la pesquería de sardina y anchoveta

En la captura de los pelágicos menores, se obtuvo mayor abundancia pesquera en la sardina y poca en la anchoveta, a excepción de 1995 en donde la anchoveta muestra una alza, coincidiendo con el año en donde la pesca de sardina fue menor.

Esta dos pesquería muestran una relación inversa en el volumen de extracción, es decir cuando hay baja producción de sardina, es alta la de anchoveta y viceversa, esta relación se muestra tanto de manera mensual como anual (Fig. 19).

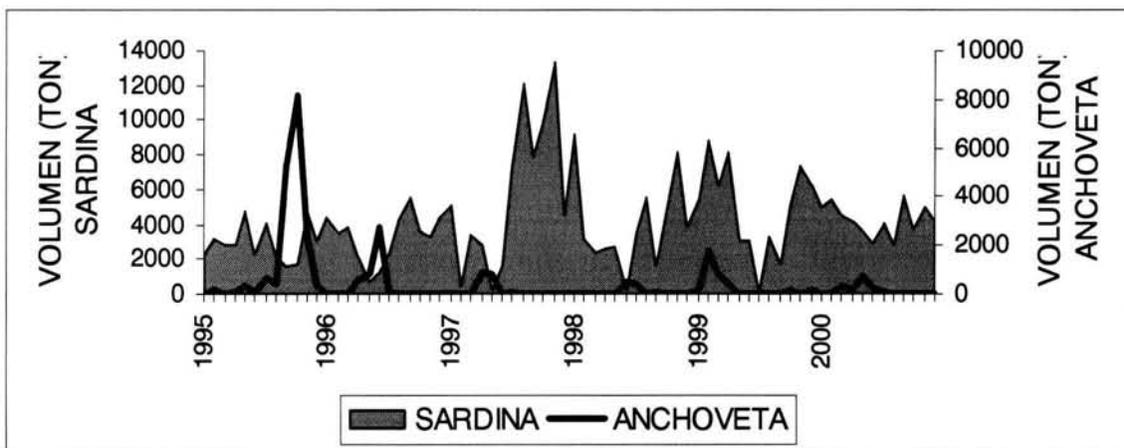


Figura 19. Volumen pesquero (en toneladas) en peso vivo de sardina y de anchoveta durante el periodo de 1995-2000.

Pelágicos mayores (atún)

Los mayores volúmenes de pesca del atún, generalmente se encuentran entre los meses de marzo a julio y los valores más bajos se registraron de septiembre a febrero (Fig. 20).

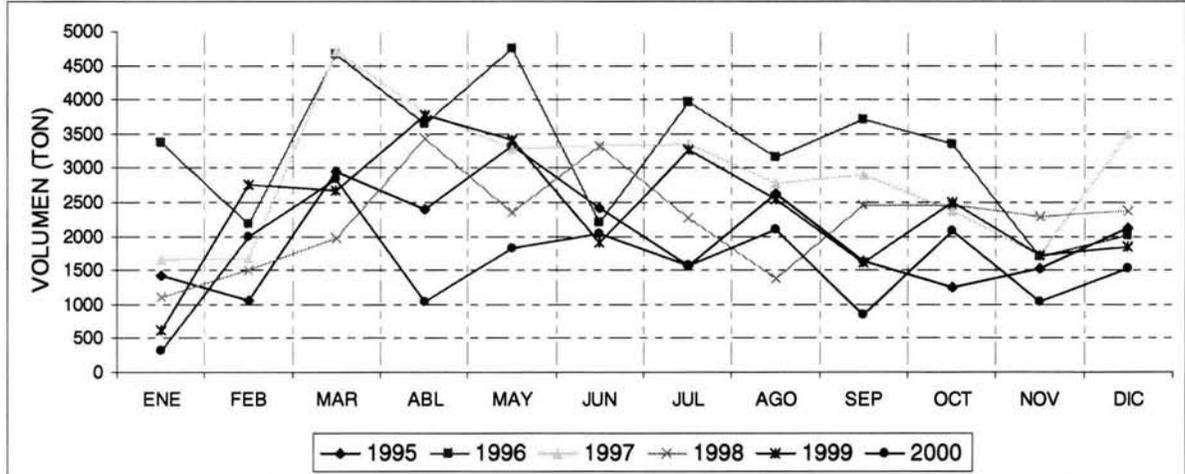


Figura 20. Volumen pesquero mensual en peso vivo de atún durante el periodo de 1995-2000.

El año con mayor producción pesquera fue 1996 con 38,690 ton, y alcanzó su máximo durante los meses de marzo y mayo con 4,663 ton y 4,740 ton respectivamente, también se presentó una alta producción en marzo de 1997 con 4,711 ton. El año con menor producción fue el 2000 con 19,212 ton presentándose el mínimo en enero con 320 ton, se reporta también en enero de 1999 la producción baja con 604 ton, pero se recupera durante el año, teniendo una producción considerable en este (Fig. 21).

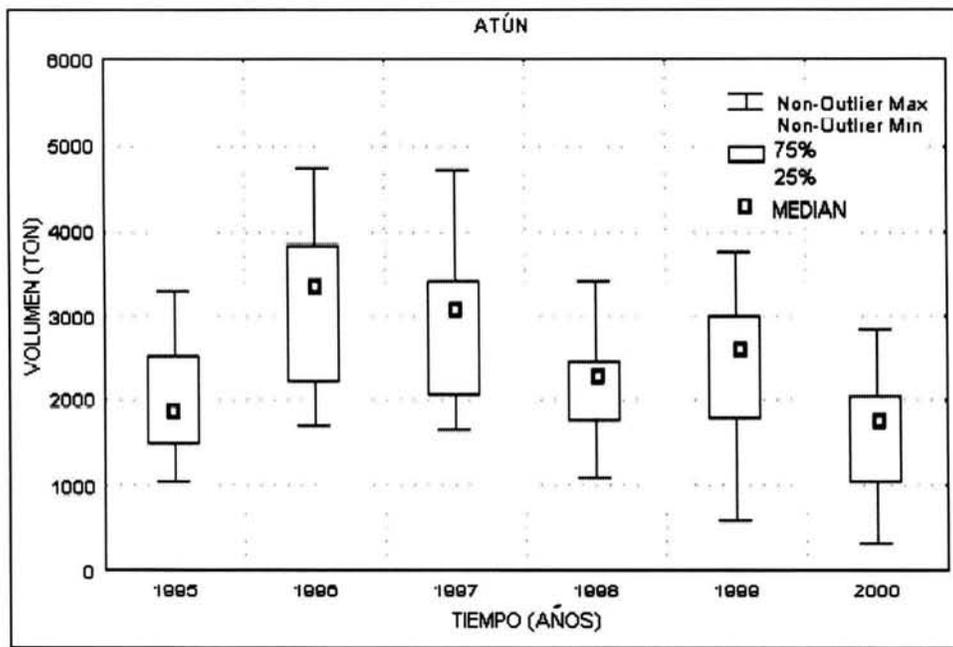


Figura 21. Volumen pesquero anual en peso vivo de atún durante el periodo de 1995-2000.

VI.3 RELACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR CON LA PESCA

Relación de la TSM con la cosecha de sargazo

Existe una relación estrecha entre la cosecha de sargazo y la TSM estacionalmente, cuando la temperatura aumenta también la cosecha de sargazo y al disminuir la temperatura sucede lo mismo con el sargazo a excepción de 1998 y 1999. Al final del año de 1997 (“El Niño” de 1997-98) cuando se presentan las mayores temperaturas, el sargazo presenta una drástica disminución, que continúa en los primeros meses de 1998 (Fig. 22)

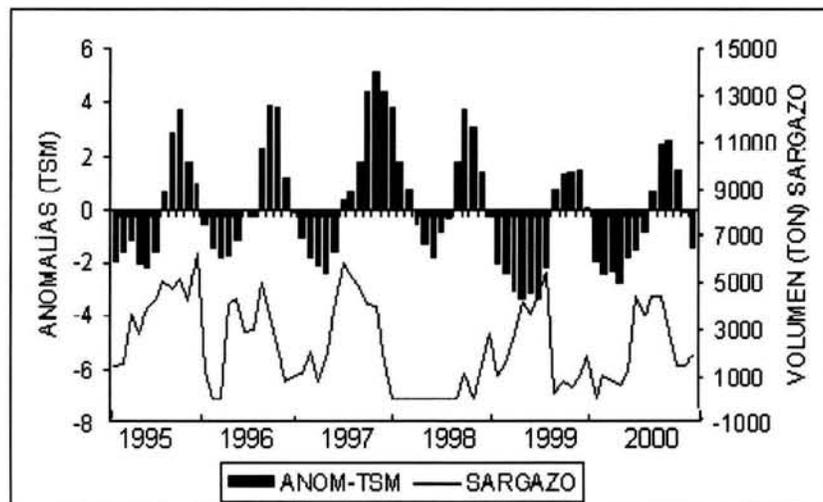


Figura 22. Comparación del volumen de cosecha en peso vivo de sargazo con anomalías de la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.

Relación de la TSM con la pesca de erizo:

La extracción de erizo tiene una relación estrecha con la TSM, estacionalmente, así cuando hay un aumento en la temperatura se ve reflejado en el aumento del volumen de extracción del erizo y viceversa. Se presenta una baja de producción durante 1998 y 1999 (Fig. 23).

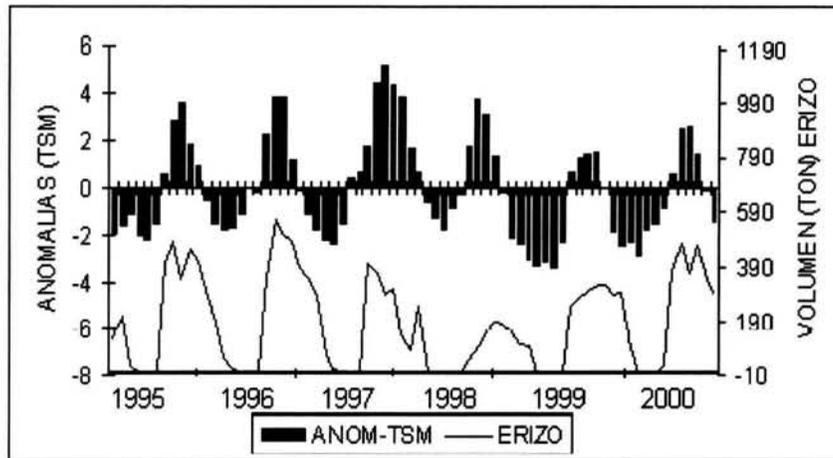


Figura 23. Comparación del volumen pesquero en peso vivo de erizo con anomalías de la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.

Relación de la TSM con la pesca de sardina

La relación que presenta la pesquería de la sardina con la TSM se observa generalmente directa, tanto estacionalmente como anual, esto se observa sobretodo en 1997 cuando se presentan mayor temperatura, también es el año con mayor producción en la captura de sardina durante todo el periodo de estudio (Fig. 24).

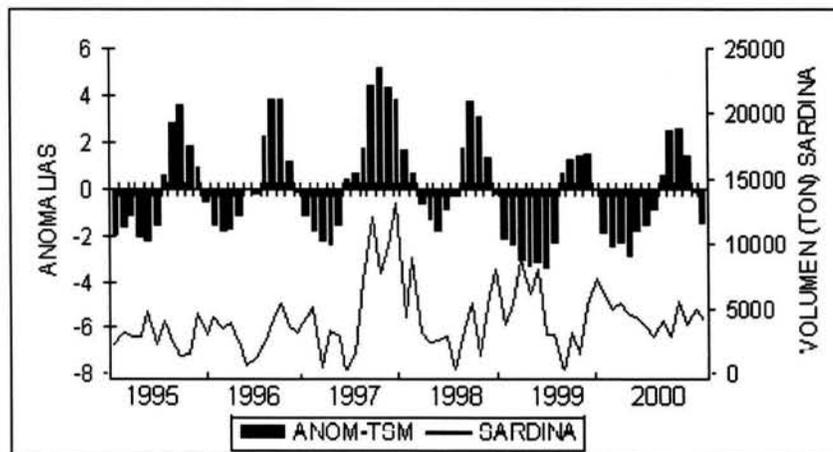


Figura 24. Comparación del volumen pesquero en peso vivo de sardina con anomalías de la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.

Relación de la TSM con la pesca de anchoveta

La relación de la TSM con la pesquería de anchoveta es inversa, es decir, cuando se registran valores altos de temperatura la pesca de anchoveta es baja, esto se observa tanto mensualmente como anual, como se observa en los últimos meses de 1997 y principios de 1998, a excepción de 1995 en donde la mayor captura se registra con temperaturas altas (Fig. 25)

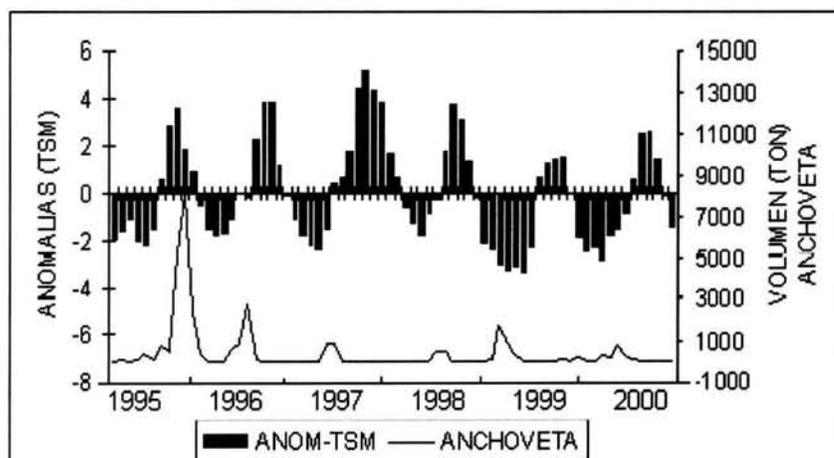


Figura 25. Comparación del volumen pesquero en peso vivo de anchoveta con anomalías de la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.

Relación de la TSM con la pesca de atún

La relación de la TSM con la pesquería del atún se presenta generalmente inversa, por lo que en los meses en los que la temperatura tiene valores mayores la pesca del atún tiene los valores menores y viceversa (Fig. 26).

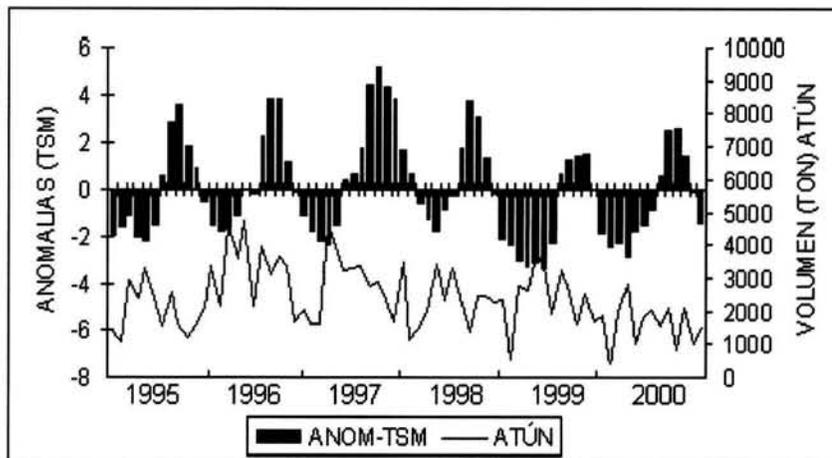


Figura 26. Comparación del volumen pesquero en peso vivo de atún con anomalías de la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.

Relación de la TSM con la pesca de pelágicos menores

En la fig. (27) se observa que la sardina y la anchoveta responden de forma inversa a la temperatura, favoreciendo generalmente las temperaturas altas a la sardina y las bajas a la anchoveta

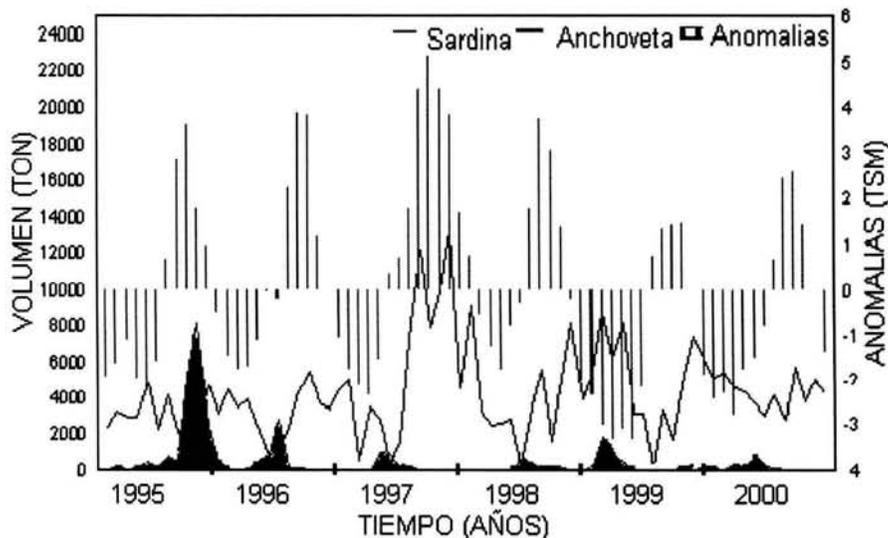


Figura 27. Comparación del volumen pesquero en peso vivo de sardina y anchoveta con anomalías de TSM, durante el periodo de 1995-2000

Relación de la TSM con la pesca de las cinco principales pesquerías

En conjunto las cinco pesquerías estudiadas muestran un incremento con las mayores temperaturas a excepción del periodo de finales de 1997 a 1999, cuando se presenta el fenómeno de “El Niño” y “La Niña” (fig. 28).

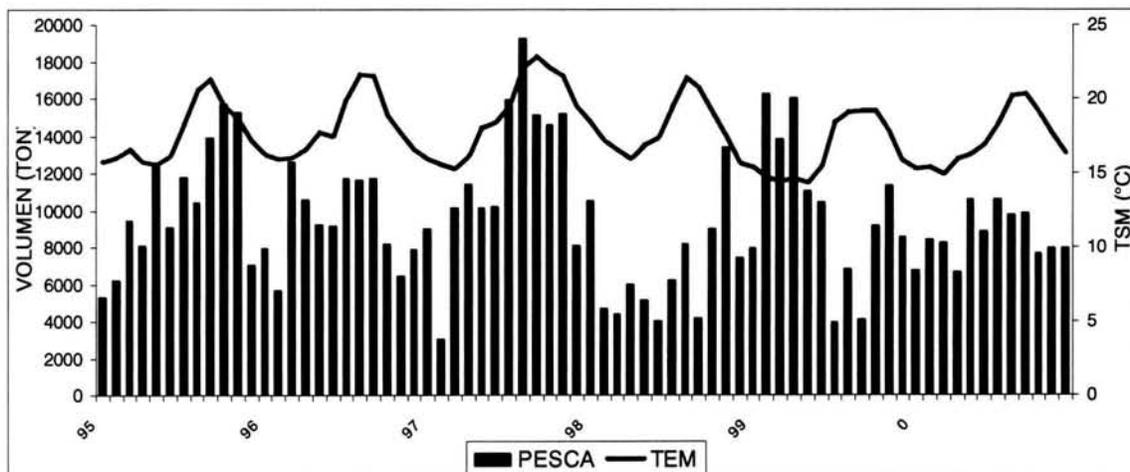


Figura 28. Comparación del volumen pesquero en peso vivo de de las principales pesquerías, con la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.

VI.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron los análisis de correlación lineal sobre valores agregados, según modelo de Spearman, entre la temperatura superficial del mar y cada una de las pesquerías estudiadas (tabla, 4) en las que r muestra que no existe una correlación lineal directa entre estas variables. Sin embargo no se puede desechar otro tipo de relación que sea no lineal entre ellos.

Tabla 4. Análisis de correlación entre el volumen pesquero en peso vivo de las pesquerías estudiadas y la temperatura superficial del mar durante el periodo de 1995-2000.

	$r(X,Y)$	r^2	t	p	N
TSM y LN-SARGAZO	0.11	0.01	0.81	0.42	59
TSM y LN-ERIZO	0.28	0.08	2.1	0.03	58
TSM y LN-ATÚN	0.23	0.05	1.74	0.09	59
TSM y LN-ANCHOVETA	0.03	0.00	-0.17	0.86	35
TSM y LN-SARDINA	0.14	0.02	1.04	0.30	59

VII DISCUSIÓN:

TEMPERATURA

El estudio de la temperatura superficial del mar muestra una estacionalidad muy marcada en esta zona, como se puede observar en la fig. 7, en donde las temperaturas más altas se presentan en verano y otoño, y las menores, durante la época de surgencias es decir durante primavera en los meses de marzo a junio como lo mencionan distintos autores (Bakun y Nelson, 1997; De la Lanza, 1991; Monreal *et al.*, 1999; Parés *et al.* 1997; Rodríguez, 1988). En esta época las aguas subsuperficiales que llegan a la superficie son las que originan las bajas temperaturas en la zona.

En el análisis de la temperatura superficial del mar en la temporada en que se realizó el estudio (1995–2000), se pudieron observar dos eventos oceanográficos importantes, el fenómeno de "El Niño" y "La Niña" (fig. 8) como han mencionado distintos autores (Lluch-Cota *et al.* 1996; OMM, 1999; Magaña, 1999; Reyes-Coca y Troncoso-Gaytán, 2001; Rodríguez, 1988) en donde se presentó la temperatura mensual más alta (22.8°C) con 5.1°C por arriba del promedio general durante septiembre de 1997; y la más baja (14.3°C) con 3.4°C abajo del promedio general en el mes de mayo de 1999. Lo que afectó a las diferentes pesquerías de distinta forma.

PESCA

La mayor abundancia pesquera en Baja California durante la temporada de estudio se presenta durante 1997 (fig. 9), esto es explicable debido a que este fue el año más productivo en la pesquería de la sardina (fig.16), esta pesquería contribuye en mayor parte en la pesca del estado, cooperando en ese año con el 33% del volumen total de pesca. La pesca de atún también tuvo un alza en este año al igual que el sargazo. Contrariamente la producción pesquera de anchoveta y erizo tuvieron baja producción.

Después de la alta productividad pesquera de la sardina y el atún en 1997 se produce una baja en estas dos pesquerías y una caída drástica en la anchoveta, el erizo y el sargazo. Todo lo anterior originó la menor producción pesquera en Baja California durante 1998; varios autores (Lluch-Cota *et al.* 1999a; SEMARNAP, 1998c; SAMARNAT, 2000c) consideran que fueron debido a los cambios oceanográficos ocasionados por el fenómeno de "El Niño" de 1997-98, en particular por el calentamiento tan drástico de las aguas a finales de 1997 y principios de 1998. Otra de las causas es que debido al engrosamiento de la capa de mezcla generó reducciones en las surgencias, lo que originó que desde invierno de 1997 hasta otoño de 1998 bajarán los niveles de pigmentos fotosintéticos en esta zona (Lluch-Cota *et al.* 1999b), Esta baja en la producción primaria afectó a las pesquerías.

PESQUERÍAS ESTUDIADAS

SARGAZO

En la cosecha de sargazo se puede observar una estacionalidad marcada (fig. 10) y aunque la extracción se realiza todo el año, por cuestiones meteorológicas y de mercado, así como de la escasez de los mantos, los meses de menor cosecha son en diciembre y enero (Guzmán del Proo *et al.* 1986), lo que corresponde con los resultados de este estudio.

En este estudio se pudo observar que en general durante los años de 1995, 1996 y 2000, la cosecha de sargazo es mayor cuando la temperatura aumenta (fig. 22), en cambio esto no se observa en la temporada de finales de 1997 a 1999 en donde se presentan los fenómenos de “El Niño” y “La Niña”.

Durante el fenómeno de “El Niño” de 1997-98 se observa bajo el volumen de cosecha; esto se da a finales de 1997 y casi todo el año de 1998 (fig. 11). Durante este fenómeno, se eleva la temperatura, los nutrientes disponibles disminuyen y se observa un fuerte efecto mecánico del oleaje sobre los mantos algales, estos son los principales factores que afectan su crecimiento y por tanto su volumen en producción pesquera (Guzmán del Proo *et al.* 1986; INP, 2000; Lluch-Cota *et al.* 1999a, 1999b). Con esto se demuestra la susceptibilidad de este recurso a este tipo de eventos, pero también la rápida capacidad de recuperación, lo que podemos ver en la misma figura durante los primeros meses de 1999.

La temperatura en la cual se presentan la mayor captura es en un rango de TSM de 16° C a 19° C, con lo que podemos decir que este es el rango de la temperatura óptima para el crecimiento de estos organismos en esta región (fig. 29).

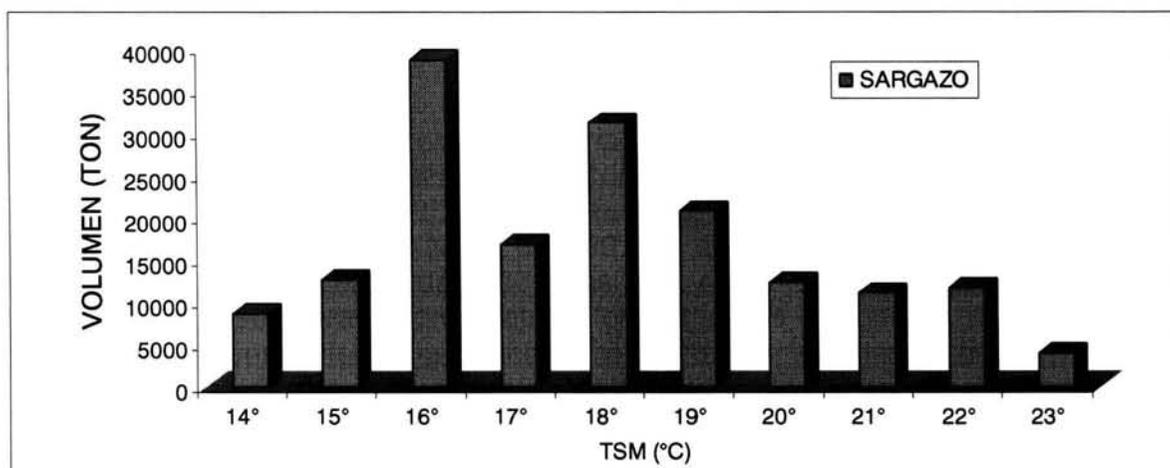


Figura 29. Volumen de cosecha en peso vivo del sargazo, por grado centígrado de la TSM.

ERIZO

La pesquería del erizo se basa en el comercio de sus gónadas, las que son muy apreciadas sobretodo en el mercado asiático (Lluch-Cota *et al.* 1999a, 1999b); esta se encuentran maduras y aumentan de tamaño durante verano y otoño (Castro *et al.* 1992). En la fig. 12 se puede observar que estos son los meses con mayor producción pesquera durante todos los años.

La temporada de veda del erizo es del 1° de marzo al 31 de junio (INP, 2000; SEMARNAP, 1999a, 1999b), la cual coincide con la época de baja producción pesquera o nula (fig. 12).

La pesquería del erizo es susceptible a cambios ambientales sobre todo a cambios en la temperatura (Palleiro *et al.* 1987), lo que explica la relación entre la TSM y el volumen de pesca (fig. 23), a sí podemos observar en general, que cuando la temperatura aumenta, también se presenta un aumento en la producción pesquera del erizo durante todos los años de el estudio, aunque en algunos años este aumento es mayor y en otros sea menor, lo que no corresponde con la misma intensidad de el aumento y decremento de la TSM registrada.

Durante el fenómeno de "El Niño" de 1997-98 este recurso fue afectado (Lluch-Cota *et al.* 1999a, 1999b), (fig. 13) presentándose la menor producción pesquera de todo el periodo de estudio durante 1998. Esta baja producción puede deberse a las altas temperaturas que se presentaron a finales de 1997 y principios de 1998; o a la disminución de los mantos de sargazo considerando que esta especie es de la cual se alimentan. Estos dos motivos en conjunto son los que disminuyen las poblaciones de erizo pescable y es difícil precisar cual de los dos factores tuvieron mayor influencia en el decremento de la pesca de erizo en esta época.

La TSM en la cual se presenta la mayor captura es a 16°, 18°, 19° y 22° C, lo que podría representar la temperatura óptima de estos organismos en esta zona (fig. 30).

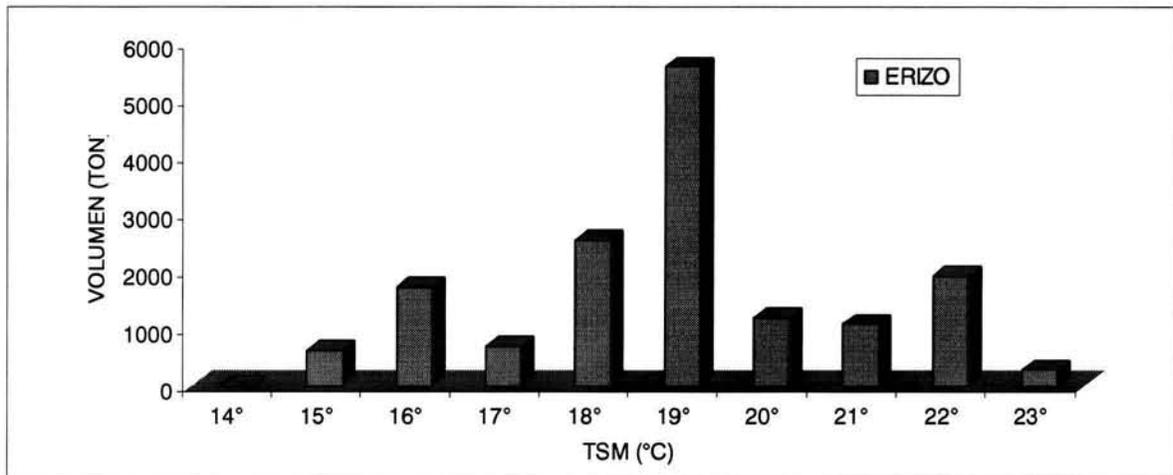


Figura 30. Volumen de pesca en peso vivo del erizo, por grado centígrado de la TSM.

Comparación de la extracción de erizo y sargazo:

Estas dos pesquerías muestran una relación estrecha, ya que comparten el mismo hábitat y sobre todo que los mantos de sargazo proporcionan refugio y alimento a los erizos (Cota-Villavicencio *et al.* 1996; Guzmán del Proo *et al.* 1986; Palleiro *et al.* 1996; Ramírez-Félix, 2000), por lo que se explica que cuando hay un incremento en la cosecha de sargazo, en los siguientes meses se incrementa la pesca de erizo.

Durante el fenómeno de "El Niño" de 1997-98, las dos pesquerías son afectadas (Lluch-Cota *et al.* 1999a, 1999b), lo que explica la baja en producción de estas durante el año de 1998 después de las altas temperaturas que se presentaron a finales de 1997 (fig. 14).

Tomando en cuenta que las poblaciones de erizo pescable está limitada por la cantidad de alimento disponible (Palleiro *et al.* 1996); que la pérdida de estas algas causa daño directo en las poblaciones de erizo (Ramírez-Félix, 2000) y que los dos recursos son sensibles a cambios en el ambiente (Guzmán del Proo *et al.* 1986; Palleiro *et al.*, 1987); se explica la relación que se observa entre la cosecha de sargazo, la pesca de erizo y las variaciones en la TSM a nivel mensual y anual.

SARDINA

En este estudio se pudo observar la mayor abundancia durante los meses de agosto a marzo (fig. 15).

La biomasa de la sardina en las costas de Ensenada esta creciendo (García-Franco *et al.* 2001; García y Sánchez, 1996 y 1997; SEMARNAT, 2000b), lo que

explica los incrementos en general de la producción pesquera a través de los años de estudio.

La pesquería de la sardina es un recurso altamente variable, y su crecimiento, reproducción y migraciones están asociadas a factores ambientales (entre ellos a la temperatura superficial del mar) así como a relaciones inter. e intra específicas entre las poblaciones; lo que influye en su distribución y abundancia de huevecillos, larvas y adultos; así las condiciones cálidas favorecen la expansión y el crecimiento de las poblaciones (Lluch-Cota *et al.* 1999a; Lluch-Belda *et al.* 1991, 1996; Rodríguez, 1988; SEMARNAP, 2000b). Lo anterior se puede observar en la fig. 24, cuando la TSM presente los mayores valores, la captura de sardina también aumenta lo que se puede observar tanto mensualmente como a través de los años. Esto puede ser una de las causas de la alta producción pesquera que se reportó durante el año de 1997.

Los movimientos de sardina Monterrey se dan en términos generales a partir de centros de dispersión, en donde los movimientos y la persistencia en ellos son variables, dependiendo de las condiciones ambientales; en los años mas cálidos se presenta desplazamiento de las poblaciones hacia el norte hacia aguas más frías (Lluch-Belda *et al.* 1991, 1996). Como sucedió en el año de 1997 durante el fenómeno de “El Niño”, el aumento de la TSM coincide con la mayor abundancia de sardina en la Costa Occidental de Baja California y un decremento a lo largo de la costa del Pacífico mexicano (García y Sánchez, 1998; García-Franco *et al.* 2001; García *et al.* 1999). Esto se puede observar en la fig. 24, de aquí se puede inferir que la sardina migra hacia los lugares en donde se encuentra la temperatura óptima.

Las sardinas Monterrey se encuentran en zonas con TSM entre 10° Y 23° C (Lluch-Belda *et al.* 1998), en la fig. 31 se puede observar que en la zona de estudio la mayor captura se realiza en el intervalo de 15° a 19° C y a 22° C, lo que puede representar en este sitio la temperatura óptima para su crecimiento.

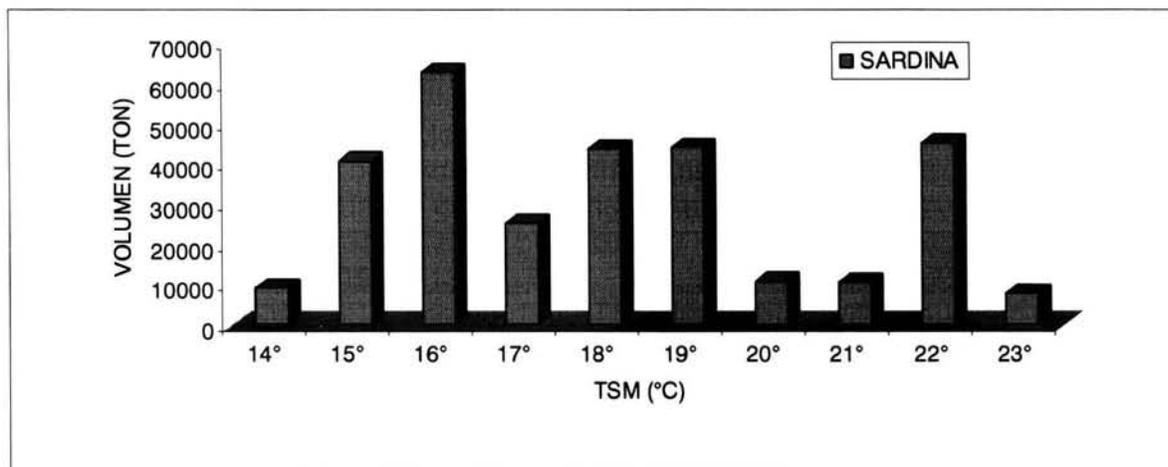


Figura 31. Volumen de pesca en peso vivo de la sardina, por grado centígrado de la TSM.

ANCHOVETA

Esta pesquería está relacionada a factores ambientales, en Ensenada, se reporta un crecimiento acelerado durante primavera y verano (Lluch-Belda *et al.* 1996) lo que se puede observar en la fig. 17, esto coincide con los meses de bajas temperaturas y máximas surgencias.

A escala anual también se puede observar (fig. 18) que durante los años en que se reportan las temperaturas mas bajas como 1995, 1996 y 1999 hay un aumento en la captura de la anchoveta, y durante el fenómeno de "El Niño" de 1997-98 la pesca es mínima, debido a las altas temperaturas.

En la fig. 32 se puede observar que en la zona de estudio la mayor captura de anchoveta se realiza cuando la TSM es de 15° a 19° C y a 21° C, lo que puede representar en esta sitio la temperatura óptima para su crecimiento.

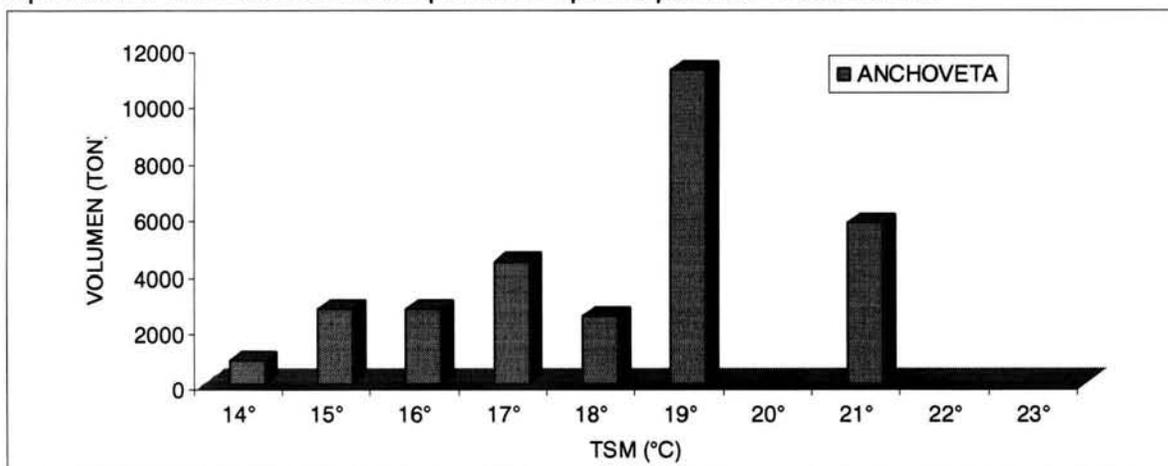


Figura 32. Volumen de pesca en peso vivo de la anchoveta, por grado centígrado de la TSM.

Comparación de la pesquería de sardina y anchoveta

La distribución y abundancia de pelágicos menores está en función de factores ambientales así como de las relaciones que se establecen entre las comunidades mas que de una explotación inadecuada (Lluch-Belda *et al.* 1996); la sardina y la anchoveta comparten el mismo habitat ecológico (Rodríguez, 1988): En lo que se refiere a la temperatura estas dos pesquerías muestran una relación inversa que se puede observar a escala mensual (fig. 19), en el que se muestra que estas pesquerías tienen diferente preferencia de temperatura, así, en donde los valores de la TSM son altas la sardina reporta mayor abundancia en comparación de la anchoveta que es baja, y cuando la TSM es baja es menor la captura de sardina, aumentando la captura de anchoveta. También estas dos especies muestran una alternancia de desove durante la época de surgencias, ya que mientras que la anchoveta desova en valores altos de y bajos, la sardina lo hace en valores

intermedios. Otra de las causas es por la interacción entre estas dos especies, ya que la sardina muestra dominancia sobre la anchoveta (Lluch-Belda *et al.* 1996). Cada uno de los factores mencionados influye en la dinámica de estas poblaciones y no se puede precisar cual de ellos es el que más afecta a estas pesquerías o si el conjunto de ellos es lo que genera al alta o baja producción pesquera en esta zona.

En la Costa Occidental de Baja California esta alternancia entre la pesca de sardina y anchoveta se observa mejor a escala de décadas, así mientras que la anchoveta muestra una captura hacia la baja, la sardina tiende hacia la alta y a estabilizarse durante la temporada en que se realizó el estudio. En eventos como "El Niño" y "La Niña" estas dos pesquerías son afectadas de distinta manera (García y Franco *et al.* 2001; García y Sánchez, 1996, 1997, 2002; Lluch-Belda *et al.* 1996), como se muestra en la fig. 27. Esta alternancia también se puede observar a nivel mundial (Lluch-Belda, 1996).

ATÚN

A los atunes se les encuentra en áreas de alta productividad biológica (SEMARNAP, 1998b, 2000b), lo que explica que la mayor captura se obtenga durante los meses de marzo a julio, en la temporada de surgencias en la cual se presenta la máxima productividad (fig. 20).

Esta pesquería es variable con respecto a eventos como "el Niño" de 1997-98, en donde presenta un incremento en 1997 seguido de una baja en 1998 en las costas del Pacífico frente a Baja California (Lluch-Belda *et al.* 1999b) lo que puede observarse en la fig. 21.

La TSM puede servir como una variable que se correlaciona con la pesca (Allen y Punsly, 1994), el atún habita en aguas con temperaturas de 15° a 30° C (Rodríguez, 1998), en este estudio la mayor captura se presenta en TSM de 15° a 19° C, lo que nos dice que este es el rango de la temperatura óptima en esta zona, para esta pesquería (fig. 33).

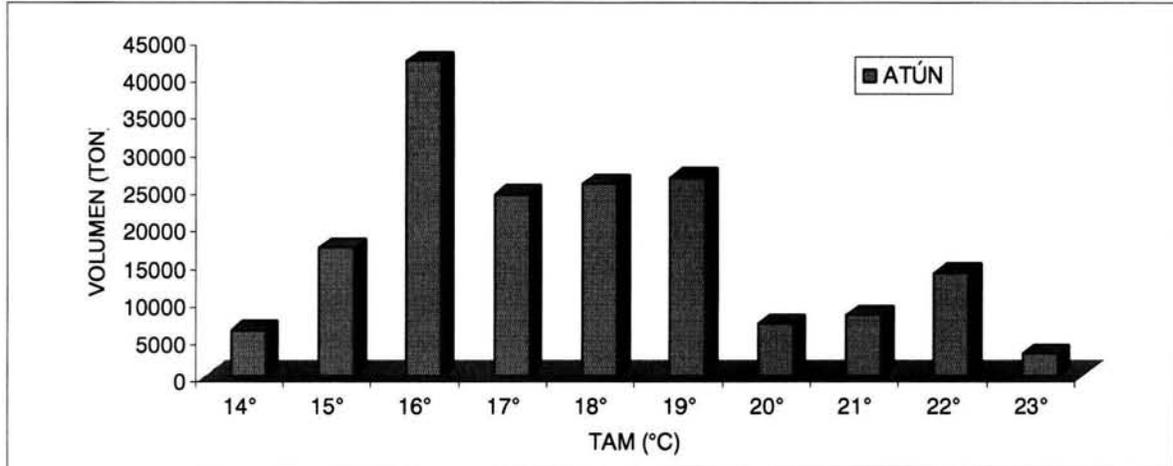


Figura33. Volumen de pesca en peso vivo del atún, por grado centígrado de la TSM.

Dentro de las pesquerías estudiadas se encuentran especies de diferentes ambientes, pelágicas (sardina, anchoveta y atún) y organismos bentónicos (erizo y sargazo), las cuales tienen distintas respuestas a las variaciones de temperatura tanto estacional como anual. Algunas especies prefieren temperaturas más cálidas como la sardina, el erizo y el sargazo, en cambio la anchoveta y el atún presentan mayor abundancia en temperaturas más bajas. Sin embargo la adaptación que presentan estos grupos a las condiciones del medio en esta región, se refleja en el intervalo en general, de la temperatura entre 15 ° a 19° C en el que presentan mayor abundancia.

En lo que se refiere al análisis estadístico, de correlación lineal (según modelo de Spearman) entre la TSM y cada una de las pesquerías estudiadas (tabla, 4), muestra que no existe esta correlación lineal, debido a que los valores de esta son muy bajos; esto no desecha que exista otro tipo de relación entre ellos. Algunos autores (Allen y Punsly, 1984; García y Sánchez, 1996; 1998; García-Franco, *et al.*, 2001 Lauth y Olson, 1996; Lluch-Belda *et al* 1991,1996; Palleiro *et al* 1987; Rodríguez, 1988; Schaefer, 1998), refieren que si existe una relación entre estas pesquerías y la temperatura, lo que algunas de las figuras que se presentan en este estudio muestran. Esto puede ser debido a que el tiempo que comprende este estudio es muy corto para que se pueda reflejar una correlación; o porque los datos de la TSM que se emplearon abarcan un área muy extensa, lo que ocasiona que no reflejen la zona en particular en donde se realiza la extracción de cada pesquería.

VIII CONCLUSIONES:

La temperatura superficial del mar en esta región mostró una estacionalidad marcada, en donde la temporada de verano-otoños es cálida y la de invierno-primavera es fría, con un promedio general de 17.71°C.

Durante la temporada de estudio se presentó el evento oceanográfico "El Niño" el cual se manifestó el aumento de la TSM a finales de 1997 y principios de 1998, observándose la temperatura mensual más alta en septiembre de 1997 con 5.1°C por arriba del promedio. También se presentó "La Niña", durante 1999 con temperaturas bajas, donde la menor se registra en el mes de mayo de este año con 3.4°C por debajo del promedio general.

Las cinco pesquerías estudiadas tienen distintas respuesta a las variaciones en la TSM en condiciones normales, es decir durante años donde no se presentan fenómenos de calentamiento y enfriamiento como los mencionados. En general la sardina el erizo y el sargazo muestran un mayor volumen de captura cuando la temperatura es más alta, a diferencia de la anchoveta y el atún que prefieren aguas más frías.

Durante el fenómeno de "El Niño" de 1997-98 en esta zona de estudio, se observó un aumento en la pesca de sardina y atún durante 1997 seguido de una baja en 1998; mientras que la anchoveta, el erizo y el sargazo mostraron un decremento a finales de 1997 y durante 1998 con una recuperación durante 1999. Durante el fenómeno "La Niña" no se observaron consecuencias marcadas en las pesquerías.

El intervalo de temperatura superficial del mar en el que en general obtuvieron la mayor producción pesquera en las cinco pesquerías estudiadas es de 15° a 19° C en esta región.

IX LITERATURA CITADA:

- Aguilar, R. R., Aguilar, R. L. E. y Ramos, J. N. A., 1990. Análisis biogeográfico del orden laminaras (Phaeophyta) en las costas de la península de Baja California, México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 5 (2): 107-266 pp.
- Allen, R. y Punsly, R., 1984. Proporciones de captura como índices de abundancia del atún aleta amarilla *T. albacares* en el océano Pacífico Oriental. Comisión Interamericana del Atún Tropical, Boletín 18 (4): 379 p.
- Bakun, A. y Nelson, C. S., 1977. Climatology of upwelling related processes of Baja California. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigation, Rep. :19, 107-127 pp.
- Bayliff, H. W., Ishizuka, Y. y Deriso, R., 1991. Crecimiento, movimientos y agotamiento del atún aleta azul del norte, *T. Thynnus*, en el Océano Pacífico, determinado a partir del Marcado. Comisión Interamericana del Atún Tropical, La Joya, California, Boletín 20 (1): 350 p.
- Begon, M., Harper, L. J., Townsend, R. C., 1988. Ecología, poblaciones y comunidades. Omega. Barcelona. 886 p.
- Castro, J., Tapia, O. y Valles, H., 1992. Informe técnico del comportamiento reproductivo del erizo rojo *S. franciscanus* de las cuatro zonas establecidas para la captura comercial durante el periodo de marzo a noviembre de 1990. CRIP, Ensenada. (doc. Interno), 24 p.
- Catálogo de Especies Marinas de Baja California (CEMBC). 1984. Gobierno del Estado de Baja California y Secretaría de Desarrollo Económico. Ensenada, 129 p.
- Chávez, S. G., 1977. Elementos de oceanografía. Compañía Editorial Continental. México, 256 p.
- Cifuentes, L. J. L., Torres-García, P. y Frías, M. M., 1997. El océano y sus recursos. Pesquerías. Fondo de cultura económica, México.
- Cota-Villavicencio, A., Aguilar, M. D., Romero, M. M., Solana, S. R. y Uribe, O. F., 1996. La pesquería del erizo rojo (*S. franciscanus*) y morado (*S. purpuratus*) en la costa Noroccidental de Baja California. INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera, 12: 68-75 pp.

- Cota-Villavicencio, A., Aguilar, M. D., Romero, M. M., Uribe, O. F. y Palleiro, N. J. S., 2000. Estructura por talla y tasa de mortalidad total del erizo rojo *S. franciscanus* de la costa Noroccidental de Baja California. México, INP. SAGARPA. Ciencia Pesquera, 14: 23-28 pp.
- Dawes, C. J., 1986. Botánica marina. Limusa. México. 673 p.
- De la Lanza, E. G., 1991. Oceanografía de Mares Mexicanos. AGT Editor. México, D. F., 559 p.
- Frumento, S. A., 1972. Biofísica. Interamericana S. A. I. C. I. Buenos Aires, Argentina. 766p.
- García, F. W. y Sánchez, R. F. J., 1996. Proyecto, Pelágicos Menores. Boletín Anual de la Temporada 1995. CRIP, Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. 17 p.
- García, F. W. y Sánchez, R. F. J., 1997. Proyecto, Pelágicos Menores. Boletín Anual de la Temporada 1996. CRIP, Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. 17 p.
- García, F. W. y Sánchez, R. F. J., 1998. Proyecto, Pelágicos Menores. Boletín Anual de la Temporada 1997. CRIP, Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. 18 p.
- García, F. W. Cota-Villavicencio, A., y Sánchez, R. F. J., 1999. Análisis de la pesquería de pelágicos menores de la costa occidental de Baja California. Temporada 1998. CRIP, Ensenada. SEMARNAP. Instituto Nacional de la Pesca. 17 p.
- García, F. W. Cota-Villavicencio, A., y Sánchez-Ruiz, F., 2001. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California, México. Instituto Nacional de Pesca, SAGARPA. México. Ciencia Pesquera: 15, 113-120 pp.
- García, F. W., y Sánchez, F. J., 2001. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California. Durante la temporada de 2000. En memorias del taller de pelágicos menores. CIBNOR, La Paz, B. C. S. Junio 2001. 5p

- García, F. W. y Sánchez, R. F. J., 2002. Proyecto, Pelágicos Menores. Boletín Anual de la Temporada 2001. CRIP, Ensenada. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. 15 p.
- González, R. P. G. y Ramírez, R. M., 1989. Zonas y épocas de reproducción del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonnaterre 1788) en el Pacífico. Inv. Mar. CICIMAR, México, 4 (2), 203-210 pp.
- Guzmán del Proo, S. A., Casas, V. M., Días, C. A., Días, L. M. L., Pineda, B. J. y Sánchez, R. M. E., 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas en México. Inv. Mar. CICIMAR :2, 1-63 pp.
- Hikey, M. B. 1979. The California Current System - Hypothesis and facts. Prog. Oceanog. 8: 191-279 pp.
- Hill, W. R., 1980. Fisiología animal comparada. Reverte. España. 901 p.
- INEGI, 1984. Síntesis Geográfica del Estado de Baja California. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, México, 137 p.
- INP, 2000. Carta Nacional de Pesca. INP, SEMARNAT. México, 128 p.
- INP, 2004. Carta Nacional de Pesca. INP, SEMARNAT. México.
- Lavin, M. F., Beier, E. y Bardan, A., 1997. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía N° 3. Unión Geofísica Mexicana, México, 272p.
- Lauth, R. R. y Olson, J. R., 1996. Distribución y abundancia de escombridos larvales en relación al ambiente físico en el noroeste del recodo de Panamá. Comisión Interamericano del Atún Tropical, La Joya, California, Boletín 21 (3) 256 p.
- Lluch-Belda, D., Hernández-Vázquez y Schwartzlose, R. A., 1991. A hypothetical model for the fluctuation of the California sardine population (*S. sagax caerulea*). In: Kawasaki, T., Tanaka, S., Toba, Y. y Taniguchi, A. (eds). The long-term-variability of pelagic fish population and their environment. Proc. Int. Symp., Sendai Japan, Pergamon Press. 293-300 pp.
- Lluch-Belda, D., Hernández-Vázquez; Lluch-Cota, D. B., y Salinas, Z. C. A., 1992. La variación oceánica interanual en el marco del cambio climático global. Ciencia. 43. 139-144 pp.

- Lluch-Belda, D., Arvizu, M. J., Hernández, V. S., Lluch-Cota, D. B. y Salinas, Z. C. A., 1996. La pesquería de sardina y anchoveta, en: *Pesquerías Relevantes de México*, INP, México, 419-536 pp.
- Lluch-Cota, D. B., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, S. E., López-Martínez, J., Nevárez-Martínez, M. O., Ponce-Díaz, G., Salinas-Zavala, C. A. y Vega-Velásquez., 1999a. Efectos de El Niño en los Recursos Pesqueros Costeros - un estudio de caso -, en: *El Episodio El Niño de 1997-1998 Una Retrospectiva Científica y Técnica*. OMM, Ecuador, (905), 46-47pp
- Lluch-Cota, D. B., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, S., López-Martínez, J., Nevárez-Martínez, M., Ponce-Díaz, G., Salinas-Zavala, G., Vega-Velásquez, A., Lara L. J. R., Hammann G. y Morales J., 1999b. Las Pesquerías y El Niño, en: *Los Impactos de El Niño en México*. CCA-UNAM, CONACYT-CICESE, México, 137-178 pp.
- Magaña, R. V. O., 1999. *Los Impactos de El Niño en México*. CCA-UNAM, CONACYT-CICESE, México, 228 p.
- Ming-Anne, L., Kuo-Tien, L. y Guang-Yaw, S., 1995. Environmental factors associated with the formation of larval anchovy fishing grounds in the coastal waters of southwest Taiwan
- Monreal, G. M. A., Salas, de L. D. A. y Aldeco, R. J., 1999. Las Surgencias Costeras de América. *Geofísica*, 51: 7-42 pp.
- OMM, 1999. *El Episodio El Niño de 1997-1998 Una Retrospectiva Científica y Técnica*. Organización Meteorológica Mundial, Ecuador, (905), 94 p.
- Orange, C. J., 1961. Desove de los atunes aleta amarilla y barrilete en el océano Pacífico Oriental Tropical, según los estudios de desarrollo de las gónadas. *Comisión Interamericana del Atún Tropical*, La Joya, California, Boletín 5 (6): 526 p.
- Payne, A. I. L., Gulland, J. A. And Brink, K. H., 1987. Climate and fisheries: cause and effect or managing the log and short of it all. Brink (eds) S. Afar. *J. mar. Sce.* 5: 811-838 pp.

- Palleiro, N. J., 1987. Biología del erizo *S. franciscanus*, y su pesquería en Baja California. INP. Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, B C. (Doc. Interno).
- Palleiro, N. J., Montero, A. D. y Martínez, R. J. M., 1996. Equinodermos: erizo de mar, en: Pesquerías Relevantes de México. INP, México, 313-335 pp.
- Parés, S. A., López, M. y Pavia, E. G., 1997. Oceanografía Física del Océano Pacífico Nororiental, en: Contribución a la Oceanografía Física en México, Monografía N° 3. Union Geofísica Mexicana, 1-24 pp.
- Pinet, R. P., 1998. Invitation to Oceanography. Janes and Bartlett Publishers, EUA, 508 p.
- Ramírez-Felix. E., 2000. Análisis de la extracción del erizo rojo de mar (*S. franciscanus*) según especie clave y conectividad en el área de Santo Tomas a Punta China, Baja California, México. INP, SAGARPA, México, ciencia Pesquera 14: 19-22 pp.
- Reyes-Coca, S. y Troncoso-Gaytán, R., 2001. "El Niño Oscilación del Sur" y los fenómenos hidrometeorológicos en Baja California: el evento de 1997-1998. INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera, 15: 89-96. pp
- Rodríguez, de la C. M. C., 1988. Los Recursos Pesqueros de México y sus pesquerías. Secretaria de Pesca, México, 206 p.
- Salinas-Zavala, C. A., 2000. Sobre la respuesta al cambio climático en el noroeste de México. Ciencia. 51 (3): 11-18 pp.
- Schaefer, K. M., 1998. Biología reproductora del atún aleta amarilla (*T. Albacares*) en el Océano Pacífico Oriental. Comisión Interamericana del Atún Tropical, Boletín, La Joya, California, 21 (5): 271 p.
- SEMARNAP, 1995. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 235 p.
- SEMARNAP, 1996. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 231 p.
- SEMARNAP, 1997. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 241 p.

- SEMARNAP, 1998a. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 244 p.
- SEMARNAP, 1998b. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y manejo 1997-1998 Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, Sonora, 691 p.
- SEMARNAP, 1999. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 275 p.
- SEMARNAT, 2000a. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 271 p.
- SEMARNAT, 2000b. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y manejo 1999-2000 Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, Sonora, 708 p.
- SEMARNAT, 2000c. La Gestión Ambiental en México. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, 374 p.
- Storer, I. T., Usinger, L. R., Stebbins, C. R. y Nybakken, W. J., 1975. Zoología general. Omega, Barcelona. 867 p.
- Trasviña, A., Lluch, C. D., Filonov, A. E. y Gallegos, A., 1999. Oceanografía y el Niño, en: Los Impactos de El Niño en México. CCA-UNAM, CONACYT-CICESE, México, 69-101 pp.
- Weisz, B. P., 1978. La ciencia de la zoología. Omega, Barcelona, 933 p.

X APÉNDICE:

ANEXO I DIAGNOSIS DE LAS PESQUERÍAS ESTUDIADAS:

a) SARGAZO

Las especies de algas que se cosechan en la costa de occidental de Baja California son las siguientes (Aguilar *et al*, 1990; INP, 2000, 2004).

Macrocystis pyrifera Sargazo gigante

Gelidium robustum Sargazo rojo

Observando el patrón de distribución de las algas laminariales la región que se encuentra entre latitud 32° 35" N y 27° 25" N puede considerarse como de transición, ya que tiene su límite de distribución continua a lo largo del Pacífico Norteamericano 4 especies de algas entre ellas *M. pyrifera* (Aguilar *et al*, 1990). La costa del Pacífico cuenta con una flora exuberante, común de aguas frías, las cuales están asociadas con surgencias (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

El factor fundamental que condiciona la explotación a nivel comercial de las algas es la extensión y la densidad mínima de los bancos de estas al igual que la capacidad de regeneración suficientemente rápida. En México existen 5 géneros de macroalgas con importancia económica, de los cuales 3 de ellos se explotan regularmente en la actualidad: *Macrosystis*, *Gelidium* y *Gigantina*. (Guzmán del Proo *et al*, 1986). En el país como en el estado de Baja California el alga de mayor explotación es *M. Piryfera* (SEMARNAP, 1995,19996, 1997, 1998a, 1999 y 2000a).

Durante el fenómeno de "El Niño" de 1997-98, los bancos de macroalgas fueron afectados reduciendo estas hasta un 70% en la producción, según diversos autores esto es debido a la elevada temperatura, la baja concentración de los nutrientes disponibles y el efecto mecánico del oleaje. (Lluch-Cota *et al*, 1999a, 1999b).

***Macrocystis pyrifera* Sargazo gigante**



Figura 34. *Macrocystis pyrifera* (Sargazo gigante) (modificado de CEMBC, 1984).

▪ **BIOLOGÍA:**

Se encuentra dentro de la División de las Phaeophytas, en del Orden Laminares.

Son algas de gran tamaño que llegan a medir hasta 60m, se adhieren al sustrato rocoso por medio de rizoides que son perennes, de los cuales se originan varios tallos cortos (estípites) de los que parten los cauloides, y a lo largo de estos, se encuentran estructuras flotantes (neumatocistos o aerocistos) de donde se despliegan las láminas (cada cauloides, sus neumatocistos y laminas constituyen una fronda) (Guzmán del Proo *et al*, 1986). Estos se distribuyen a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California (INP, 2000; Cifuentes, 1997).

Se localiza en aguas próximas a la costa, y a profundidad de hasta 40.3 m, aunque los mantos donde se cosechan por lo general están de 3 a 35 m de profundidad; cubre áreas entre 0.25 Km. y 20 Km., generalmente se encuentra en piso infralitoral. Forman extensos bosques o mantos que proporcionan hábitat, refugio y alimento a especies como: abulón, langosta, erizo, diversos peces, etc. (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

-CICLO DE VIDA: Presenta alternancia de generaciones, entre un esporofito microscópico asexual (constituido por varias frondas), siendo este el que se cosecha, y un gametofito microscópico sexual (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

▪ **PESCA:**

Esta especie constituye aproximadamente el 80% de la cosecha total de algas (Rodríguez, 1988).

Para la cosecha se puede utilizar una embarcación mayor, superior a 10 toneladas de registro bruto, equipada con cuchillas aserradoras para el corte a 1.20 m bajo la superficie, en franjas de 9 m de ancho; o bien, una embarcación menor, con motor fuera de borda, hasta el año 2000 solo existía un barco sargacero y 616 embarcaciones menores (INP, 2000, 2004). La cosecha se realiza durante todo el año, pero esta es limitada por cuestiones meteorológicas y de mercado, así como la escasez en los mantos, siendo los meses de diciembre y enero los de más baja actividad (Guzmán del Proo *et al*, 1986). El corte se hace a una profundidad máxima de 4m, podando solo el 40% del vegetal, cortando sólo la parte superior de esta, lo que permite que la luz del sol penetre a las partes bajas de los mantos, favoreciendo nuevamente su crecimiento. Un manto puede ser cosechado periódicamente hasta un máximo de 3 veces al año (Cifuentes, 1997; Rodríguez, 1988).

Como medidas de manejo se estableció un sistema de concesión que establece periodos de cosecha, equipo de pesca y volumen de extracción, el punto de referencia es un potencial anual estimado cerca de 80,000 ton. húmedas. Está considerado como un recurso con potencial en desarrollo (INP, 2000).

▪ **IMPORTANCIA:**

Los mantos de *M. pyrifera* son de gran importancia ecológica, por la gran cantidad de flora y fauna que vive asociada a esta comunidad, además de que sirve de refugio a larvas de invertebrados y peces. Desde el punto de vista económico estos mantos tienen también gran importancia al encontrarse en ellos recursos que se explotan comercialmente como es el erizo rojo (Palleiro *et al*, 1996).

Es utilizada fundamentalmente para la obtención de alginatos (de sodio, potasio, calcio, amonio, etc.) de los cuales su uso es muy amplio, tanto en su forma soluble como insoluble (Guzmán del Proo *et al*, 1986; INP, 2000), esta especie es una de las principales algas utilizadas como abono, por ser un magnífico acondicionador de suelos (Cifuentes, 1997).

▪ **FACTORES AMBIENTALES:**

Entre los principales factores que afectan su distribución, el crecimiento y reproducción se encuentran: la temperatura del agua, nutrientes, sustrato disponible, exposición al oleaje e intensidad de la luz en el fondo. Una planta puede tener un periodo de vida de 2 meses a varios años dependiendo principalmente de las condiciones ambientales (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

Esta especie es altamente susceptible a los cambios ambientales como los provocados por el fenómeno de El Niño, en particular los ocurridos en 1982 y 1998, en donde disminuyeron considerablemente la biomasa disponible (INP, 2000). Durante el episodio de 1997-98 la comunidad rocosa asociada con *M. poryfera* en las costas del Pacífico central, en Baja California mostró claramente un impacto negativo debido al estrés ambiental al que estuvo expuesta. (Lluch-Cota *et al*, 1999a, 1999b).

***Gelidium robustum* Sargazo rojo**



Figura 35. *Gelidium robustum* (Sargazo rojo), (modificado de CEMBC, 1984)

▪ **BIOLOGÍA:**

Se encuentra dentro de la División Rhodophyta, en el Orden Gelidales.

Planta erecta, color rojo vino, violácea, con ramificación superior lateral, pinada, plana de contorno piramidal, la altura promedio es de 31 a 37 cm., y llega hasta 1 m. Se localiza desde la línea de costa de más baja marea hasta una profundidad de 15 a 16 m, es característica de fondos rocosos con oleaje de gran intensidad, principalmente se encuentra en piso infralitoral. Forma bancos densos, es común encontrarle formando parte de la vegetación asociada a los mantos de *M. pyrifera*. El tamaño comercial en promedio es de 30 cm., es probable que se requiera un mínimo de 2 a 2.5 años para alcanzar esta longitud, sin embargo; los buzos que comercian con ella aseguran que es suficiente 1.5 años para que los bancos se regeneren a tallas comerciales (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

-**CICLO DE VIDA:** Presenta alternancia de generaciones, la reproducción vegetativa es muy extendida en esta especie, la cual es probable que juegue un papel importante en la regeneración de los mantos. En los bancos sometidos a explotación las plantas viven de 2 a 3 años (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

PESCA:

Para la cosecha se utiliza una embarcación de 18 a 22 pies de eslora con motor fuera de borda, se emplea equipo Hooka, el corte es manual (INP, 2000, 2004). Se cosecha todo el año, con mayor intensidad de mayo a septiembre coincidiendo con la época de mar calmo (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

De manera sustentable este recurso esta aprovechado al máximo (INP, 2000)

- **IMPORTANCIA:**

Es utilizada fundamentalmente para extraer agar, que es un polisacárido que forma parte de la pared celular de las algas rojas (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

- **FACTORES AMBIENTALES:**

La temperatura, la luz, la desecación son los factores físicos que influyen mas directamente en la existencia de mantos, sin embargo, es probable que la principal causa de pérdida de frondas sea la acción de tormentas y oleajes muy severos. Las variaciones en la densidad de los bancos puede deberse a un efecto de sobre explotación o a los cambios oceánicos (Guzmán del Proo *et al*, 1986).

Es un recurso sujeto a cambios ambientales como los provocados por el fenómeno de El Niño que en 1983 provocó una disminución de este, con una recuperación de los mantos, parcialmente en un año y totalmente en dos años. En 1998 disminuyó considerablemente la biomasa disponible (INP, 2000; Lluch-Cota *et al*, 1999b)

b) ERIZO

En México se le encuentra en la costa occidental de la península de Baja California (INP, 2000).

Strongylocetrotus franciscanus Erizo rojo
Strongylocetrotus purpuratus Erizo morado

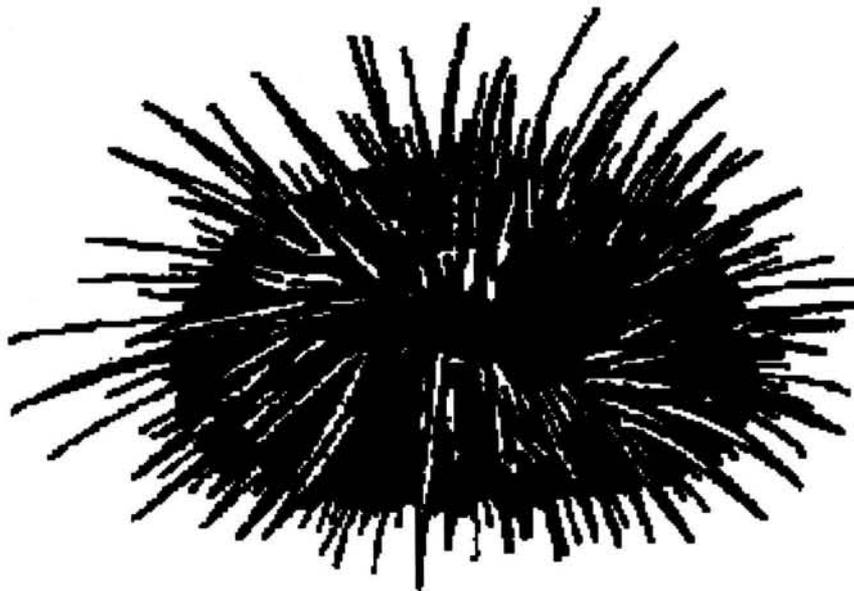


Figura 36. *Strongylocetrotus franciscanus* (Erizo rojo) (modificado de CEMBC, 1984).

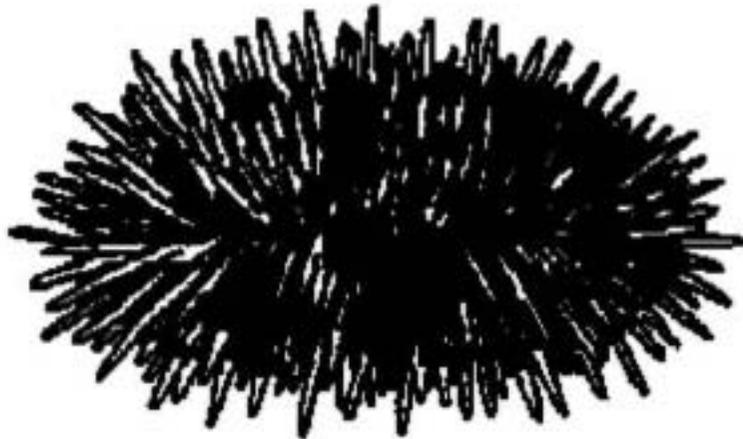


Figura 37. *Strongylocentrotus purpuratus* (Erizo morado) (modificado de CEMBC, 1984).

En Baja California existen 4 especies de erizo de las cuales solo las 2 anteriores son explotadas comercialmente, de estas el erizo rojo representa el 79% y el morado el 21% de la captura, durante la temporada 1994-1999. (SEMARNAP, 1998b.; SEMARNAT, 2000b).

Debido a la demanda internacional, siempre ha sido un producto de exportación y a escala mundial México ocupa el 5° lugar de producción pesquera (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT; SEMARNAT, 2000b)

▪ **BIOLOGÍA:**

El Erizo se encuentra en la Clase Echinoidea, en la Familia Strongylocentrotidae; es el equinodermo de mayor tamaño de la costa noroccidental del continente americano (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

El erizo es un equinodermo con simetría radial, tiene forma hemisférica, el caparazón o concha cuenta con cinco áreas (ambulacros) perforado por una doble serie, de donde salen los pies ambulacrales y cinco áreas alternantes (interambulacros) sin pies. Sobre las placas hay series de tubérculos bajos sobre los que se articulan las espinas, las cuales son móviles, estas tienen función locomotora y protectora. El ano se encuentra en la superficie aboral rodeado de las aberturas genitales. La boca que esta en la superficie oral está rodeada por cinco dientes calcáreos, los que están sostenidos por la "Linterna de Aristóteles" (Storer *et al* 1975; Weisz, 1978).

El erizo rojo (Fig. 36) presenta una coloración que va del rojo ladrillo a un rojo oscuro, presenta espinas relativamente largas, se alimenta generalmente de algas marinas; los adultos llegan a alcanzar hasta 20 cm. de diámetro y un kilogramo de peso siendo de los equinodermos de mayor tamaño en el mundo (CEMBC, 1984; Weisz, 1978).

El erizo morado (Fig. 37) posee una coloración púrpura, las espinas son cortas en comparación con otras especies; los adultos alcanzan tallas hasta de 7.6 cm. de diámetro (CEMBC, 1984).

Los erizos presentan desplazamientos de 10 m máximo al día, en busca de alimento (Cota-Villavicencio et al, 1996; SEMARNAP, 1998b, 2000b).

Su distribución es desde la zona de mareas hasta los 20 o 25 metros, se le asocia con áreas rocosas, se encuentra muy relacionado con mantos de algas como el sargazo gigante (CEMBC, 1984; Cota-Villavicencio et al, 1996). Se le puede encontrar de los 3 a 30 metros de profundidad. Generalmente las poblaciones de erizo se encuentran distribuidas en parches (Palleiro et al, 1996). La distribución de la especie de erizo rojo y de erizo morado se traslapan; el erizo morado domina la zona entre mareas, y el erizo rojo de los cinco metros de profundidad hacia delante (Cota-Villavicencio et al, 1996).

-CICLO DE VIDA: Los equinodermos poseen cinco gónadas que se comunican con el exterior por medio de cinco gonóporos situados en la cara aboral. (Weisz, 1978).

Los erizos son dioicos (con sexos separados), sin dimorfismo sexual. Los gametos son expulsados hacia el medio donde ocurre la fecundación. Las larvas son bilaterales y planctónicas, cuando estas están bien desarrolladas empiezan a buscar sitios para fijarse y si no encuentran un sitio adecuado, pueden permanecer en el plancton por espacio de 2 a 3 meses. Después de fijarse, se presenta inmediatamente la metamorfosis, dando un erizo de aproximadamente 1 mm. de diámetro (Palleiro, 1987) La talla de la primera madurez va de 60 a 74 mm, dependiendo de la zona; siendo la proporción de sexos 1:1 (Castro et al, 1992).

Las gónadas de los erizos maduran durante el verano y el otoño, estas aumentan de tamaño y toman una coloración amarillo intenso (es cuando lo capturan para comercializar). Los meses en que se observa los máximos desoves van de julio a noviembre dependiendo del sitio. (Castro et al, 1992). El desove del erizo en Baja California se da de febrero a mayo, los picos pueden variar estacionalmente (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

- PESCA:

Es semiautomática con una embarcación de 24 pies de eslora, con motor fuera de borda equipo de buceo Hooka (INP, 2000, 2004), a una profundidad de 6 a 30 m. (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b). Las poblaciones de erizo pescable están limitadas por la cantidad de alimento disponible (Palleiro et al, 1996)

Después del máximo de 1986, la pesquería ha mantenido una tendencia decreciente sostenida y se encuentra en estado de deterioro (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b). En la temporada de 1994-1996 el aumento en el esfuerzo ha ocasionado que disminuya la captura por unidad de esfuerzo. Las tasas de

mortalidad han sido altas en todas las zonas de pesca (Cota-Villavicencio *et al*, 1996).

Esta pesquería es regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-1007-PESC-1993 donde establece épocas y zonas de veda, la veda es de 1° de marzo al 31 de junio. El punto de referencia es, alcanzar la biomasa hasta maximizar la producción excedente; el valor de la biomasa en el año actual no debe ser menor al del año inmediato anterior (INP, 2000; SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b). La talla mínima legal es de 80 mm de diámetro (Cota-Villavicencio *et al*, 1996).

En la mayoría de los sitios de pesca en Baja California la talla promedio global es de 80 mm de diámetro, siendo el promedio general de 93.5 mm. Aunque en algunas áreas con señales de agotamiento se observan tallas promedio por debajo de los 80 mm (Cota-Villavicencio *et al* 1996)

▪ **IMPORTANCIA:**

El erizo rojo es la especie más explotada debido principalmente a que la calidad de sus gónadas es superior a la de otras especies (Palleiro *et al*, 1987). Es apreciado en el mercado asiático (en especial en el Japón) por el tamaño y la calidad de estas (Palleiro *et al*, 1996), y cuya calidad depende tanto del tipo de alimento (Ramírez-Félix, 2000).

▪ **FACTORES AMBIENTALES:**

Durante el fenómeno de El Niño de 1997-98, en la pesca de erizo se reportaron reducciones de producción importante en las costas adyacentes a la Península de Baja California (Luch-Cota *et al*, 1999a, 1999b).

C) PELÁGICOS MENORES (SARDINA Y ANCHOVETA):

En el siguiente listado se encuentran las especies que se capturan en México, de estas, las seis primeras constituyen el 70% de la captura y las tres últimas presentan una captura muy baja (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b). En Ensenada se captura: sardina monterrey, anchoveta, macarela y bonito; siendo la sardina monterrey la especie objetivo (INP, 2000).

<i>Sardinops caeruleus</i>	Sardina Monterrey
<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina crínuda
<i>Opisthonema bulleri</i>	Sardina crínuda azul
<i>Opisthonema medirastre</i>	Sardina crínuda machete
<i>Scomber japonicus</i>	Macarela
<i>Engraulis mordax</i>	Anchoveta norteña
<i>Trachurus simetricus</i>	Charrito
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Sardina bocana
<i>Oligoplites spp.</i>	Sardina piña

La pesquería de pelágicos menores está basada en la explotación de ciertas especies de peces, los clupeoideos, que se agrupan en cardúmenes, por lo que son altamente vulnerables a algunas artes de pesca, particularmente redes de cerco (Lluch-Belda *et al*, 1996).

México se encontró entre los primeros 15 lugares en producción pesquera de sardina, anchoveta y similares durante el periodo de estudio (SEMARNAT, 2000a); estas pesquerías son las más importantes en el país ya que ocupan el primer lugar en volumen (SEMARNAP; SEMARNAT, 2000b).

▪ BIOLOGÍA:

Los pelágicos menores se encuentran dentro del Orden Clupeiformes; en el Suborden Clupeidei (354 especies en 4 familias); en la familia Clupeidae (son sardinas o arenques, 16 géneros) se incluyen la sardina monterrey y las 3 especies de sardina crinuda y en la familia Engraulidae (anchovetas con 16 géneros) se incluyen la sardina bocona y la anchoveta norteña Carangidae, se incluye la sardina piña y el charrito (Lluch-Belda *et al*, 1996).

Los pelágicos menores son peces que alcanzan longitudes entre 10 y 30 cm., el crecimiento está en función de factores abióticos (vientos, T°, surgencias, etc.), como de las relaciones que se establecen en la comunidad. (Lluch-Belda *et al*, 1996).

Se alimentan de plancton y por ello se encuentra en aguas superficiales bien iluminadas (Cifuentes, 1997); suelen habitar en zonas costeras de alta productividad biológica; son un ejemplo de las asociaciones características de los márgenes de surgencias costeras (Lluch-Belda *et al*, 1996; Rodríguez, 1988). Tienen migraciones estacionales para reproducción y para alimentación (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

La participación ecológica de estas especies es importante en las relaciones tróficas; a menudo los huevos, las larvas, juveniles y adultos de sardina y anchoveta predominan en abundancia sobre de otros grupos de peces, por lo que son consumidos por un amplio número de depredadores (Lluch-Belda *et al*, 1996). La sardina y la anchoveta ocupan el mismo nicho ecológico (Rodríguez, 1988).

-CICLO DE VIDA: Los ciclos de vida son relativamente cortos, con desoves múltiples (tienen reproducción parcial), las hembras activas presentan al mismo tiempo ovocitos en muchos estadios (Lluch-Belda *et al*, 1996).

La variabilidad del proceso reproductivo está muy ligada a los cambios ambientales; donde las etapas reproductoras y de liberación de gametos, están asociadas a temperaturas de 16° a 18° C mientras que las etapas gametogénicas y de crecimiento están relacionadas con temperaturas mayores de 18° C (Lluch-Belda *et al*, 1996).

- **PESCA:**

La pesca es multiespecífica, se capturan varias especies con el mismo sistema (barco y red de cerco) en algunas ocasiones en la misma jornada. Unidades de esfuerzo pesquero: una embarcación mayor superior a 10 toneladas de registro bruto, equipada con red de cerco no selectiva y operada hasta por 8 pescadores. Los barcos más comunes tienen 25 m de eslora y 120 toneladas de bodega (INP, 2000). La luz de malla es para sardina de 25 mm. y para la anchoveta de 13 mm.; algunos barcos usan redes mixtas con paño de ambos tamaños (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

Ensenada está entre los 5 principales puertos de descarga (INP, 2000); aquí hay plantas procesadoras de sardina y anchoveta. La sardina en Ensenada se procesa en mayor medida en enlatado (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

Como medida de manejo en la NOM-1003 PESC-1993 establece entre otras cosas, talla mínima de captura para la sardina monterrey (150 mm de longitud patrón LP), la sardina crinuda (160 mm de LP), la anchoveta (100 mm de LP). Se sugiere que se evite la captura de individuos jóvenes que no rebasen la talla mínima reglamentada en cada especie lo que permite tener un manejo sano de las existencias (García y Sánchez, 2002)

- **FACTORES AMBIENTALES:**

La variabilidad del proceso reproductivo está muy ligada a los cambios ambientales, particularmente en lo que refiere a condiciones de productividad, temperatura y probablemente turbulencia, así como las relaciones denso dependientes que se establecen tanto intra como inter específicamente. La mayoría de las respuestas a los cambios en las condiciones ambientales bióticas y abióticas, determinan la distribución y abundancia de la calidad de los huevos más que la sobrevivencia larval (Lluch-Belda *et al*, 1996).

Además de la variabilidad interanual las modificaciones en la distribución y abundancia de los pelágicos menores al menos de sardina y anchoveta son más notables en escala de tiempo más largas, al grado de llegar a modificar sustancialmente la actividad pesquera durante varias décadas (Lluch-Belda *et al*, 1996).

En la mayoría de los casos la disminución de la abundancia de algunas de las especies de pelágicos menores se debe más a la variaciones naturales del ambiente que a una probable explotación inadecuada, lo cual ha sido también para otras pesquerías en el mundo (Lluch-Belda *et al*, 1996).

SARDINA



Figura 38. *Sardinops caeruleus* (Sardina Monterrey) (modificado de CEMBC, 1984).

La especie más importante en la pesquería de los pelágicos menores en el noroeste de México es la sardina monterrey *S. caeruleus* que también es reportada por muchos autores como *S. sagax* y como *S. sagax caerulea* (Lluch-Belda et al, 1996); esta especie junto con la sardina crinuda *O. Livertate*, constituye el 90 % de la captura nacional de la pesquería de sardina (Cifuentes, 1997).

▪ BIOLOGÍA:

Alcanza tallas de hasta 41 cm. de longitud total, aunque la talla promedio es de 19 cm.; tiene una longevidad de 7 años (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

Lluch-Belda *et al* (1991 y 1996) proponen que, los movimientos de las poblaciones de sardina monterrey se dan en términos generales, a partir de centros permanentes de ocupación y desove, o sea, centros de dispersión, en el caso de la costa occidental de la península de Baja California esto se presenta en Punta Eugenia (BCS). En estos centros se presentan condiciones favorables para la sardina durante todo el año; dentro de los factores que se identifican como determinantes se encuentra la temperatura superficial del mar y los niveles de surgencia. A partir de ellos la sardina expande su área de distribución, tanto de adultos reproductores como de juveniles, durante la época del año en la que las condiciones favorables se presentan, también en las inmediaciones; cuando estas condiciones cesan se registra un repliegue de la población hacia los centros de dispersión. Entre abril y junio se da la migración hacia el norte y entre agosto y septiembre se repliegan hacia el sur.

-CICLO DE VIDA: Son organismos unisexuales, desovan cuando la temperatura alcanza, en sardina monterrey, 16° y 18° C; y en el caso de la sardina crinuda entre los 25° y 29° C. La mayoría de las sardinias desovan a los 2 años de edad de manera masiva; la sobrevivencia de la larva esta condicionada a la presencia e intensidad de los vientos que hacen que alcancen las zonas de crianza. El

desarrollo embrionario dura aproximadamente 15 días a una temperatura de 15° C, las larvas son pelágicas y viven en el zooplancton (Rodríguez, 1988). En Ensenada para sardina monterrey la fecundidad relativa es de 24,282 ovocitos y las temporadas de máxima reproducción son enero-marzo y junio-julio (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

- **PESCA:**

La pesquería en Ensenada tiene buenas perspectivas para la sardina monterrey, ya que su biomasa sigue creciendo, se debe mantener la talla mínima de 16 cm. (SEMARNAT, 2000b). El crecimiento poblacional de la sardina se relaciona con la edad de primera reproducción y esta varía temporalmente. Durante la temporada de 1995-1999 se observa un incremento en las y tallas que coincide con un incremento en la biomas (García-Franco *et al*, 2001, García y Sánchez, 1996 y 1997).

En la Costa Occidental de Baja California en los últimos diez años (la temporada de 1992 al 2001) la tasa de explotación registra una tendencia clara a estabilizarse en el caso de la pesquería de la sardina monterrey (García-Franco *et al*, 2001; García y Sánchez, 2002).

- **IMPORTANCIA:**

La sardina no solo se consume fresca sino que pueden procesarse en forma de: seco, salado, ahumado, en frío o caliente, en escabeche; además de enlatado, ya sea completo o en partes. Las especies que no son aceptadas para el consumo humano, así como el desperdicio de las especies procesadas, se fabrican aceites y harina para alimento de aves y ganado (Cifuentes *et al*, 1997). En los últimos años México ha aumentado la exportación de sardina enlatada (SEMARNAT, 2000b).

- **FACTORES AMBIENTALES:**

Una característica de esta pesquería es su gran variabilidad asociada tanto al esfuerzo de pesca como a cambios climáticos (Lluch-Belda *et al*, 1996; SEMARNAT, 2000b).

Habita en zonas en donde la temperatura superficial oscila entre 10° y 23° C para sardina monterrey y para sardina crinuda de 18° a 19° C. De acuerdo con la distribución de huevos y larvas, el patrón de contracción y de expansión a partir de los centros de dispersión de la sardina monterrey es sumamente variable entre años, particularmente en presencia de eventos oceanográficos no estacionales importantes (García y Sánchez, 1998; Lluch-Belda *et al*, 1996).

Las fluctuaciones interanuales en las tallas promedio de las existencias de las poblaciones de la sardina monterrey en la costa occidental de Baja California son indicadores de la variabilidad ambiental sobre la abundancia y disponibilidad de este recurso, particularmente durante la temporada de 1997 que se documentó el evento "El Niño" (ENOS) que contribuyó al incremento de las tallas promedio máxima y mínima, en la abundancia y disponibilidad de estos recursos pero se

redujo en Bahía Magdalena y el Golfo de California (García y Sánchez, 1998). Aunque hubo un incremento en la producción pesquera en esta zona, durante esta temporada, la pesca de sardina en general, reportó un decremento en la producción a lo largo de las costas de Pacífico mexicano (Luch-Cota *et al* 1999b).

ANCHOVETA

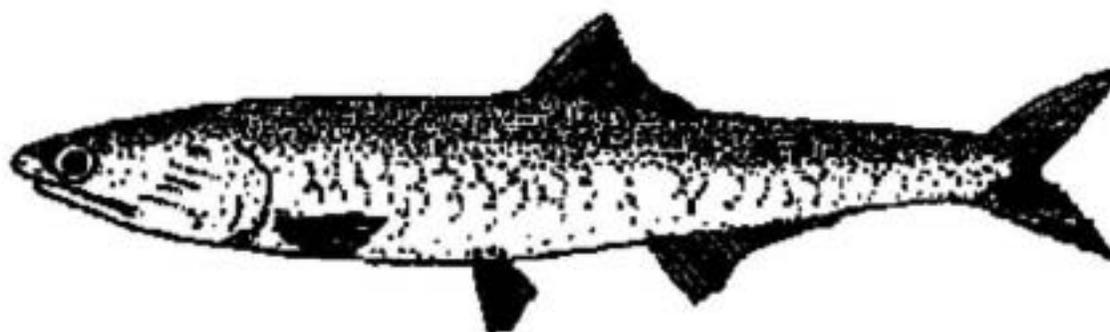


Figura 39. *Engraulis mordax* (Anchoveta norteña) (modificado de CEMBC, 1984).

• BIOLOGÍA:

En Ensenada la anchoveta norteña presenta una talla promedio de 12.1 cm. y una longevidad máxima de 7 años (SEMARNAT, 2000b). El crecimiento es variable geográfica y temporalmente tanto fuera como dentro de las poblaciones debido a diferencias ambientales, a su densidad poblacional y probablemente en respuesta a los efectos de sobre explotación de la pesquería. En la costa occidental el crecimiento es heterogéneo presentándose mayor tamaño al norte que hacia el sur. Así como tallas promedio más altas cercanas a la costa y tallas menores alejadas de la costa (Luch-Belda *et al*, 1996).

La anchoveta norteña, usualmente se localiza dentro de una franja costera de 30 Km. de ancho, excepcionalmente hasta 480 Km. fuera de la costa, y a una profundidad de 200 m. Puede realizar migraciones cerca de la costa. (SEMARNAP, 1998b; 2000b).

-CICLO DE VIDA: En Ensenada la anchoveta norteña tiene una fecundidad relativa de 12,000 ovocitos y la reproducción máxima se da de mayo a agosto (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

La madurez sexual la alcanza por lo general al final del primer año de edad, pero se considera que la población está completamente madura a los dos años cuando presenta una talla de 12 a 15 cm. (Rodríguez, 1988). En Ensenada crecen en un

50% en longitud en el primer año de vida; con un crecimiento acelerado en primavera y otoño (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT; SEMARNAT, 2000b).

PESCA: La pesquería en Ensenada Baja California inició en los años setenta por el desplome de la anchoveta peruana, en 1981 alcanza su máximo con 25,2000 toneladas, después disminuye su nivel, su nivel más bajo se dio al principio de los años noventa (SEMARNAT, 2000b).

La subpoblación de anchoveta y las capturas en la costa occidental de la península siguen deprimidas, por lo que se requiere implementar estrategias de recuperación. (SEMARNAT, 2000b). El estado actual de la población es el resultado de 3 factores: pesquería, altas temperaturas y competencia con la sardina monterrey, aunque no se sabe la contribución relativa de cada uno de ellos al resultado final (Luch-Belda *et al*, 1996). Se recomienda que las tallas en las que sustentan las capturas, no sean inferiores a los 10 cm. de LP (García y Sánchez, 1996 y 1997).

El pico máximo de captura es durante primavera verano ya que hay mayor acceso al recurso, en cambio durante otoño invierno es menos accesible. Las operaciones de pesca se efectúan generalmente en las primeras 15 millas frente a la costa; aunque la mayoría es obtenida en las primeras 5 millas (Luch-Belda *et al*, 1996).

▪ **IMPORTANCIA:**

Son de gran utilidad tanto comercial como industrialmente, así como desde el punto de vista alimenticio por la alta cantidad de nutrientes que posee (Cifuentes *et al*, 1997). En Ensenada se destinan hasta el 98% de la producción a la harina de pescado. En años recientes México ha incrementado la importación de harina de pescado lo que obedece, por un lado al desplome de las descargas de anchoveta y por otro lado a la recuperación de las pesquerías de Chile y Perú (SEMARNAT, 2000b).

▪ **FACTORES AMBIENTALES:**

Los principales factores relacionados con la agregación y abundancia de larvas de anchoveta son, la temperatura superficial del mar, la salinidad y la abundancia de alimento (producción de plancton (Ming-Anne *et al*, 1995).

La anchoveta de la Costa Occidental de Baja California en la escala interanual, muestra variaciones en su distribución y abundancia, aparentemente relacionados tanto con el ambiente como con los cambios en la población de sardina monterrey. En condiciones normales de clima muestran 2 centros con desoves extensos uno Mayor en Punta Eugenia y otro menor al sur de California y la presencia de huevos entre ambos a lo largo de la costa. En un año caliente o frío el desove es de gran amplitud (Luch-Belda *et al*, 1996).

El fenómeno de "El Niño", afecta la producción pesquera de anchoveta negativamente desde las costas peruanas hasta California (Cifuentes *et al* 1997). La anchoveta disminuye su reclutamiento en gran parte debido a la carencia de

alimento, lo que ocasiona que las larvas principalmente mueran al no encontrar alimento. La anchoveta un organismo directamente dependiente de factores ambientales su biomasa está sujeta a una gran variabilidad de estos (independiente del esfuerzo pesquero) lo que la sitúa dentro de las pesquerías de alto nivel de incertidumbre (Rodríguez, 1988)

d) PELÁGICOS MAYORES (ATÚN)

Principales especies de la pesca de atún en México (INP, 2000).

<i>Thunnus albacares</i>	Atún aleta amarilla
<i>Thunnus thynnus</i>	Atún aleta azul
<i>Thunnus obesus</i>	Patudo
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Barrilete
<i>Euthynnus lineatus</i>	Barrilete negro
<i>Sarda chilensis</i>	Bonito
<i>Auxis sp.</i>	Melvas

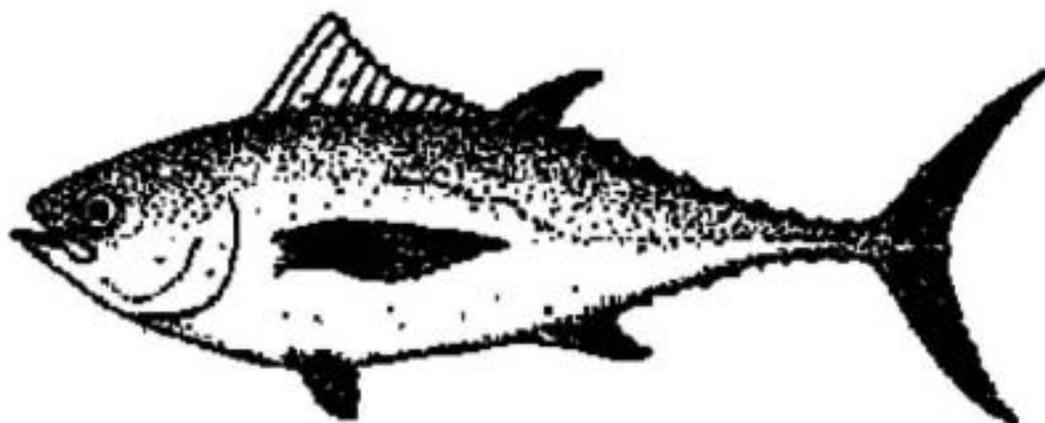


Figura 40. *Thunnus albacares* (Atún aleta amarilla) (modificado de CEMBC, 1984).

A nivel mundial, México se encuentra entre los primeros 10 lugares en producción pesquera de túnidos (SEMARNAT, 2000a).

En México el atún es la 2° pesquería en volumen, después de la sardina y la 2° en valor después del camarón. En los últimos años el atún aleta amarilla constituye entre un 75% y 90% de la captura anual en México, el barrilete 7% y 20%, y las demás especies el 5% de la captura (SEMARNAP, 1998b, 2000b).

- **BIOLOGÍA:**

Los atunes se encuentran dentro del Orden Peciforme en la Familia Scombridae. Alcanzan una longitud furcal máxima de 200 cm., siendo el más común de 150 cm., el peso máximo es de 176 Kg. y el promedio de 60 Kg. Los organismos adultos son depredadores activos, se alimentan de grandes presas, peces pequeños, crustáceos y calamares (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

Los atunes son organismos epipelágicos distribuidos por todos los mares tropicales del mundo (Schaefer, 1998). Se encuentran por lo general en zonas de corrientes que coincidentemente son áreas de alta productividad biológica. El atún aleta amarilla se distribuye en aguas tropicales y subtropicales, entre los paralelos 40° N y 40° S, en México su distribución es a lo largo del Océano Pacífico, en la parte Sur y media del golfo de California e Islas Revillagigedo (SEMARNAP, 1998b, 2000b), habitan en aguas con temperaturas que oscilan entre 15° y 30° C. La profundidad en que se les encuentra varía, localizándolos desde la superficie hasta los 200m, el rango depende de la especie y de su etapa de vida (Rodríguez, 1998). Se mueven constantemente para no hundirse debido a su cuerpo pesado y una vejiga rudimentaria muy pequeña, este movimiento constante hace que presenten un metabolismo alto (Cifuentes *et. al*, 1997).

Forma grandes cardúmenes y es una especie altamente migratoria (CEMBC, 1984) la mayoría de atunes son capaces de recorrer grandes distancias (SEMARNAP, 2000b), con una velocidad de hasta 70 Km. /Hr, las migraciones pueden ser de 14 a 50 Km. diarios, estas determinan las condiciones de pesca de los atunes (Cifuentes *et. al*, 1997).

-CICLO DE VIDA: Son organismos unisexuales cuya proporción de sexos varía dependiendo de su tamaño, cuando son jóvenes los dos sexos se encuentran igualmente representados (en longitudes de 70 cm. a 120 cm.) y cuando su longitud es mayor de 120 cm. predominan más los machos (González y Ramírez, 1989; Orange, 1961; Rodríguez, 1988; Schaefer, 1998).

La longitud mínima de madurez sexual en hembras de atunes aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental es de 85 cm. y la longitud media al 50% de madurez es de 92 cm. (Schaefer, 1998).

La fecundidad es alta, una hembra puede tener de 1 y 10 millones de huevos, dependiendo de la especie (Rodríguez, 1998). Los desoves se realizan frecuentemente cerca de la costa, los huevos y las larvas son planctónicos (SEMARNAP, 1998b, 2000b). La hembra se separa del cardumen y desova, entonces los machos se aíslan y fecundan los huevecillos, de estos salen las larvas, que se alimentan primero de la yema y posteriormente del plancton (en este periodo el índice de mortalidad es elevado) (Cifuentes *et al*, 1997).

En el Pacífico mexicano se encuentran hembras maduras de marzo a noviembre, temporada en que la temperatura superficial es mayor de 24° C; mostrando dos máximos de reproducción, uno en abril-mayo y otro en octubre-noviembre;

coincidiendo con tallas mayores de 100 cm., lo que permite suponer que los individuos más grandes contribuyen de manera significativa en la reproducción de la población (González y Ramírez, 1989; Orange, 1961).

En la zona norte del Pacífico mexicano, durante abril y mayo es cuando se detecta el primer máximo de reproducción, predominando individuos con tallas entre 45 y 75 cm., los cuales en su mayoría son inmaduros. Esto con el hecho de que en esta zona la temperatura superficial sobrepasa los 24° C en pocas ocasiones, permite suponer que la actividad reproductora que se realiza en esta zona es relativamente baja. Probablemente el norte del Pacífico mexicano frente a Baja California, constituye una zona para alimentación y crecimiento de atunes jóvenes solamente y no de reproducción (González y Ramírez, 1989), ya que se han obtenido pocas larvas en esta zona (Orange, 1961).

Las áreas en donde se les puede encontrar, principalmente, se localizan, alrededor de las Islas Revillagigedo y Chipterton, en la boca del Golfo de California y en el Golfo de Tehuantepec (González y Ramírez, 1989; Rodríguez, 1988).

- **PESCA:**

La pesquería en el Océano Pacífico Oriental de aleta amarilla es una de las más importantes en el mundo (Schaefer, 1998)

Se realiza con una flota cerquera compuesta de una embarcación mayor a 10 ton. de registro bruto, una red de cerco con un promedio de 2000 m de longitud por 200 m de profundidad. Participan de 6 a 8 pescadores. Flota varera, una embarcación mayor con capacidad de acarreo mayor a 10 toneladas (menor a 200 ton) 4 pescadores que operan entre 8 a 60 varas y embarcaciones menor con motor fuera de borda con 2 a 4 pescadores con líneas de mano (INP, 2000, 2004). La flota atunera de Baja California está compuesta principalmente por embarcaciones de cerquero prototipo (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

La pesca en cerco se realiza en 3 modalidades: sobre cardúmenes asociados a delfines, a objetos flotantes y cardúmenes libres. De los 3 tipos México tiene el mayor número de lances sobre cardúmenes asociados con delfines, esta pesca se considera selectiva capturando atunes de tallas grandes que al menos una vez ya se han reproducido. La pesca en cardúmenes asociados con objetos flotantes se asocian con atunes de tallas menores a 85 cm., y con mayor número de juveniles así como con pesca incidental (tiburón, picudo, dorados, petos, jureles y tortugas). La pesca sobre cardúmenes libres está asociada también con juveniles y pesca incidental, pero en menor cantidad (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

La edad de ingreso en la pesquería se encuentra entre 1 y 1.5 años, siendo la mayoría de las capturas individuos entre 2 y 3 años. La longitud furcal de pesca es de 40 cm. Hasta 120 cm. El peso promedio de captura es de 20 Kg. (SEMARNAP, 1998b; SEMARNAT, 2000b).

La pesca de atún en el Océano Pacífico Oriental se realiza todo el año, sin presentar una estacionalidad muy marcada con un patrón de captura relativamente estable durante los últimos años (SEMARNAT, 2000b). En particular el atún aleta azul del norte, en este sitio es pescado principalmente de mayo a octubre (Bayliff *et al*, 1991).

La industria del atún en México ha sido afectada por la imposición de dos embargos por parte de Estados Unidos, que es uno de los principales consumidores de atún enlatado. El primer embargo fue de 1980 a 1996 y el segundo fue impuesto en 1999; hasta el año 2000 no se daba la resolución para quitar el embargo (SEMARNAP, 2000b).

Desde 1977 México inició la reglamentación para la protección de los delfines estableciendo: un paño de seguridad, lanchas rápidas para ayudar a la liberación de estos; maniobras de retroceso y observadores abordo. En 1999 se establece la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-002-PESC-1999, donde se establecen vedas para el atún aleta amarilla y patudo al alcanzar el Rendimiento Máximo Sustentable (de 270,000 toneladas anuales del atún aleta amarilla y 37,000 toneladas para el patudo) en las áreas reguladas por la Comisión Internacional del Atún Tropical (INP, 2000).

- **IMPORTANCIA:**

El atún aleta amarilla es el preferido para enlatar, siendo el principal blanco de la pesca atunera en el área del Océano Pacífico Oriental (Schaefer, 1998).

- **FACTORES AMBIENTALES:**

Los atunes son organismos oceánicos, se localizan, en aguas templadas, el "atún aleta azul" y la "albácora" y, en aguas cálidas, el "atún aleta amarilla" y el "barrilete", cuyas temperaturas van de los 17 a los 33°C. Tienen una temperatura corporal de 5°-10°C superior a el agua que lo rodea, explicándose esta característica debido al mecanismo fisiológico en los músculos (circulación de la sangre en las venas y arterias) y porque su envoltura muscular es muy grasosa (Cifuentes *et al*, 1997, Hill, 1980).

Son un recurso altamente variable, su abundancia responde a eventos como el fenómeno de "El Niño" y "La Niña" (INP, 2000; SEMARNAT, 2000b). En la costa del Pacífico de Baja California, en presencia de "El Niño" 1997-98 la producción atunera presentó un incremento en la captura, seguido de una baja; aunque en general se reportó un decremento de la producción a lo largo de la costa del Pacífico mexicano (Lluch-Cota *et al*, 1999b).