



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**BIOLOGIA**

**ANÁLISIS DE LA BIOLOGÍA PESQUERA DE  
CAMARÓN ROSADO  
(*Farfantepenaeus duorarum*, Burkenroad, 1939),  
EN LA SONDA DE CAMPECHE,  
CAMPECHE, MEXICO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS  
(BIOLOGIA)**

**PRESENTA:**

**M. en C. ABRAHAM FERNANDO NAVARRETE DEL PRÓO**



**DIRECTOR DE TESIS  
DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ**

**2007**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de la Pesca, por la oportunidad de utilizar la información acopiada fundamentalmente en los Centros Regionales de Campeche y Cd. del Carmen.

Hago patente mi agradecimiento al Dr. Francisco Arreguín-Sánchez, por su interés para dirigir y asesorar el presente trabajo, mi agradecimiento para el Dr. Adolfo Gracia Gasca y al Dr. James M. Nance por su participación en el Comité Tutorial, así como por sus observaciones siempre críticas durante el desarrollo del trabajo. No omito destacar mi particular gratitud a ellos, por la paciencia que han tenido en este ya largo camino transcurrido desde el inicio de este proyecto, pero agradezco por sobre todas las cosas la amistad que me han brindado a lo largo de mi quehacer profesional y personal, y que para mi fortuna no se circunscribe a la presente investigación.

A la M en C. Julia Carabias Lillo por su decidido apoyo en momentos clave, lo que permitió seguir avanzando hasta culminar la presente investigación, maestra muchas gracias. Externo mi agradecimiento al Lic. Antonio González Curi, por el interés mostrado durante el desarrollo del presente trabajo, y por los apoyos brindados para alcanzar los objetivos de esta investigación.

Mi más amplio reconocimiento para el FIDEICOMISO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS PESQUEROS DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE, por el siempre oportuno y valioso apoyo ofrecido para respaldar entre otras cosas el traslado y estancia a la Ciudad de la Paz, BCS en varias ocasiones, así como también por la adquisición de diversos insumos requeridos a lo largo de esta investigación, lo que sin temor a equivocarme fue fundamental para llegar la culminación de la misma.

Al Dr. Sergio A. Guzmán del Próo por la revisión del manuscrito y sus invaluable sugerencias y recomendaciones que contribuyeron a mejorar el presente trabajo. En ese tenor mucho agradezco la revisión y comentarios de la Dra. Martha Reguero Reza y del Dr. Manuel Gallardo Cabello. Al Dr. Mauricio Ramírez Rodríguez agradezco su colaboración y por demás valiosa ayuda.

Al Dr. Alfredo González Becerril por las sugerencias en el manejo e interpretación de del paquete CRISTAL BALL, con énfasis particular a su camaradería, carnaval mi permanente gratitud, al MC Martín Salgado Mejía y Horacio Goytortua Bores por su amistad y apoyo.

Agradezco a la Dra. Fabiola Arcos Ortega por el tiempo brindado y la información facilitada para abordar aspectos genéticos del camarón.

A mis compañeros Oscar Armendáriz Ruiz, por la elaboración y diseño de las imágenes contenidas en el trabajo, a Adriana Landa Blanco, por el diseño de la portada y a Santiago Rodríguez Álvarez por la encuadernación del documento, para ellos mi agradecimiento sincero. Mi reconocimiento a la MC. Marlene Manzano Sarabia, gracias por su ayuda y por compartir avances de su investigación.

No podría concluir sin expresarle de la manera más enfática mi agradecimiento a la M. en C. Pilar Torres García, su amistad, su ayuda, su interés, y preocupación se tradujeron siempre en apoyos sine qua non para la consecución de este objetivo. ¡Mil gracias!

## CONTENIDO

---

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1.- INTRODUCCIÓN	3
2.- ANTECEDENTES	8
3.- OBJETIVO GENERAL	14
3.1 OBJETIVOS PARTICULARES	14
4.- ÁREA DE ESTUDIO	15
4.1. Rasgos físico	16
4.1.1 Climatología	16
4.1.2. Intemperismos severos	17
4.1.3. Geomorfología y geología	17
4.1.4. Hidrología	19
4.1.5. Oceanografía	20
4.1.6 Batimetría	20
4.1.7. Ciclo de mareas	22
4.1.8. Corrientes	22
4.1.9 Temperatura promedio del agua	24
4.1.10. Áreas Naturales Protegidas	25
5.- DISTRIBUCIÓN	26
6.- MATERIAL Y MÉTODO	29
7.- RESULTADOS	48
7.1.1 Captura	48
7.1.2. Captura por categoría comercial	56
7.1.3. Captura en número de individuos	56
7.2 Esfuerzo pesquero	62
7.3 Abundancia relativa (cpue)	70
7.4 Evaluación del recursos	72
7.5 Agentes forzantes	83
7.5.1. Temperatura superficial del mar (TSM)	83
7.5.2. Salinidad	84
7.5.3 Nivel medio del mar (NMM)	85
7.5.4 Precipitación	87
7.5.5 Temperatura ambiente	89

7.5.6 Anomalía del reclutamiento	93
8.- DISCUSIÓN	96
8.1. Estimaciones	103
8.2. Escenarios de manejo	111
9.- CONCLUSIONES	124
10.- LITERATURA CITADA	129
11.- LISTA DE FIGURAS Y TABLAS	151

Tabla 1.- Valores comparativos de la actividad pesquera en el Estado de Campeche Camp.	7
Tabla 2.- Ciclones Tropicales registrados en Sonda de Campeche.	17
Tabla 3.- Ciclón Tropical (Huracán), en la Sonda de Campeche.	17
Tabla 4.- Clasificación y formula de solución de los puntos de referencia	46
Tabla 5.- Intervalos de confianza de los valores de $B_{t+1}$ (colas) de camarón rosado <i>F. duorarum</i> en la Sonda de Campeche	80
Tabla 6.- Puntos de referencia para la pesquería de camarón rosado ( <i>F. duorarum</i> ) en la Sonda de Campeche.	82
Figura. 1 Área de pesca de camarón rosado en la Sonda de Campeche.	15
Figura 2.- Temperatura promedio mensual en el Estado de Campeche.	16
Figura 3. Distribución de camarón rosado ( <i>F. duorarum</i> ) en la Sonda de Campeche. (Fuentes et al., 1976).	27
Figura 4. Volumen de la captura total en el Estado de Campeche.	48
Figura. 5.- Valor de la producción total y de la producción total de camarón en el Estado de Campeche.	50
Figura 6.- Valor porcentual de la producción de camarón en relación con el valor de la producción total pesquera en el Estado de Campeche.	50
Figura. 7- Evolución de la captura total de camarón y camarón rosado en el Estado de Campeche (no incluye camarón siete barbas).	52
Figura 8- Porcentaje de camarón rosado <i>F. duorarum</i> en relación a la captura total (A), porcentaje desembarcado en los Puertos de Cd. del Carmen y Campeche respecto captura total (B); porcentaje	

con respecto a la captura total de camarón rosado por puerto (C)	54
Figura 9.- Desembarques de camarón rosado <i>F. duorarum</i> en Florida, EUA y Campeche, México. (NMFS-Laboratorio Galveston, Texas; Delegación Federal Semarnap en Campeche).	55
Figura 10.- Captura de camarón rosado <i>F. duorarum</i> en el Estado de Campeche en porcentaje por talla.	58
Figura 11. Captura en número de individuos de camarón rosado <i>F. duorarum</i> y proporción porcentual de tallas grandes y medianas más chicas.	59
Fig. 12 Evolución de las características de la flota camaronera en el Estado de Campeche.	67
Figura.13.- Número de embarcaciones camaroneras registradas en el Estado de Campeche.	69
Figura.-14. Cpue registrada por las flota camaronera de Cd. del Carmen, Campeche y promedio del para el Estado de Campeche.	70
Figura.-15 Tendencia de la biomasa para camarón rosado <i>F. duorarum</i> en la Sonda de Campeche calculada mediante el modelo de Schaefer.	74
Figura 16.- Tendencia de la biomasa en los escenarios construidos para camarón rosado <i>F. duorarum</i> en la Sonda de Campeche de 2000 a 2005.	76
Fig. 17.- Tendencia de la biomasa simulada y comportamiento de los escenarios construidos para camarón rosado <i>F. duorarum</i> en la Sonda de Campeche de 2000 a 2005 .	78
Figura 18.- Tendencia de la biomasa de camarón rosado <i>F. duorarum</i> en la Sonda de Campeche.	79

Figura 19.- Tendencia de la desviación estándar de la Bt+1 simulada para la pesquería de camarón rosado <i>F duorarum</i> en la Sonda de Campeche.	81
Figura 20.- Tendencia de la biomasa en los escenarios de manejo contruidos para camarón rosado <i>F. duorarum</i> en la Sonda de Campeche de 2000 a 2005.	81
Figura. 21.- Tendencia de los valores de la temperatura superficial del mar (TSM), salinidad (‰) y nivel medio del mar (NMM) en Cd. del Carmen, Camp.	86
Figura 22.- Comportamiento de la precipitación pluvial (mm) en los puertos de Campeche y Cd. del Carmen, Campeche.	88
Figura 23.- Comportamiento de la temperatura ambiente (°C ) y la anomalía térmica en los puertos Campeche y Cd. del Carmen en Campeche.	91
Figura 24.- Anomalía de la TSM registrada en el mareógrafo de Cd del Carmen, Camp.	93
Figura 25.- Anomalía del reclutamiento de camarón rosado <i>F. duorarum</i> en la Sonda de Campeche.	94
Figura 26.- Relación del reclutamiento de <i>Farfantepenaeus duorarum</i> (línea gruesa) con la salinidad y la temperatura superficial promedio (líneas suaves) en la Sonda de Campeche, de 1969 a 1991.	95

## RESUMEN

En un periodo de 51 años, la pesquería de camarón en el Estado de Campeche ha declinado a sus niveles más bajos de captura y, con ella, ha decrecido también la del camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*), de la Sonda de Campeche, México. Durante los primeros 23 años de la pesquería, entre 1949 y 1972, los registros de las capturas mantuvieron una tendencia ascendente a pesar de sus fluctuaciones. En 1972, se reportó el mayor volumen de captura, con 22,413 t (entero); de ellas, 11,904 t correspondieron a camarón rosado. En 1973, inició la declinación del rendimiento, con una duración de 28 años.

La captura obtenida en el año 2003 fue de 1,209 t (entero). El máximo registro de embarcaciones camaroneras nacionales (776) fue en 1981, mientras que la flota en el año de 2002 contaba con 311 embarcaciones operando. Esta investigación comprende el análisis de 32 años de captura y esfuerzo de camarón rosado (*F. duorarum*), de 1972 al 2003, de la flota camaronera del Estado de Campeche, México. Se utilizó el modelo dinámico de biomasa de Schaefer (1954) modificado por Hilborn y Walters (1992); el cálculo de los parámetros  $r$ ,  $k$  y  $q$  se realizó mediante remuestreo (bootstrap) a través de 1000 iteraciones, con la aplicación del programa SIMOD 1.0 (Hernández *et al.* 2000), que parte de la propuesta de Schnute (1977); se calculó en forma determinística el valor de la biomasa para cada año, empleando la distribución de frecuencia relativa de los parámetros; se simuló cada año 5,000 veces con el paquete CRISTAL BALL 4.0, generando una salida estocástica de la biomasa para cada año del estudio.

Se proyectó el comportamiento de la captura para el periodo 2001–2005, mediante diferentes escenarios, modificando la mortalidad por pesca, con veda total, de 10, 8, 6 y 3.5 meses de veda. Los resultados indican que, bajo las condiciones actuales, no es factible el incremento de la de captura en ninguno de los escenarios explorados.

## ABSTRACT

In a 51-year period, the shrimp fishery of Campeche state, has declined to its lowest catch levels, included the pink shrimp (*Farfantepenaeus duorarum*) from the Sound of Campeche, Mexico. Despite its fluctuations, catch records from the first 23 years of the fishery, between 1949 – 1972, kept an increasing trend. In 1972 the highest catch was recorded, reaching a total volume of 22,413 tons (whole weight), from which 11,904 tons were pink shrimp. From 1973 onwards, a 28-year decreasing period of the yield started.

On 2003, the catch obtained was 1,209 ton (whole weight). The maximum record of shrimp fishing effort was 776 national vessels in 1981, the fleet in 2002 counted with 311 vessels in operation. Catch and effort data sets of the pink shrimp fishery (*F. duorarum*) from the Campeche fleet during 1972 to 2003 (32 years) are analyzed in this study. A Schaefer Biomass Dynamic Model (1954), modified by Hilborn and Walters (1992) was used, parameters  $r$ ,  $k$ , and  $q$  were estimated by a re-sampling method (bootstrap), implemented through 1000 iterations with the application of the SIMOD 1.0 Program (Hernández *et al.* 2000), as proposed by Schnute (1977). The biomass value for each year was estimated deterministically, by means of the relative frequency distribution for these parameters, a 5,000 times simulation for every year using CRISTAL BALL 4.0, was performed, from which a biomass stochastic output for every year of study was generated. Catch behavior for the period 2001-2005, using different scenarios modifying fishing mortality alone, was projected, considering a 10, 8, 6 and 3.5 month closed seasons.

The results show that, under the current conditions, a catch increase is not feasible in any of the analyzed scenarios.

## 1.- INTRODUCCIÓN

---

Campeche se localiza en la parte occidental de la Península de Yucatán, entre los paralelos 17° 48' y 20° 51' N y los meridianos 89° 05' y 92° 28' W (Sales Gutiérrez, 1996). De acuerdo con las cifras emitidas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la superficie del Estado es de 5,685,884 ha. Por lo anterior se le ubica en 18° lugar en el ámbito nacional, con 2.8 % de la superficie del país.

El Estado de Campeche, se ha caracterizado por que tradicionalmente su desarrollo económico ha tenido como sustento actividades primarias. De la superficie total registrada, se establece que 190,743 ha se destinan al uso agrícola, 1,453,320 al pecuario y 3,740, 227 al uso forestal.

Su posición en el PIB total nacional indica claramente la ausencia de actividades secundarias en el contexto económico. De acuerdo con el Sistema de Cuentas Nacional, Campeche ocupó entre 1970 y 1996 los lugares del 28° al 32° en el país (Las cifras excluyen la extracción y comercialización de petróleo crudo y gas natural).

Históricamente el desarrollo de Campeche se ha sustentado en la explotación de sus recursos naturales, que son comercializados sin proporcionarles valor agregado alguno. Así se acabó con el palo de tinte, la explotación de maderas preciosas, cedro y caoba, hoy prácticamente inexistentes en los bosques campechanos, también se explotó el chicle, que tuvo su mejor época durante la segunda guerra mundial y, desde hace 50 años, las otrora abundantes poblaciones de camarón en la Sonda de Campeche.

De acuerdo con Sales-Gutiérrez (1996), la actividad pesquera es básica para la generación del Producto Interno Bruto (PIB) Campeche, en 1988 significó el 5.4 % de su (PIB), representando una contribución del 7.35 % del total de la actividad en el ámbito nacional.

La pesca, se concentra en un grupo limitado de recursos, como son los que conforman la escama, tiburón y cazón, pulpo, cangrejo moro, jaiba y camarón, este último destaca de entre los demás por su valor, volumen y la infraestructura desarrollada. La producción del Estado en el año 1995, fue de 73,294 t, en 1996 de 61,887 toneladas, en 1997 de 51,051 toneladas, en 1998 de 50,446 t, y en 1999 de 50,930 t (Anuario Estadístico Pesquero, 1999); el camarón en su producción total (todas las especies) ha registrado cifras de 6,784 t, (1995), 6,857 t (1996), 6,262 (1997), 5,963 (1998) y 5,561 (1999), aproximadamente el 10% de la producción total del Estado.

En los antecedentes históricos del camarón en Campeche, y como parte importante de su problemática actual, debe mencionarse su hasta ahora difícil coexistencia con la industria petrolera. En 1975, es descubierto el yacimiento marino más grande en el país, bautizado con el nombre de Supercampo Cantarell, ubicado al NE de Ciudad del Carmen, Camp., a una distancia aproximada de 90 millas. La zona es la misma que tradicionalmente las embarcaciones arrastreras han utilizado como pesqueros desde el inicio de la explotación camaronera. El desarrollo de la industria petrolera en la región marina ha dado pábulo para que las áreas de pozos y tubería submarina se encuentren cerradas a la actividad pesquera desde los primeros años de los ochentas. La extracción marina suministra a Petróleos Mexicanos (PEMEX) el 80 % de la producción de crudo y

poco más del 85 % de gas natural a nivel nacional, lo que muestra la importancia que posee la región, tanto para PEMEX como para el país. Un cálculo de la superficie definida como “zona a evitar” indica que 2,600 km<sup>2</sup> se encuentran bajo el control y lineamientos de navegación de la Organización Marítima Internacional (OMI) y no pueden ser empleados en las faenas pesqueras, en virtud de los riesgos que se generan entre un arte de arrastre y los cientos de kilómetros de tuberías submarinas existentes.

La competencia entre la actividad pesquera y la petrolera por el área ha generado un reclamo permanente del sector pesquero a la paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX), argumentando que la declinación de las capturas se deben a efectos de contaminación producida durante la extracción del petróleo y actividades de mantenimiento en las plataformas. Los valores históricos de la captura de camarón en el Estado de Campeche muestran una tendencia declinante de la producción a partir del año de 1973, situación no revertida hasta el momento.

De acuerdo con cifras de la Delegación Federal de la Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación (SAGARPA) en el Estado, el camarón rosado representa en la actualidad entre 10 y 15 % de la captura total (incluyendo camarón siete barbas), valores críticos si se considera que ente los años setenta y ochenta la especie llegó a significar cerca del 60 % de la producción camaronera del Estado.

El hecho es tan significativo, que las estadísticas señalan actualmente un rendimiento mayor del denominado camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) capturado en Ciudad del Carmen, Camp, por lanchas costeras con un poco más de 2,000 t.

En el marco normativo, el camarón rosado es la especie con menor número de medidas administrativas en Campeche (Arreguín-Sánchez y Chávez, 1985). La norma oficial mexicana (NOM 002 Pesc, 1993, *Diario Oficial de la Federación* (México), 31 de diciembre de 1993) contiene las medidas de manejo que se vienen aplicando al recurso camarón en la Sonda de Campeche. Las vedas de los años 2000 y 2001 ampliaron el esquema de protección biológico e incluyen en la definición, la protección de los organismos juveniles que se reclutan a altamar. En el primer caso la prohibición de la captura consideró del 1 de mayo al 15 de noviembre (*Diario Oficial de la Federación* (México), 28 de abril del 2000); en el segundo, el período abarcó del 1 de mayo al 30 de octubre (*Diario Oficial de la Federación* (México), 30 de abril del 2001).

La regulación de la captura de camarón rosado, en comparación con el camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*), segundo en importancia en el Estado y que posee antecedentes de medidas reguladoras para su explotación desde 1963, indican una mayor atención para esta especie. Infortunadamente, las presiones políticas y sociales han impedido establecer las disposiciones de aprovechamiento de la mejor forma, según lo establecen Núñez *et al.* (1994) en su análisis de medidas reguladoras del recurso camarón en los Estados de Campeche y Tabasco.

Al comparar las cifras relativas a la actividad camaronera de los años 1959 y 1960 y las de los años 1996-2000 se advierte poca diferencia en la magnitud de las cifras, (tabla 1).

Tabla 1.- Valores comparativos de la actividad pesquera en el Estado de Campeche, Camp.

	1959 -1960	1996 - 2000
Barcos en operación	295	280
Plantas congeladoras	11	17
Fabricas de hielo	16	17
Astilleros y varaderos	13	20
Producción (toneladas)	8,541	5,561
Valor de la producción (millones de pesos)	102.5	269.6
Cooperativas	5	-
Socios de las Cooperativas	1,500	1,998

Fuente: Boletín Gobierno del Estado de Campeche. 1962  
 Delegación de SAGARPA en el Estado de Campeche. 2000

Por otro lado, condiciones de elevada temperatura superficial del mar y del ambiente se han registrado en el Estado, acompañadas de importantes regímenes de precipitación pluvial que, en condiciones normales de la población, deberían repercutir favorablemente en el desarrollo de los camarones; sin embargo, no existen estudios que permitan identificar la presencia de condiciones ambientales anómalas y su relación con la pesquería.

## 2.- ANTECEDENTES

---

En 1945 y 1946 se descubrieron grandes concentraciones de camarón blanco (*L. setiferus*) frente a Cd. del Carmen, Campeche (Hildebrand, 1955), iniciando la exportación en mayo de 1950 al puerto de Brownsville, Texas; no obstante Fuentes-Castellanos (com. pers.), del Instituto Nacional de la Pesca, considera que la actividad formal de la flota estadounidense se presenta desde los primeros años de la década de los años cuarenta.

A través de un número pequeño de lances de pesca en Campeche, realizados en el año de 1954, Hildebrand detalló la fauna de acompañamiento del camarón café (*F. aztecus*), en el oeste del Golfo de México. La información relativa al camarón rosado no se analizó con profundidad, y sólo mencionó la afinidad de la especie por fondos arenosos ó con conchuela, y que la mayor concentración de organismos se encontró entre los 8 y 50 m de profundidad.

Hildebrand (1955), en su estudio de la fauna acompañante de camarón rosado en Campeche, realizó una extensa discusión de las familias y especies capturadas con el camarón, y destacó las áreas de mayor concentración del camarón rosado, blanco y café en la Sonda de Campeche

Ramírez Granados (1963) llevó a cabo un análisis preliminar de las poblaciones de camarones comerciales en la Sonda de Campeche, utilizando valores de producción de 1952 a 1961 por especie y talla, y sugirió un sistema de vedas con base en la abundancia relativa de las tallas juveniles.

Allen y Jones (1974), elaboraron la descripción de la unidad de la pesquería en Campeche, usando información de la flota norteamericana de 1950 a 1972.

Presentaron una evaluación del rendimiento máximo sostenible, realizada con el modelo de Fox, y señalaron que el camarón rosado representó más del 90% de la captura norteamericana entre los años de 1956 y 1969, y del 78% al 85% de 1970 a 1972. Refirieron también, valores y zonas de producción de la flota nacional de 1950 a 1972.

Fuentes y Portugal (1974), realizaron un análisis de las características de la flota camaronera del puerto de Campeche, evaluando el poder de pesca. En su estudio valoraron la eslora, potencia de motor, edad, tipo de casco, etc.

El Convenio México-Cuba (1975) contiene un concentrado de la captura y el esfuerzo total que se aplicó en la Sonda de Campeche de 1958 a 1973, por la flota nacional, la cubana y la estadounidense. Se presentan diferentes métodos de evaluación del rendimiento óptimo del recurso, calculando una captura potencial entre 17.3 y 18.4 millones de kilogramos de cola, con rendimiento anual de 16.2 a 16.4 millones de kilogramos de cola, un esfuerzo de 8.6 a 8.7 miles de días pesca. También incluye mapas con la distribución, abundancia y patrón de movimientos de camarón, por tallas, de las tres especies más importantes de la Sonda.

Fuentes *et al.* (1976) elaboraron una descripción detallada de los aspectos generales de la pesquería de camarón en altamar para el Golfo de México, revisando los aspectos de la captura, esfuerzo y las tendencias de abundancia en los estados de Tamaulipas, Veracruz y Campeche, destacando este último por ser al momento el de mayor volumen de captura registrada y mejores perspectivas de crecimiento.

Portugal (1976) analizó los valores de captura y esfuerzo del año 1974, y señaló que el incremento de la flota camaronera en el Puerto de Campeche impedía

asegurar que los buques operaran en los lugares más adecuados. Advirtió además, acerca de una tendencia del incremento del poder de pesca de la flota en este Puerto.

Santiago (1976), realizó una descripción del proceso tecnológico de la captura e industrialización del camarón en el Estado de Campeche, señalando desde las especies que conformaban la captura y su preparación a bordo de la embarcación, hasta su presentación final para distribución y comercialización. Mencionó que, entre los años de 1949 y 1959, las embarcaciones realizaban faenas de pesca con una red arrastrada por popa, con 90 pies de longitud y producción promedio de una a dos toneladas en 10 días. A partir de 1960, se generalizó el uso del doble aparejo, con 45 pies cada una.

Navarrete-del Próo (1984), empleando cifras de producción de camarón rosado de los años 1969 a 1978, desembarcado en el Puerto de Campeche, realizó la evaluación, a través de modelos globales, del rendimiento máximo sostenible, proponiendo que éste oscilaba entre las 2,635 y 2,703 toneladas (sin cabeza), con un esfuerzo óptimo de 1,824 barcos/año ó 3,852 viajes/año, con una captura por unidad de esfuerzo de 1.42 t/barco ó 0.700 t/viaje.

Guzmán (1987) realizó un estudio exhaustivo para determinar aspectos de la dinámica poblacional del camarón rosado desembarcado por la flota de Campeche, utilizando información de las temporadas de captura de 1975-1977. Obtiene para las temporadas señaladas, los valores de tasa de mortalidad total (Z), mortalidad por pesca (F), mortalidad natural (M), y la tasa de explotación, así como las ecuaciones de crecimiento en longitud y peso.

Guitart y Quintana (1978) estimaron que una hembra de camarón rosado produce en promedio 211,000 huevecillos. Shapiro (1983) consideró que el proceso reproductivo se presenta a lo largo del año, con mayor intensidad durante el verano, por lo que el reclutamiento de nuevas cohortes es constante.

Guitart y Hondares (1980) consideraron que el proceso más intenso de reproducción en el camarón rosado se presenta de junio a septiembre. Ré (1989), a través de sus indagaciones, lo estableció los meses de junio y julio como el pico reproductivo de camarón rosado de la Sonda de Campeche.

Un análisis de 10 años de información sobre camarón rosado del puerto de Campeche, fue publicado por Navarrete-del Prío y Uribe-Martínez (1993), abarcando el periodo de 1981 a 1990. En él los autores establecieron cifras del rendimiento máximo sostenible de 2,675 a 2,731 t (sin cabeza) de camarón rosado, esfuerzo óptimo de 5,172 a 6,667 viajes al año y captura por unidad de esfuerzo de 0.517 a 0.410 t (sin cabeza).

Alarcón-Fuentes y Arreguín-Sánchez (1994) realizaron un estudio de selectividad de las artes de pesca que se emplearon en la extracción de los primeros estadios de juveniles de camarón rosado en aguas interiores de la región de Campeche. El estudio anterior, es uno de los pocos que abordan la actividad de pesca en aguas interiores, en él se presentan valores de selectividad y tallas de captura para artes de pesca artesanal conocidas como “chalinás”, “mundo” y “raqueta” con 47.9 mm, 45.1 mm y 49.5 mm de longitud total respectivamente.

Navarrete-del Prío *et al.* (1994), publicaron la condición que guardaban la investigación de camarón de altamar en el Golfo de México, y establecieron para la Sonda de Campeche, hasta 1993, que los modelos globales han sido los más

utilizados en la evaluación del recurso y en menor grado los modelos estructurales.

Gracia (1995) estableció el impacto de la pesca artesanal del camarón rosado a través de modelos de simulación; su análisis dio por resultado que esta actividad reduce entre el 10 y 20 % la captura de esta especie en altamar.

Gracia *et al.* (1997) elaboraron una minuciosa revisión del conocimiento ecológico de las principales especies de camarones en el Golfo de México.

Gracia y Vázquez-Bader (1998) analizaron el efecto de las pesquerías artesanales sobre los stocks camarones adultos en el Golfo de México. Gracia y Vázquez-Bader (1999) revisaron los aspectos presentes y futuros de la administración del recurso camaronero estableciendo alternativas de manejo.

Arreguín-Sánchez *et al.* (1997a) evaluaron y modelaron las diferentes pesquerías en el Golfo de México, con análisis pormenorizados de la condición en cada caso.

Arreguín-Sánchez *et al.* (1997b) revisaron la condición y perspectiva de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Arreguín-Sánchez *et al.* (2005) realizaron un análisis sistémico de los factores ambientales y biológicos que afectan al camarón rosado en el Estado de Campeche y establecieron que todos en conjunto, generan condiciones poco propicias para la recuperación del recurso.

Los rendimientos actuales de camarón rosado se han reducido a valores entre el 10% y 15% de la producción total de camarón en Campeche, de acuerdo con las cifras proporcionadas por la Delegación Federal de la Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación (SAGARPA) en el Estado de Campeche. La producción de camarón rosado en el año 2003 fue de 724 toneladas (sin cabeza),

clara muestra de la disminución de los rendimientos de la especie, en comparación con las cifras registradas en los años setenta y ochenta.

En virtud de la condición actual del recurso camarón rosado de la Sonda de Campeche, se formula la hipótesis nula siguiente:

Ho: El tamaño de las existencias de la población, no es suficiente para permitir una recuperación a los niveles de rendimiento y biomasa que había a la mitad de la década de los setenta. En consecuencia, el recurso adquiere otro nivel de biomasa, por abajo del anterior, que puede ser manejado de tal forma que mantenga al menos los niveles de biomasa actuales.

Ha: A partir del nivel de biomasa actual es posible recuperar la pesquería a las cifras de biomasa y rendimiento que existían hacia mediados de los años setenta. Es factible administrando adecuadamente la mortalidad por pesca.

### **3.- OBJETIVO GENERAL**

---

Realizar el análisis de los valores de captura por unidad de esfuerzo (cpue) de *Farfantepenaeus duorarum* y establecer si las existencias actuales de la población permiten la recuperación del recurso a sus niveles máximos de rendimiento.

#### **3.1.- OBJETIVOS PARTICULARES**

3.1.1.- Estimación de la tasa o índice de reclutamiento y su incorporación a los modelos de biomasa dinámica.

3.1.2.- Modelación de la pesquería de camarón rosado de la Sonda de Campeche, a través de modelos dinámicos de biomasa (tipo Schaefer).

3.1.3.- Análisis sobre posibles efectos ambientales que contribuyan significativamente a explicar la variabilidad en los valores de biomasa.

3.1.4.- Estimación de puntos de referencia biológica (PRB) y diagnóstico del estado actual de explotación.

3.1.5.- Análisis de escenarios de manejo hacia la recuperación de la población.

#### 4. ÁREA DE ESTUDIO.

---

En la Sonda de Campeche la pesca de camarón rosado se efectúa principalmente entre los  $18^{\circ} 45'$  y  $21^{\circ} 25'$  N y  $90^{\circ} 30'$  y  $92^{\circ} 30'$  W, desde la costa hasta las isobatas de 21 y 25 brazas como promedio, existiendo embarcaciones con capacidad de lastrar los aparejos hasta las 40 brazas de profundidad.

La figura.1. muestra el área de arrastre de las embarcaciones camaroneras, que comprende la plataforma continental de la Península de Yucatán, por lo que abarca las costas de los Estados de Campeche y Tabasco.

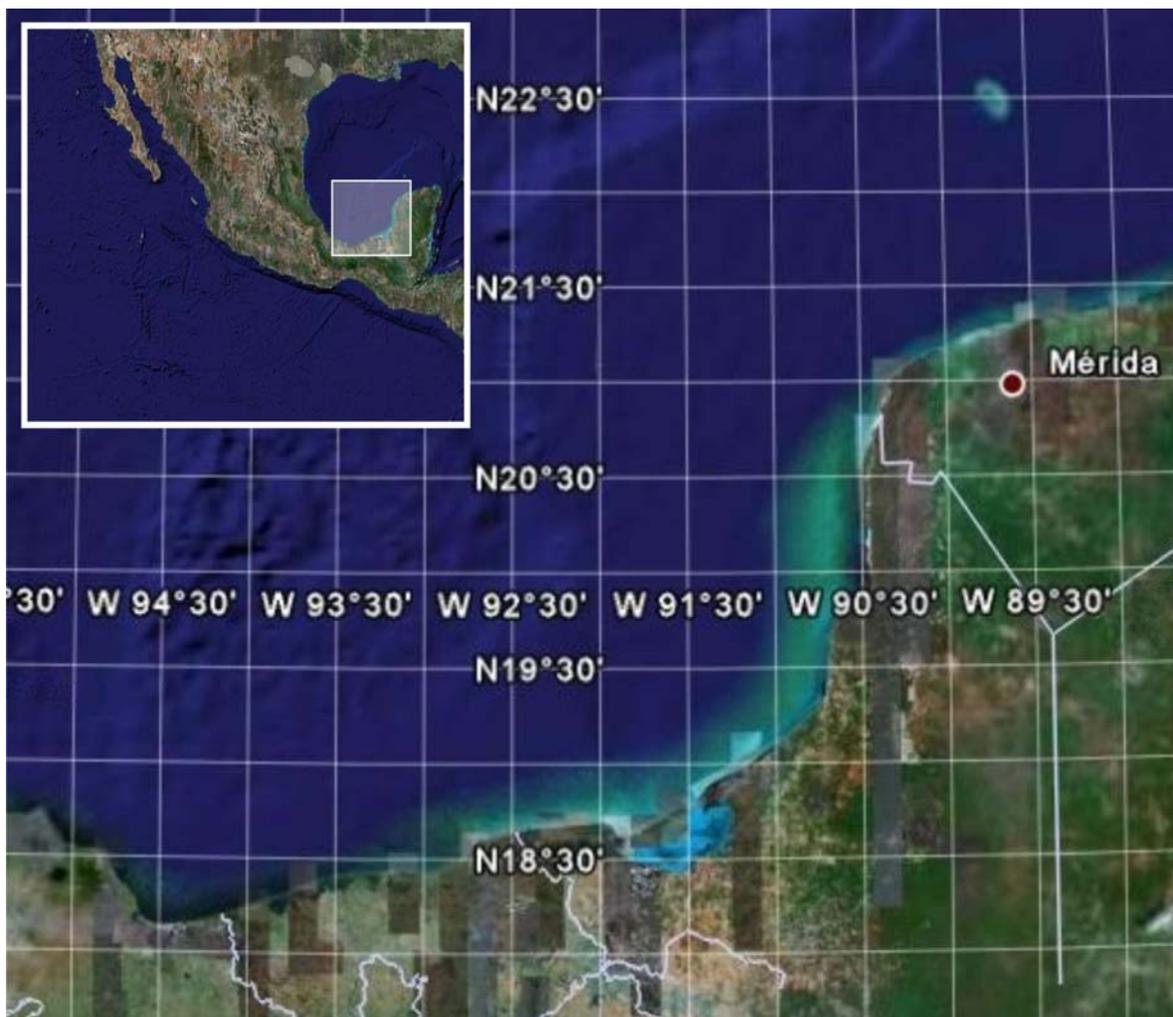


FIGURA. 1 Área de pesca de camarón rosado en la Sonda de Campeche.

## 4.1 Rasgos Físicos

### 4.1.1 Climatología

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köpen, modificado por García (1981), los climas que corresponde al Estado de Campeche para el área terrestre, es del tipo A(C) "w"2x'i, Clima semicálido, subhúmedo, con régimen de lluvias en verano y poca oscilación térmica, y para el área marina es: BSo (h') Wi "w", Clima seco, muy árido isotermal, con régimen de lluvias en verano y condiciones de temperatura muy cálido; en tanto que la zona norte del Estado es Bs' h' w (semiseco y seco cálido). La temperatura y precipitación media anual es de 26.4 °C y 725 mm. (figura. 2)

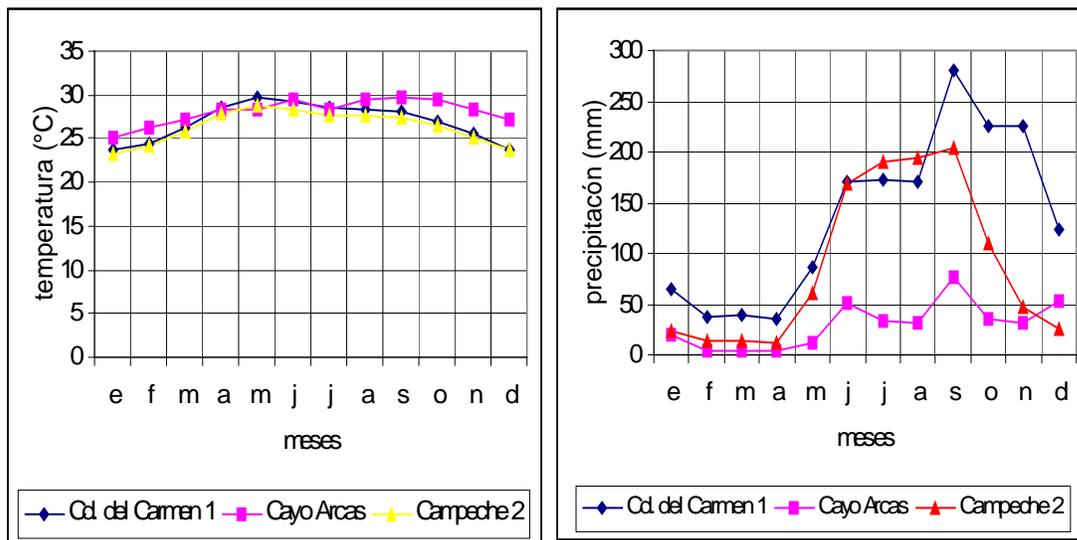


FIGURA 2.- Temperatura promedio mensual en el Estado de Campeche.

<sup>1</sup>Comisión Nacional del Agua. Promedio 1951-1998

<sup>2</sup>Comisión Nacional del Agua. Promedio 1921 – 1998

La precipitación total anual para Cd. del Carmen es de 1,657.4 mm y de 1,117.5 mm para la zona de la Ciudad de Campeche. Para el caso de Cayo Arcas, la precipitación total anual es de 354.8 mm.

#### 4.1.2 Intemperismos severos

Los fenómenos atmosféricos más severos que se dan en el área de estudio son los frentes fríos y los ciclones tropicales, que se observan de manera aislada durante los meses de junio a octubre. La tabla 2 muestra los ciclones tropicales registrados en el Golfo de Campeche, en el periodo de 1980 a 1995.

Tabla 2. Ciclones Tropicales registrados en Sonda de Campeche

Año	Fecha	Intensidad del Ciclón Tropical
1980	Septiembre 23	Tormenta Tropical
1984	Septiembre 14	Tormenta Tropical
1988	Septiembre 01	Tormenta Tropical
1988	Septiembre 15	Huracán
1989	Octubre 13	Tormenta Tropical
1993	Junio 18	Tormenta Tropical
1993	Septiembre 19	Tormenta Tropical
1995	Agosto 12	Tormenta Tropical
1995	Octubre 01	Huracán
1995	Octubre 15	Huracán

Fuente: Gleen, *et al.* (1996)

Los fenómenos meteorológicos más catastróficos, con base en la intensidad del ciclón tropical, ocurrieron en septiembre 15 de 1988 y octubre 1 y 15 de 1995; en la tabla 3 se presenta el nombre y, en su caso, la velocidad de estos huracanes.

Tabla 3. Ciclón Tropical (Huracán), en la Sonda de Campeche

Huracán		
Nombre	Fecha	Velocidad máxima del viento (km/h)
Gilbert	8 a 17 sep. de 1988	295
Opal	27 sep. a 5 oct. de 1995	-
Roxanne	7 a 21 oct. de 1995	185

#### 4.1.3 Geomorfología y geología

La geomorfología y geología de la región consisten principalmente en afloraciones sedimentarias del terciario, representadas por secuencias calcáreas y dolomíticas

y por depósitos clásticos del Cuaternario. La zona sur del Estado se conforma en el marco de la planicie costera del Golfo de México, la cual limita al sur con las llamadas Montañas del norte de Chiapas, de las que recibe el aporte sedimentario de composición areno-arcillosa y suelos litorales arenosos, además de esporádicos afloramientos de arenisca de edad miocénica que han contribuido a la formación de la llanura aluvial que se prolonga mar adentro en la Sonda de Campeche (INEGI, 1982). La Plataforma Continental también es una provincia, que se localiza al norte de las costas de Tabasco y Campeche, prolongándose hacia el Estado de Yucatán, donde presenta su máxima ampliación, de 160 km, con un gradiente aproximado de 1:580. En esta provincia se observa un tirante de agua de 130 m, a partir del cual se pasa al Talud Continental (Ayala-Castañares y Gutiérrez-Estrada, 1990 y Campos., 1981).

La Plataforma Continental del Golfo de México está compuesta por dos subprovincias: la Bahía de Campeche, la cual está frente a las costas de Tabasco y Campeche, y el Banco de Campeche, que se encuentra mar adentro, en dirección noreste. La Bahía de Campeche es de origen sedimentario terrígeno y presenta las geoformas: llanura aluvial submarina, valles submarinos, llanuras lodosas, deltas submarinos y barras paralelas a la costa, debido a que se encuentra inmediatamente frente a las costas de Tabasco y Campeche.

Por su parte, el Banco de Campeche se localiza mar adentro, en dirección noreste y se encuentra conformado por un sustrato calcáreo que ha sido consecuencia de la sedimentación biógena y química. Esta subprovincia presenta llanuras calcáreas, zonas de arrecifes de parche (biohermas), arrecifes de borde de plataforma, atolones, cayos, bancos, terrazas y antiguas líneas de costa (bermas),

formándose una zona de transición entre las subunidades sedimentarias diferenciadas.

#### **4.1.4. Hidrología**

La zona sur del Estado se encuentra la Laguna de Términos, la de mayor volumen de la porción mexicana del Golfo de México. Es un cuerpo lagunar estuarino de aproximadamente 1,662 km<sup>2</sup> de superficie de poca profundidad (4 m en promedio), con dos salidas al mar, mediante un canal profundo cada una de ellas. La primera, llamada del Carmen, de 3.8 km de ancho e influida por las aguas del Río Palizada y la salida oriental de la Laguna de Términos, la segunda de nombre Puerto Real, tiene 3.2 km de ancho y se caracteriza por aguas transparentes y un notable delta interior.

La porción norte del Estado esta conformada por la cuenca hidrológica Yucatán norte. La composición carbonatada o kárstica del suelo y el reducido relieve provocan que los escurrimientos superficiales sean escasos. Se han identificado corrientes superficiales permanentes que desembocan en el Golfo de México y aunque son pequeñas, se identifican como las más importantes a: El Caguamo Huaymil y Santa Juana.

La Laguna de Términos recibe el aporte hidrológico del sistema lagunar fluvial-deltaico Río Palizada, el cual se acompaña de abundantes terrígenos y nutrientes en suspensión que producen turbidez y asolvamiento. En este cuerpo de agua, la salinidad en época de secas es de 25‰, a una temperatura de 24 °C y en las épocas de “Nortes”, la salinidad es de 2‰, a una temperatura de 28 °C.

#### **4.1.5. Oceanografía**

El Golfo de México es una de las cuencas más grandes de los litorales del Océano Atlántico, conforma un área dominada por procesos tropicales y subtropicales y constituye una región definida como el mediterráneo americano, separada del Mar Caribe por un canal con profundidad aproximada de 2,500 m. Tiene una extensión de 1,768,000 km<sup>2</sup>, con regiones muy profundas, mayores a 3,400 m (Pica-Granados *et al.*, 1991).

La Bahía de Campeche es la extensión marina de la Cuenca Tabasco-Campeche, mientras que el Banco de Campeche puede considerarse limitado hacia el oeste por la Cuenca Tabasco-Campeche y al este por el Estrecho de Yucatán.

La Sonda de Campeche forma parte de la plataforma continental al noroeste de la Península de Yucatán, al sur del Golfo de México. Se extiende en un área de aproximadamente 90,000 km<sup>2</sup>, desde los 200 m de profundidad hasta la línea de playa.

#### **4.1.6. Batimetría**

Los rasgos batimétricos y topográficos que presenta actualmente el Golfo de México son debidos a la compleja y antigua evolución de los diferentes eventos ocurridos en el transcurso de su historia geológica.

La batimetría de la región presenta una pendiente de playa poco pronunciada, la isobata de los 20 m se observa paralela a línea de costa, aproximadamente a 20 km de ésta. La zona cercana a la costa presenta poca profundidad; frente a las desembocaduras de los Ríos Grijalva y San Pedro y San Pablo se observa

discontinuidad en las isobatas, producto de los aportes de los ríos que han erosionado el fondo, originándose un cañón submarino.

La diferencia de profundidades entre el Banco y la Bahía de Campeche propicia la diferencia granulométrica de los depósitos sedimentarios, siendo influidos también por la turbulencia de las corrientes. El tamaño de sedimento que predomina en el Banco de Campeche corresponde a la arena fina que forma una franja paralela a la costa, aproximadamente a 59 km.

En la Bahía de Campeche, la mayor parte del piso oceánico está cubierto por sedimento del tamaño de limo fino, gradando a mayor profundidad a arcilla y hacia la costa, el tamaño se hace más grueso.

El contenido porcentual de carbonatos encontrado por Ayala-Castañares y Gutiérrez-Estrada (1990) oscila, en términos generales, entre 30 y 100% para los materiales carbonatados del Banco de Campeche y de 0 a 20% en los sedimentos terrígenos de la Bahía de Campeche. Estos autores refieren que la cantidad de carbonatos está condicionada por la presencia de conchas o fragmentos de arrecife que constituyen una fracción importante de los sedimentos. Para el caso de los materiales fluviales, el contenido porcentual de carbonato de calcio presentó un rasgo de variación muy amplio, comprendido entre 0 y poco más de 68% en los sedimentos de los ríos que drenan la provincia terrígena; este porcentaje fue superior al 90% en el Río Candelaria, que desemboca en la Laguna de Términos y ha cavado su cauce en materiales calcáreos.

#### **4.1.7. Ciclo de mareas**

Las mareas en la mayor parte del Golfo de México son de tipo diurno, con algunas regiones de mareas mixtas, tal es el caso de la Sonda de Campeche (Pica-Granados y Pineda-López, 1991).

Los registros de marea indican que ésta es mixta diurna (diurnas y semidiurnas); el intervalo entre la pleamar media y la bajamar media es de 0.43 m . La pleamar máxima y la bajamar mínima registradas han sido de 0.93 m y  $-0.80$  m, respectivamente. (Phleger y Ayala-Castañares, 1971; SEMARNAP, 1997).

#### **4.1.8. Corrientes**

La circulación del Golfo de México está influenciada por las aguas cálidas y salinas que entran a través del Estrecho de Yucatán y salen por el de Florida. Parte del agua que penetra al Golfo por el Canal de Yucatán se devuelve por contracorrientes (Armostrong y Grady, 1967).

La circulación de las aguas de la parte este del Golfo de México es dominada por una intensa corriente anticiclónica que se extiende desde el Canal de Yucatán hasta el Estrecho de Florida. Este flujo continuo se ha dividido en tres porciones a las que se les han asignado diferentes nombres. Cuando esta corriente atraviesa el Canal de Yucatán, se le domina Corriente de Yucatán (recorre las costas de los estados de Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas), mientras que cuando se separa de forma intrusiva hacia el O, se le domina Corriente de Lazo y finalmente, cuando atraviesa el Estrecho de Florida, recibe el nombre de Corriente de Florida (Molinari y Morrison, 1988).

Algunos estudios indican que, en diciembre, la Corriente de Lazo presenta una intrusión, la que se desarrolla con un máximo hacia el norte, en verano, seguida por una desviación hacia el oeste formando y desprendiendo giros anticiclónicos, para posteriormente caer en su intensidad mínima. Sin embargo, las escalas de tiempo específicas de las intrusiones varían (Sturges y Evans, 1983).

La corriente aumenta el transporte superficial de la Corriente de Yucatán, a medida que ésta abarca mayor área de intrusión (Maul, 1977), generando a su vez una contracorriente en el talud oriental de Yucatán, a una profundidad promedio de 100 m, paralela a las isobatas, con velocidades máximas en el otoño que fluctúan entre 35 y 38 cm/s; mientras que para la primavera disminuye su magnitud hasta un intervalo entre 13 y 17 cm/s. Se ha supuesto que esta contracorriente es un desagüe que establece un balance geostrófico con la Corriente de Yucatán y que, por lo tanto, debe observarse paralela al talud continental de Yucatán (Bulanienkov y García, 1975).

Lo antes mencionado establece que el régimen dinámico sobre la parte Este de la Sonda, en el Banco de Campeche, es determinado por dos tipos de circulación: el primero corresponde a un aumento en la rapidez de la corriente de Yucatán, que se presenta generalmente en verano y otoño y el segundo, ocurre en las épocas de invierno y primavera, época en la que la rapidez toma valores relativamente menores (Bessonov *et al.* 1971). El flujo de la Corriente de Lazo hacia el oeste genera una corriente que penetra en la parte este de la Bahía de Campeche (Nowlin, 1972 y Molinari *et al.* 1978).

Monreal-Gómez y Salas (1990) muestran, mediante un estudio de simulación numérica de corriente, que dentro de la Sonda de Campeche se presenta un giro

ciclónico entre los meses de febrero, abril y de julio a diciembre. Dicho giro se forma en la parte oeste de la Península de Yucatán, dentro del Banco de Campeche y permanece confinado a la capa de mezcla superficial.

La forma de giro mostrado por estos autores es elíptico, con una inclinación de su eje mayor respecto al ecuador que varía de mes a mes, y se desplaza hacia el oeste con velocidades de traslación diferentes por cada mes, oscilando éstas entre 1,37 y 6,12 km/d (1,58 a 7,08 cm/s).

#### **4.1.9. Temperatura promedio del agua**

Según Salas de León *et al.* (1991), la distribución horizontal de la temperatura disminuye de forma general de la costa hacia mar adentro y se rige principalmente por la latitud y los factores climáticos imperantes, así como por los patrones de circulación y batimetría.

Para la Sonda de Campeche, Granados *et al.* (1972) localizaron la termoclina a 50 m, de acuerdo con lo establecido por Bogdanot *et al.* (1969).

Entre los registros de temperatura superficial del mar consultados se menciona que la temperatura media del mar es de 27° C (Secretaría de Marina, 1978); Vázquez (1996), señala valores de temperatura superficial en el intervalo de 24 a 29° C, este valor máximo obtenido concuerda con lo registrado por Yáñez (1986).

#### 4.1.10 Áreas naturales protegidas

El Estado de Campeche posee bajo protección del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos” (APFFLT), (Diario Oficial de la Federación, 6 de junio y 27 de septiembre de 1994), en el sur del Estado, con 730,000 ha de superficie bajo este instrumento, presenta un mosaico de asociaciones vegetales acuáticas y terrestres con una alta biodiversidad (Yáñez-Arancibia y Day, 1988; Arreguín-Sánchez, 1994<sup>a</sup>; Ramos-Miranda, 2001). Además, la región conforma un conjunto de hábitats plenamente establecidos para especies pesqueras de importancia comercial como el camarón, el róbalo, la corvina, el pargo y la jaiba, entre otros, (Chávez, 1994; Solís-Ramírez, 1994; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1994<sup>b</sup>; Bonfil-Sanders, 1997; Ramos-Miranda *et al.*, 1997; Solís-Ramírez *et al.*, 1997, así como especies amenazadas como el mangle y las tortugas marinas. Incluyendo los procesos de exploración y extracción de gas y petróleo y amplias zonas de cultivo. En el norte del Estado, la formación de la Reserva de los Petenes, que abarca desde el Puerto de Campeche hasta los límites con Yucatán, existiendo una franja en el Estado de Campeche, protegida por la Reserva Especial de la Biosfera “Ría Lagartos”, que protege la zona de manglar y lagunas costeras. De esta forma, la única parte de la costa, carente de un esquema de protección ambiental es la comprendida entre la población de Champotón a la Ciudad y Puerto de Campeche, con una longitud aproximada de 60 km.

## 5.- DISTRIBUCIÓN.

---

El camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum*, presenta una distribución desde Maryland en la Bahía de Chesapeake, E.U.A. hasta aguas de Brasil. En el Golfo de México, se ha encontrado en mayor concentración en la Sonda de Campeche y en la zona occidental de la Península de Florida en E.U.A (Navarrete-del Prío *et al.*, 1994), en tanto que Costello y Allen (1970) circunscriben la distribución de la especie a lo largo de la costa de Norte América, desde Chesapeake Bay, Carolina, Estados Unidos de América hasta el sur de Florida y, en el Golfo de México, hasta el sur de Cabo Catoche en Isla Mujeres, México.

Klima *et al.* (1987) consideran dos stocks: uno en la Sonda de Campeche y otro en los bajos de Tortugas y Sanibel al sur de Florida, y no existen evidencias claras de intercambio de organismos entre ambas zonas.

La figura 3 muestra la distribución del camarón rosado en el Golfo de México encontrada por Fuentes *et al.* (1976).

Debe señalarse que la distribución registrada por el autor para la Sonda de Campeche, corresponde a la etapa de abundancia del recurso, tras lo cual no se ha actualizado esta información. De acuerdo con las comunicaciones verbales de los patrones de las embarcaciones camaroneras en la Sonda de Campeche, las zonas identificadas por Fuentes *et al.* (1976) con sombreado de mayor intensidad, que corresponden a las zonas de mayor abundancia, no se aprecian en la actualidad, la dispersión del recurso es mayor, lo que sin duda está influido por la severa reducción de la especie.



FIGURA 3. Distribución de camarón rosado (*F. duorarum*) en la Sonda de Campeche (Fuentes *et al.*, 1976).

El ciclo de vida del camarón rosado inicia con el desove de huevos demersales en altamar (Costello y Allen, 1970; Garcia y Le-Reste 1982; Sheridan, 1996; Gracia *et al.*, 1997). La eclosión da lugar a una larva planctónica, que tendrá cinco cambios como nauplio y tres de mysis, también planctónicos. De acuerdo con Ewald (1965), 14 días son necesarios para alcanzar el último estadio de mysis. En el caso del camarón rosado, las postlarvas adquieren características osmorregadoras que les permitirán transformarse en organismos bentónicos

(Dobkin, 1961; Tabb *et al.*, 1992; Alonzo-Ruíz y López-Wilchis, 1975; Alvarez *et al.*, 1987). La condición de postlarva se identifica cuando los organismos no tienen más de tres dientes rostrales. La estancia en esteros y lagunas provee alimento suficiente para crecer; durante la etapa estuarina se establece preferentemente en sustratos carbonatados cubiertos de vegetación, principalmente de *Thalassia testudinum* (Gracia y Soto, 1986a; 1989), los esteros se abandonan a la edad de tres meses en promedio como organismos juveniles, migrando hacia zonas de mayor profundidad para alcanzar la madurez y posteriormente la reproducción, la cual se presenta entre los seis y ocho meses (Costello y Allen, 1970; Re, 1987; Gracia *et al.*, 1997). Ramírez-Rodríguez (2002) acopia y describe detalladamente la información en tiempo de los diferentes estadios del camarón rosado en el desarrollo de la historia de vida. El desove se presenta durante todo el año, sin embargo existen pulsos de mayor abundancia en los meses de junio y julio y septiembre y octubre (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2005). El número de huevos por hembra se ha estimado entre 200,000 y 1,000,000 (Costello y Allen, 1970; Shapiro, 1983; Pérez-Velázquez y Gracia, 2000). Estadios juveniles entre 25 y 45 mm, que equivalen de 25 a 60 días de edad, son objeto de la pesca artesanal que se presenta en las costas de Champotón y Sabancuy en el Estado de Campeche (Gracia, 1995).

## 6.- MATERIAL Y METODO

---

- Se utilizaron los registros estadísticos anuales de la captura (kg y ton), esfuerzo (viajes) y cpue de camarón rosado en el Estado de Campeche del año de 1973 al 2000 (puertos de Cd. del Carmen y Campeche), proporcionados por el Instituto Nacional de la Pesca.
- Se tomaron como base los registros anuales recabados por el Instituto Nacional de la Pesca de camarón rosado maquilado (presentación comercial en categorías comerciales) en el Estado de Campeche para el mismo período. Los valores se transformaron en número de individuos por categoría comercial para evaluar el reclutamiento y el stock reproductivo de 1973 a 1994.
- Se partió de los registros anuales de la temperatura superficial del agua de mar de los mareógrafos de la Universidad Nacional Autónoma de México colocados en los Puertos de Cd. del Carmen, Camp. y Progreso, Yuc., de 1973 a 1991.
- Se utilizo el programa SIOMOD, 1.0, ("Simulación de producción pesquera basada en el modelo dinámico de biomasa"), el cual tiene como objetivo simular la producción pesquera a partir de datos anuales de captura y esfuerzo (Hernández, *et al.*, 2000). El programa estima los parámetros del modelo de Schaefer (1954) aplicando la solución de Schnute (1977), que son la tasa intrínseca de crecimiento ( $r$ ), tamaño del stock en equilibrio sin

pesca ( $k$ ) y la capturabilidad ( $q$ ), y los utiliza como valores semilla para posteriormente optimizarlos con el algoritmo de Newton (Solver, Microsoft Excel 97<sup>®</sup>) en la ecuación de diferencia de Walters y Hilborn (1976) y Hilborn y Walters (1992).

- Optimizados los parámetros fueron utilizados para obtener la tendencia de la biomasa y los valores de referencia de ajuste del modelo, como una primera estimación determinística.
- Para incorporar incertidumbre en los parámetros estimados ( $r$ ,  $k$ , y  $q$ ), se hizo un remuestreo de los datos de captura y esfuerzo observados, utilizando como valor semilla los parámetros optimizados, para este caso se realizaron 1,000 iteraciones. Lo anterior permitió obtener la distribución de probabilidades de cada uno de los parámetros.
- El programa estadístico “CRISTAL BALL” 4.0, permite realizar la simulación de valores utilizando como base diferentes tipos de distribución probabilística. Por lo que, empleando las frecuencias relativas de la distribución de probabilidad del parámetro  $r$ , se procedió a identificar el tipo de distribución, tarea realizada a través de la subrutina correspondiente del programa. Definido el tipo de distribución y los valores de las frecuencias de los intervalos de clase, se simuló 5,000 veces el valor de la biomasa total para cada año del intervalo revisado.

## Método

- De las capturas mensuales registradas en las hojas de maquila (clasificación por categoría comercial) y para el periodo de 1973 a 1994, se obtuvo el número de organismos para cada categoría comercial. Los adultos desovantes se ubicaron en las categorías comerciales 10-4, 15-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40 y los reclutas en las categorías comerciales 41-50, 51-60, y 60-over. Los años 1979 y 1980 fueron descartados, debido a que en el primer caso, una huelga de los pescadores impidió concluir la temporada de pesca, por lo que los registros de captura y esfuerzo son incompletos; mientras que en el segundo caso, se advierte gran variabilidad de las cifras, posiblemente como resultado de los eventos observados por el descontrol del pozo Ixtoc I, además de fraguarse para ese momento el proceso de transferencia de la flota camaronera, evento que culminaría en 1982.
- Obtenidos los valores de reclutas y adultos (R/A), se realizaron las correlaciones correspondientes para encontrar los coeficientes de la ecuación que explican la evolución del stock, mediante la relación de la cpue vs reclutas (índice de reclutamiento). Para obtener el valor de cpue estimada (U est), se identificó el valor más elevado de la cpue registrada en el periodo de estudio, con la fórmula:

$$U \text{ max} = c$$

en donde  $c$  = valor máximo de la cpue y

$$U \text{ max}/2 = \text{cpue máx} / 2$$

$$e = (U \text{ max} / 2) - a / b$$

en donde :

$e$  = número de reclutas

$U \text{ max} / 2 = 0.565$  toneladas de camarón sin cabeza

$a = 0.957$  y  $b = 0.0001$  son coeficientes de la ecuación cpue vs reclutas

$$r^2=0.71$$

- A partir de bootstrap se establecieron las relaciones entre  $k$  (*capacidad de carga del sistema*) vs  $r$  y  $q$  (*coeficiente de capturabilidad*) vs  $r$ , obteniendo las ecuaciones siguientes: para la primera relación se establece  $k = (61925 * r^{-3.938})$ , con  $r^2 = 0.65$ ; la segunda  $q = 0.0001 * r - (-0.00008)$ , con  $r^2 = 0.73$ ; mediante el arreglo anterior, se establece la tasa de crecimiento poblacional ( $r$ ) como la variable independiente, en tanto que los valores de  $k$  y  $q$  serán variables dependientes del valor de  $r$ .
- Para obtener las variaciones del reclutamiento, se resolvieron los modelos de reclutamiento de Beverthon y Holt (1957) y Ricker (1975), entendida en una relación S/R.
- Esencialmente, el modelo de Beverton y Holt establece que por encima de un cierto tamaño de stock desovante no hay relación entre el stock progenitor y el

reclutamiento; en tanto que el modelo de Ricker (1975) sostiene que esta relación existe para todos los tamaños de stock desovante y que hay un tamaño óptimo. Los valores observados y calculados presentaron menor diferencia en la suma de cuadrados, que el obtenido con el modelo de Beverton de Holt. Por lo que:

$$R = \alpha S^n e^{-\beta S}$$

en donde :

R = reclutamiento

S= stock desovante

$$\alpha = 19.37, \beta = - 0.0100, n = 1$$

Para realizar el análisis de la información de captura y esfuerzo de camarón rosado (*F. duorarum*), se empleó el modelo global o de producción excedente de Schaefer (1954), bajo la forma de modelo de biomasa dinámica y resuelto en su forma “no equilibrada” (Hilborn y Walters, 1992). El modelo tiene la capacidad de describir el estado y la capacidad de la población para recuperarse a través de su productividad descrita por  $r$  en términos de la biomasa.

Planteamiento teórico del modelo.

De acuerdo con Punt y Hilborn (1996), los fundamentos de los modelos dinámicos de biomasa indican que los efectos de tres factores (crecimiento corporal, mortalidad natural y reproducción) pueden ser incorporados en una sola función, que es una cantidad que proporciona el tamaño de la población únicamente. Los cambios en el tamaño de la población de un año a otro se asume que se deben a

la diferencia entre la biomasa al tiempo t y la captura. Si la dinámica de la biomasa excede la captura ésta crecerá y viceversa.

En principio, bajo el concepto anterior los modelos dinámicos de biomasa consideran que los efectos que se generan por la disponibilidad de alimento, depredación, etc, junto con variaciones espaciales y ambientales son insignificantes o esencialmente azarosas y pueden ser ignoradas.

La forma discreta del modelo utilizado, parte de la representación diferencial del modelo matemático, de la forma:

$$\frac{dB_t}{dt} = g(B_t) - qf_t B_t \text{-----} 1$$

en donde:

$g(B_t)$  = dinámica de la biomasa como una función de la biomasa existente

$B_t$  = biomasa total al inicio del año

$q$  = coeficiente de capturabilidad y

$f_t$  = el esfuerzo para el año t

a la de:

$$B_{t+1} = B_t + g(B_t) - C_t \text{-----} 2$$

en donde:

$B_t$  = es la biomasa explotable al inicio del año y

$g(B_t)$  = es la dinámica de la biomasa como función de la biomasa

$C_t =$  es la captura (en masa) en el año  $y$

Las formas más comunes de la función  $g(B_y)$  o de la llamada “función dinámica de la biomasa” son:

$$g(B) = rB \left( 1 - \frac{B}{k} \right) \text{-----} 3a$$

$$g(B) = rB \left( 1 - \ln \frac{B}{k} \right) \text{-----} 3b$$

$$g(B) = \left( \frac{r}{p} \right) B \left( 1 - \left( \frac{B}{k} \right)^p \right) \text{-----} 3c$$

en donde:

$B =$  biomasa al tiempo  $t$

$r =$  tasa intrínseca de crecimiento poblacional

$k =$  capacidad de carga (masa)

$p =$  parámetro de la curva

( $3a =$  Schaefer (1954),  $3b =$  Fox (1970),  $3c =$  Pella-Tomlinson (1969))

Los cambios en biomasa de la población ( $B_t$ ) a través del tiempo en los modelos de biomasa dinámica se pueden describir de la siguiente forma:

$$B_{y+1} = B_y + \text{reclutamiento} + \text{crecimiento} - \text{mortalidad natural}$$

Si no se consideran factores como emigración e inmigración, la población incrementa principalmente por reclutamiento e incremento en peso de los organismos existentes en la población. Agrupando reclutamiento y crecimiento se obtiene el término llamado producción, por lo que la ecuación se puede representar como:

$$B_{y+1} = B_y + \text{producción} - \text{mortalidad}$$

Cuando la producción es mayor que la mortalidad natural, la población incrementará su magnitud; si por el contrario, la producción es menor a la mortalidad natural, la población tendrá un decremento.

Producción excedente, es el término empleado para mostrar la diferencia entre la producción y la mortalidad natural. La producción excedente, es el incremento en la biomasa de la población en ausencia de pesca, o bien, es la captura que puede extraerse manteniendo la biomasa en un tamaño constante.

Entre los procedimientos de solución y cálculo de los parámetros de modelos dinámicos, destacan el error de observación (Walters y Hilborn, 1976) y el error de proceso, sugerido por Ludwig y Walters (1986). En el primer caso, se supone que el modelo no contiene error, el cual se presenta en los datos de la relación entre la biomasa y el índice de abundancia, por lo que el estimador es construido suponiendo que el modelo dinámico de biomasa es determinista.

En el caso de la solución vía error de proceso, la biomasa real es definida mediante la relación del índice de abundancia y el coeficiente de capturabilidad ( $I/q$ ) y el error se ubica en la ecuación. Las observaciones se realizan sin el error ( $V=0$ ), que rige los cambios en la biomasa. El error de proceso sucede debido a la variabilidad en el reclutamiento y la mortalidad natural. Estos “errores” estadísticos permiten estimar la variabilidad y usarla para predicción y análisis de riesgo.

Los parámetros del modelo pueden obtenerse reduciendo la diferencia de cuadrados entre los valores de cpue observados y calculados (lo que formalmente es minimizar residuales). Polacheck *et al.*, (1993) mencionan que el método de error de observación proporciona estimadores de los parámetros más exactos y precisos, inclinándose por este método cuando solamente se aplica uno. Polacheck *et al.*, (1993), encuentran que evaluaciones basadas en el error de proceso, presentan amplia varianza y son más sensibles a la selección de un error de estructura que las evaluaciones realizadas bajo los supuestos del error de observación, y concluyen que es claro que el método de error de observación arroja estimaciones más precisas y exactas de los parámetros, así como que sintetiza información de diferentes fuentes. Además no requiere series de tiempo continuas de los valores de abundancia relativa.

Una de las ventajas del uso de modelos dinámicos de biomasa es el requerimiento de series históricas de captura y esfuerzo; sin embargo, Hilborn y Walters (1992) establecen que la capacidad de cualquier estimador en la obtención de resultados, depende de la explotación histórica del recurso, y clasifican los procedimientos para estimar los parámetros de modelos dinámicos de biomasa cuando solamente un índice de abundancia es disponible (cpue), de la siguiente forma : (a) suponer

condiciones de equilibrio, (b) transformación de la ecuación a una forma lineal y (c) ajuste a través de series de tiempo. Las estimaciones obtenidas de series así, no son confiables de acuerdo con los mismos autores, la abundancia relativa se puede explicar con una población reducida y alta tasa de crecimiento; o bien, población abundante con baja tasa de crecimiento.

Punt y Hilborn (1996), sugieren dos mecanismos de cuantificación de la incertidumbre asociada a los parámetros del modelo. Uno, es determinar el perfil de verosimilitud, ya que los parámetros son estimados por máxima verosimilitud. La función de verosimilitud se emplea para estimar la probabilidad máxima de obtener los valores de las series de cpue observadas, dados diferentes valores para  $r$ ,  $k$ , y  $q$ .

El segundo, y aplicado en el presente estudio, es mediante el remuestreo con reemplazo (bootstrap), que genera números al azar a partir de los valores observados de  $r$ . Este mecanismo se aplicó mediante el programa de Simulación pesquera, (SIMOD 1.0).

Los modelos, de acuerdo con Punt y Hilborn (1996) tienen implícitas diferentes consideraciones:

- a) Los valores del modelo no cambian en el tiempo, los valores de algunos de los parámetros del modelo tales como la biomasa en equilibrio  $k$ , pueden variar de manera sistemática en el tiempo como resultado de cambios ambientales en tiempo prolongado.
- b) El coeficiente de capturabilidad  $q$ , cambia constantemente en el tiempo.
- d) Permisos inadecuados para cambios de las características de las embarcaciones.

e) Variaciones positivas y negativas en la eficiencia.

Con base en el planteamiento del modelo logístico de crecimiento, Schaefer (1954) relacionó directamente la producción excedente vs el esfuerzo de pesca y la captura, con el supuesto de que la captura por unidad de esfuerzo es proporcional al tamaño de la población, por lo que:

$$I = \frac{C}{E} = qB \text{-----4}$$

en donde :

C= captura

q = coeficiente de capturabilidad

B = biomasa

I = cpue

E = esfuerzo

El modelo establece una relación simétrica, la transformación de la forma diferencial del modelo a la discreta es planteada por Walters y Hilborn (1976) y Hilborn y Walters (1992)

$$B_{t+1} = \left[ Bt + rBt \left( 1 - \frac{Bt}{k} \right) - Ct \right] Vt \text{-----5}$$

en donde

$B_{t+1}$  = es la biomasa del año siguiente

$B_t$  = Biomasa en el tiempo t

$r$  y  $k$  = tasa intrínseca de crecimiento poblacional y capacidad de carga

$C_t$  = captura en el tiempo t, la cual se define como

$$C_t = qE_t B_t \text{-----6}$$

en donde:

$B_t$  = biomasa en el tiempo t

$q$  = coeficiente de capturabilidad

$E_t$  = esfuerzo pesquero al tiempo t

En el caso del error de observación, la ecuación del índice de abundancia (3) se transforma a

$$I = (qB_t)V_t \text{-----7}$$

$V_t$  = es el error de observación definido en la forma

$$V_t = \exp\left[Z\sigma_v - \frac{\sigma^2}{2}\right] \text{-----8}$$

en donde

$Z$  = variable aleatoria, con distribución normal, media 0 y  $\sigma_v$ .

El otro procedimiento empleado en la solución de modelos dinámicos de biomasa con base en funciones de remuestreo (bootstrap), se instrumenta mediante la aplicación del programa SIMOD 1.0 (Hernández *et al.*, 2000), que permite simular el estado de una pesquería a partir de series anuales de captura y esfuerzo.

El programa utiliza la propuesta de Schnute (1977) para definir la tasa de cambio de la biomasa a través del tiempo. El planteamiento de Schnute y el propuesto por Walters y Hilborn (1976) son análogos utilizando dos relaciones básicas:

$$B_{t+1} = B_t + \bar{r}B_t \left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - qE_t B_t \text{ -----9}$$

$\bar{r}$  = tasa intrínseca de crecimiento poblacional promedio

Y

$B_t = U_t/q$ , al substituir  $B_t$  en la ecuación anterior y re-arreglando se obtiene:

$$\frac{U_{t+1}}{U_t} - 1 = \bar{r} - \left(\frac{\bar{r}}{kq}\right)U_t - qE_t \text{ -----10}$$

Que representa una solución en no – equilibrio para el modelo de Schaefer

en donde:

$U_{t+1}$  y  $U_t$  capturas por unidad de esfuerzo en los periodos  $t+1$  y  $t$

$E_t$  = esfuerzo de pesca en el periodo  $t$

$\bar{r}$  = tasa intrínseca de crecimiento poblacional promedio

$k$  = es la biomasa del stock en equilibrio sin explotación pesquera

$q$  = es la efectividad de cada unidad de esfuerzo pesquero

La ecuación se puede interpretar como:

***Tasa de cambio de la biomasa = (tasa intrínseca de crecimiento) – (reducción de la tasa de crecimiento) – (tasa de explotación) (dependencia de la biomasa)***

Un análisis exploratorio permitió identificar mecanismos y procesos a través de los cuales los agentes forzantes afectan la biomasa del recurso, ya que el modelo de biomasa dinámica en su concepto marginal supone que las variaciones de la misma sólo son debidas a la explotación; entonces se construye un índice que pudiera ser acoplado al modelo de rendimiento.

El agente forzante que mejor se ajustó fue la TSM (temperatura superficial del agua de mar) que, junto al cambio proporcional del reclutamiento, se incorporaron a la ecuación de evaluación de la biomasa.

Para conocer de qué forma afecta la variación de la temperatura superficial del mar ( $\alpha$ ) y el cambio proporcional del reclutamiento ( $\lambda$ ), a la biomasa, se afectó con estas dos condiciones el valor de la tasa intrínseca de crecimiento ( $r$ )

Incorporando a la fórmula  $\alpha$  y  $\lambda$ , la ecuación se transforma de la siguiente forma:

$$B_{t+1} = B_t + \left[1 + r \alpha_t \lambda_t\right] B_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t \quad \dots \quad 11$$

en donde:

$B_t$  y  $B_{t+1}$  es la biomasa en el tiempo  $t$  y  $t+1$  respectivamente

$r_t$  = tasa intrínseca de crecimiento al tiempo t

$k$  = capacidad de carga del sistema, también  $B_0$  = biomasa del stock virgen

$C$  = es la captura observada al tiempo t

$\alpha_t$  = temperatura superficial del mar ( $TSM_t$ ) al tiempo t

$\lambda_t$  = anomalía del reclutamiento al tiempo t

por lo que r es :

$$\bar{r} = [1 + r_t \alpha \lambda] \text{-----} 12$$

Para establecer el índice de afectación del reclutamiento por la TSM, se considero la ecuación:

$$\alpha_t = \frac{R_t r_{simod}}{\sum R_{73-79}} \text{-----} 13$$

en donde:

$R_t$  = reclutamiento al tiempo t afectado por TSM al tiempo t

$$R_t = a - (b * TSM_t) \text{-----} 14$$

$a = 0.259$   $b = -0.638$   $r^2 = 0.52$  (Ramírez, 2000)

$$R_{y73-79} = \sum_{t=73}^{79} R_t = a - b * \frac{TSM}{n} \text{-----} 15$$

Tomando como base la ecuación de reclutamiento vs la TSM, obtenida por Ramírez (2002), se tiene:

$r_{SIOMOD, 1.0}$  = tasa intrínseca de crecimiento poblacional (promedio) obtenida de la simulación del programa SIOMOD, 1.0

El cambio proporcional del reclutamiento ( $\lambda$ ) se obtuvo de la fórmula:

$$\lambda_t = \frac{\bar{r} - r_{si\ mod}}{r_{si\ mod}} \text{-----16}$$

en donde :

$\bar{r}$  = reclutamiento promedio

$r_{SIOMOD, 1.0}$  = tasa intrínseca de crecimiento obtenida de la simulación del SIOMOD, 1.0

La ecuación del modelo, se puede representar de la siguiente forma:

$$B_{t+1} = B_t + \bar{r} [1 + r_t \alpha_t \lambda_t] B_t \left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - C_t \text{-----17}$$

en donde:

$B_t$  y  $B_{t+1}$  = es la biomasa en el tiempo  $t$  y  $t+1$  respectivamente

$r$  = la tasa intrínseca de crecimiento promedio

$k$  = capacidad de carga del sistema, también  $B_0$  = biomasa del stock virgen

$C$  = es la captura observada al tiempo  $t$

$\alpha_t$  = anomalía térmica (cambio en la temperatura superficial promedio del mar ( $TSM_t$ ) al tiempo  $t$ ).

$\lambda_t$  = cambio proporcional del reclutamiento

Para obtener la tasa de captura del camarón rosado, se empleó la fórmula:

$$E = C / B \text{ -----18}$$

en donde :

C = captura

B = biomasa

### **Escenarios de manejo.**

Se exploraron seis escenarios de manejo, simulando las siguientes condiciones:

- Veda total
- Veda total con afectación de agentes forzantes sobre el reclutamiento
- Veda de 10 meses (captura de 282 t/colas).
- Veda de 8 meses (captura de 564 t/colas).
- Veda de 6 meses (captura de 844 t/colas, registrada en el año 2000).
- Veda de 3.5 meses (captura de 1,199 t/colas).

Para construir los escenarios de manejo, ( $\infty$ ) fue el promedio de los valores registrados de la TSM a lo largo del periodo de estudio y ( $\lambda$ ) fue el valor de reclutamiento máximo, obtenido de la relación:

$$R_{\max} = \frac{a^2}{b.4} \text{ en donde a y b son parámetros de la ecuación de Ramírez (2002)}$$

### Puntos de referencia biológica

Los puntos de referencia biológica son incorporados a modelos científicos para alcanzar metas de administración en las pesquerías. Estos son el resultado de criterios conceptuales y pueden ser calculados ó cuantificados sobre una base de características biológicas y económicas de la pesquería. Se dividen en Puntos de Referencia Objetivo y Puntos de Referencia Límite, a los primeros se les considera como indicadores de las condiciones del recurso, mientras que los segundos señalan áreas críticas del mismo, a las que no debe llegarse, con la finalidad de evitar daños irreversibles sobre el recurso.

Caddy y Mahon (1995), establecen la necesidad de dar un seguimiento continuo a los puntos de referencia, si estos son usados en la administración de un recurso, ya que una amplia gama de condiciones se transforma en fuentes de incertidumbre para los valores de los puntos. En el presente análisis se emplean los siguientes puntos de referencia como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4.- Clasificación y fórmula de solución de los puntos de referencia

Clasificación	Punto de referencia	Solución
Límite (PRB)	$F_{MRS}$	$r * 0.5$
Objetivo (PRB)	$F_{0.1}$	$0.45 * r$
Límite	$E_{MRS}$	$\frac{r}{2q}$
Límite (PRB)	$B_{MRS}$	$\frac{K}{2}$
Límite	MRS	$rk/ 4$
Límite	$C_{0.1}$	$(qkE_{0.1}) * (1 - (q-r)E_{0.1})$
Límite	$E_{0.1}$	$F_{0.1} / q$

en donde :

$F_{MRS}$  = mortalidad por pesca en el rendimiento máximo sostenible

$F_{0.1}$  = mortalidad por pesca al 10%

$E_{MRS}$  = esfuerzo en máximo rendimiento sostenible

$B_{MRS}$  = biomasa en el máximo rendimiento sostenible

MRS = máximo rendimiento sostenible

$C_{0.1}$  = captura al 10%

$E_{0.1}$  = esfuerzo al 10%

Los PRB (Parámetros de Referencia Biológica), siempre son referidos a la mortalidad por pesca, por lo que la tercera columna de la tabla anterior muestra su solución numérica.

Se establecen, en función de los resultados, tres criterios de acción:

Estado 1: el stock se encuentra por debajo del nivel óptimo y requiere estrategia de recuperación.

Estado 2: el stock se encuentra por arriba del nivel óptimo y la pesquería cuenta con potencial de desarrollo.

Estado 3: el stock se encuentra en su nivel óptimo de explotación.

## 7.- RESULTADOS

### 7.1.1 Captura

La captura de camarón en el Estado de Campeche es parte de un conjunto de especies explotadas comercialmente desde mediados de la década de los cuarenta, los registros oficiales de los volúmenes de captura total en el Estado son publicados a partir de 1952 (Granados-Ramírez y Gutiérrez, 1960). Los autores indican para 1952 y 1958 cifras de 6,200 t y 9,500 t respectivamente, con registro máximo de 10,091 t en 1957, lo que se observa en la figura 4. El número de especies capturadas ascendía a 16 y representaban en promedio 95 % de la producción; de ellas, el camarón en sus diferentes presentaciones significaba el 84 % de la producción pesquera total del Estado. La evolución de la captura indica actualmente una producción con ligero incremento del volumen en el 2003 con 43,158 t y más de 100 especies de importancia comercial registrada, corroborando la diversidad, abundancia y productividad de la región (Yáñez-Arancibia y Day, 1988; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988).

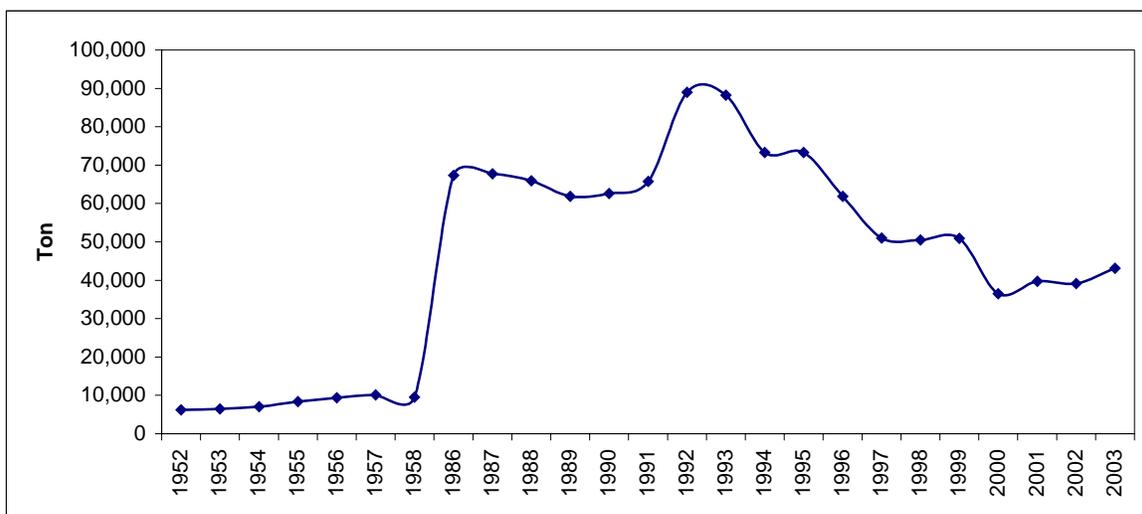


FIGURA 4. Volumen y evolución de la captura total en el Estado de Campeche.

Los años de 1992 y 1993 se identifican como los más importantes, con una producción cercana a las 90,000 t (Anuario estadístico de pesca, 1999). La producción total de camarón (sin incluir los registros de camarón siete barbas) en el periodo 1993-2003, con respecto a la producción total pesquera, redujo su valor porcentual promedio a 8.2 %, como resultado de la tendencia negativa de las capturas del crustáceo a partir de 1973 y el incremento en la producción pesquera del Estado, tanto en volumen como en número de especies reportadas comercialmente. En la actualidad se registran poco más de 100 especies diferentes, agrupadas en moluscos, crustáceos, tiburones y rayas y peces, que son los que aportan mayor cantidad de especies y volumen.

Referente al valor de la captura Granados-Ramírez y Gutiérrez (1960) consignan entre 1954 y 1958 42 millones de pesos para la producción de todas las especies; en 2003, la Subdelegación de Pesca en el Estado de Campeche estima el valor de la producción pesquera en 860.9 millones de pesos, y se advierte un sostenido incremento en el valor entre 1997 y 2003, como se ve en la figura 5. El valor del camarón promedió 243 millones de pesos, pero su tendencia es negativa.

Porcentualmente, el valor del camarón en relación con el valor total de la producción pesquera muestra una disminución importante entre 1998 y 2003, lo que se aprecia en la figura 6. Los valores alcanzan un 58 % en 1988, y se reduce constantemente hasta un 25 % para 2003, lo que significa una disminución del 32 % en un lapso de seis años.

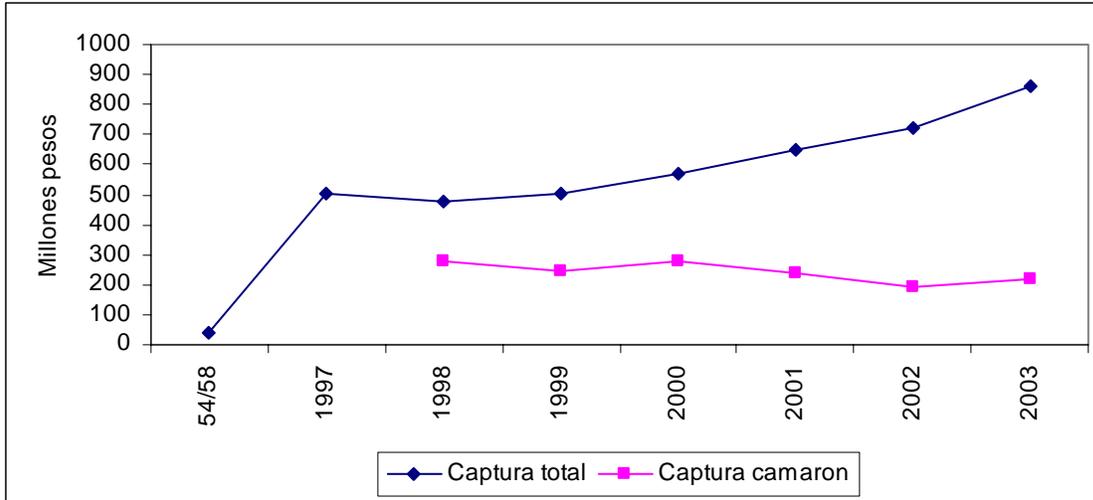


FIGURA 5.-Valor de la producción total y de la producción total de camarón en el Estado de Campeche

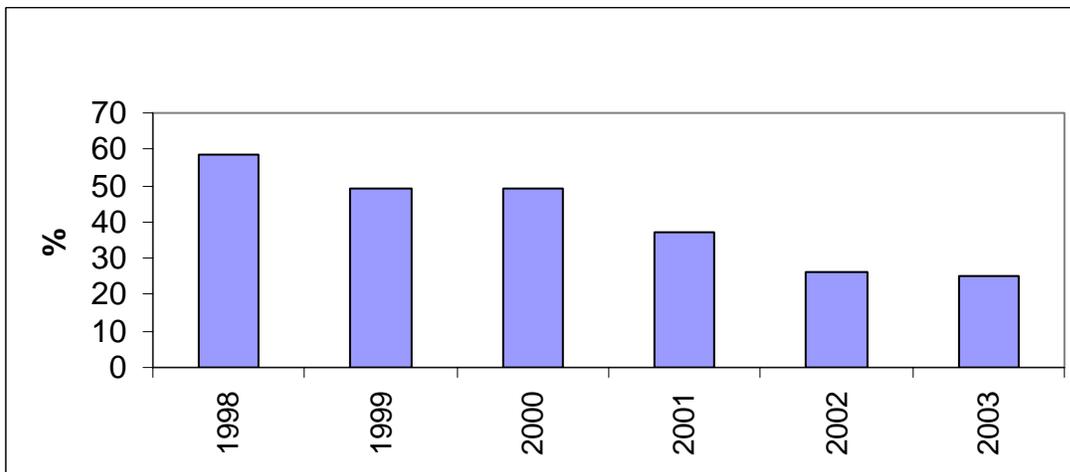


FIGURA 6.- Valor porcentual de la producción de camarón en relación con el valor de la producción total pesquera en el Estado de Campeche.

El incremento constante de la producción total y de su valor en el lapso 1997-2003 y las bajas capturas de camarón registradas en el Estado ubican al camarón con una baja producción, por lo que ha dejado de ser la especie que mayores

recursos económicos generaba para Campeche, a pesar de mantener un elevado valor en el mercado.

En el inicio de la explotación de camarón se identifica formalmente a mediados de la década de los años cuarenta, los registros estadísticos de la producción aparecen oficialmente en los años 1949 y 1951 para Cd. del Carmen y Campeche, respectivamente. Los valores recaban el volumen total de la captura, sin distinguir la proporción de cada una de las especies que conforman el recurso, lo que sucede hasta el año de 1969.

Las capturas iniciales fueron realizadas sobre el camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*), su abundancia y cercanía con la costa marcaron la pauta de la explotación en el inicio de la pesquería, a la que paulatinamente se incorporó el camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*).

El camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) adquirió relevancia al decrecer la captura de las otras dos especies e incrementarse la autonomía de las embarcaciones, hasta ese momento la duración de los viajes de pesca era de uno a tres días, arrastrando en zonas cercanas a la costa, en áreas de baja abundancia para el camarón rosado.

Informes de Allen y Jones (1974) indican que, a partir de 1956, las embarcaciones Estadounidenses que realizaban faenas de pesca en la Sonda de Campeche, entre las 9 y 12 brazas de profundidad capturaban en proporciones de hasta 90 % camarón rosado.

La figura 7, muestra el comportamiento histórico de la captura total de camarón y la de camarón rosado en el Estado de Campeche de 1949 a 2003, considerando a todas las especies de camarón registradas, con excepción del camarón siete

barbas. El volumen inicial fue del orden de las 4,300 t, sin especificar proporción de especies en la captura. Después de 58 años de actividad pesquera, la captura total de camarón alcanzó su menor registro de explotación, con 2,097 t de camarón entero en 2002, y presentó un ligero incremento el siguiente año, con 3,039 t.

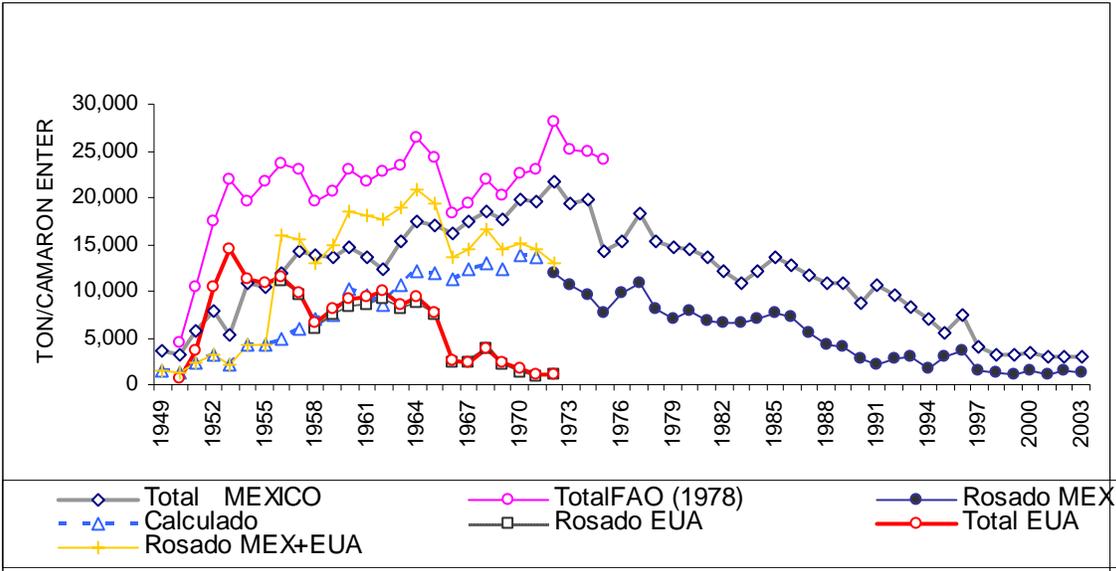


FIGURA 7- Evolución de la captura total de camarón y camarón rosado en el Estado de Campeche (no incluye camarón siete barbas).

En el caso del camarón rosado, en 1972 se obtuvo la producción total de esta especie, 11,932 t de camarón entero fue el mayor registro y 1,025 t el menor, que corresponde al año 1999.

La pesquería de camarón en el Estado de Campeche inició con un crecimiento sostenido, la etapa mantuvo 23 años de incremento en la producción y culminó en el año de 1972, en el que se presentó el volumen de captura más elevado, con un registro de 21,799 t de camarón entero de producción total. De 1972 a 1996, se observó una tendencia negativa de la producción de 24 años. Entre 1997 y 2003

se estabilizó la captura, en cifras totales por debajo de las obtenidas al iniciar la explotación del recurso, con los valores de captura total de camarón aquí presentados, en los que se omiten las cerca de 3,000 t de la producción de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), lo que deja de manifiesto el colapso de la pesquería (Gracia, 1995; Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997a, b; Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2000; Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez, 2003). La tendencia en la producción del camarón rosado también es negativa, aunque entre 1981 y 1986, se presentaron valores más o menos constantes, con 7,000 t promedio de camarón rosado entero, niveles que no se mantienen, y se puede decir que existe una estabilidad calificada como alta; y de 1997 a 2003, la persistencia en los niveles de captura se pueden calificar como una estabilidad baja, los valores en este caso no superan las 1,500 t de camarón entero.

El porcentaje de la captura de camarón rosado, con respecto a la captura total de camarón desembarcada en el Estado de Campeche, oscila entre el 60.9 % en 1976, 20.8 % en 1991, y en 2003 se observa un valor de 40% (figura 8 A). La proporción porcentual de esta especie respecto de la producción total en cada Puerto muestra a Cd. del Carmen como el más importante, con porcentajes cercanos al 40 % al final de la década de los ochentas; a partir de 1983 el Puerto de Campeche registra mayor porcentaje de captura de camarón rosado (figura 8 B), alcanzando en 1996 casi el 40 % de camarón rosado desembarcado, en relación a la captura total. Los porcentajes de camarón rosado por Puerto, con respecto a la captura total de la misma especie, indican una mayor importancia de Cd. del Carmen entre 1972 y 1983 con valores entre 50 % y 70 %; de 1983 al 2003 el proceso es inverso, el Puerto de Campeche registra mayores porcentajes,

que alcanzan hasta 80 %. (figura 8 C). Navarrete-del Prío y Uribe-Martínez (1993), encuentran esta proporción en el periodo 1980–1993.

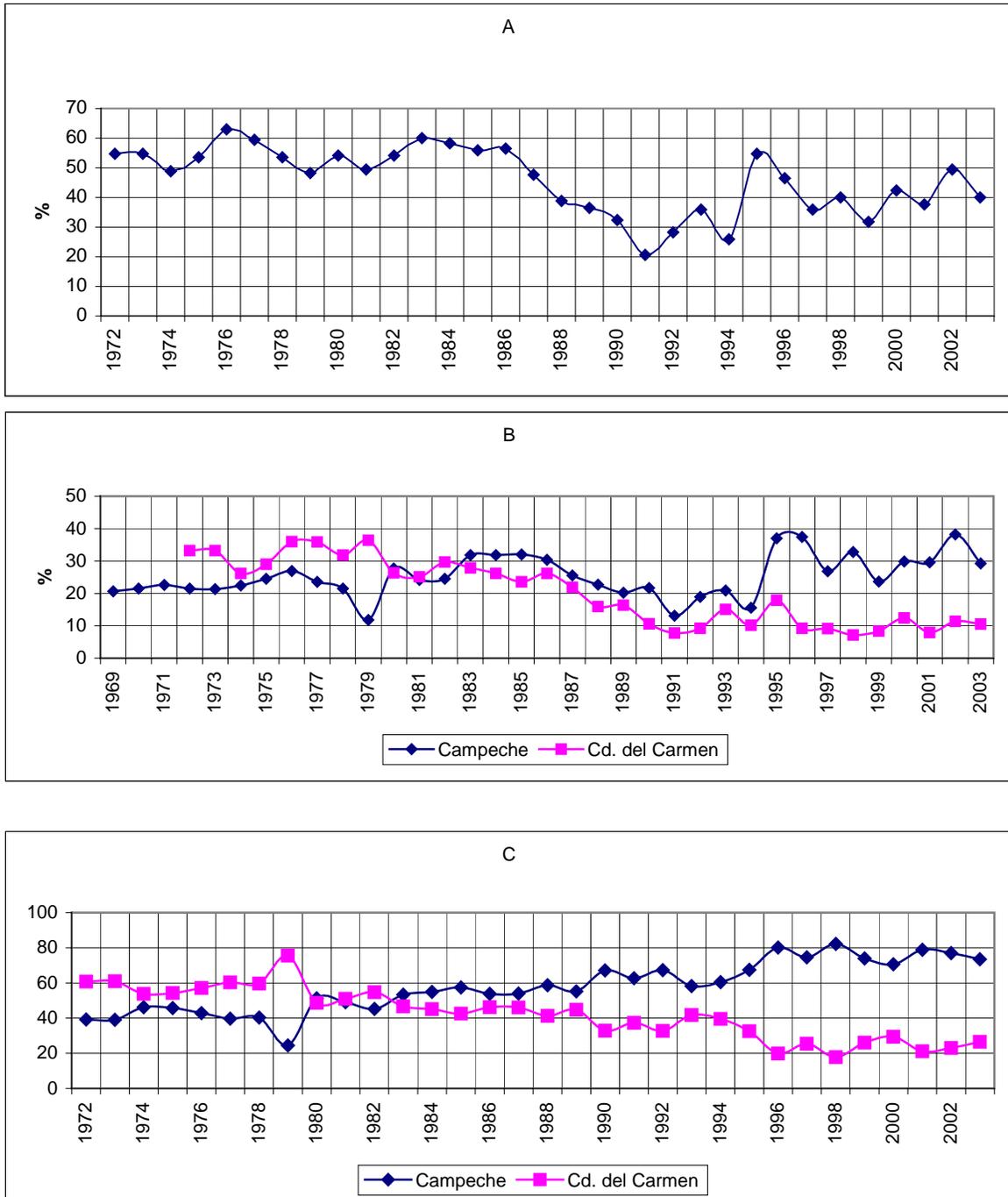


FIGURA 8- Porcentaje de camarón rosado *F. duorarum* en relación a la captura total de camarón (A), porcentaje desembarcado en los Puertos de Cd. del Carmen y Campeche respecto captura total (B); porcentaje con respecto a la captura total de camarón rosado por Puerto (C)

En el Golfo de México, otra zona de abundancia importante del camarón rosado se encuentra en las costas de Florida, EUA, en donde la evolución de la captura mostró valores por arriba de las 4,000 t entre 1960 y 1988, incremento de la captura entre 1972 y 1985, a poco más de 8,000 t en 1981, como se observa en la figura 9.

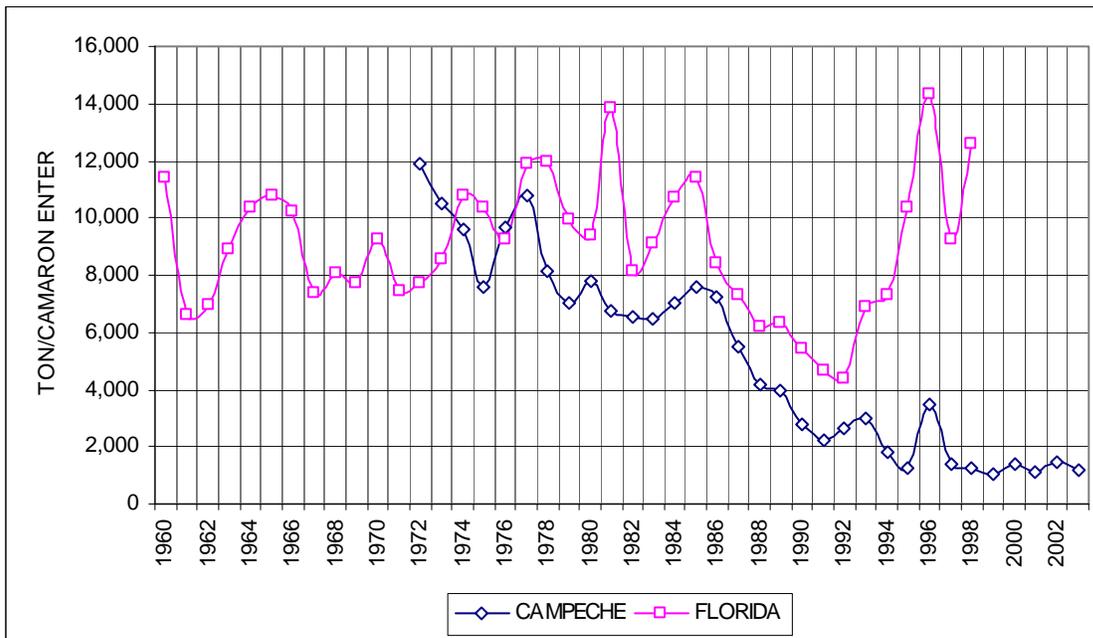


FIGURA 9.- Desembarques de camarón rosado *F. duorarum* en Florida, EUA y Campeche, México. (NMFS-Laboratorio Galveston, Texas; Delegación Federal Sagarpa en Campeche)

La tendencia de la captura en Florida es semejante a la de Campeche, con declinación importante entre 1985–1992, en ambos casos con recuperación a partir de 1993, La declinación de la captura para Florida se atribuye a perturbación de las condiciones del ecosistema, como las descritas por Browder *et al.* (1999) y Ehrhardt and Legault (1999), destacando incremento de temperatura, disminución de precipitación, modificación de áreas de crianza, mortalidad de pastos marinos,

reducción del stock de esponjas, las cuales son removidas permanentemente durante las faenas de pesca (incluso en la Sonda de Campeche) y la consecuente reducción del reclutamiento (Klima *et al.*, 1989; Klima *et al.*, 1990; Nance, 1993).

La recuperación de las existencias en Florida son de magnitud mayor a las observadas en Campeche, manteniéndose constante en el tiempo; con más de 14,000 t en 1996, 9,000 t en 1997 y 13,000 en 1998, muestran el nivel de recuperación que alcanzó el camarón rosado en Florida.

### **7.1.2 Captura por categoría comercial (maquila)**

Existen nueve categorías comerciales en las que se clasifica el camarón en las plantas procesadoras del Estado, e identifican la cantidad de organismos sin cabeza (colas) por libra. Los animales de mayor talla se agrupan en la categoría 10–14, seguida de la 15–20 y 21–25, medianas de 26–30, 31–35, 36–40, y chicas de 41–50, 51–60 y los más pequeños 60–over, es decir más de 60 colas por libra, con edad de dos meses y medio y que ya son capturados por los barcos.

### **7.1.3 Captura en número de individuos**

El peso promedio de cada categoría comercial se utilizó como base para transformar la captura en kilogramos a número de individuos. Revisar la tendencia de esta manera, da la oportunidad de apreciar el nivel de la reducción alcanzado en Campeche particularmente en tallas pequeñas.

La figura 10, concentra la tendencia de la captura en número de individuos divididos en grandes (10/14 a 26/30), medianos (31/35 a 36/40), y chicos (41/50 a 60-over), (INP-SAGARPA, anónimo 2001) y se adopta a efecto de comparar el lapso entre 1973-1994, con el de 1997-2000 dado a conocer por esta institución.

La captura declina en los tres casos y se observa una mayor contribución de individuos en las categorías medianas, seguida de las grandes y finalmente las chicas, mismas que contribuyen de manera importante a la captura en los años 1977, 1985 y 1993, en los que representó el 50 % del total capturado con volúmenes de 190 millones, 86 millones y 61.1 millones de individuos. Sin contar con el valor de la maquila del año 2000 (INP-SAGARPA, 2001), porcentualmente es semejante al de 1977, es factible que el incremento porcentual en tallas chicas sea una respuesta favorable del reclutamiento.

Entre 1991 y 1994 el número de individuos capturados de las categorías medianas y chicas es muy semejante, lo que influye en la sobre pesca del crecimiento y del reclutamiento (Gracia, 1995; Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997 a; Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2000; Ramírez Rodríguez y Arreguín-Sánchez, 2003).

La suma del número de individuos de las tallas chicas y medianas representan en promedio el 80 % del volumen de la captura entre 1973-1994; en 1997 se reduce al 57 %, e incrementa nuevamente en el 2000 a 75 % (figura 11).

Coincidentemente, se presenta disminución de tallas grandes hasta un 28% para el 2000; lo que se puede interpretar como una repercusión positiva para el reclutamiento de ese año por efecto de la amplitud de las vedas de 1999 y 2000, aplicadas del 1 de mayo al 15 de noviembre, esto significa 195 días (seis y medio meses); lo anterior en virtud de que los tiempos seleccionados para detener la actividad pesquera en 1994 y 1995 no protegía meses importantes en el proceso reproductivo, incluso de otras especies como el camarón blanco, con una veda de 45 días de duración (15 de agosto al 30 de septiembre).

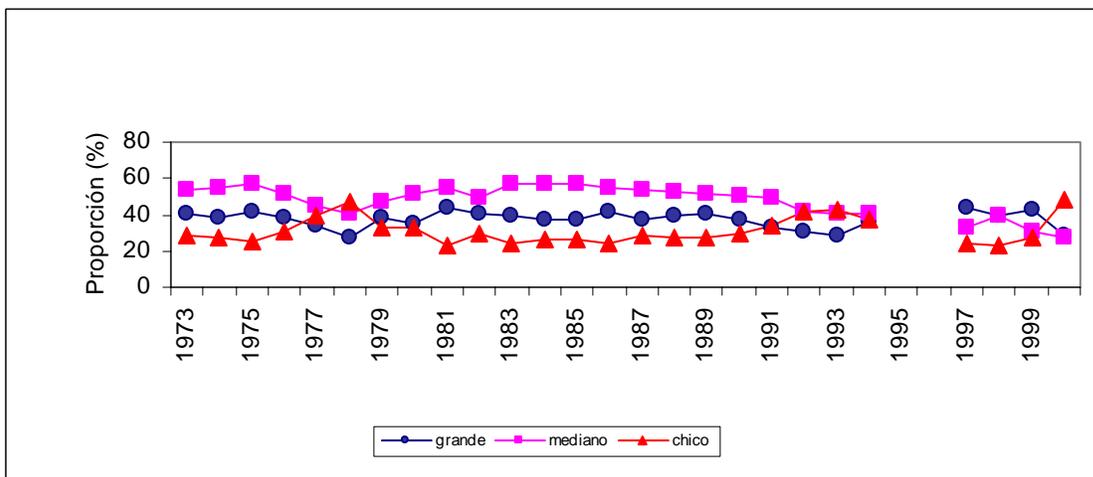
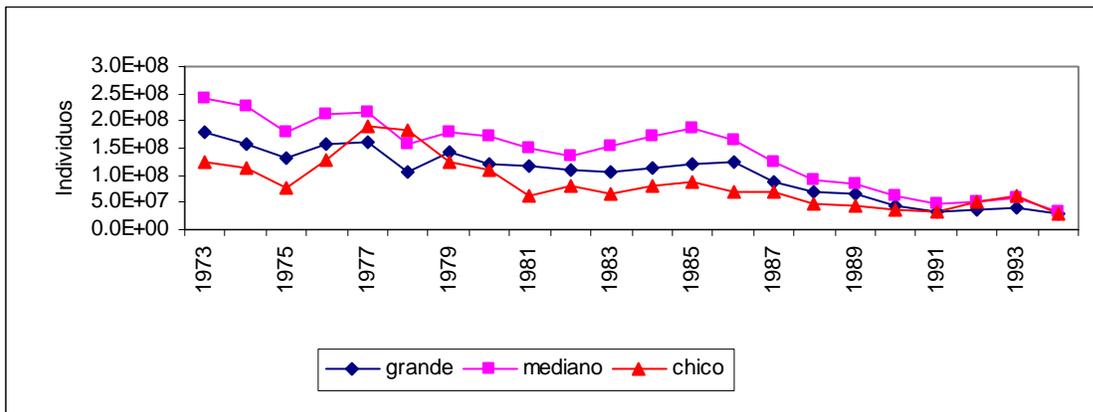


FIGURA 10.- Captura de camarón rosado *F. duorarum* en el Estado de Campeche en porcentaje por talla.

En 1996 y 1997, la restricción de la captura se incrementó por lo que la veda abarcó 105 días (1 de agosto al 15 de noviembre). Los bajos niveles de captura registrados a pesar de casi triplicar la duración de la veda con respecto a la de los años de 1994 y 1995, las dificultades técnicas para su adecuada vigilancia, la necesidad de reforzar la protección del proceso reproductivo más importante del camarón blanco y autorizar la captura del camarón siete barbas en la “ventana” generada, llevaron a la autoridad en 1998 a dividir la veda en dos periodos, el

primero del 1 de mayo al 15 de julio y el segundo del 1 de septiembre al 15 de noviembre, lo que también protegía el segundo pulso de reclutamiento del camarón rosado (Ramírez-Rodríguez, 2002).

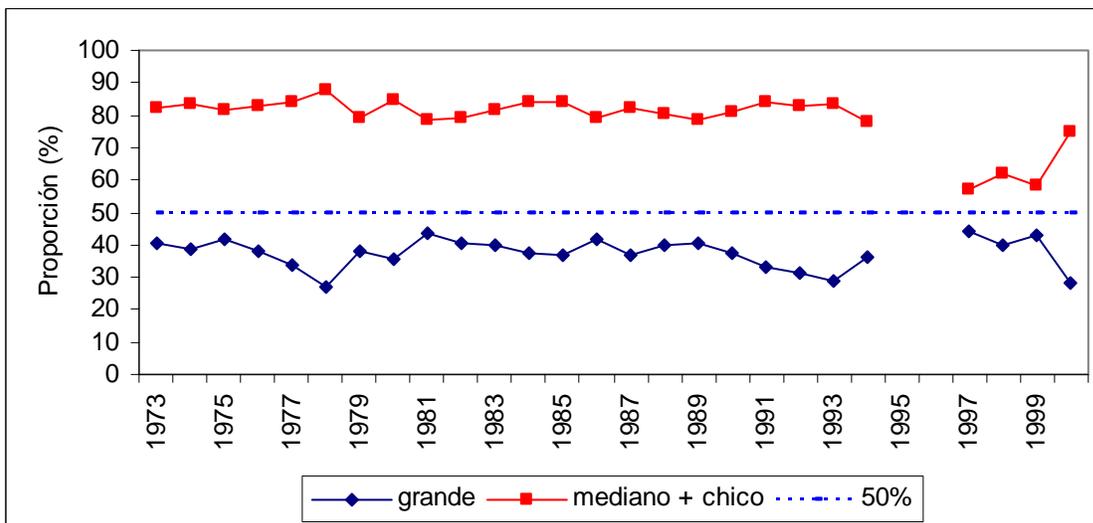
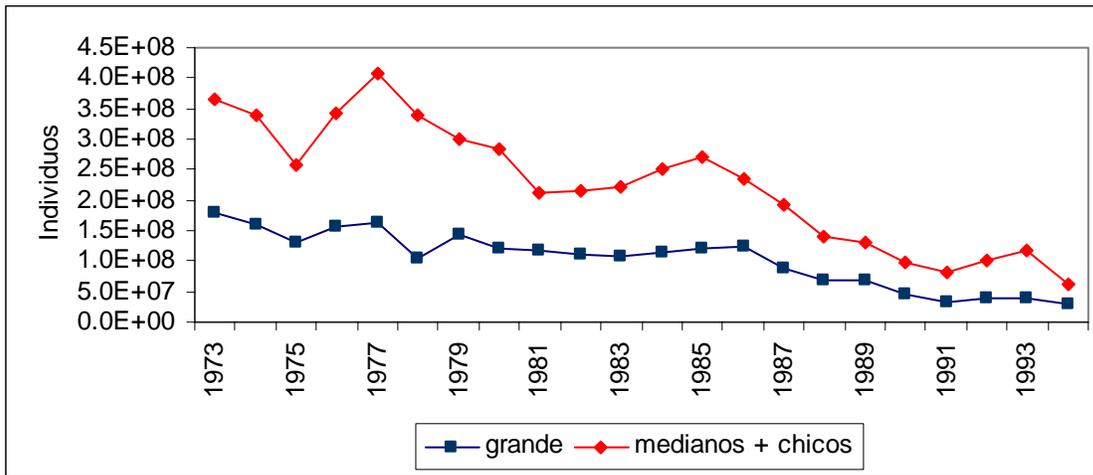


FIGURA11. Captura en número de individuos de camarón rosado *F. duorarum* y proporción porcentual de tallas grandes y medianas más chicas.

El año de 1977 destaca con la captura de 484 millones de camarones, la aportación de tallas chicas es de 189.9 millones de individuos, la más importante del periodo 1973-1994; tallas medianas para este año no presentan el mejor

registro, que se encuentra en 1973, igual que las tallas grandes; 1977 representó el año con mayor reclutamiento de camarón rosado, seguido de lo observado en los años 1984-1985, 1993 y 2000, todos con registros importantes, pero con tendencia a la reducción.

La captura trasformada a número de camarones en 1977 fue de 484 millones y pasó a 77 millones en 1994, la reducción fue de seis veces. Después de 1994 las plantas congeladoras operan al mínimo de su capacidad, por lo que registrar los valores de la maquila es cada vez más difícil. Ramírez-Granados (1963) identifica que el camarón rosado presenta menor talla durante casi todo el año, con un alto porcentaje de organismos de 35 y más por cada libra, proporción que se incrementa en los meses de abril, mayo, junio y julio, y señala que esta especie tiene mínima participación en la captura en primavera durante los meses de marzo, abril y mayo, de ahí en adelante asciende en importancia de manera constante; en septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero es la especie más importante.

Con base en lo anterior, el autor hace la primera propuesta de veda registrada para la Sonda de Campeche, en la cual incluye a las tres especies principales, dos meses durante primavera-verano (abril y mayo ó junio y julio), según convenga para el camarón rosado y café en las áreas de la plataforma continental mexicana, más allá de las 10 brazas de profundidad; una veda verano-otoño, entre junio y octubre, durante dos meses, según convenga para el camarón blanco, en áreas próximas a la costa con profundidad menor de 10 brazas.

La flota Estadounidense pescó en la Sonda durante los años 1946 a 1980, obteniendo importantes capturas, Ramírez-Granados (1963) señala en promedio 5,400 t ; con máximo de 6,900 t en 1956 y mínima de 4,000 t en 1958. Entre 1960 y 1980, también captura camarón y otras especies la flota cubana, lo que propició un esfuerzo pesquero de elevada proporción en la zona.

## 7.2. Esfuerzo pesquero

Ramírez-Granados y Gutiérrez (1960) calculan no menos de 800 embarcaciones estadounidenses y cubanas explotando camarón y otras especies en la Sonda de Campeche en los años cincuenta, que junto con las 543 de bandera mexicana, registradas en 1958, muestran niveles de esfuerzo superiores a las 1,300 unidades. Ramírez-Granados (1963) cuantifica para 1952 un total de 116 unidades operando, 409 para 1957 y 542 en 1958, en este lapso, se observó un acelerado incremento de buques y el número se redujo de manera constante para los años de 1959 a 1961, año en que cuantifica un total de 282 barcos.

Para la flota del Estado de Campeche hay pocas revisiones de sus características; la investigación se enfocó, muchos años después de iniciada la actividad, a la evaluación y análisis del poder de pesca de la flota, destacando las características más relevantes de la misma, así como la tendencia en su desarrollo. Fuentes *et al.* (1974), con valores de la flota hasta octubre de 1973; identifican una tendencia al aumento y mejoramiento de las unidades con respecto a eslora, potencia del motor, edad, desplazamiento y valor. Establecen que 42.3 % de la flota tiene una antigüedad superior a los 8 años; 70 % tiene menos de 20 m de eslora; 87.5 % tiene un costo menor al millón de pesos; 91 % posee casco de madera. Los autores establecen que existe una reducida actividad de construcción en el Puerto de Campeche, pero en el caso de Cd. del Carmen, advierten dos etapas, una antes de 1958 y otra después de 1960; en el lapso entre estos años se presentó una escasa construcción de naves, lo que se atribuye a la conocida crisis camaronera observada durante este periodo en el Estado. Fuentes y Portugal

(1974) analizan el poder de pesca de la flota camaronera en el Estado, comparando dos temporadas consecutivas; sus resultados mostraron que las mejores características para un barco camaronero se ubicaron en una potencia de 271 a 320 hp, eslora de 22 a 24 m, edad de 3 a 4 años, y tonelaje neto entre 71 y 80 t. Los autores establecen que no siempre un valor elevado en alguna de las características implicó mayor eficiencia; identifican que la flota evoluciona con cierta rapidez siguiendo cuatro tendencias: a) aumento en el tamaño y capacidad de los barcos, b) aumento en la potencia de propulsión, c) aumento en el número de unidades, d) adopción de la refrigeración como medio de conservación.

Fuentes y Portugal (1975) calcularon el poder de pesca de la flota camaronera del Puerto de Campeche y confirmaron una fuerte tendencia de la renovación de la flota con base en el incremento del tamaño, peso y potencia del motor e incorporaron, como medida de esfuerzo, los viajes realizados por la flota mensualmente. Los autores califican como azaroso el desarrollo de la flota, lo que repercute negativamente en su operación técnica y financiera, además identificaron como embarcaciones estándar las de eslora entre 18-20 m, con un volumen anual de captura de 18,410.4 kg/barco u 781.5 kg/viaje; la potencia entre 221-270 hp, con producción de 19,544 kg/barco u 815.5 kg/viaje; el tonelaje neto entre 51-60 t, con 20,185 kg/barco u 843.6 kg/viaje; por edad, entre 4 y 6 años, 20,982.4 kg/barco u 868.7 kg/viaje. Ellos sugieren un número óptimo de embarcaciones para obtener la captura anual desembarcada, considerando la eslora, establecen que 140 barcos de 18-20 m ó 177 de 18-20 m ó 211 de 16-18 m, serían suficientes.

Para el Puerto de Cd. del Carmen, De la Cruz (1988) evaluó la relación entre las características de los barcos de la flota y su producción, para el intervalo 1983-1985, reporto una captura promedio, que clasifica como alta (16 a 25 t promedio anual), media (10 a 14 t) y baja (6 a 9 t). La mayor producción promedio por embarcación para este periodo fue de 35.8 t anuales. De la Cruz destaca como resultados importantes del análisis estadístico realizado, que no son las diferencias entre las características técnicas las que determinan las diferencias en la producción promedio/barco de cada cooperativa revisada y que tampoco lo es la disponibilidad del recurso; e identifica como características recomendables para un barco camaronero que opera en Cd. del Carmen con una potencia de máquina de 365 hp, eslora de 20-22 m, 43 t de desplazamiento y autonomía de 25 días. Con base en estos resultados, el mismo autor considera como factor determinante en el alto rendimiento de las capturas, las condiciones administrativas en la operación de las embarcaciones, por lo que propone mecanismos de capacitación de los patrones de las embarcaciones e incrementar la eficiencia de las naves durante las faenas de pesca en forma generalizada. Wakida (1996), para el mismo Puerto, al modelar el esfuerzo pesquero de la flota entre 1991 y 1994, encontró que la flota está mejor representada por buques con una antigüedad entre 10 y 20 años, eslora de 20 a 22 m, potencia del motor entre 300 y 365 hp, capacidad de carga de 30 a 40 toneladas, 80 % de la flota con casco de acero y refrigeración como tipo de conservación. La evolución de las características de la flota camaronera del Estado de Campeche, en el periodo 1984-1999, tomando como base la información del Anuario Estadístico de Pesca (2000), reveló que para el tonelaje, el mayor número de embarcaciones se ubica en el intervalo de 40 a 60

toneladas con aproximadamente el 60 % de la flota en este intervalo, como se aprecia en la figura 12.

Para 1973 solo existían buques con peso máximo entre 60-80 toneladas, a partir de 1984 se observaron valores para embarcaciones de mayor calado 80-100 y más de 100 toneladas, que substituyen a las 10-20 toneladas; a partir del año de 1997 un fuerte incremento de buques superiores a las 100 toneladas es observado y otro, pero con menor proporción, para la categoría 80-100. La categoría dominante desde 1973 hasta 1996 (40-60 t) prácticamente desaparece en 1997.

La eslora en 1973 prevaleció en el intervalo de 15-20 (m), seguido por el de 20-25 (m), que para 1984 representó el 80 % ó más de la flota, la figura 12, permite apreciar la evolución de esta característica. Las dimensiones de la eslora 10-15 (m) y mayores de 25 (m) tienen representación pobre, con menos del 10 %.

La edad de la flota, calculada a partir del año de construcción, se puede observar en la figura 12, para 1973 predominó la edad de 6 a 10 años, con menor representación de los buques de 11 a 20 años de antigüedad; en los registros de 1984 y en adelante, la mayor parte de la flota se ubicaba entre 11 y 20 años de edad, seguida por la 21-30 y 6-10 años. Fuentes y Portugal (1974) señalaron que la flota en 1973 se encontraba en un proceso de renovación, por lo que embarcaciones con más de 20 años fueron substituidas.

Un incremento importante de unidades entre 20 y 30 años se observa a partir de mediados de los noventa, así como un reducido número de nuevas embarcaciones.

La potencia del motor principal de la flota camaronera ha evolucionado, de un registro ampliamente representado en 1973 por el intervalo de 221-270 hp por el

de 321-370 hp, en 25 años; considerando el censo de 1997, la potencia de las máquinas propulsoras incrementó 100 hp. La figura 12 muestra las diferencias entre 1973 y 1997. En el año de 1973, el 15 % de los barcos se propulsaban con motores de potencia entre 321 y 370 hp, y 6 % entre 371 y 420 hp. A partir de 1984 hubo desplazamiento de la potencia hacia motores con capacidad de 400 hp en adelante.

Información de la Delegación de SAGARPA en el Estado de Campeche, con intervalos menos amplios a los provistos por el anuario estadístico, confirma que los motores de 365 a 370 hp son los mejor representados en la flota (40% para 1997) y cada vez más buques inician la sustitución por máquinas de 400 ó más caballos de potencia. Lo anterior resalta la observación de Gracia (1995) sobre una mayor eficiencia de la flota que repercute en la sobrepesca del reclutamiento, interrumpiendo el paso de preadultos a zonas de mayor profundidad.

El número total de embarcaciones registradas en el Estado de Campeche se muestra en la figura 13. La evolución mostrada por la flota en el periodo del presente trabajo se pudo dividir en tres etapas: la primera, de 1969 a 1973, en que el número de barcos fluctuó entre 500 y 600 unidades, la segunda, comprendió de 1974 a 1981, con una expansión de la flota, resultado del incremento sostenido durante estos siete años, pasando de 586 a 776 barcos, con un aumento de 190 embarcaciones, el año de 1981 corresponde el número máximo de embarcaciones camaroneras registradas, y la tercera abarcó de 1982 en adelante, en la que el decremento es constante, ya que entre este año y el 2000, la reducción en el número de embarcaciones fue de 496 unidades.

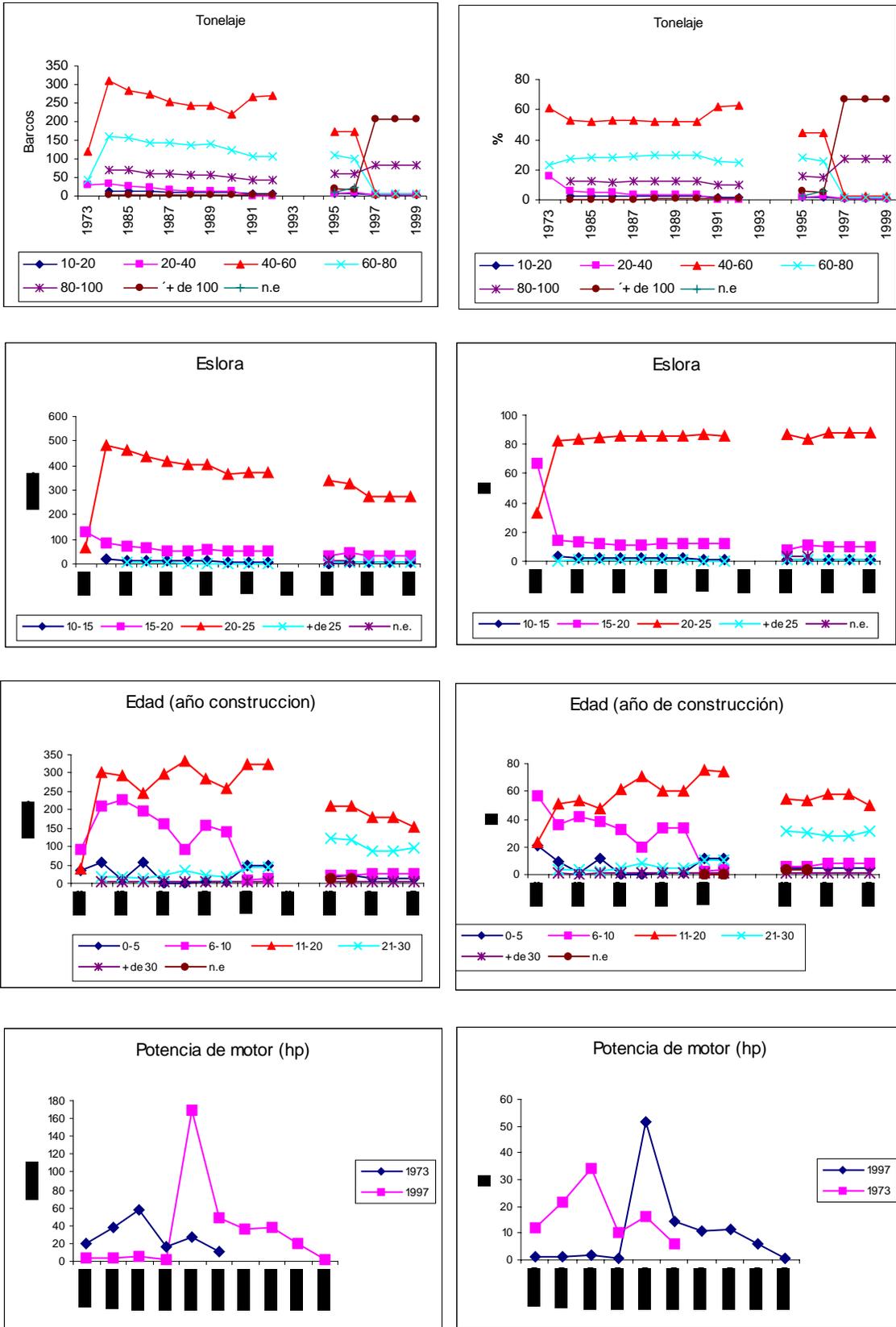


FIGURA. 12 Evolución de las características de la flota camaronera en el Estado de Campeche.

No obstante la reducción en el número de embarcaciones de la flota, las mejoras tecnológicas en los equipos de navegación y posicionamiento, así como la constante tendencia a incrementar el tamaño de las embarcaciones, (Fuentes *et al.*, 1974; Fuentes y Portugal, 1974,1975), han incrementado el poder de pesca actual respecto de las embarcaciones de las décadas pasadas. El número de viajes también se ha reducido de manera importante, pero no la duración de los mismos, que ante la escasez del recurso han obligado a la flota a prolongar su estancia en el mar; así, en promedio, los viajes en la década de los setenta tenían una duración de 15 días (Fuentes y Portugal, 1974), para mediados de los ochenta alcanzaban 25 días en el mar (de la Cruz, 1988) y en la actualidad existen embarcaciones con capacidad para 45 y más días en el mar. En otra estrategia, que busca mejorar la eficiencia para incrementar la captura, algunas embarcaciones son avitualladas en el mar, con trasiego de combustible y suministrando agua y alimento, evitando que el buque retorne a Puerto.

Con lo anterior se establece que un viaje de 15 días de navegación (mediados de la década de los setenta), es equivalente al menos en tiempo a la tercera parte de uno realizado en la actualidad. Los valores de esfuerzo presentaron un razonable contraste en el lapso de estudio, como lo sugieren Hilborn y Walters (1992) lo que permitió obtener valores de cpue con tendencia semejante a los registros de biomasa que se han observado sobre el recurso en los últimos años.

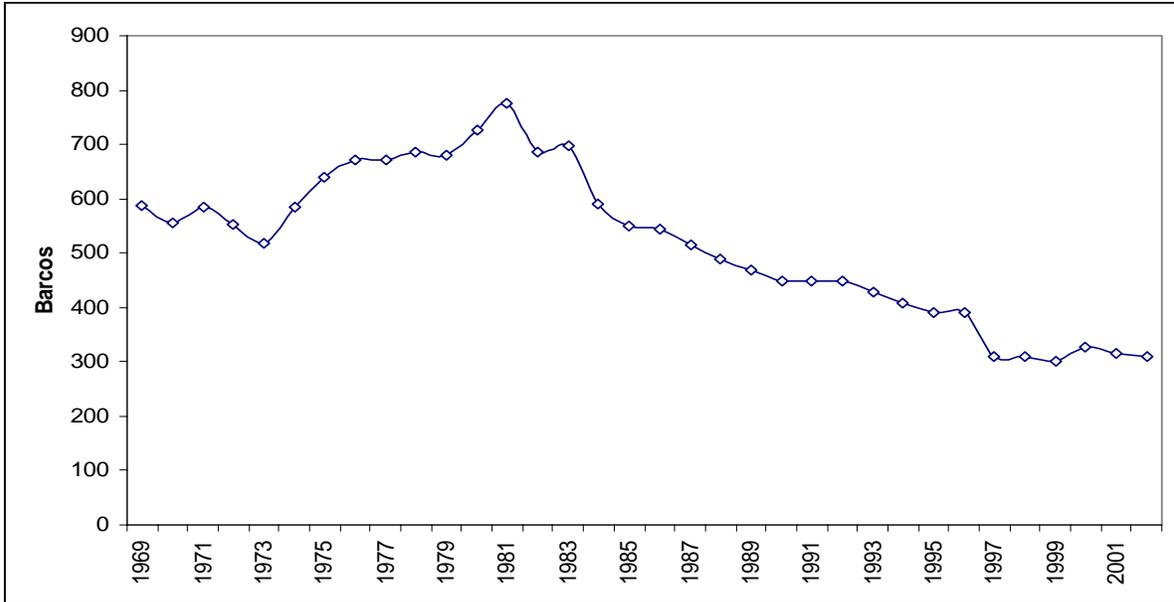


FIGURA 13.- Número de embarcaciones camaroneras registradas en el Estado de Campeche.

### 7.3 Abundancia relativa. (cpue)

El empleo de la captura por unidad de esfuerzo (cpue), como un índice relativo de la abundancia (Hilborn y Walters, 1992; Haddon, 2001), se asume como un valor proporcional a la biomasa del stock. En el caso del camarón rosado, Ramírez-Granados (1963) sugiere a la cpue como medida de la abundancia del recurso, entre 1952 y 1961, con valores de producción promedio barco/mes para el Estado de Campeche, por arriba de 1.5 t, en este lapso, un valor máximo se observó en 1959 con 4.2 t, favorecido por las elevadas capturas la flota del Puerto de Campeche. La figura 14 muestra la tendencia de la abundancia relativa del camarón durante esta etapa, que se considera alta, ya que los barcos navegaron como promedio en esa época entre 3 y 8 días como máximo.

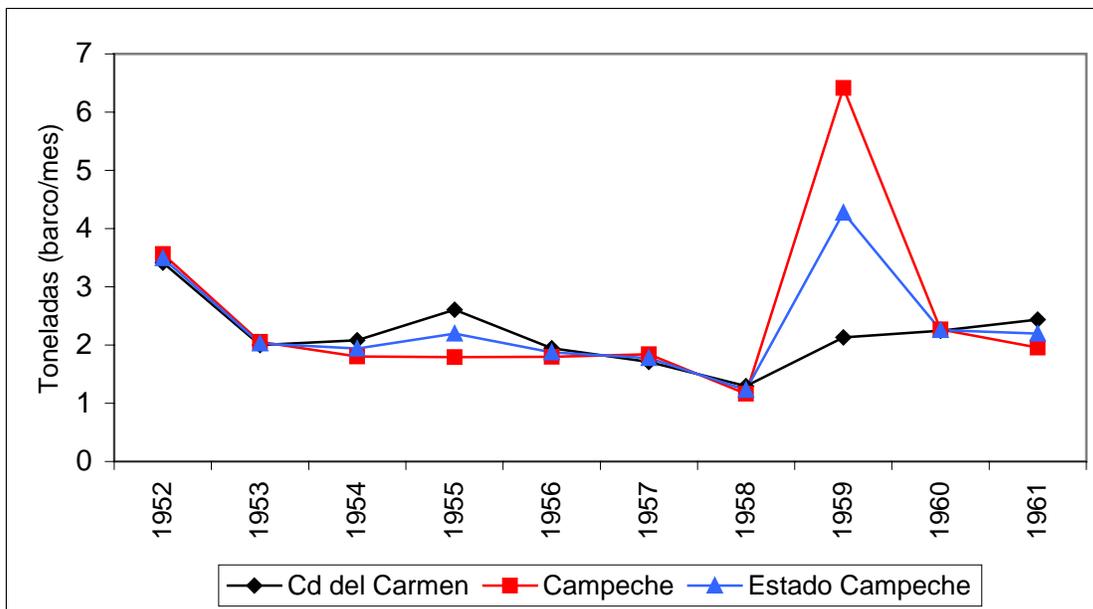


FIGURA 14. Cpue registrada por las flota camaronera de Cd. del Carmen, Campeche y promedio para el Estado de Campeche.

Fuentes y Portugal (1974), identificaron para el año de 1973, que la cpue medida para esfuerzo en barcos ó viajes presentaba una tendencia al incremento, relacionada con características de eslora, potencia y tonelaje neto y fluctuante para la edad en el caso de la cpue/barco. Fuentes y Portugal (1975) reconocen a la cpue (tanto para el en número de barcos como para el número de viajes), como una medida relativa de la abundancia del recurso, lo que es factible en virtud de que los años revisados por los autores aún correspondían a una etapa de alta productividad del recurso, en 1975 el I Convenio México–Cuba, evalúa las poblaciones de la Sonda de Campeche con modelos globales y establecía medidas más adecuadas para la extracción del recurso con base en la cpue. Entre 1980 y 1995, se mantiene esta tendencia y pocas evaluaciones se realizaron con otros métodos Arreguín-Sánchez y Chávez (1985), los valores de cpue para cada caso presentado por los autores, fueron considerados como medidas proporcionales de la biomasa del recurso, en prácticamente todas las especies de importancia comercial del Golfo de México y el Mar Caribe.

Navarrete-del Prío *et al.*, (1994) recopilaron los resultados de los modelos de evaluación instrumentados en las pesquerías de camarón en el Golfo de México, en donde los modelos globales destacaron por la frecuencia con la que son utilizados, y la cpue se utilizó nuevamente para establecer la condición del recurso; Hernández *et al.*, (2000) confieren alta importancia a los valores de cpue y la identifican como un índice de la abundancia. En evaluaciones recientes, para camarón rosado la cpue (Anónimo, 2001) se utilizó para valorar la condición de la especie entre 1991 y 2000, los valores de elevado rendimiento, corresponden a

los años ya identificados con incremento en el reclutamiento, en general la tendencia de la cpue es negativa, semejante a la de la captura registrada; aunque no se aclara la duración de los viajes, para estos años, su promedio es superior los 30 días de navegación, con mejoras técnicas que incrementan el poder de pesca de la flota (Navarrete-del Prío y Uribe, 1993), los autores reportaron valores de cpue promedio fue de 0.8 t/ viaje.

#### **7.4 Evaluación del recurso.**

En diferentes etapas de la explotación del recurso camarón en la Sonda de Campeche, se han realizado esfuerzos para establecer los niveles óptimos de captura, Ramírez-Granados (1963), sin señalar la metodología empleada, estimó una captura de promedio anual para todas las especies de 14,000 t para la flota mexicana y estadounidense; calculó como esfuerzo óptimo un número de 250 a 300 barcos para la flota nacional, y advirtió la reducción del rendimiento por barco cuando este número fue excedido, lo que es particularmente válido para los bancos de camarón café y rosado, sujetos a la presión de ambas flotas.

Los trabajos de Arreguín-Sánchez y Chávez (1985) y Navarrete-del Prío *et al.*, (1994) contienen un inventario de las evaluaciones y metodologías aplicadas al recurso camaronero del Golfo de México, un balance destaca el empleo de los modelos globales con mayor frecuencia. En lo señalado por Arreguín-Sánchez y Chávez (1985), para las evaluaciones en la Sonda de Campeche se incluyen a todas las especies e indican la obtención de rendimientos entre 11,400 t/colas a 18,500 t/colas; el esfuerzo es medido en días y barcos, y de 22,900 a 24,900 t/entero con esfuerzo medido en horas, con un intervalo comprendido entre

1,400,000 y 4,058,000. Los autores estiman para el camarón rosado en la Sonda un rendimiento 17,400 t/entero, (10,419 t/cola) empleando el modelo de Beverton y Holt (1957).

Las evaluaciones revisadas después de 1985, se realizaron para regiones o especies en particular, lo que dificultó la comparación a las elaboradas antes de ese año; sin embargo se apreció de manera constante la reducción en los rendimientos sugeridos para alcanzar una explotación sostenida.

La evaluación del camarón rosado del presente trabajo se obtuvo con la aplicación del modelo de Schaefer (1954) en su forma no equilibrada, obteniendo los parámetros del modelo con el planteamiento de Schnute (1977).

Hilborn y Walters (1992) para estos casos establecen que debe tenerse contraste en los datos, al menos con un mínimo de tres puntos que abarquen datos para tamaños reducidos del stock con bajo esfuerzo pesquero (para obtener información de  $r$ ), datos de tamaño grande del stock con bajos niveles de esfuerzo (lo que ayuda a estimar  $k$ ), y datos con elevado esfuerzo pesquero (para estimar  $q$ ), ya que el tamaño del stock (y por o tanto  $C / E$ ) están fuertemente correlacionados, especialmente durante el desarrollo de la pesquería, aunque es casi imposible conciliar las tres condiciones por su divergencia y la combinación de situaciones informativas.

Los parámetros de la ecuación para instrumentar el modelo de Schaefer (1954) que describen razonablemente bien la tendencia de la captura de camarón rosado en la Sonda de Campeche fueron obtenidos incorporando incertidumbre mediante 1,000 remuestreos con el programa SIMOD 1.0 (Hernández, *et al.*, 2 000); para la tasa intrínseca de crecimiento ( $r = 1.359$ ), la capacidad de carga del sistema ó el

tamaño del stock en equilibrio sin pesca ( $k = 18,481$ ) y el coeficiente de capturabilidad ( $q = 0.55 \text{ E} - 06$ ).

Con estos valores se obtuvo la tendencia de la biomasa ( $B_{t+1}$ ) como se muestra en la figura 15, para posteriormente obtener los puntos de referencia.

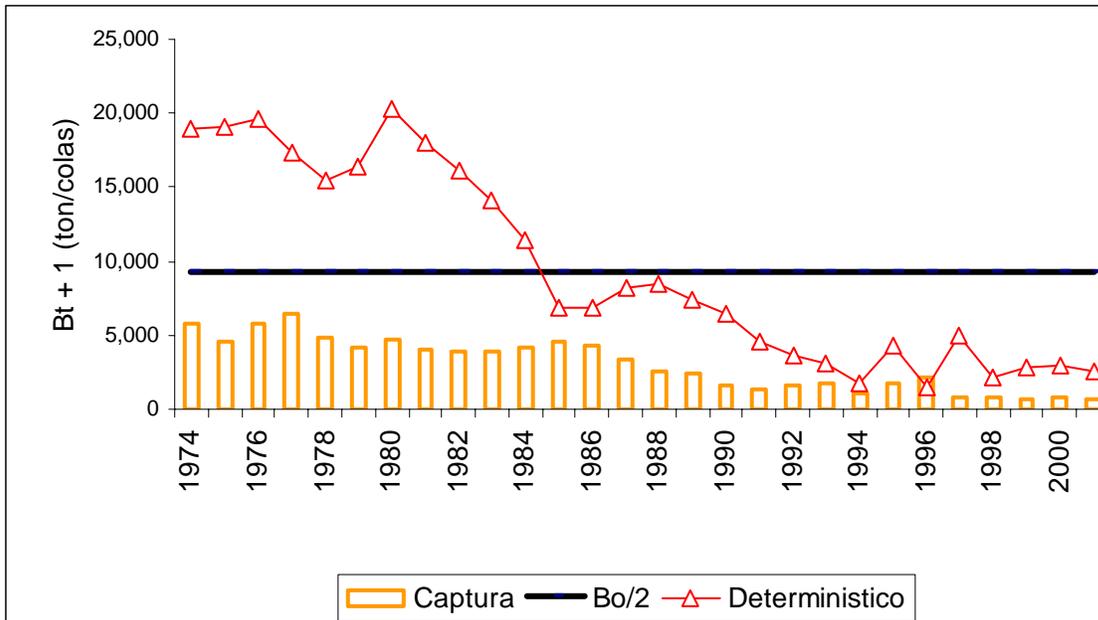


FIGURA 15 Tendencia de la biomasa para camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche calculada mediante el modelo de Schaefer.

El comportamiento observado al resolver de manera determinística es semejante al presentado por los registros de las capturas en el mismo período, con intervalo de confianza a un 95%. A partir de 1985, los valores se han mantenido por debajo del valor de la  $B_{RMS}$ , nivel de explotación recomendado, una fuerte reducción es observada entre 1998 y el año 2000, que en apariencia exhiben estabilidad pero con existencias exiguas. La revisión de los valores de captura reportados para este intervalo muestran la estabilidad observada en la tendencia de la biomasa y

son los de menor volumen registrado en la historia de la pesquería, este comportamiento se prolonga hasta el año 2003, como se observo en la figura 7.

No obstante, los cambios irrelevantes entre 1997 y 2003 al contrastarse con los bajos niveles de biomasa estimada así como de las capturas obtenidas, indican una baja del recurso. Cinco escenarios diferentes fueron simulados para conocer el comportamiento de la población de camarón rosado del año 2000 al 2005, como sigue:

- Veda total afectada por anomalía ambiental y de reclutamiento.
- Veda de 10 meses. (captura 500 t)
- Veda de ocho meses. (captura 936 t)
- Veda de cinco y medio meses. (captura 1 500 t)
- Veda de tres y medio meses. (captura 2 000 t)

La revisión de los resultados de las proyecciones construidas indica como mejor alternativa la correspondiente a una veda total (afectada por agentes forzantes y anomalía en el reclutamiento), en la cual los valores de biomasa se mantienen reducidos pero constantes hasta el año 2005. Para una veda de 10 y ocho meses, los niveles de biomasa generados indican reducción de sus valores, la más conspicua cuando la actividad extractiva se prolonga en el tiempo, por lo que la interpretación de los escenarios incluyendo aquellos con veda para cinco y medio y tres y medio meses, indican la alta posibilidad de que los niveles de biomasa sigan reduciéndose, por lo que la obtención de capturas equivalentes a 1,500 ó 2,000 t, llevarían a la pesquería a un menor nivel de productividad al observado en

los últimos siete años. De los escenarios simulados, el de veda total representa estabilidad de los niveles de biomasa del recurso, como de hecho se ha observado en la evolución de la captura entre los años 2000 y 2003, en donde la producción obtenida fluctuó entre 675 t y 863 t de colas. En la figura. 16, se aprecia el comportamiento de la biomasa para cada escenario construido.

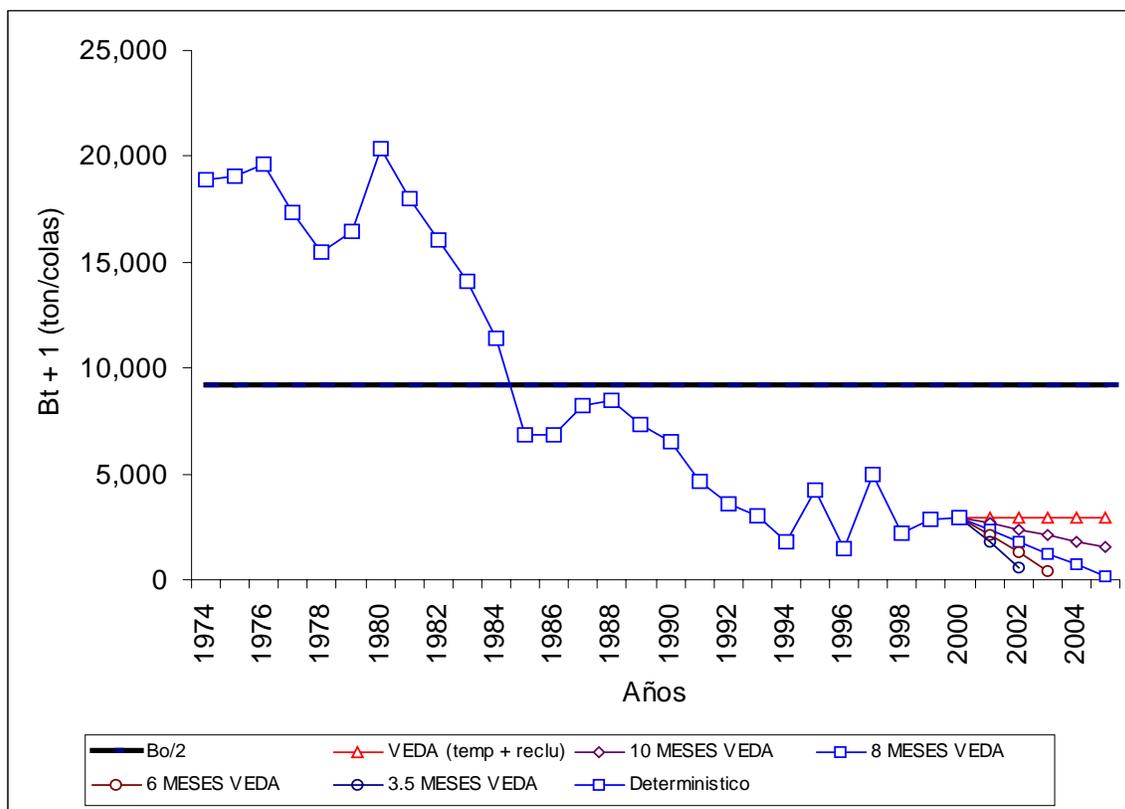


FIGURA 16.- Tendencia de la biomasa en los escenarios construidos para camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche de 2000 a 2005.

En el cálculo de la tendencia de la biomasa, la tasa intrínseca de crecimiento ( $r$ ), fue afectada por dos condiciones, la temperatura superficial del mar y la anomalía en el reclutamiento incorporada como un factor; en el primer caso que como

agente forzante en incremento a mostrado influir negativamente en el reclutamiento Ramírez-Rodríguez (2002), el autor encuentra que al aumento de la temperatura y menor salinidad se traduce en un reclutamiento menor en esta especie, correlación advertida también por García (1983, 1985). A los escenarios simulados además de la anomalía térmica observada (Ramírez-Rodríguez, 2002) se incorporo el valor del reclutamiento máximo, para valorar el comportamiento de  $r$  y de la biomasa de los escenarios simulados. Los valores de biomasa encontrados del año 2000 al 2005 en cuatro de los escenarios indican disminución de las existencias, como se observa en los escenarios que no corresponden a veda total, por lo que la condición de incremento en la temperatura superficial y el factor de reclutamiento máximo posible no afectan positivamente a  $r$  y a la biomasa, la posibilidad de alcanzar un valor hacia la  $B_{RMS}$  no parece factible.

Con objeto de confirmar la tendencia de la biomasa encontrada al instrumentar el modelo de Schaefer (1954), se realizo una simulación de 5,000 iteraciones, la tendencia de la biomasa mostró la disminución de las existencias bajo el mismo patrón de la evaluación obtenida en forma determinística. Los parámetros de la población para ajustar el modelo fueron para  $r = 1.4337$ ,  $k = 14\ 982$ ,  $q = 0.63 \times 10^{-6}$ . A los valores de biomasa simulados se calcularon los límites de confianza a 95 %.

En la figura 17, se observa la tendencia simulada de la biomasa, así como los escenarios construidos, con diferencias exclusivamente en los valores, el comportamiento de la biomasa obtenida para ambos casos es muy semejante.

Las diferencias oscilaron en promedio 11.9 %, con un mínimo de 9.4 y máximo de 19.5 %; lo que significa en términos de biomasa mayor diferencia cuando la

pesquería fue más productiva, estas variaron desde las 2,000 t en 1974 hasta 288 t en 1996.

Ambas tendencias se aprecian en la figura 18; habiendo construido los límites de confianza para la biomasa simulada, destaca como resultado que la tendencia obtenida de forma determinística se ubica dentro de los límites de confianza de la biomasa simulada. Para el intervalo revisado los valores de biomasa de camarón rosado obtenidos de manera estocástica fueron de menor magnitud con respecto a los calculados de manera determinística.

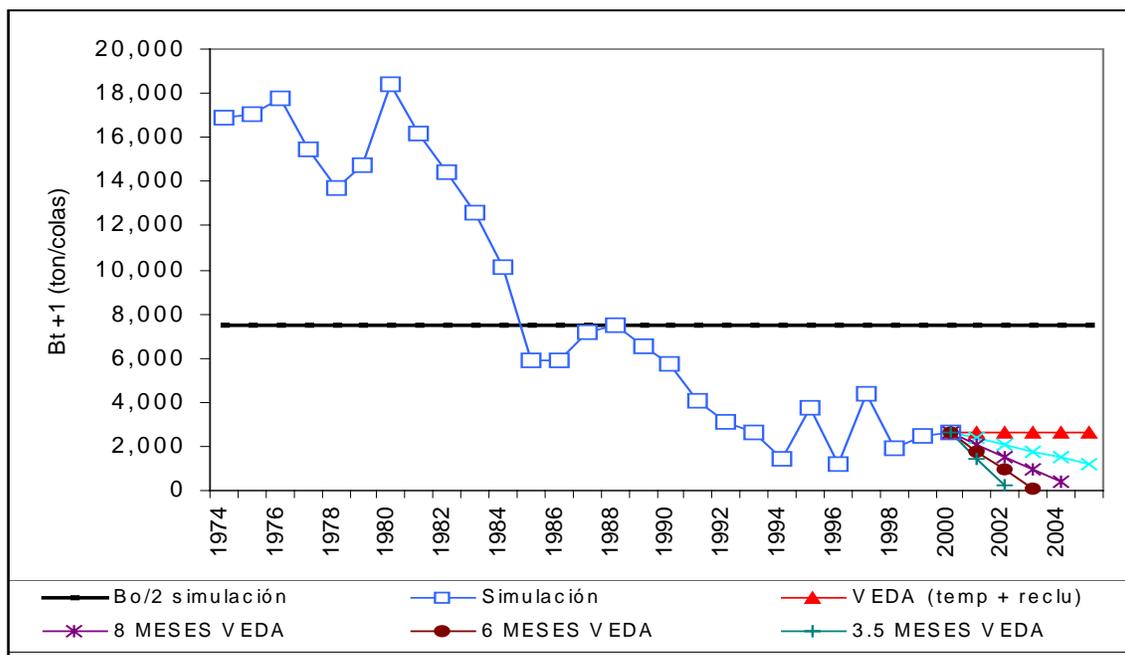


FIGURA. 17.- Tendencia de la biomasa simulada y comportamiento de los escenarios construidos para camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche de 2000 a 2005.

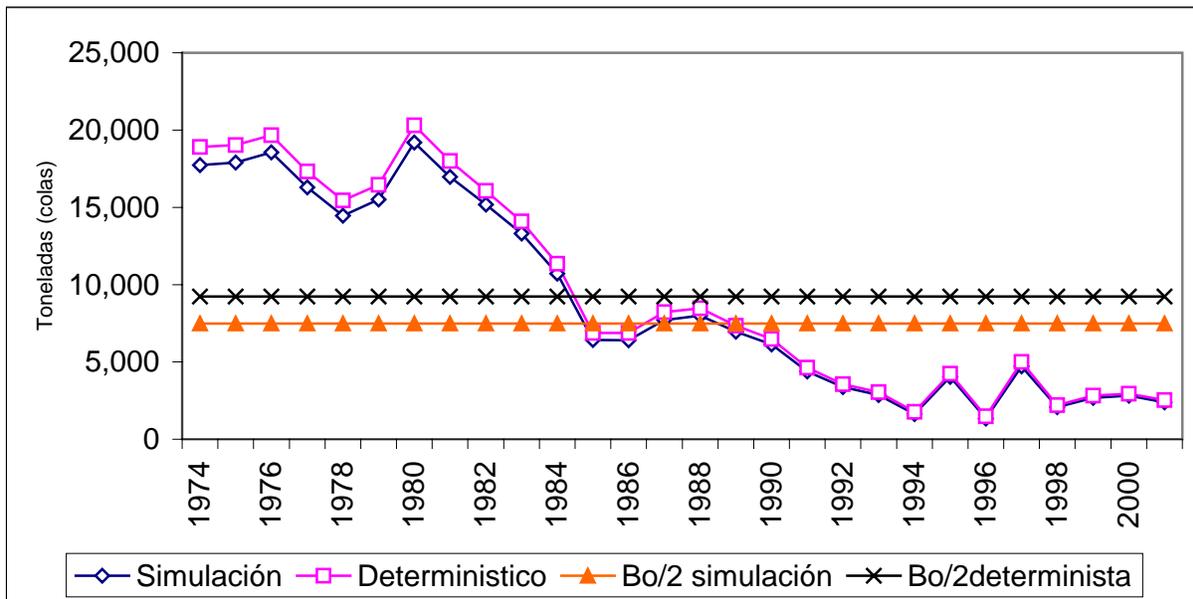


FIGURA 18.- Tendencia de la biomasa de camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche.

A los valores de  $B_{t+1}$  obtenidos por ambos modelos, se les estimó el intervalo de confianza, asumiendo que  $B_{t+1} = \theta$  con probabilidad  $[100(1-\alpha)]$ , en el caso que  $\alpha = 0.05$ , la media poblacional  $\theta$  estará dentro de la región  $X \pm 1.96S\sqrt{n}$ , con lo cual se puede establecer que el intervalo contendrá 95 por ciento de las veces el valor de  $B_{t+1}$ ; los valores de los límites de confianza del modelo determinista son más amplios que los del modelo estocástico, por lo que los valores de  $B_{t+1}$  obtenidos por este método se encuentran incluidos en el intervalo de confianza construido para el modelo determinista a partir del año 1989. El intervalo de confianza para el modelo estocástico muestra menor dispersión en relación al del modelo determinista, los valores se muestran en la tabla 5.

Para medir la variabilidad del sistema se realizo el gráfico de la desviación estándar a lo largo del periodo de estudio, el comportamiento descrito, se observa en la figura 19 y presenta la misma tendencia declinante que el stock a lo largo del periodo aquí revisado.

Tabla 5.- Intervalos de confianza de los valores de  $B_{t+1}$  (colas) de camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche.

AÑO	LCI	Determinístico	LCS	LCI	Simulación	LCS
1974	18,523	18,922	19,322	17,597	17,741	17,884
1975	18,630	19,030	19,430	17,750	17,893	18,035
1976	19,265	19,665	20,065	18,419	18,560	18,701
1977	16,932	17,332	17,732	16,148	16,286	16,424
1978	15,049	15,448	15,848	14,334	14,467	14,601
1979	16,059	16,459	16,859	15,377	15,508	15,639
1980	19,918	20,318	20,718	19,052	19,194	19,336
1981	17,598	17,998	18,398	16,840	16,976	17,112
1982	15,670	16,070	16,469	15,056	15,182	15,309
1983	13,692	14,092	14,491	13,194	13,312	13,430
1984	10,965	11,365	11,764	10,614	10,719	10,824
1985	6,477	6,877	7,277	6,342	6,423	6,504
1986	6,467	6,866	7,266	6,316	6,399	6,483
1987	7,833	8,233	8,633	7,624	7,714	7,805
1988	8,083	8,483	8,883	7,913	7,998	8,083
1989	6,947	7,347	7,747	6,875	6,948	7,022
1990	6,089	6,489	6,889	6,065	6,132	6,199
1991	4,223	4,622	5,022	4,325	4,374	4,423
1992	3,164	3,564	3,964	3,334	3,373	3,412
1993	2,638	3,038	3,438	2,821	2,858	2,895
1994	1,370	1,770	2,169	1,603	1,632	1,661
1995	3,847	4,247	4,646	3,996	4,038	4,080
1996	1,072	1,472	1,872	1,320	1,346	1,373
1997	4,592	4,991	5,391	4,655	4,710	4,765
1998	1,803	2,202	2,602	2,060	2,085	2,110
1999	2,414	2,813	3,213	2,647	2,676	2,705
2000	2,550	2,949	3,349	2,783	2,812	2,841
2001	2,121	2,521	2,921	2,365	2,392	2,419

LCI = LIMITE DE CONFIANZA INFERIOR A 95%  
LCS = LIMITE CONFIANZA SUPERIOR A 95%

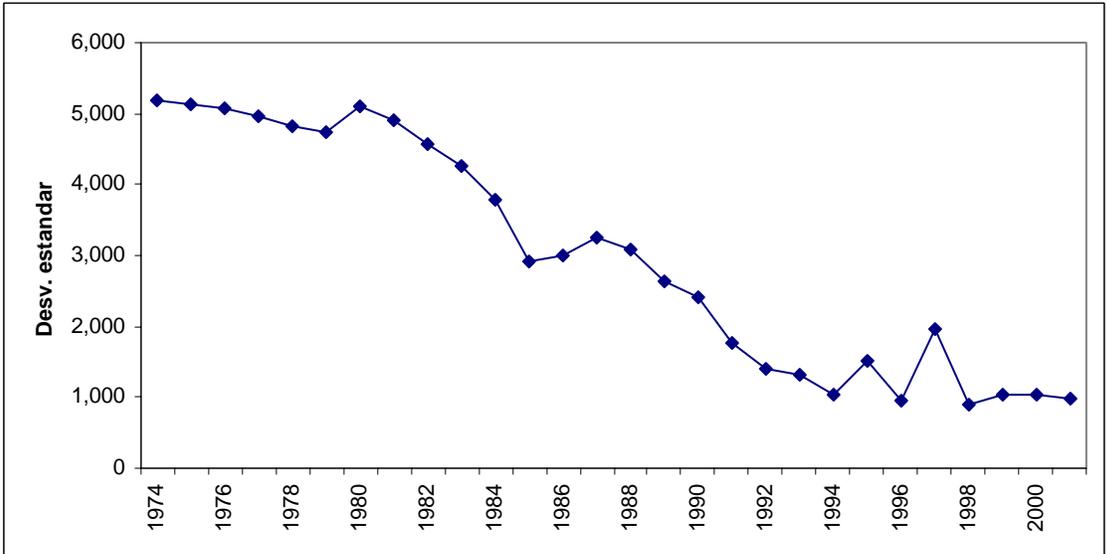


FIGURA 19.- Tendencia de la desviación estándar de la  $B_{t+1}$  simulada para la pesquería de camarón rosado *F duorarum* en la Sonda de Campeche.

La tendencia de la biomasa observada en la figura. 20, obtenida para ambos procedimientos mantiene una condición estable bajo la condición de veda total, con menor volumen para el cálculo estocástico, la comparación con los

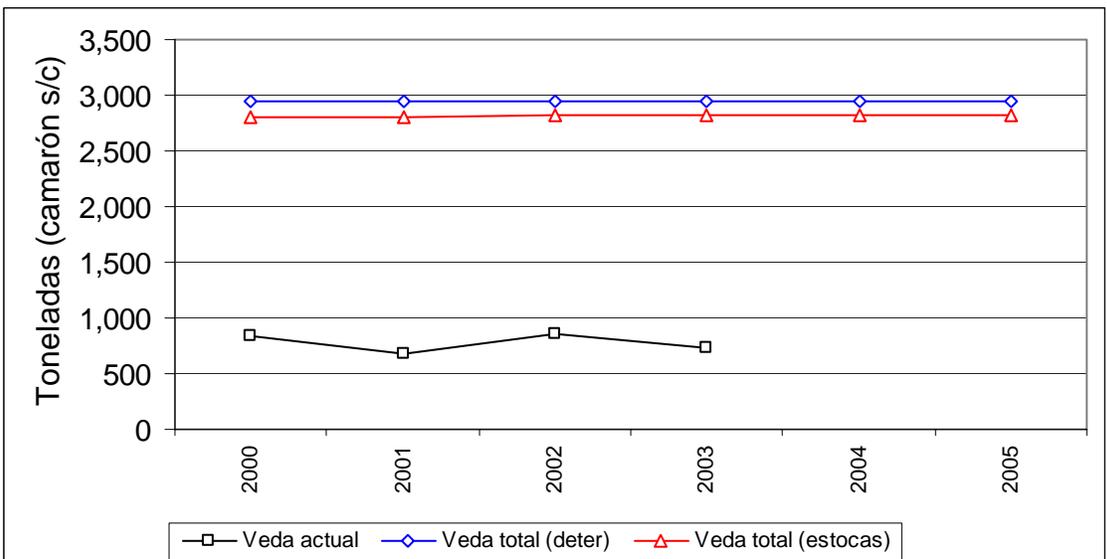


FIGURA 20.- Tendencia de la biomasa en los escenarios de manejo construidos para camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche de 2000 a 2005.

valores de captura registrados entre 2000 y 2003, con aplicación de veda de seis meses evidencia la compleja condición del camarón rosado.

Los puntos de referencia obtenidos para ambos casos se presentan en la tabla 6, la comparación de los resultados entre ambas soluciones indican que RMS,  $B_{RMS}$ ,  $E_{RMS}$ ,  $C_{0.1}$  y  $E_{0.1}$  son más elevados con los parámetros empleados en el cálculo en forma determinística y menores en el caso de  $F_{RMS}$  y  $F_{0.1}$ .

Tabla 6.- Puntos de referencia para la pesquería de camarón rosado (*F. duorarum*) en la Sonda de Campeche.

Clasificación	Punto de referencia	Determinístico	Estocástico
Límite	RMS	6,281 t (colas)	5,370 t (colas)
Límite	$E_{MRS}$	12,151 viajes	11,312 viajes
Limite (PRB)	$F_{MRS}$	0.680	0.717
Límite (PRB)	$B_{MRS}$	9,241 t (colas)	7,491 t (colas)
Objetivo (PRB)	$F_{0.1}$	0.645	0.612
Límite	$C_{0.1}$	6,218 t (colas)	5,316 t (colas)
Límite	$E_{0.1}$	10,926 viajes	10,180 viajes

La administración del recurso utilizando como base los valores correspondientes a los puntos de referencia para el caso del camarón rosado parece difícil de alcanzarse ya que la instrumentación de tales valores requiere de un incremento importante de las existencias del recurso, condición que por el momento no parece factible.

En función de los resultados obtenidos se establecen criterios de acción de acuerdo a la condición que guarda el stock, los resultados observados para el camarón rosado en la Sonda de Campeche sugieren la aplicación del:

Estado 1: el stock se encuentra por debajo del nivel óptimo y requiere estrategia de recuperación, condición aún no alcanzada, no obstante la reducción de la mortalidad por pesca debida a la aplicación de la veda.

## **7.5 Agentes forzantes**

### **7.5.1 Temperatura superficial del mar (TSM)**

La revisión de agentes forzantes como la temperatura superficial del mar (TSM), salinidad ( $^{\circ}/_{\infty}$ ) y nivel medio del mar (NMM), la temperatura ambiental y valores de precipitación en el Estado de Campeche, permiten establecer los siguientes resultados en forma comparativa y descriptiva.

La serie histórica de los registros de la TSM, de 1956 a 1991 en Cd. del Carmen, Camp, muestran una tendencia ascendente de 1973 y 1990, en la figura 21 se muestra a través de un ajuste con media móvil el comportamiento señalado, el intervalo de la temperatura más amplio fluctuó entre 26.42 °C (del año 1979) y 28.23°C, (del año 1990) con un incremento de 1.81 °C. A lo largo de la serie histórica de datos se observa entre 1958 y 1969, un ciclo con duración de 10 años, en donde la TSM, asciende de los 26.33 °C (1959) en forma constante hasta los 28.15 °C (1965), para declinar, también en forma constante a 26.31 °C (1967).

Un segundo ciclo, de menor amplitud y duración, equivalente a cuatro años se localiza entre 1967 y 1970, con valores de temperatura entre 26.31 °C, y 26.72

°C para 1970, con 27.78 °C como valor máximo en el intervalo, corresponde al año de 1969.

El tercer ciclo, de cuatro años también, inicia en el año 1973 con registro de 26.62 °C y concluye con 26.84°C en el año 1976. La temperatura de mayor registro en este intervalo es 27.37 °C en 1974.

Entre 1976 y 1979, se encuentra el cuarto ciclo, oscilando de 26.84 °C a 26.42 °C, 27.95 °C es el mayor registro, se presenta en 1978. Este ciclo es el único en donde el valor final del intervalo se encuentra por abajo del valor de temperatura con el que da inicio el ciclo, en el resto, el último valor esta por arriba del valor con el que da inicio el ciclo.

De 1980 en adelante el comportamiento cíclico de los valores de la TSM es menos aparente. Se observa que valores de TSM como el observado en 1990, (28.23 °C), se ha presentado ya en los años de 1957 y 1963.

### **7.5.2 Salinidad.**

En la figura 21, se muestra el comportamiento de la salinidad en Cd. del Carmen, con el mismo procedimiento de la media móvil, se trazo la línea correspondiente para identificar patrones ó tendencias de esta variable. Para la salinidad, los ciclos son menos claros que en el caso de la temperatura, aunque debe destacarse que el registro es menor en años.

Entre 1959 y 1963, se identifica el primero ciclo, el valor de la salinidad se presenta entre 20 ‰ y 25.1 ‰ , con valor máximo en 1962 de 31 ‰.En forma difusa, se advierte el segundo en los años de 1970 y 1976, respectivamente se

encuentran valores de 26.8 ‰ a 27.4 ‰. Las cifras de salinidad más elevadas se ubican en 1971 (33.6 ‰) y 1973 (34 ‰).

El tercer ciclo, se encuentra entre los años 1982 y 1984, con salinidades de 29.1 ‰ y 27.3 ‰ respectivamente y 32.9 ‰ como el más elevado para el año de 1983. Los registros de salinidad revisados, se encuentran por debajo de las 35 ‰, únicamente 1971 y 1973 presentan valores cercanos. Aparentemente, los años de 1988 a 1991, parecen indicar una tendencia declinante de la salinidad, particularmente 1991 con un registro de 26.5 ‰. Un proceso de variaciones, como el observado en la TSM, no es tan claro con la salinidad.

### **7.5.3 Nivel medio del mar (NMM)**

Con relación al nivel medio del mar, con el trazo de la media móvil y el promedio histórico del nivel medio del mar entre 1956 y 1991, se interpreto el comportamiento de la variable. A lo largo del tiempo no se observan oscilaciones formales debidas a las variaciones en los registros, pero se aprecia en la figura 21, la división que se presenta entre los valores en el período 1956-1971, y las de 1972-1990, en el primer caso se ubican por abajo del valor promedio histórico, ilustrado con la línea horizontal y equivalente a 5.254 pies; en el segundo caso, los valores se presentan arriba del valor promedio, con excepción de los años 1976 y 1977. Destaca el año de 1985 con el nivel medio del mar más conspicuo, equivalente a 5.499 pies, a partir de este año, se reducen paulatinamente los valores del NMM, el año de 1990 es el menor, sin embargo se mantiene por arriba del promedio histórico.

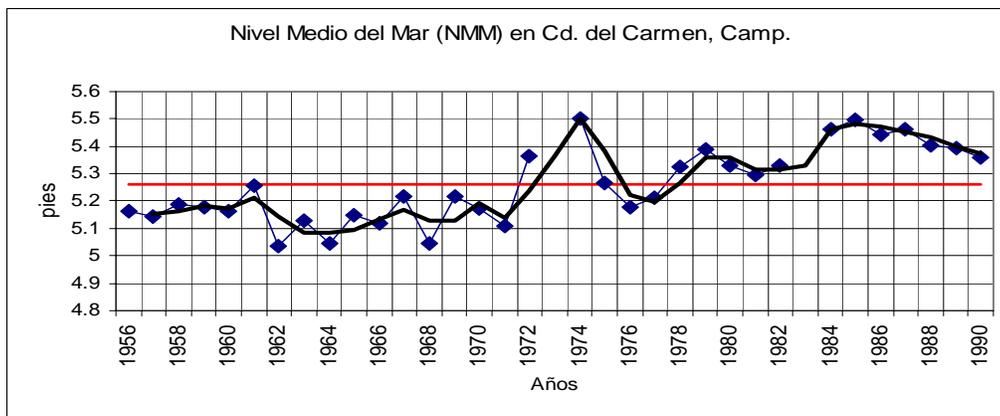
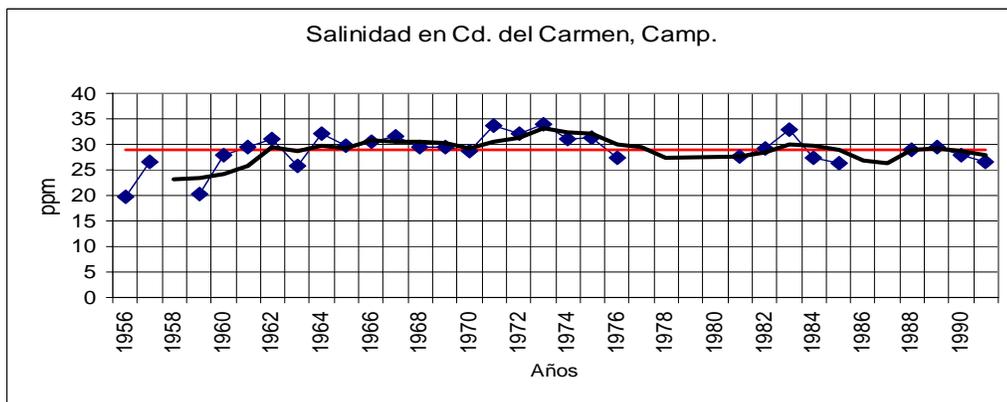
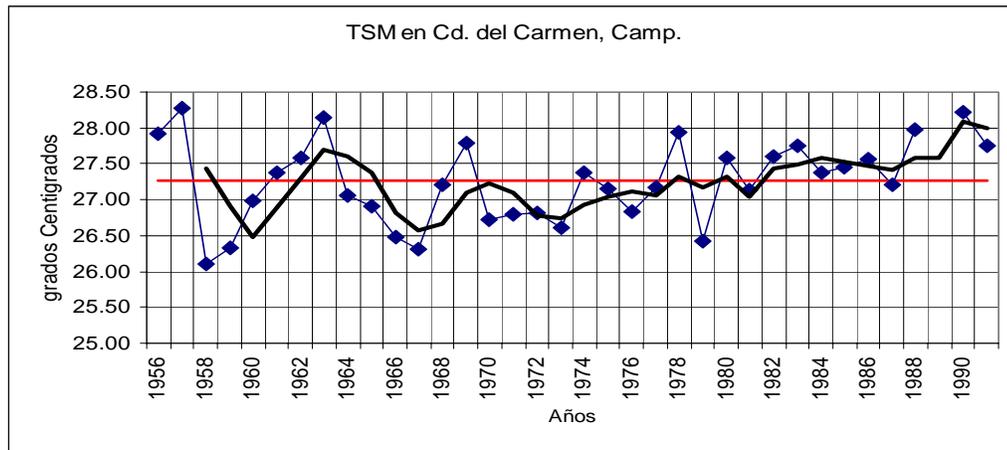


FIGURA. 21.- Tendencia de los valores de la temperatura superficial del mar (TSM), salinidad (‰) y nivel medio del mar (NMM) en Cd. del Carmen, Camp.

#### **7.5.4 Precipitación.**

Con registros de la Comisión Nacional del Agua de Campeche, se realizó el gráfico del comportamiento de los registros de precipitación en la ciudad de Campeche del año 1949 a 1998.

La figura. 22, representa en forma gráfica el comportamiento de la variable, la media móvil y el promedio histórico son incluidos para identificar patrones.

La línea descrita por la media móvil, define un primer intervalo por debajo de la media histórica (1,168 mm de precipitación). Entre 1949 y 1972, se observa estabilidad en las oscilaciones de la precipitación, manteniéndose un régimen constante en este intervalo.

A partir de 1973, la línea que identifica la media móvil, describe un comportamiento ascendente que finaliza en 1995, año con un registro de 1,965 mm, producto de los efectos del huracán "Opal".

Con registros de precipitación de Comisión Nacional del Agua (CNA) de Cd. del Carmen, se establece el régimen de lluvias de la zona sur del Estado. Aunque la serie es menos amplia, ya que solamente cuenta con información de 1951 a 1998, el intervalo carece de datos entre 1974 y 1983.

La figura 22, muestra oscilaciones de una mayor amplitud y tienen un comportamiento semejante entre ellas, en comparación con las registradas en la ciudad de Campeche, el régimen de precipitación es más estable, con media histórica de 1,529 mm de precipitación anual.

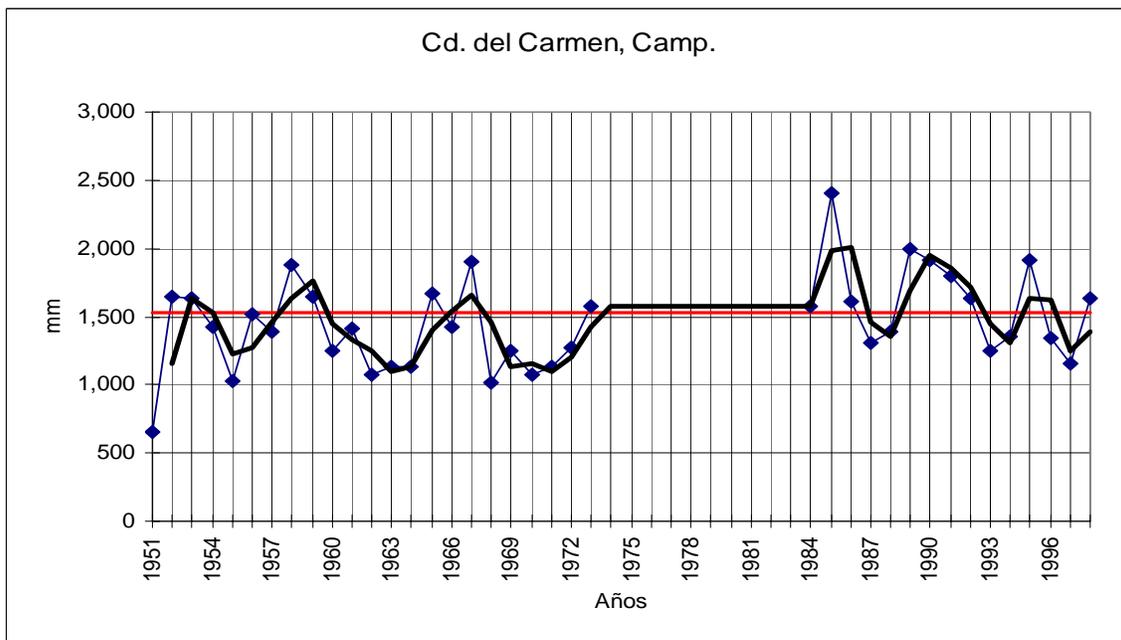
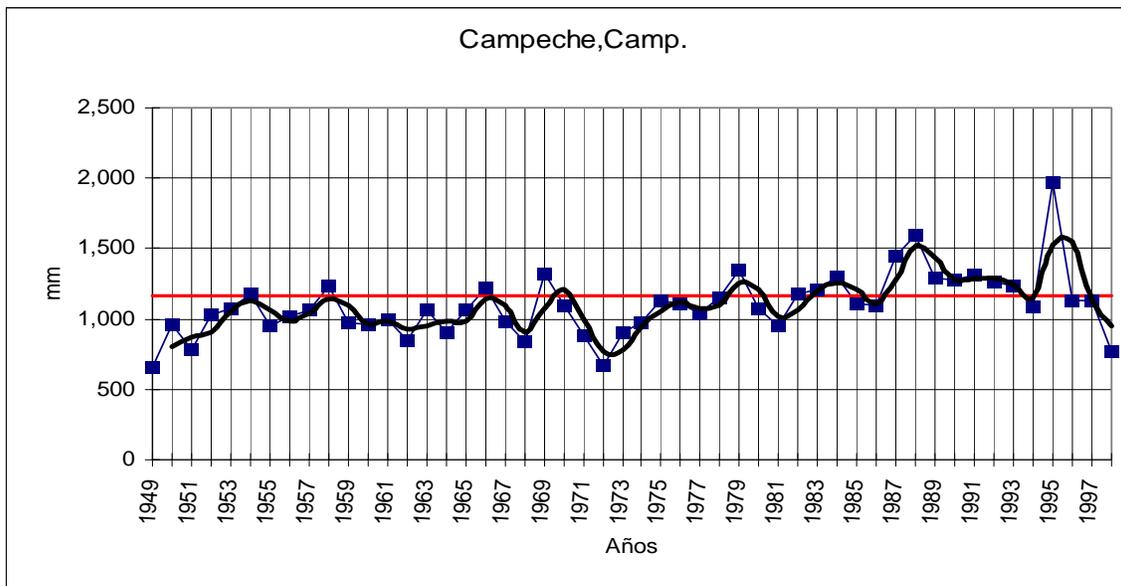


FIGURA 22.- Comportamiento de la precipitación pluvial (mm) en los Puertos de Campeche y Cd. del Carmen, Campeche.

Entre 1951 y 1974, tres oscilaciones son identificadas con duración de cuatro a cinco años y los valores más elevados se encuentran ligeramente por arriba de los 1,529 mm. (media móvil). En el intervalo de 1985 a 1992, un ligero incremento en los valores de precipitación con respecto a los años anteriores es observado, la última oscilación, muestra reducción en las cifras para los años 1994-1996, a pesar de un elevado registro en 1995, posible consecuencia del huracán "Opal".

Destacan entre las ciudades de Carmen y Campeche, que en la primera el régimen de lluvias ha sido más estable y los niveles de precipitación son mayores, aunque la serie es menos amplia que la de Campeche, al contar únicamente con 38 años de información. Los años de 1985 y 1990, sobresalen por presentar los volúmenes de precipitación más elevados, el primero cercano a los 2,500 mm, es históricamente el más conspicuo y el segundo con 2,000 mm en Cd. del Carmen

#### **7.5.5 Temperatura ambiente.**

Con información de 1921 a 1998 de las ciudades de Campeche y Cd. del Carmen, se observó para ambos casos, un incremento de los registros de la temperatura ambiental. La figura 23, muestra la tendencia que el comportamiento de este factor abiótico a tenido en la región.

En el caso de Cd. del Carmen, no se cuenta con información para los intervalos de 1921 a 1949 y 1974 a 1984 los primeros reconocimientos corresponden al año de 1949, la de 27.3 °C es el promedio histórico para Cd. del Carmen, entre 1954 y 1968 la temperatura muestra valores por debajo el promedio histórico, las oscilaciones observadas (figura 23) son aproximadamente de tres años con

variaciones de 1 a 1.3 °C .Resalta el año de 1966 como el de menor registro con temperatura de 25.3 °C , lo que se ve confirmado con el valor de la anomalía térmica que alcanzo la cifra de 1.8 °C por debajo del promedio histórico. Otro ciclo, aunque incompleto se presenta entre 1970 y 1973 la temperatura esta por arriba del promedio. Entre 1985 y 1993 la temperatura es inferior al promedio, a partir de 1994 la temperatura rebasa ascendentemente el valor del promedio histórico, 1998 represento el segundo valor de la temperatura más elevada (casi 27.7 °C), atrás del año 1953 (28.0 °C). Para la ciudad y Puerto de Campeche el reconocimiento de la temperatura ambiente inicia en el año de 1921 y finaliza en 1998, con un valor promedio histórico de 26.3, la temperatura y la anomalía ambiental para este Puerto, se muestra en la (figura 23), en la que se pueden identificar tres ciclos, el primero comprendido entre 1921 y 1945, todos por abajo del promedio histórico, y el registro mas significativo en el año de 1938 con 2.2 °C abajo del promedio. Un segundo ciclo se aprecia entre 1946 y 1967 en donde los valores son superiores al promedio histórico. De 1968 a 1981 predominan los años “fríos”, por abajo del promedio, en este lapso únicamente el año de 1973 estuvo por arriba del promedio. Los 16 años comprendidos en ultimo ciclo observado entre 1982 y 1998 tiene tendencia ascendente de la temperatura superando el valor promedio, 1993 y 1998 con valores de 1.3 °C el primero y el segundo de 1.6 °C, cifras no registradas en todo el intervalo aquí mostrados. Se observa al igual que en el caso de la TSM que los primeros ciclos, mantenían una duración parecida entre los años “fríos” y los “cálidos, con intensidades semejantes.

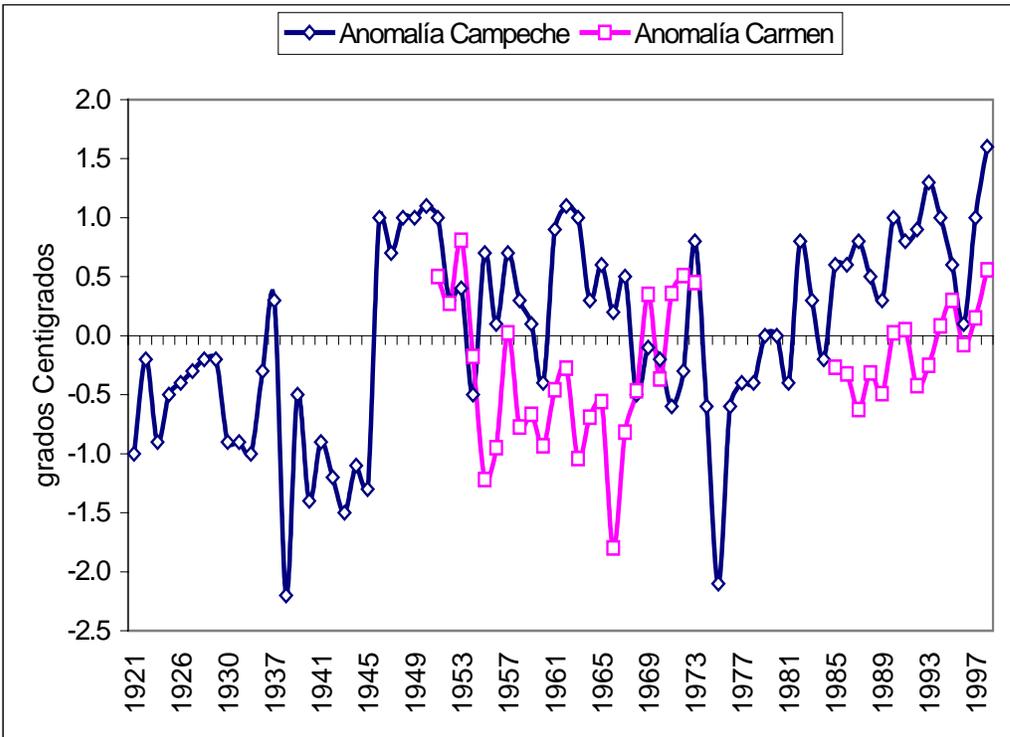
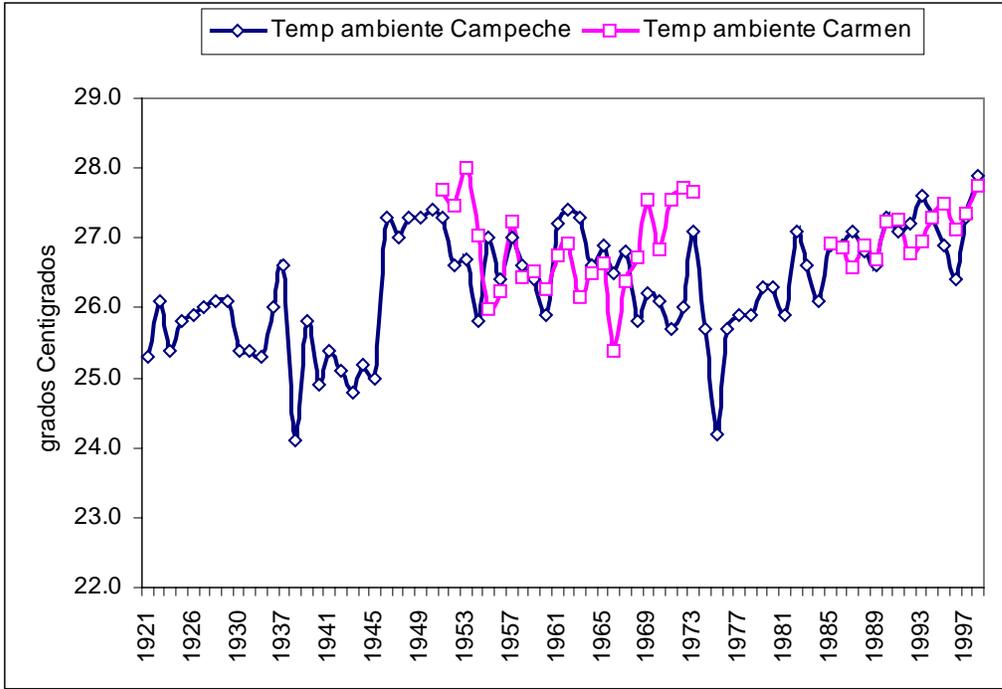


FIGURA 23.- Comportamiento de la temperatura ambiente (°C ) y la anomalía térmica en los Puertos Campeche y Cd. del Carmen, Campeche.

Bajo esta óptica los años “fríos” han disminuido, en tanto que los años con valores superiores al promedio son mas frecuentes, y con cifras no observadas hasta ahora.

Se puede establecer, con base en los registros de TSM en Cd. del Carmen y la temperatura ambiente del mismo Puerto y el de Campeche, que una etapa de registros elevados se presenta en el Estado, superando los valores promedio históricos. La temperatura ambiente registra incrementos mayores (de 2.6 a 3 °C) en relación con los de la TSM, (1.8 °C), la elevada capacidad calorífica del agua impide registros de temperatura como los de la temperatura ambiental como se observa en la figura 23, por lo que el comportamiento fisicoquímico del agua le confiere un funcionamiento de amortiguador y regulador de la temperatura. Valores elevados de TSM se han presentado en otros años, al revisar el comportamiento de los valores de la anomalía de la TSM registrada en el mareógrafo de Cd. del Carmen, Camp., como se observa en la figura. 24, en los años de 1957 (1.02 °C), 1963 (0.89 °C), 1969 (0.52 °C), 1974 (0.11 °C), 1978 (0.68 °C), 1980 (0.33 °C), 1983 (0.49 °C), 1986 (0.30 °C), 1988 (0.70 °C) y 1990 (0.96 °C) se presentaron registros por arriba del valor histórico promedio. Entre 1956 y 1974, el valor de la variación de temperatura era semejante para años por arriba y abajo del promedio con ciclos que presentan una duración entre 3 y 5 años tanto para años “fríos” es decir por abajo del promedio histórico como para años “cálidos”. A partir de 1974, la amplitud del ciclo en tiempo e intensidad se reduce, para 1978 se incrementa de nueva cuenta el valor de la anomalía térmica,

en el intervalo comprendido entre 1980 y 1991 dominan los registros por arriba del promedio, en 11 años no existen registros de años “fríos”.

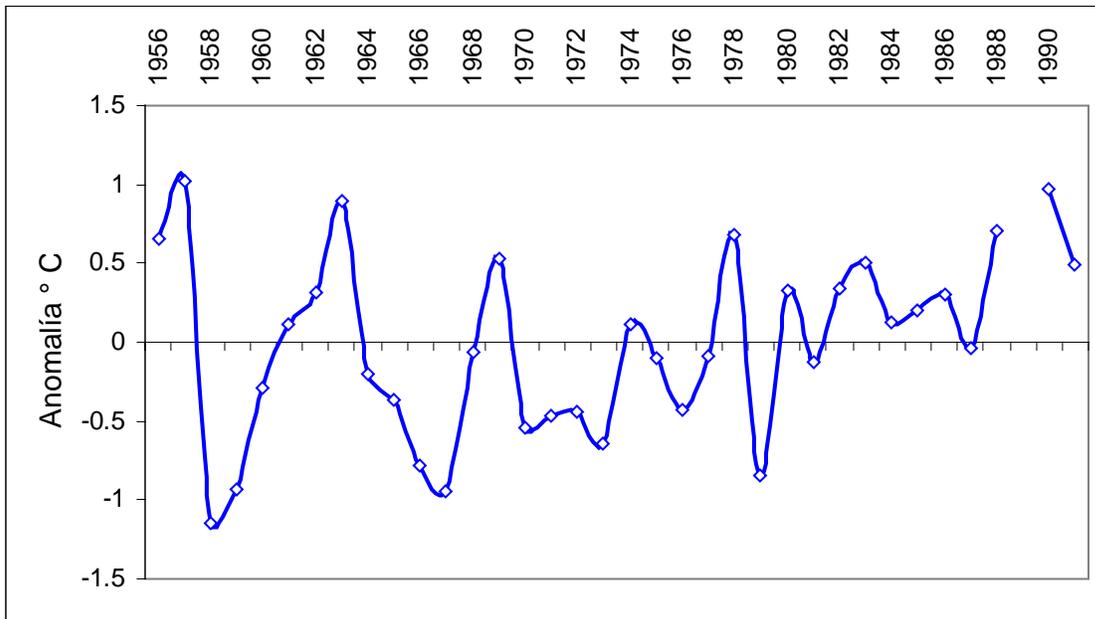


FIGURA 24.- Anomalía de la TSM registrada en el mareógrafo de Cd del Carmen, Camp.

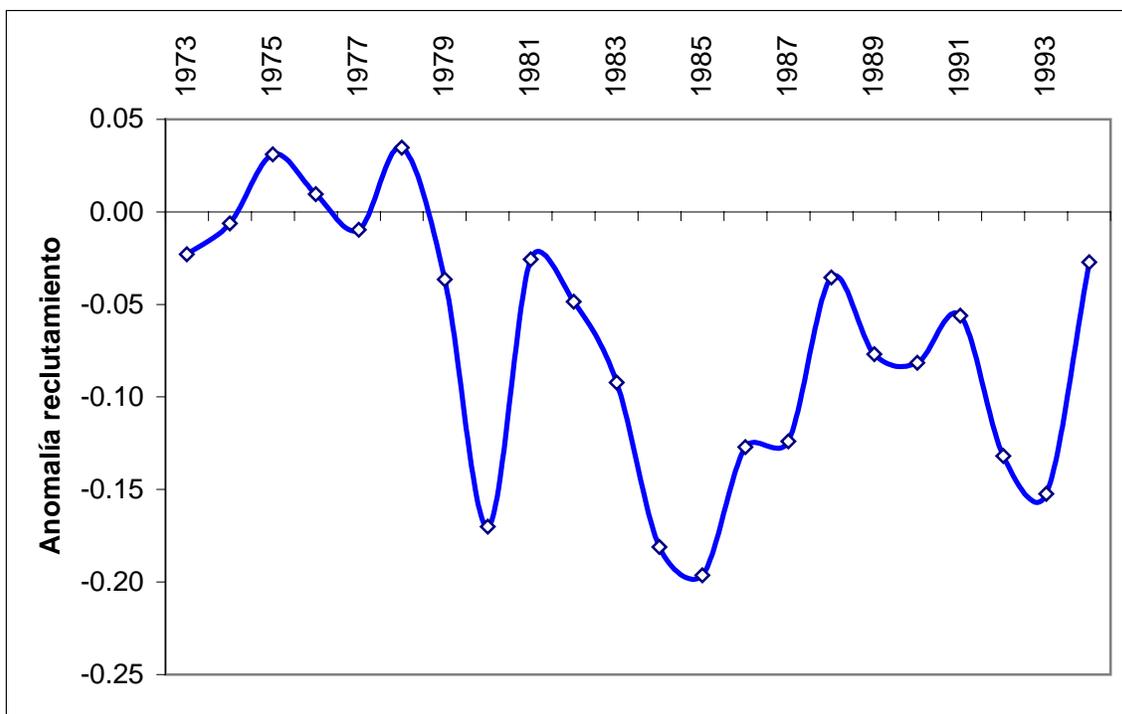
### 7.5.6 Anomalía del reclutamiento.

Los resultados de la anomalía en reclutamiento del camarón rosado de la Sonda de Campeche se aprecian en la figura. 25. El período identificado que comprende los años de 1973 a 1994, permite identificar entre 1973 y 1978 valores por arriba del promedio, el número de individuos menores a tres meses confirma a los años de 1975 y 1978 como particularmente elevados.

Sin embargo, de 1979 a 1994 no se identifica ningún año con valores por superiores al promedio, es decir que de los 22 años en que se logró identificar el comportamiento del reclutamiento, 16 años se mantienen por abajo del promedio

lo que por un lado explica la reducción de los niveles de la población, rompiendo el equilibrio.

De acuerdo con Ramírez-Rodríguez (2002) el comportamiento del reclutamiento en el camarón rosado presenta un cambio importante entre los años de 1984 y 1986, para los cuales se observan los registros menos abundantes del reclutamiento (figura. 25). El autor además identifica una fuerte influencia de la TSM en el proceso del reclutamiento al aplicar el modelo de Beverton y Holt modificado al incorporar esta variable en su evaluación.



F

FIGURA. 25.- Anomalía del reclutamiento de camarón rosado *F. duorarum* en la Sonda de Campeche.

Por otro lado Ramírez-Rodríguez (2002) establece la correlación correspondiente entre la temperatura y el reclutamiento; la salinidad y el reclutamiento, logrando explicar el fenómeno en más de un 50 %, como puede observarse en la figura. 26.

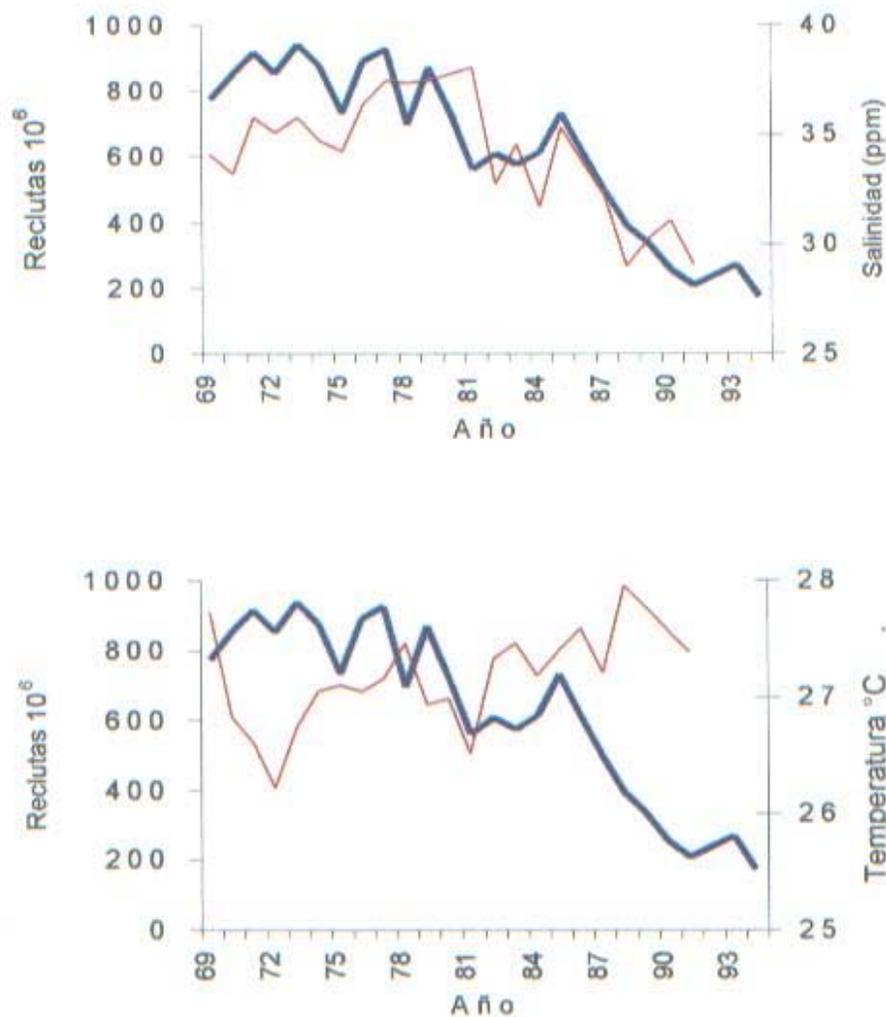


FIGURA. 26.- Relación del reclutamiento de *F. duorarum* (línea gruesa) con la salinidad y la temperatura superficial promedio (líneas suaves) en la Sonda de Campeche, de 1969 a 1991.

$$R = 0.25979 - 0.6382 \text{ SST}^{\circ}\text{C} \quad (r = 0.72; p < 0.005; r^2 = 0.52)$$

$$R = -0.0236 + 0.57257 \text{ SAL } \square_{\circ} \quad (r = 0.74; p < 0.05; r^2 = 0.55)$$

donde R = reclutamiento anual, SST = temperatura superficial promedio anual en la Sonda de Campeche, SAL = salinidad promedio anual en la Sonda de Campeche.  
(Ramírez-Rodríguez, 2002)

## 8.- DISCUSIÓN

---

El intervalo estudiado en el presente trabajo, se inserta en la tendencia negativa de la producción total de camarón en el Estado de Campeche. En 1971 y 1972, se registran los valores más elevados de captura, la etapa ascendente de la producción tiene una duración de 23 años, del año 1949 al de 1972; posteriormente, la tendencia es negativa, misma que hasta la fecha no se ha revertido. De las tres especies que se capturan en la Sonda de Campeche, el camarón rosado represento los porcentajes mas altos desde que el registro de la captura se hizo para cada especie en el año de 1972; al inicio de la explotación, predominaba la captura de camarón blanco, el cual se encuentra cerca de la costa, donde la flota nacional faenaba entre la costa y las 9 millas El camarón rosado era explotado principalmente por la flota estadounidense, que operaba entre las 9 y 12 de millas de la costa (Hildebrand,1954),. La presión pesquera que el recurso camarón ha soportado, tanto por la actividad de las flotas nacional, como por la estadounidense y cubana, concluyo al finalizar el año de 1979, cuando el gobierno mexicano establece por decreto en 1976 una zona económica exclusiva de 200 millas, y deroga la libertad de pesca que había existido en una franja de 188 millas más allá del mar territorial (Alcalá, 2003). Al vencerse el año de 1979 los permisos para camaroneros norteamericanos y cubanos, no fueron prorrogados.

Todo lo anterior implica que desde el inicio de la captura en 1946 hasta 1979, es decir 33 años de la historia de la pesquería, la presión por pesca en los bancos camaroneros de la Sonda de Campeche fue elevada, con un registro aproximado

entre 1954 y 1957 hasta de 1,300 barcos operando (Ramírez-Granados y Gutiérrez, 1960), lo que se puede apreciar en la figura 7, en donde se reconstruye la captura probable de camarón rosado obtenida por la flota estadounidense y mexicana en la Sonda de Campeche. Para ello se utilizaron los porcentajes de camarón rosado de la captura total de camarón reportados por Allen Y Jones (1974). Entre 1949 y 1960 se utilizó como factor el 41% y de 1961 a 1972 el 70%, con lo que se representa los mínimos y máximos del intervalo, permite confirmar la elevada presión sobre el recurso desde la década de los años sesenta, obteniéndose poco más de 20,000 t de camarón rosado entero entre ambas flotas en el año de 1964.

El camarón café, pese a la reducción de su volumen, muestra en los últimos años una tendencia más estable, en relación con las poblaciones de camarón rosado y camarón blanco, las cuales, se reconoce, se encuentran seriamente diezmadas.

De acuerdo con el comportamiento de las capturas descargadas en los Puertos de Cd. del Carmen (en donde se reducen constantemente) y de Campeche (que se incrementan constantemente) es posible establecer la presencia de una sola población de camarón rosado en la región. (figura 8 A, B y C.)

La captura revisada bajo la presentación de la maquila, mostró en ambos Puertos que de las nueve categorías comerciales en que se empaca el camarón para su comercialización, ocho presentan cifras con tendencia negativa, únicamente la denominada como 60-over, es decir, la de más de 60 colas/libra, presenta valores ascendentes, aspecto no favorable para la salud de la pesquería, pues los futuros reclutas son retirados sin haberse reproducido, reduciendo en forma importante el proceso de recuperación de la población. Esta situación confirma lo establecido

por Gracia (1995) en relación a la sobre pesca por crecimiento. Se calcula que, la edad de los organismos en las categorías 51-60 y 60-over es aproximadamente 2.5 a 3.5 meses de edad, (Ramírez 2000), con un peso abdominal promedio de 6 a 7 g. La suma de ambas categorías indica que la captura llegó a representar más de 100 millones de individuos en el año de 1977.

La producción de camarón rosado ha declinado en forma importante, de casi ocho millones de kg/cola en 1972 (446 millones de camarones maquilados) a poco más de 850,000 kg/colas en el 2000 (30.8 millones de individuos), menos del 10%.

La reducción de la captura propicia en la actualidad procesos de comercialización no registrados en la historia de la pesquería. Actualmente la cabeza (antaño desechada) posee un valor económico que propicia transacciones importantes y la disminución de producto en la presentación tradicional al mercado estadounidense, así mismo, se favorece la venta de la pacotilla en el mercado nacional (la cual tradicionalmente se obsequiaba a la tripulación de la embarcación), y alcanza un valor de \$150.00 kg.

De acuerdo con Alcalá (2003), la documentación estadística generada por el Estado Mexicano en relación a la pesca, entre 1930 y 1970 es escasa, dispareja y perceptiblemente errónea en cifras que dan cuenta de aspectos determinantes para la planeación del desarrollo de la actividad, como el número y tipo de embarcaciones, monto de los volúmenes de captura, ubicación por Puertos, etc, A pesar de esto, los registros oficiales siguen siendo la única fuente para obtener la dimensión del esfuerzo. El caso de la pesquería de camarón no queda exenta de tal circunstancia, no obstante los trabajos de Fuentes y Portugal (1973, 1973, 1975), Fuentes *et al.*, (1976), de la Cruz (1988), Wakida (1996) que describen

como objetivo primordial la condición y características de la flota camaronera en la Sonda de Campeche.

Fuentes y Portugal (op. cit.) destacan la tendencia de la flota en el año de 1973 para incrementar su poder de pesca, condición que se ha mantenido a lo largo de la historia de la pesquería en un incremento sostenido de su capacidad extractiva lo que a la fecha no se ha detenido como se observa en la figura 12. Para todas las características de las embarcaciones la tendencia es positiva: eslora, potencia de motor, adecuaciones mecánicas como la instalación de turbo cargadores, incremento del tonelaje, valor de la embarcación, sistemas de conservación cada vez más eficientes, material del casco, capacidad de bodega ,incremento en el número de redes durante la faena; adapto dos redes en los primeros años de la década de los sesenta y cuatro redes actualmente, cambio que se inicio en 1975 y concluyo en 1985, con más sofisticados y eficientes sistemas de navegación y posicionamiento. La flota independientemente de las fluctuaciones en número mantiene una evolución permanente, mejorando continuamente su eficiencia extractiva, mantenida a pesar de la importante disminución del stock. En los últimos 30 años el registro más elevado de embarcaciones camaroneras corresponde a 1981 con 776, y el menor corresponde a 1999 con 300 embarcaciones. Para 2002 se registro un incremento de 11 naves. Entre 1981 y 2002 la reducción de la flota llego a 465 barcos. Es factible que el registro para el año de 1981, obedezca a la incorporación de todas las embarcaciones ante la cercanía de la transferencia de la flota al sector social, por lo que es difícil pensar que todos los barcos se mantuvieran en operación. Para el año de 1982 la flota camaronera es transferida a las cooperativas pesqueras, adjudicando 605

embarcaciones a 33 cooperativas pesqueras, 60% de ellas con casco de madera, para 1997 el 71.8% de la flota cuenta con casco de acero, 23% madera y 5.1% fibra de vidrio.

Para Alcalá (2003), la transferencia de la flota se realizó a un alto precio aunado a la caída del valor de la moneda en 1976, elementos que se conjuntaron y convirtieron en un duro golpe para la consolidación futura de la actividad, sin duda estas condiciones explican las características de la flota para 1982 y redujeron la velocidad en la evolución de la misma, para entonces manejada ya por el sector cooperativado.

Debe señalarse que en la expedición de la Ley Federal para el Fomento de la Pesca, hasta antes de 1992, se ratificó que especies como camarón, langosta y abulón estaban reservadas a la explotación de las cooperativas de producción pesquera, previamente incluidas en la Ley de Pesca de 1950, consideradas por el Gobierno Federal entre 1934 y 1940 para las cooperativas pesqueras (Alcalá, 2003). Es factible que la lenta transformación de la flota después de 1982, haya atemperado la caída de la producción que sumado al cambio en el patrón del reclutamiento descrito por Ramírez-Rodríguez (2002) hubieran acelerado la reducción de la captura.

No es factible dar seguimiento a la evolución del esfuerzo pesquero de manera más acuciosa, ya que los registros y particularidades de la flota son inexistentes. Debe destacarse que la medición del esfuerzo en número de viajes, proveyó una cifra más confiable del esfuerzo aplicado a la pesquería, pero en la medida que los viajes incrementan su permanencia en la mar a más de 30 días, genera imprecisiones en la magnitud del esfuerzo. No obstante, los viajes fueron una

medida más precisa del esfuerzo disponible, en tanto los niveles de abundancia relativa no disminuyeron en forma drástica y en consecuencia las embarcaciones navegaban menos de 30 días. Medir el esfuerzo en número de viajes, depende de técnicos e investigadores de los Centros Regionales de Cd. del Carmen y Campeche, la cuantificación de los viajes de la flota no forma parte de la estadística oficial y se depende de la obtención oportuna y suficiente de los avisos de arribo en los que cada embarcación asienta la fecha de inicio y conclusión del viaje. Estos avisos son concentrados por la Unidad de Flota de la subdelegación de la SAGARPA en el Estado de Campeche, área responsable de dar seguimiento a la evolución de flota camaronera

La tasa de captura (C / B) de la flota se comporta de constante a ascendente, aun en años con reducidas capturas. Para explicar esta condición, además de las modificaciones de los buques que incrementan su eficiencia, es necesario valorar la duración de los viajes, actualmente triplicados en duración promedio (45 a 50 días en el mar) con respecto a la década de los setentas.

Para 1992, las modificaciones a la Ley de Pesca y su Reglamento cancelan al sector social (cooperativas, sociedades de solidaridad social) el derecho hasta ese momento exclusivo de la pesca de recursos de alto valor comercial, desaparece el régimen de especies reservadas con la idea de incrementar la productividad con la inversión de recursos privados y no gubernamentales. Como resultado de esto, la flota camaronera en poder de las sociedades cooperativas hasta 1992 (la mayoría con problemas financieros) retorna paulatinamente al sector privado de la pesca, realizándose reparaciones de fondo y nuevas adaptaciones a las embarcaciones para incrementar su eficiencia. también esto ocurre, de manera lenta ya que para

este momento la producción de camarón había disminuido y los retornos netos son reducidos. El censo de 1997 para embarcaciones camaroneras en Campeche indica cambios ya consignados líneas arriba, de acuerdo con el Anuario Estadístico Pesquero (2000), los buques mantienen en sus características incrementos en sus capacidades extractivas, que permitan mantener su eficiencia ante las reducidas existencias del recurso, sosteniendo rendimientos por viaje entre 700 y 900 kg de camarón de camarón rosado.

La cpue, (captura / número de viajes), describe de manera razonablemente bien la tendencia de la captura de camarón observada en la Sonda de Campeche, por lo que se puede aceptar que la captura es proporcional para el esfuerzo y el tamaño del stock (Hilborn y Walters, 1992). El esfuerzo medido en número de viajes registra valores con el suficiente contraste para describir la evolución del índice de abundancia relativa del stock (Hilborn y Walters, 1992) y estimar los parámetros del modelo dinámico de Schaefer (1954, 1957), (Hadonn, 2001; Hilborn y Walters, 1992).

### **8.1. Estimaciones.**

La relación que el modelo de Schaefer (1954) establece entre la cpue y el esfuerzo, considera que la abundancia expresada por la captura por unidad de esfuerzo se reduce en forma lineal conforme se incrementa el esfuerzo para conseguirla. No obstante, un incremento en la eficiencia de los barcos que no se refleja en la cpue pudiera ser la razón de un pobre ajuste en la época más reciente. Bajo tal circunstancia se puede asumir una consideración equivocada, como establecer que la población no enfrenta ningún problema, y que sus niveles de abundancia se mantienen en condiciones “saludables” de explotación, o bien que existen procesos compensatorios en respuesta a la problemática del stock. Bajo estas consideraciones se estaría descartando que las mejoras tecnológicas de los buques, que se observan como una constante a través del tiempo, compensen la reducción de las existencias del recurso incrementando su eficiencia de extracción.

El modelo de Schaefer (1954) en su versión dinámica no equilibrada, empleado en este trabajo para evaluar la condición del camarón rosado en la Sonda de Campeche, presenta un ajuste razonablemente bueno y confirma la crítica situación de un recurso colapsado cuya tendencia decreciente desde los años 80, describe la evolución del stock frente a la presión de la pesca.

Aunque los modelos de producción excedente son métodos analíticos simples que permiten la evaluación del stock (Hilborn y Walters, 1992; Richards y Schnute, 1998; Hadonn, 2001; Prager, 2002; Smith y Addison, 2003), al agrupar los efectos globales de reclutamiento, crecimiento y mortalidad natural en una función de producción, el stock es considerado biomasa indiferenciada, por lo que la

estructura de edad y talla, las características de madurez sexual junto con otras diferencias, son ignoradas. Esta situación confirió a los modelos globales una importancia secundaria, sin embargo Hilborn y Walters (1992); Richard y Schnute (1998); Hadonn (2001); Prager (2002) y Hilborn (2002); Smith y Adison (2003); justifican su capacidad y uso en la evaluación de los recursos pesqueros.

De acuerdo con Punt y Hilborn (1996) los modelos globales tienen deficiencias implícitas, entre las cuales destacan las siguientes:

a) Los valores del modelo no cambian en el tiempo. Es probable que estos valores cambien sistemáticamente en la historia de la pesquería. Tales variaciones pueden esperarse como la alteración de la estructura fina de la población con la pesca al incrementarse el acceso a las subpoblaciones, lo que incrementa la tendencia del agotamiento. Los valores de algunos de los parámetros del modelo tales como la biomasa asintótica ( $k$ ), pueden variar de manera sistemática en el tiempo como resultado de cambios ambientales en tiempo prolongado.

b) El coeficiente de capturabilidad ( $q$ ), cambia constantemente en el tiempo. Las razones que favorecen tales consideraciones son las elevadas tasas de captura en los primeros años de explotación, que propiciaron el inicio de las primeras manifestaciones del agotamiento de áreas pequeñas o de altas densidades. Los cambios en el tamaño de la malla, lo que afecta patrones de selectividad de edades específicas se suman al cambio de  $q$

c) Conocimiento del inicio de la actividad en áreas de alta densidad, lo cual tiende a reducir los efectos descritos en el inciso (a)

d) Permisos inadecuados para cambios de las características de las embarcaciones.

e) Variaciones positivas y negativas en la eficiencia.

Para resolver estas limitaciones del modelo el procedimiento seguido fue el siguiente:

Obtener inicialmente los parámetros del modelo a través del algoritmo propuesto

por Schnute (1977) utilizando la variación en  $\frac{U_{t+1}}{U_t}$  permite adicionalmente explicar

año con año los cambios en el crecimiento relativo de la cpue (Hilborn y Walters,

1996), con lo que se consigue la tasa de cambio año con año de la biomasa

(Hernández *et al.*, 2000). Aunado a lo anterior, a la tasa intrínseca de crecimiento

poblacional  $r$  se le incorporo la anomalía en el reclutamiento, observada y descrita

ampliamente por Ramírez-Rodríguez (2002), Ramírez-Rodríguez y Arreguín-

Sánchez (2003) y la anomalía de la temperatura superficial del mar, consiguiendo

así un valor diferente de  $r$  específico para cada año. De igual manera, al hacer

dependientes de  $r$  los parámetros  $k$  y  $q$  del modelo, estos, modifican su valor con

lo que se evita se mantengan constantes a lo largo del análisis, además para cada

juego de valores de  $r, k$ , y  $q$  se obtiene en la simulación el valor correspondiente de

la biomasa. Con esto se intento evitar la limitación del modelo de suponer los

parámetros constantes y de manera particular haciendo la capacidad de carga una

función del reclutamiento. De esta manera el modelo resulto coincidente con

resultados previos del Instituto Nacional de la Pesca (Anónimo, 2001) y Ramírez-

Rodríguez (2002), que señalan la existencia de una importante reducción del

reclutamiento a partir de 1980, y en consecuencia del tamaño del stock.

Los resultados de la biomasa total ( $B_{t+1}$ ) arrojados por el modelo explican

razonablemente la tendencia decreciente del recurso a partir de 1973, y confirma

que la magnitud del stock esta fuertemente reducido, Así mismo, muestran que existe influencia de la anomalía del reclutamiento y su relación con la TSM, toda vez que el valor de  $r$  se encuentra afectado por la anomalía del reclutamiento y de la temperatura superficial del mar (TSM) para cada año, apoyado lo anterior en la relación descrita por Ramírez- Rodríguez (2000), que establece una afectación, la que mide a través de la correlación:  $R = 0.25979 - 0.6382 \text{ SST}^{\circ}\text{C}$  ( $r = 0.72$ ;  $p < 0.005$ ;  $r^2 = 0.52$ )

La tendencia de la biomasa total que arroja el modelo, respecto de la biomasa en el rendimiento máximo sostenible ( $B_{RMS}$ ), muestra dos etapas de abundancia del camarón rosado, entre 1974 y 1984 valores por arriba de ( $B_{RMS}$ ), y de 1985 a 2003 la población se encuentra por debajo del valor de  $B_{RMS}$ , siguiendo una relación directa con las anomalías del reclutamiento e inversa con la TSM. En consecuencia, es factible suponer que la capacidad de carga se modifico hacia la mitad de los 80's. El modelo fue poco sensible para identificar las modificaciones del valor de  $q$ , lo cual obedece a la unidad de esfuerzo utilizada, que no es la mejor. A este respecto, Punk y Hilborn (1996) señalan que, el cambio de las condiciones de las embarcaciones modifican constantemente su capacidad de captura. Es de suponer que la reducción del recurso a los niveles actuales propicia cambios en la "accesibilidad" entendida esta como la dificultad para el encuentro del recurso en la zona de pesca, dada su fuerte reducción propicia cambios en la vulnerabilidad del recurso frente al arte.

El desempeño del modelo resuelto de manera determinística, satisfizo razonablemente la tendencia de la captura de camarón rosado en la Sonda de Campeche. Se asume, como resultado de ello, que el modelo representa de

manera aceptable la realidad de los sucesos que el propio modelo alcanza a dimensionar. Tomando esto como base se procedió a realizar simulaciones del modelo dando impulsos de entrada (mediante la incorporación de valores generados aleatoriamente) para predecir el comportamiento de un sistema (5,000 iteraciones) para cada año. De esta manera se identifica en forma probabilística el posible comportamiento del mismo.

Los valores de  $B_{t+1}$  obtenidos estocásticamente poseen la misma tendencia observada tanto por la evolución de la captura, como el de los valores obtenidos a través del modelo determinista.

La diferencia entre la solución determinista y la estocástica, es porcentualmente reducida, en promedio 5.8 % (equivalente a 550 t (colas), la diferencia máxima es de 8.5 % (1,161 t/colas en 1974) y mínima de 4.6 % (117 ton/colas en 1998). Cabe destacar que la incorporación de incertidumbre proporcionada a los parámetros del modelo ( $r$ ,  $k$  y  $q$ ) mediante las 1,000 iteraciones del remuestreo, mostraron ser una buena guía de la distribución de frecuencias de los parámetros del modelo por lo que bootstrap es una herramienta que en ausencia de cualquier otro conocimiento acerca de la población provee de valores en una muestra aleatoria de la población con un nivel aceptable de confianza, ya que modela una distribución realista, de tal manera que las diferencias con los valores de  $B_{t+1}$  obtenidos a partir de la instrumentación estocástica para cada año, son reducidas (figura 18), y la tendencia de la biomasa obtenida en ambos casos refleja el patrón delineado por los valores registrados por la actividad pesquera en el lapso aquí revisado.

La variabilidad encontrada, medida a través de la desviación estándar, muestra

ser mayor cuando los niveles de biomasa son más altos, como se observa entre 1995 y 1997, años en los que se registra un incremento del tamaño del stock, igual que el valor de la desviación estándar con tendencia semejante a la captura registrada (figura 19). Esto puede explicarse si se considera que el valor de  $B_{t-1}$  con el cual se calcula el de  $B_{t+1}$  tiene importancia fundamental para el análisis del siguiente pronóstico, según el análisis de sensibilidad. Es decir, el valor de la desviación estándar esta fuertemente influida por  $B_{t-1}$  en parte debido a la permanente declinación del recurso. Otro argumento puede estar soportado en el cambio del coeficiente de capturabilidad, incrementado por la reducción de las áreas con captura y el conocimiento que de ello tienen los patrones de las embarcaciones; Attran y Loesch (1995) reconocen una relación lineal entre  $q$  y el tamaño de la población; Morales-Bojórquez *et al.*, (2000) identifica esta posibilidad como fuente de variación, que para el caso del camarón rosado opera reduciendo el valor de la distribución estándar. La otra condición que incrementa  $q$  es la permanente modificación de las embarcaciones, buscando mejorar su poder de pesca ante la continua escasez del recurso. Arreguín-Sánchez *et al.*, (1997) señalan la casi nula información sobre capturabilidad para camarón rosado. Guzmán (1987) calcula  $q$  de manera mensual para tres temporadas de captura, comprendidas entre 1975-1977.

De acuerdo con los resultados publicados por el INP (2000) “en términos de modelación y en especial para pronóstico, el modelo de Schaefer es mejor que el estructurado por edades, puesto que la regeneración de la población está implícita

en el término de crecimiento  $\left[ rB_t \left( 1 - \frac{B_t}{k} \right) \right]$ , en tanto que en el estructurado

depende de varios parámetros, entre ellos de la función stock-reclutamiento, que es una de las variables más difíciles de medir en las poblaciones naturales (Gulland, 1973)". El modelo dinámico de biomasa ha sido aplicado a varios stocks de camarón para evaluar la condición de las especies café y azul para el Puerto de Guaymas, Son; azul, blanco y café en el Puerto de Mazatlán, Sin y para el Golfo de Tehuantepec, Oax; blanco y café. Los resultados de hecho forman parte de los lineamientos de manejo oficial del recurso camarón en el pacífico mexicano debido al buen ajuste obtenido con este modelo.

Morales-Bojórquez *et al.* (2000), evalúan la cpue de 22 años de la pesquería de arrastre del Golfo de California, utilizando el modelo dinámico de biomasa de Fox., Estos autores definieron resolverlo mediante el estimador de error de proceso ya que establecen como ventaja que este tipo de modelo se aplica bien en especies de ciclo de vida corto. Las variaciones de la cpue las atribuyen a condiciones externas al modelo (ya que el ajuste se realizó a través del error de proceso) pudiendo ser estos cambios atribuidos a cambios en la estructura de tallas de la población de camarón, cambios en la mortalidad natural, variaciones en la fecundidad ó reclutamiento, cambios en el ambiente y fluctuaciones en el esfuerzo de pesca. Bajo otra hipótesis suponen que las variaciones encontradas en sus resultados son producto de una combinación de cambios en factores ambientales que afectan el reclutamiento así como el rápido desarrollo de la pesquería en respuesta a clases anuales dominantes.

Los valores de  $r$  y  $k$  reportados por Morales-Bojórquez *et al.*, (2000), en relación con los encontrados en el presente trabajo son superiores por varias ordenes de magnitud, particularmente para  $k$ , reflejando la mayor productividad de las

especies de camarón en el Golfo de California.

La aplicación de este modelo a los datos de camarón azul en la zona de Guaymas permite mostrar que aún cuando el modelo dinámico de biomasa es muy simple, cuando existen datos confiables de captura y esfuerzo, las biomásas estimadas por ambos enfoques (dinámico y estructurado por edades con retraso) arrojan resultados similares (INP, 2000).

Para definir el estado del recurso  $Est = \frac{B_{actual}}{\frac{B_0}{2}}$ , para el caso del camarón rosado

de la Sonda de Campeche esta relación mostró que el stock se encuentra por debajo del nivel óptimo. **En esta situación se requiere de una estrategia de recuperación.**

La disminución de la biomasa observada se debe a que la capacidad de regeneración de la población se vio afectada por una mortalidad mas alta que aquella que permite su regeneración (INP, 2000). Algunos autores afirman que para camarones peneidos esta situación podría ser poco relevante dada la gran capacidad de recuperación de estas especies, Gunter (1966), García y LeReste (1982), INP (2000). Evidentemente esto no esta ocurriendo dada la severa disminución de las existencias del camarón rosado de la Sonda de Campeche.

Para la especie se ha sugerido un efecto ambiental de tal magnitud que las condiciones actuales son poco favorables para su recuperación (Gracia *et al.*, 1997, Gracia, 1997, Arreguín-Sánchez, *et al.*, 1997a, 1997b; Ramírez-Rodríguez, 2000; Arreguín-Sánchez *et al.*, 2005).

## **8.2. Escenarios de manejo.**

Los diferentes escenarios de manejo, simulados con diferente duración del periodo de veda indican:

Que aquellos que consideraron períodos de veda de 3.5, 6 y 8 meses mostraron una tendencia a la reducción de la biomasa en forma paulatina, hasta llegar al agotamiento del recurso hacia los años 2002 y 2003 (figura 20).

El escenario simulado para 10 meses de veda presento una pendiente menos decreciente que los casos anteriores, pero no logra evitar la declinación de la biomasa del recurso

.El de la veda total mantiene estable la producción, pero sin la posibilidad de un incremento de las existencias de camarón rosado.

Desde el punto de vista de las condiciones ambientales que privan en la zona, se identifico un incremento de la temperatura superficial del mar en el Puerto de Cd. del Carmen , a partir del año de 1980, con un registro máximo de 28.2 °C: en 1990, valores de temperatura semejantes se presentaron en 1958 y 1963, con menor duración a la observada durante el período de 1980 a 1990. La ausencia de información después de 1991, impide conocer el comportamiento de esta variable. Los registros de la temperatura ambiente hasta el año 1998, también presentan un incremento de la temperatura desde el año de 1977 en el Puerto de Campeche y desde 1985 en Cd. del Carmen. Con base en estos registros, es factible suponer que la TSM mantiene niveles cercanos al registro de 1990, ya que sus propiedades físico-químicas particularmente la capacidad calorífica eleva su temperatura en forma menos acelerada que la temperatura del aire.

Los niveles de precipitación, en el Puerto de Campeche, también muestran con incrementos importantes, y posiblemente propiciaron condiciones que podrían considerarse favorables en el desarrollo de los camarones peneidos, como sucede en los eventos de “El Niño” que en el Pacífico Mexicano, el cual generó un incremento en la producción de camarón, fenómeno observado con claridad en el año de 1983-1984 y en eventos subsecuentes.

Autores como Punt y Hilborn (1996) consideran que los factores ambientales en el empleo de modelos dinámicos pueden ser insustanciales ó azarosos, e ignorados. Lo cierto es que se concede poca importancia al impacto de los factores abióticos sobre los stocks, por lo que se contemplan como efectos despreciables. Sin embargo, en las condiciones actuales de la población de camarón rosado existe una reducción y modificación del patrón de reclutamiento en la especie (Ramírez-Rodríguez, 2000). que para el caso de la Sonda de Campeche se ha señalado que debe existir una relación entre las condiciones ambientales y el comportamiento de las especies, (Gracia,1989, Gracia, 1994; Gracia *et al*, 1997; Gracia y Vázquez-Bader, 1999), pues en el caso del camarón rosado, que a partir de 1996 mantiene un periodo de pesca de seis meses, no ha logrado un incremento de captura que sea destacable. Por tanto, las condiciones del ambiente y su interrelación con esta especie resultan particularmente importantes para ser analizadas.

Aunque la revisión de los aspectos ambientales señalados aquí, son tema de una revisión exhaustiva no pretenden ser base de un estudio a fondo sobre estas condiciones, es claro que los casos aquí revisados con la ayuda del cálculo de una media móvil, permitieron identificar valores de las condiciones ambientales por

arriba de la media histórica.

La revisión de las tendencias de los agentes forzantes, muestra en todos los casos variaciones con registros por arriba del valor promedio histórico y la media móvil empleada, identifica tendencias ascendentes que dejan de manifiesto los cambios ambientales en la región. Para Arreguín-Sánchez, *et al* (2005), los principales factores, que han influido en el colapso de la pesquería podrían ser, además de la mortalidad por pesca, cambios en la producción primaria de la región, junto con la temperatura y la salinidad. Se sugiere que cambios en la estructura y organización del ecosistema, particularmente asociados a las relaciones tróficas del camarón, han provocado un decremento continuo, por más de dos décadas, en la tasa de reclutamiento junto con cambios en los patrones estacionales de reclutamiento que han afectado el éxito de la reproducción. Los análisis de estos autores confirman cambios del ambiente en magnitudes importantes.

La relación de recursos pesqueros y recursos fósiles no renovables adquiere entonces gran relevancia ante el decremento de una de las especies más importantes por su abundancia, como es el camarón rosado. Arreguín-Sánchez *et al.*, (1997b) analizaron la posible relación entre ambas industrias, bajo tres criterios: a) un decremento de las áreas disponibles para la pesca debido a la expansión de las instalaciones petroleras, que reduce la accesibilidad al recurso, b) un cambio en las abundancias relativas de las poblaciones de camarón y c) un impacto directo en la sobrevivencia por deterioro de la calidad del ambiente, fenómeno que por su importancia ha sido destacado por Gracia, 1989; Gracia *et al*, 1997a ; 1997b; Ehrhardt y Legault. 1999; Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2005 y Arreguín-Sánchez *et al.*, 2005.

Sin confirmar los posibles impactos de la actividad petrolera en los términos propuestos, autores como Soto y Gracia (1987) establecen que no existe una evidencia directa que indique cambios por derrames de hidrocarburos. El derrame del Pozo Ixtoc- I en las costas de Campeche se considera el de mayor escala mundial con una duración de 9 meses. En ese desastre se derramaron en las aguas marinas más de 3'100,000 barriles de petróleo crudo y su repercusión se considero como un evento transitorio, que si bien afecto notablemente las poblaciones de zooplancton en su organización y estructura, reduciendo su biomasa hasta en cuatro niveles de magnitud, se observo una tendencia a la recuperación al paso del tiempo (Guzmán del Prío, *et al.*,1986). Al respecto, se establece que un componente importante para esta recuperación es debida a que los organismos en la Sonda de Campeche están sometidos desde hace tiempo a estos efectos, ya que la existencia de “chapopoterías” naturales aporta al medio marino hidrocarburos de manera frecuente. Resulta difícil establecer el nivel de impacto del derrame del Ixtoc I, Guzmán del Prío *et al.* (1986). A pesar de estar planteados resultados puntuales en el tiempo, las investigaciones sobre contaminación y su impacto en el ambiente no se han abordado de manera continua, por lo que la información es escasa en este sentido, lo cual impide establecer de manera cuantitativa el nivel de la relación entre la industria pesquera y la petrolera. No obstante las medidas que en los últimos años se han venido instrumentado por parte de PEMEX para el cuidado del ambiente, es factible que eventos aditivos, propios de la extracción petrolera afecten a lo largo del tiempo la calidad del ecosistema. Por otra parte, el crecimiento de la población humana de los Puertos de Cd. del Carmen y Campeche ha propiciado un mayor volumen de

vertimientos de aguas grises y negras al mar, toda vez que ninguna de las dos ciudades cuenta con plantas de tratamiento de aguas negras. Un impacto de proporciones importantes en el deterioro del ambiente y su calidad se observa en las zonas de manglar, desde los límites con el Estado de Tabasco hasta Sabancuy, Campeche pasando por la Isla de Cd. del Carmen, (Yáñez-Arancibia, A. y J.W. Day. 1988; Yáñez-Arancibia, A. y Sánchez-Gil P. 1988). Para Cd. del Carmen, la tala clandestina para obtener leña y la invasión de las zonas de manglar han reducido de manera importante la superficie y la calidad de los esteros de la Isla y lugares aledaños, el empleo de basura como material de relleno produce lixiviados cuyos escurrimientos alcanzan en principio zonas de esteros con el consecuente daño. Una revisión cualitativa por medio de aerofotogrametría de la Isla del Carmen de los años 1990 y 2001, deja de manifiesto la reducción de las áreas de manglar hoy fuertemente afectadas, las cuales han sido consideradas como áreas de crianza de muchas especies incluidas las de camarón (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988; Yáñez-Arancibia y Day, 1988; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988). De continuar dicha condición, las poblaciones de camarón verán reducidos los espacios y calidad de los esteros, áreas necesarias para el crecimiento de camarones y otras especies. Hasta el momento, no existe un proceso de investigación que como política aborde de manera permanente el monitoreo de la calidad del hábitat y los diferentes impactos a los que se ve sometido en cada una de las zonas en que se encuentra el camarón. Los trabajos desarrollados hasta ahora son producto del interés de los científicos relacionados con el tema, pero no existe una política que oriente y mantenga en forma permanente la generación de conocimiento al respecto.

Los puntos de referencia (Caddy y Mahon, 1995), ilustrados en la tabla 6, se han diseñado para establecer estándares que permiten identificar el estado de la pesquería y son usualmente el resultado de análisis técnicos empleados en las decisiones de administración de una pesquería (INP, 1999). Estos han sido diseñados para contar con elementos más robustos, particularmente cuando se cuenta con pobres estimaciones del coeficiente de capturabilidad que pueden resultar en estimaciones espurias del valor absoluto del tamaño del stock y mortalidad por pesca, por lo que su uso es generalmente recomendado en la administración del recurso como lo sugiere Pagar (2002). Los puntos de referencia son el resultado de criterios conceptuales y pueden ser calculados o cuantificados sobre una base de características biológicas y económicas de la pesquería. Son parámetros límite ( $RMS$ ,  $B_{RMS}$ ,  $E_{RMS}$ ,  $F_{RMS}$ ) que señalan valores ó cifras máximas de explotación a los que se puede llegar a fin de evitar daños irreversibles en el recurso. Sin embargo, dado el alto deterioro de la población de camarón rosado, como lo indica la condición de estado  $Est = \frac{B_{actual}}{B_{RMS}}$ , la cual presenta un valor menor a 1, los valores de los puntos de referencia ( $RMS$ ,  $B_{RMS}$ ,  $E_{RMS}$ ,  $F_{RMS}$ ) obtenidos, por ambas aplicaciones (estocástica y determinítica) se consideran sobredimensionados al igual que los de la captura. En consecuencia no es factible su aplicación, por lo que más bien son necesarias acciones de recuperación en la administración del recurso.

Hasta el momento la reducción de la mortalidad por pesca, obtenida por la aplicación de una veda de seis meses, no parece suficiente para orientar el recurso a la obtención de mayores volúmenes de biomasa, tal como lo muestra la

estabilización de la captura en sus valores mínimos históricos desde 1997 hasta 2003, lapso en que no se superaron las 1,500 t de camarón rosado entero (860 t de cola)

Hilborn (2002), cuestiona la aplicación de los puntos de referencia en la administración de un recurso, y argumenta que la incertidumbre existente en los valores de biomasa del stock y del stock virgen se aplican como tal en la fórmula de los puntos de referencia. La inapropiada utilización de los puntos de referencia en especies para las cuales no fueron diseñados, así como la tendencia en el uso de los puntos de referencia pueden producir un ambiente en el que los científicos evaluadores de stocks, raramente consideran políticas alternativas de administración y desplaza la actividad científica de los problemas más significativos de la administración pesquera. Por ello, se sugiere como alternativa datos base en lugar de modelos base, y es preferible el empleo de escenarios con cuotas de explotación, considerando el verdadero significado del enfoque precautorio propuesto por la FAO (1995), el cual consiste en elegir las alternativas de manejo que impliquen un riesgo menor. Hilborn (2002), sugiere además que la importancia en el éxito de la administración de una pesquería no es la mejor ciencia, los mejores puntos de referencia, o los mejores enfoques precautorios, sino llevar a cabo un sistema de manejo o gobierno marino, que provea incentivos a pescadores, científicos, y administradores para la toma de decisiones, siempre con el deber de contribuir a las metas sociales. Hilborn (2002), señala como opciones para la administración de una pesquería el papel del llamado 40:10 que el Pacific Fisheries Management Council ha aceptado, considerando que si el stock está por arriba del 40% del nivel de RMS correspondiente al stock virgen

( $B_{RMS}$ ), la captura objetivo es el tamaño de la población multiplicado por una tasa de referencia objetivo. Si el stock esta 10% por abajo del nivel de RMS correspondiente al stock virgen, la captura no debe permitirse. El cálculo fue realizado para el caso del camarón rosado, con un registro de la producción en el año 2003 de 724 ton (colas) y empleando el valor de la  $B_{RMS}$  stock virgen de 7,468 ton (colas) resulta en un valor equivalente al 9.6%, mismo que por estar debajo del 10%, la primera conclusión que salta a la vista es la de no permitirse la captura.

Smith y Addison (2003), revisan la aplicación de varios métodos de evaluación para stocks de diferentes pesquerías de crustáceos, y califican el comportamiento de los modelos dinámicos como adecuado a pesar de su sencillez, lo que también establece el INP (1999; 2000).

Richards y Schnute (1998), comparan el desempeño de un modelo complejo de captura por edad con un modelo simple en el que la estructura por edad de la población esta representada solo por la edad anual promedio, y establecen la utilidad del modelo simple tanto intuitiva como cuantitativamente, y que la capacidad del modelo simple en el proceso de reconstrucción de las tendencias de la biomasa fue tan adecuado como el complejo, por lo que el modelo simple es una herramienta útil en la evaluación. Entre las principales características de la historia de vida se encuentran: tamaño de nacimiento; patrón de crecimiento; edad de madurez; tamaño de madurez; número, tamaño y proporción sexual de la descendencia; edad y tamaño específico de la inversión reproductiva; edad y tamaño específico del plan de mortalidad y tiempo de vida. (Stearns, 2000), mismas que se modifican con el cambio en el tamaño de la población. De la combinación de elementos que explican la variación de la historia

de vida, entre ellos demografía, genética cuantitativa y efectos específicos de linaje, la primera representa uno de los aspectos más relevantes que ayuden a entender las repercusiones en la reducción de las existencias del camarón rosado. Mortalidad y fecundidad varían con la edad y talla, la demografía conecta edad y talla específica de variación en la mortalidad y fecundidad variando las aptitudes o condiciones de la especie, y puntos fundamentales en el proceso resultan la tasa intrínseca de crecimiento y la capacidad de carga del sistema, que presenta un patrón antes y después de 1986, Ramírez-Rodríguez (2002), Ramírez-Rodríguez *et al.*,(2003). Las relaciones denso dependientes posiblemente tengan modificaciones importantes, sin embargo por tratarse de un especie estratega *r*, reducida a una longevidad promedio de 12 meses, sus efectos son difíciles de advertir.

Similarmente, desde el punto de vista evolutivo, sería recomendable el desarrollo de una línea de investigación desde el punto de vista genético, que permita generar información de los niveles de diversidad genética actuales, así como determinar disminuciones recientes atribuibles a reducciones en el tamaño de las poblaciones de camarón rosado en la Sonda de Campeche. Debido a que el objetivo principal del presente estudio es conocer la posibilidad de que el camarón rosado recupere el volumen de captura registrado en los primeros años de la década de los años setenta, determinar la condición de la diversidad genética podría contribuir a la identificación de aquellas poblaciones que presenten evidencia de deterioro genético y que requieran un régimen de protección especial con el fin de evitar un colapso de las mismas por la falta de nivel adecuados de diversidad genética.

En el mismo sentido la variabilidad genética de la especie, al menos en aguas nacionales es desconocida. La cantidad y tipo de variación genética en una población es delineada por diferentes fuerzas evolutivas (Hedrick 1999), como la selección, la endogamia, flujo génico, y mutación. Estos factores tienen efectos que se acentúan cuando las poblaciones son reducidas a niveles drásticos y que pueden ocasionar la inviabilidad de las mismas. Los recursos pesqueros bajo régimen de explotación comercial deberían contar con un inventario genético y realizar como una tarea permanente el seguimiento de sus características, sobre todo de aquellas como tasas de crecimiento, fecundidad, proporción sexual, estructura de edades, etc., tienen una base genética definida, por tanto la presencia de poblaciones con diferencias genéticas debe ser considerada como unidad de pesca independiente y por tanto ser sujeta a un régimen de administración distinto.

La literatura reporta análisis de tipo genético en camarones peneidos para aquellas especies que son empleadas principalmente para cultivo, y una menor cantidad de citas corresponden a especies naturales. Kao, L; Chiu, T-S (2005) proponen para la población natural del camarón de pasto (*Penaeus monodon*) del suroeste de Taiwán, investigar la presencia de estructura genética, las características genotípicas y la demografía considerando que esta información puede orientar sobre las causas de la declinación pesquera de la especie, cuyas crías son utilizadas en el cultivo. Dependiendo de los resultados de este estudio, pudieran ser un buen ejemplo para aplicarse en el caso del camarón rosado, que de igual manera al camarón de pasto de Taiwán presenta una fuerte reducción de sus existencias.

McMillen-Jackson, y Bert (2004) investigan la estructura génica y diversidad de camarón rosado muestreado desde el norte de Carolina hasta el sur de Texas. Los autores identificaron una alta diversidad genética. Además señalan que no existe diferenciación poblacional, lo que sugiere alta dispersión y flujo de genes bastante altos para mantener genéticamente homogénea la estructura de la población sobre las distancias geográficas referidas en el análisis.

De la Rosa-Velez *et al.*, (1999), consideran como el punto inicial para la administración de la pesquería y acuacultura la evaluación de los recursos genéticos de dos especies de peneidos en el Golfo de California, obtienen medidas de la variabilidad genética de dos camarones comerciales *Penaeus brevis* y *P. vannamei*. Reportan alta variabilidad genética en ambas especies. La propuesta de los autores debiera ser una condición ya incorporada en las especies de peneidos explotados comercialmente en México y transformarse en una rutina permanente propuesta e instrumentada por la autoridad normativa.

Especies de pelágicos menores, que han mostrado mantener su variabilidad genética a pesar de fuertes decrementos de la biomasa es señalado por Beverton (1990). Ejemplo de lo anterior se observa en la sardina de California *Sardinops sagax* que se redujo considerablemente a finales de los cincuenta para recuperarse años después. (Beverton, 1990)

La especie tiene diversidad genética baja y heterocigosis media similar (1%), Hedgecock *et al.*, 1989 estimaron que la baja diversidad genética no era probable que se debiera a la reducción de la pesquería, en tanto otras poblaciones de sardina del Pacífico y Golfo de California no afectadas por la contracción también arrojan una baja heterocigosis.

La literatura refiere en gran medida evaluaciones para medir la variabilidad genética de camarones peneidos principalmente en Asia, para México, hay información documentada para camarón blanco y azul del Golfo de California en menor escala a lo generado para Asia, y prácticamente inexistente para camarones del Golfo de México, incluyendo al camarón rosado. La falta de referencias sobre la variabilidad de esta especie en la Sonda de Campeche impedirá establecer si esta condición se vio afectada por la reducción actual de la población o si a pesar de esta disminución posee una alta diversidad como han mostrado los resultados de las poblaciones de Carolina y Texas como lo refiere McMillen-Jackson, y Bert (2004).

Estudios realizados a través de marcadores genéticos han sido instrumentados para conocer la variabilidad genética en poblaciones de peneidos, tanto naturales como domesticadas. En Nueva Caledonia se comparó la variabilidad genética de camarón azul de México y Panamá con 25 generaciones de manejo, una población de Tahití (de baja variabilidad) y otra silvestre de Ecuador, los resultados confirmaron la baja variabilidad de la población de camarón azul de Nueva Caledonia, condición que la ubica en riesgo de incapacidad para adaptarse a cambios en el ambiente, controlados o no (Goyard, *et al.*, 2002); en México, dos peneidos comerciales (*Penaeus californiensis* y *P. stylirostris*) del Golfo de California fueron evaluados para conocer su estructura genética, el resultado fue una diferencia en los niveles de variabilidad (de la Rosa Velez, *et al.*, 2000, Díaz-Jaimes *et al.*, 2006). Autores como Ramos-Paredes y Grijalva-Chon (2003) utilizando muestras de camarón azul (*L. stylirostris*) de Guaymas y Puerto Peñasco, Son. y otras provenientes de organismos cultivados, identifican un

mayor desequilibrio de la información genética en las muestras de organismos cultivados, lo cual se explica como resultado del manejo y selección de organismos con objetivos de cultivo con la consecuente reducción de la variabilidad. Una revisión de la estructura genética del camarón blanco desde México a Panamá obtuvo diferencias genéticas entre las diferentes localidades comprendidas en el área de estudio. Es en consecuencia menester contar con el respaldo de la investigación genética, que como en el caso del camarón de pasto en Taiwán incrementen el nivel de información sobre la condición que guarda la población y contar en consecuencia con mejores elementos para la administración del recurso.

Finalmente, el único lapso de estabilidad observado en la tendencia de la captura del camarón rosado, se observa cuando la población presenta los niveles más pobres de productividad, por lo que las medidas de recuperación deberán contemplar todas las alternativas que propongan que la condición de estado modifique su condición actual. Las medidas aplicadas desde 1996 han logrado mantener los niveles de existencias en condiciones estables aunque precarias sin que se advierta un incremento en la biomasa. Por ello se considera que los valores sugeridos por los puntos de referencia clásicos carecen de la posibilidad para ser aplicados, la reducción del stock hace inviable obtener o alcanzar los valores del RMS o de  $B_{RMS}$  y deberán ser utilizadas como metas a alcanzar mediante una estrategia de recuperación y no nada más de mantenimiento. Tampoco se consideran recomendables los valores de  $F_{RMS}$  ó  $F_{0.1}$ . ya que la pesquería rebaso hace mucho tiempo el estadio de desarrollo en el cual todavía eran viables estos valores.

## 9.- CONCLUSIONES

---

- La tendencia histórica de las capturas iniciadas formalmente desde 1946 en conjunto con la información reportada en la literatura permite suponer que la explotación de camarón rosado en la Sonda de Campeche se mantuvo en niveles de máxima producción biológica por más de dos décadas antes de iniciar la etapa decreciente al inicio de la década de los setentas. La tendencia decreciente de la abundancia poblacional se ha manifestado a lo largo de los últimos 30 años. Los rendimientos actuales corresponden a poco menos del 5 % de los obtenidos en las décadas de los años cincuenta y sesenta.
- La forma en que el modelo ha descrito la tendencia de la captura del camarón rosado en la Sonda de Campeche permite establecer un ajuste razonablemente bueno para la solución determinista y estocástica, confirmando el colapso de la pesquería. No obstante lo simple del modelo toda vez que el parámetro ( $r$ ) concentra las características poblacionales de la especie, afectada por un índice de la anomalía del reclutamiento como lo observo (Ramírez-Rodríguez, 2000; Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2003), y de la temperatura superficial del mar (TSM) se considera que el modelo se desempeña satisfactoriamente.
- Diferentes autores refuerzan la idea que el uso de modelos denominados “sencillos o simples” como es el caso, proveen de elementos suficientes para la toma de decisiones y que su desempeño es satisfactorio (Hilborn y Walters, 1992; Richards y Schnute, 1998; INP, 1999; INP, 2000; Prager; 2002; Smith y Addison, 2003).

- Los puntos de referencia obtenidos en el presente trabajo, sugieren cifras de  $RMS$ ,  $E_{RMS}$  y  $F_{RMS}$ , difíciles de alcanzar (en la práctica imposibles), como alternativa a este tipo de situaciones, Hilborn (2002) propone el uso de otros elementos, uno de ellos sugiere como medida de administración que si el stock está por debajo del 10% del tamaño del stock virgen, la captura no debe permitirse, hecho que se observa en el camarón rosado. Las vedas aplicadas hasta ahora han mantenido niveles estables del stock aunque precarios, ya que la recuperación de los niveles de abundancia no es advertida. Ramírez-Rodríguez (2002) aplicando modelos estructurales, indica que las vedas aplicadas para recuperar niveles de abundancia no han tenido el éxito esperado, y por otra sugieren que las causas se relacionan con el incremento en la mortalidad por pesca y con la disminución del reclutamiento.
- Las diferencias encontradas en la aplicación de las dos soluciones, en promedio son del cinco por ciento, la determinista presentó valores ligeramente más elevados, en volumen este promedio equivale a 550 t (cola) con valor máximo de 1,116 t (cola) cuando la biomasa total fue mayor, es decir en el año de 1974 y mínimo de 117 t (cola) en 1998. En ambos casos se manifiesta la tendencia declinante del recurso
- Se destaca que el nivel de incertidumbre incorporado a los parámetros del modelo ( $r$ ,  $k$  y  $q$ ) con el re-muestreo aplicado para generar una muestra aleatoria, resultó una buena guía para conocer su, la simulación empleada aquí utilizando el método Monte Carlo (Manly, 1991; Ross, 1997; Evans y

Olson, 1998;; Taibo, 2002), confirmo la magnitud del sesgo y el buen desempeño del modelo.

- Distintos esfuerzos fueron realizados para conocer el nivel de explotación óptimo de la especie, en los 57 años de historia de la pesquería considerando su inicio en 1946, es hasta el año de 1994 que se aplica la primera medida administrativa para regular la captura específicamente para el camarón rosado, esto es 48 años después de iniciada la actividad y cuando el recurso presentaba una reducción constante de sus niveles de abundancia por más de 20 años, por lo que se considera que la aplicación de la veda se realiza con excesiva tardanza.
- La captura en número de individuos paso de 443 millones de camarones en 1973 a 484 millones en 1977 producto de un importante reclutamiento observado para este año, (magnitud que no se registro nuevamente en el intervalo del presente análisis), para declinar en 1994 a 77 millones de camarones, se considera que en el año 2000, el número aproximado de individuos maquilados es de 32 millones de organismos. Estas cifras confirman que la producción se ha colapsado, lo que reduce severamente la actividad de las plantas maquiladoras cancelando importante numero de empleos.
- Información referente al esfuerzo y su evolución es reducida, un modesto número de investigaciones han abordado su cuantificación y desarrollo, dos medidas se han recabado consistentemente a través de los registros oficiales, número de barcos y número de viajes, en el primer caso, un

constante incremento en la magnitud de las características de los buques es advertida por Fuentes y Portugal (1974), todas ellas enfocadas a incrementar su poder de pesca durante las faenas. Esto ocurre justo al inicio del periodo de continuo decremento en la abundancia del recurso. Aunque hay una reducción considerable de 465 unidades desde los primeros años de la década de los ochenta a 311 en el año 2002, el esfuerzo valorado a través del número de viajes presenta incremento, calculado por la duración de los viajes de captura, los que pasaron de 12 a 15 días en promedio entre 1972 y 1985 a 45-50 días promedio en la actualidad. Esto es, se reduce el número de viajes, pero aumentan los días en el mar para mantener una captura promedio por viaje entre 700 y 900 kg. Los valores del esfuerzo en viajes aquí empleados mostraron en los últimos años del intervalo revisado un incremento de la captura por unidad; sin embargo las cifras del índice de abundancia relativa (cpue) aportaron el suficiente contraste (Hilborn y Walters, 1992; Hilburn y Mengel, 1997, Haddon, 2001) para lograr el ajuste del modelo con valores suficientemente informativos de la cpue. Es probable que una medida más precisa del esfuerzo deba adoptarse en el futuro, pues es claro que no es la mejor ya que el número de viajes se reduce por el incremento de los días en el mar, manifestándose esto como incrementos en la abundancia relativa. A la fecha, no existe una política oficial por parte de la entidad responsable, para captar y generar información estadística de mayor calidad, aspecto ya advertido y señalado por Alcalá (2003).

- Los escenarios simulados, no muestran indicios de recuperación para el recurso, el más alentador corresponde a veda total y solo mantiene constante el nivel del stock, evento que ya se registra en la actualidad. La producción no ha mostrado incrementos en los últimos siete años es decir entre 1997 y el 2003, por lo que la actividad pesquera se ha circunscrito a seis meses del año, de acuerdo con lo publicado en la NOM 02 PESC 1993.
- La carencia de información a nivel genético de camarón rosado en la Sonda de Campeche, impele necesariamente a la instrumentación de proyectos que permitan el acopio de información referente a la estructura genética, las características genotípicas y la demografía de la especie. Solo en la medida que el acervo sobre el camarón rosado sea mas abundante se podrán tomar medidas más precisas para su administración.

## 10.- LITERATURA CITADA

---

ALARCÓN-FUENTES, T. Y F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ. 1992. La pesca de camarón rosado en Sabancuy y Champotón, Campeche. *Jaina, Bol. Inf.* 3(4): 20.

ALARCON, F. T., 1989. Evaluación de las existencias del camarón rosado (*Penaeus duorarum*) en el Banco de Campeche. Informe Técnico. I.N.P. CRIP-CAMPECHE.

ALARCON, F. T., y F. ARREGUIN-SANCHEZ,. 1994. Selectividad de artes de pesca utilizadas para la explotación de camarón rosado *Penaeus duorarum* en aguas interiores de la región del Banco de Campeche, México. *Revista de Investigaciones Marinas*. Vol. 15 No.1 .

ALCALÀ, G. 2003 Políticas Pesqueras en México, 1946-2000. Contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional: Colegio de México: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada y El Colegio de Michoacán.

ALLEN, D. D., and A. C. JONES, 1974. Campeche shrimp fishery unit fishery description . N.M.F.S. NOAA, Miami, Florida, E.U.A.

ALONZO-RUIZ, M. Y R. LÓPEZ-WILCHIS. 1975. Incidencia de postlarvas de camarones pertenecientes al género *Penaeus* en la Bahía de Campeche, México. Tesis Prof. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón, México, 86 p.

ALVAREZ, F., A. GRACIA Y L. SOTO. 1987. Crecimiento y mortalidad de las fases estuarinas del camarón rosado *Penaeus Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, 1939, en la laguna de Términos, Campeche. *An Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 14(2):207-220.

ANONIMO, 1976. Atlas camaronero del Golfo de México. Bureau of Commercial Fisheries, United States of the Interior. 20 p. figuras.

ANÓNIMO. 2001. Elementos técnicos para determinar el inicio del periodo de veda de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe en el 2001. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – Instituto Nacional de la Pesca, México.

ARMSTRONG, F. A. J., 1965. Silicon. *Chemical Oceanography*. Chap. 10, Vol. 1, 1st ed. J.P. Riley and G. Skirrow, eds. Academic Press. Eds. N.Y. 409-432 p.

ARMSTRONG, R.S. Y V.R. GRADY. 1967. Geronimo crusier entire Gulf of Mexico in Late Winter. *Com. Fish. Rev.* 29 (10): 35-40

ARREGUIN -SANCHEZ, F., 1981. Diagnósis de la pesquería de camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de Contoy, Q. Roo, México. *An Esc. Nal.*

Cienc. Biol. México, 25: 39-77.

ARREGUIN -SANCHEZ, F., 1981 a. Tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de Contoy, Q. Roo México. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Depto. Pesca, México, I (1) : 61-70.

ARREGUIN -SANCHEZ, F 1981. Diagnósis de la pesquería de camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*, Stimpson, 1871) de Contoy, Q. Roo, México. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. de la Pesca, México, I (2) : 21- 42

ARREGUIN -SANCHEZ, F., 1984. Análisis de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. 210 p.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F. Y E.A. CHÁVEZ, 1985. Estado del conocimiento de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Inv. Mar. CICIMAR (2) 2: 23-44.

ARREGUIN -SANCHEZ, F, 1991. Time Recovery for Exploited Fish Population Based on SurplusYield Models. Fishbyte 9 (2):39-41

ARREGUIN -SANCHEZ, F 1994a. Biodiversidad y la explotación de los recursos pesqueros. In: Yáñez-Arancibia, A. (ed.) Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Univ. Autón.Campeche. Epomex, Ser. Científ. 2: 87-110.

ARREGUIN -SANCHEZ, F 1994b. Variabilidad en poblaciones explotadas: análisis de pesquerías seleccionadas del Golfo de México. In: Yáñez-Arancibia (ed.), Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Univ.Aut. Campeche. EPOMEX Ser. Cient. 2: 75-86.

ARREGUIN -SANCHEZ, F 1996. Catchability: a key parameter for fish stock assessment. Rev. Fish Biol.and Fish. 6: 221-242.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ F, L. E. SCHULTZ-RUIZ, A. GRACIA., J. A. SANCHEZ, T. ALARCON 1997a. Las pesquerías de camarón de altamar: explotación, dinámica y evaluación. p. 145-172. In: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C.Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Univ. Autón. Campeche, EPOMEX Ser. Cient. 7. 496.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ F, L. E. SCHULTZ-RUIZ, A. GRACIA., J. A. SANCHEZ, T. ALARCON 1997b.. Estado actual y perspectivas de las pesquerías de camarón p. 185-203. In: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C.Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Univ. Autón. Campeche, EPOMEX Ser. Cient. 7. 496.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., JA. SÁNCHEZ, D. FLORES-HERNÁNDEZ, J. RAMOS-MIRANDA, P. SÁNCHEZ-GIL Y A. YÁÑEZ-ARANCIBIA. 1999. Stock-Recruitment relationships: A scientific challenge to support fisheries management

in the Campeche Bank, Mexico. *In*: H. Kumpf, K. Steindinger y K. Sherman (eds.) The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem. Assessment, sustainability, and management: 225-235.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ F, M. J. ZETINA REJÓN, M. RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, V. CRUZ-ESCALONA. 2005. Factores que han incidido en el colapso de la pesquería de camarón rosado en la sonda de campeche, México: una revisión y perspectivas. Simposio sobre Ciencias Pesqueras en México. 2-4 de mayo . La Paz, BCS, México.

ATRAN, S.M. Y LOESCH, J.G (1995) An análisis of weekly fluctuations in catchability coefficients. *Fish. Bull.*, 93:562-567.

AYALA – CASTAÑARES, A. Y GUTIÉRREZ – ESTRADA, 1990. Morfología y sedimentos superficiales de la plataforma continental frente a Tabasco y Campeche. *I.C.M. y L. (UNAM)* 17 (2): 163-190.

BESSONOV, N., O. GONZÁLEZ Y A. ELIZAROV. 1968. Resultados de las Investigaciones Cubano-Soviéticas en el Banco de Campeche. (FAO). I Simposium sobre el Caaribe y Regiones Adyacentes. 317-325 pp.

BESSONOV, N., O. GONZÁLEZ Y A. ELIZAROV, 1971. Resultados de las Investigaciones Cubano – Soviéticas en el Banco de Campeche. UNESCO (Ed.) I. Simposium sobre el Caribe y Regiones Adyacentes. París: pp. 317-323.

BEVERTON, R.J.H., AND S.J. HOLT., 1957. On the dynamics of exploiteid fish population . *Fish. Invest. Minist. Agric.. Fish. Food. G. B., Series. II*, 19: 533 p.

BEVERTON, R J H. 1990. Small marine pelagic fish and the threat of fishing are they endangered *Journal of Fish Biology* 57 ( SUPPL. A ): p 5-16 1990

BOTELLO, A.V. 1996 “Características, composición y propiedades fisicoquímicas del petróleo.” p. 203-210 *In*: A. V. Botello, J. L. Rojas-Galavíz, J.A. Benítez, D. Zárate-Lomelí (Eds.). Golfo de México, Contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias. Universidad Autónoma de Campech. EPOMEX. SERIE Científica, 5. p. 666.

BRYANT W.R., 1991. The Gulf of Mexico Basin, Physiography and Bathymetry. Department of Oceanography, Texas A. and M. University, Geological Society of America. *The Geology of North America*. pp. 13-19

BRAYAN, F. J. MANLY. 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. Chapman & Hall. 389 p.

BOGDANOV, D.V., V. A. SOKOLOV Y N. S. KHROMOV. 1969. Regions of high biological and commercial productivity in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Oceanology*. 8 (3): 371-381.

BULANIENKOV, S. K. Y C. GARCÍA DÍAZ, 1975. Influencia de los procesos atmosféricos en el afloramiento del Banco de Campeche. Rev. Invest. INP. Centro de Investigaciones Pesqueras. República de Cuba. 1 (2): 99-140.

BOLETÍN GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE. 1962.

CADDY, J. F., AND MAHON, R. 1995. Reference Points for Fisheries Management. FAO Fish.Tec. Pap No. 347 Rome, FAO 83 pp.

CAMPOS, C. J., 1981. Contribución a la sedimentología de la plataforma continental frente a las costas de Campeche. Dir. Gral. de Oceanografía; Inv. Ocean/G-81-02. Secretaría de Marina. México, D.F. pp. 46.

CARRANZA, E., E.M. GUTIÉRREZ Y T.R. RODRÍGUEZ, 1975. Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. 2(1): 81-88.

CASTRO, M. G., 1982. Análisis Biológico-pesquero del camarón café (*Penaeus aztecus*) en las costas de Tamaulipas, México. Tesis profesional Fac. Cienc. U.N.A.M México, 85 p.

CASTRO, M. G., 1986. Análisis regional del recurso camarón en aguas del noroeste del Golfo de México (Tamaulipas y Veracruz, México). Informe de Investigación, I.N.P. 52 p.

CASTRO, M. G.; ARREGUIN-SANCHEZ y E.A.CHAVEZ. 1986. Análisis Regional del Recurso camarón en aguas del Noroeste de México (Tamaulipas y Veracruz, México). Informe de investigación inédito. Centro Regional de Investigación Pesquera en Tampico. 23 p, figuras.

CASTRO, M.G., 1987. Conservación y óptimo aprovechamiento del recurso camarón en la región NE del Golfo de México. VII Congreso Nacional de Oceanografía. Ensenada, B.C. Vol. (II): 461-469.

CASTRO, G., y F. ARREGUIN-SANCHEZ., 1991. Evaluación de la pesquería de camarón café *Penaeus aztecus* del litoral mexicano del noroeste del Golfo de México. Ciencias Marinas. Vol. 17, No. 4. pp 147-159.

CASTRO-MELÉNDEZ, R.G., L.E. SCHULTZ-RUIZ, A.T. WAKIDA-KUSONI, J.I. FERNÁNDEZ-MÉNDEZ, M.E. SANDOVAL-QUINTERO, M. MEDELLÍN-AVILA, I. HERNÁNDEZ-TABARES, G. NUÑEZ-MÁRQUEZ, F. AGUILAR-SALAZAR, A. GONZÁLEZ-CRUZ, J. RIVAS-VILLEGAS, J. URIBE-MARÍNEZ, F. SOTO-AGUIRRE, C. A. SEVERINO-HERNÁNDEZ Y J. SANTOS-VALENCIA. 2000. Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. *Penaeus brasiliensis*, *P. setiferus*, *P. duorarum*, *P. aztecus*, *Xiphopenaeus kroyeri*. In: Sustentabilidad y pesca

responsable en México; evaluación y manejo. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca: 357-420.

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED), 1992. Huracanes.

CIRKE, J., 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones . FAO. Doc. Tec. Pesca (192): 82 p.

CLARK, C. W. 1974. Possible effects of schooling on the dynamics of the Pacific sardine. J. Cons. Int. Explor. Mer, 36(1):7-14

CLARK, COLIN. W., 1976. Mathematical bioeconomics: The optimal management of renewable resources. John Wiley & Sons, Inc, New York.

CONVENIO MEXICANO CUBANO DE COOPERACION CIENTIFICO}TECNICA (1975). I Informe de "Mero" y Camaron del Banco de Campeche. Centro Invest. Pesq. Cuba. Inst. Nal. Pesca. México. (S.I.C.). 73p

COSTELLO, T.J. Y D.M. ALLEN. 1970. Synopsis of biological data on the pink shrimp *Penaeus duorarum duorarum* Burkenroad, 1939. In: M. Mistakidis (ed.) Actas de la conferencia científica mundial sobre biología y cultivo de camarones y gambas. Cd. de México, 12-21 junio 1967. Vol. 4. Sinopsis de especies. FAO Fish. Rep. 57(4): 1499-1537.

CUSHING, D. H., 1975. Marine ecology and fisheries. Cambridge University Press, Cambridge, 278 p.

CHAVEZ, E.A. 1973. A study on a growth rate of brown shrimp (*Penaeus aztecus aztecus* Ives, 1891) from the coast of Veracruz and Tamaulipas, México. Gulf Res Rep. 4 (2): 278-299.

CHÁVEZ, E.A. 1994. Los recursos marinos de la Península de Yucatán. In: Yáñez-Arancibia, A. (ed.) Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Univ. Autón. Campeche. Epomex, Ser. Científ. 2: 1-12.

CHÁVEZ, E. A., 1996. Simulating fisheries for the assessment of optimum harvesting strategies. Naga ICLARM 19(2): 33-35.

DE LA CRUZ, D. 1988. Evaluación de la relación entre las características de los barcos de la flota camaronera de Cd. del Carmen y su producción . Tesis de Licenciatura. UAC. Fac. Cienc, 80 p.

De la ROSA-VELEZ, J; ESCOBAR, R; CORREA, F; FELIX, E. 1999. High allozyme variation and genetic similarity of two populations of commercial penaeids, *Penaeus brevis* (Kingsley) and *P. vannamei* (Boone), from the Gulf of California. Aquaculture Research. Vol. 30, no. 6, pp. 459-463.

De la ROSA-VELEZ, J; ESCOBAR-FERNANDEZ, R; CORREA, F; MAQUEDA – CORNEJO, M; DE LA TORRE-CUETO, J. 2000. Genetic structure of two comercial penaeids (*Penaeus californiensis* and *P. stylirostris*) from the Gulf of California, as revealed by allozyme variation. *Fishery Bulletin*. Vol. 98, no. 4 pp 674-683

DEL MONTE-LUNA, P., 1999. Comparación del desempeño de los modelos de biomasa dinámica: una aplicación a la pesquería del huachinango. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. CICIMAR. 70 p.

DÍAZ-JAIMES, P., BARBOSA-SALDAÑA, ML, Y URIBE-ALCOCER, M. 2006. Allozyme variation in eastern Pacific brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* populations. *Fish. Sci.*, 72:696-698

DOBKIN, S. 1961. Early developmental stages of pink shrimp, *Penaeus duorarum* from Florida waters. *Fish. Bull.* 190: 321-349.

DOI, T., 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras, Compendio para uso práctico. INP/SI: M 12, 95 p.

EFRON, B. 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling plans. *Soc. Ind. and Appl. Mathemat.* Philadelphia, Penn. 92 p.

EHRHARDT, N.M. Y C.M. LEGAULT. 1999. Pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum*, recruitment variability as an indicator of Florida Bay dynamics. *Estuaries* 22(2B): 471-483.

EVANS, J and D. L. OLSON. 1998. Introduction to simulation and risk analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 279 p.

EWALD, J.J. 1965. The laboratory rearing of pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Bull. Mar. Sci.* 15: 436-449.

FAO 1972. Reunión de consulta de la FAO sobre las existencias de camarones en el Caribe y regiones adyacentes. *FAO Fish. Rep.* 124, 61 p.

FAO, 1995. Precautionary Approach to capture fisheries and species introductions. *FAO Fisheries Technical Paper* 350 (1): 1-52

FUENTES, D; R. PORTUGAL, A. RODAS 1974. Listado de embarcaciones camaroneras en el Estado de Campeche. SIC/Subsecretaria de Pesca. INP/SI: 18

FUENTES, D. y R. PORTUGAL., 1974. Análisis del poder de pesca de la flota camaronera de Campeche, Camp. Instituto Nacional de la Pesca. INP/SI: i 19.

FUENTES, D. y R. PORTUGAL 1975. Poder de pesca de la flota camaronera de

Campeche, Camp. 1973.SIC/Subsecretaria de Pesca. INP/SI: i 38

FUENTES, D., R.G. CASTRO, L. SCHULTZ, T. PORTUGAL Y M. OROPEZA 1976. Pesquería de camarón de altamar en el Golfo de México. In: S. I. C./ Subsecretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca. Mem. Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones, del 8 al 13 de agosto de 1976, Guaymas, Son. México. Vol. Y: 187-212.

GARCÍA, E, 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. p. 217

GARCIA DEL REAL, R., 1990. Abundancia y distribución de las fases estuarinas del camarón rosado (*Farfantepenaeus*) duorarum Burkenroad, 1939, en el área de Puerto Real, Laguna de Términos, Campeche. Tesis Licenciatura Fac. de Ciencias, UNAM: 93 p

GARCIA, S. & S. LE RESTE. 1982. Ciclos vitales, dinámica, aprovechamiento y ordenación de camarones peneidos costeros. FAO. Doc. Tec. Pesca 203: 1-180.

GARCIA, S. 1984. A note on environmental aspects of penaeid shrimp biology and dynamics. In: J.A.Gulland y B.J. Rotthschild (eds.) Penaeid shrimps- their biology and management. Fishing News Books Limit.: 268-271.

GARCIA, S., 1985. Reproduction, stock assessment models and population parameters in exploited penaeid shrimp populations. In: Rothlisberg, P. C., B. J. Hill y D. J. Staples (Eds.). Second Australian National Praw Seminar, NPS2, Cleveland, Queensland, Australia: 139-158.

GARCIA, S. 1988. Tropical penaeid prawns. In: J. Gulland (ed.) Fish Population Dynamics (Second edition). John Wiley: 219-249.

GOMEZ, V., 1989. Análisis de las relaciones entre la población parental y el reclutamiento. Tesis de maestría. I.P.N. CICIMAR. 117 p

GLENN, A. H. AND ASSOCIATES, 1996. Meteorological Oceanographic Conditions Affecting the design and operation of Offshore Marine facilities, approximately 19°45' N, 92°05' W, Gulf of Campeche, offshore Mexico, 75 meter, chart depth. Meteorologists Oceanographers Engineers. New Orleans Lakefront airport. October 29. pp. 35.

GOBIERNO DEL ESTADO CAMPECHE, 1994. Ley Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Campeche, Campeche, Camp. p. 83

GONZALEZ-CASAS, A. 1992. Efecto de los factores ambientales sobre la producción de camarón rosado *Penaeus duorarum* Tesis Licenciatura, Fac. de Ciencias, UNAM: 60 p.

GOYARD, E; ARNAUD, S; VONAU,V; BISCHOFF,V; MOUCHEL,O; GOGUENHEIM,J; GORANT, C; PHAM, D. 2002. Assessment of genetic variability of *Penaeus stylo-rostris* available in New Caledonia. Ifremer, Thaiti (French Polynesia). 36 pp

GRACIA, A. y L. A. SOTO, 1986a. Condiciones de reclutamiento de las poblaciones de camarones peneidos en un sistema lagunar - marino tropical: Laguna de Términos-Banco de Campeche. In: A. Yáñez-Arancibia y D. Pauly (Eds.). IOC/FAO Workshop on Recruitment in Tropical Coastal Demersal Communities. IOC Workshop Report No. 44: 257-265

-----, 1986b. Estimación del tamaño de la población, crecimiento y mortalidad de los juveniles de *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) mediante marcado-recaptura en la Laguna de Chacahito, Campeche, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 13 (3): 217-230.

GRACIA, A., 1989a Ecología y Pesquería del Camarón Blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche, Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 127 pp.

GRACIA, A, 1989b. Relationship between environmental factors and white shrimp abundance in the southwestern Gulf of México, An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 16 (1), 1989, pp. 171-182.

GRACIA, A, 1989c. Impacto de la explotación de postlarvas sobre la pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767), An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 16 (2): 255-262.

GRACIA, A y SOTO-G., L.A., 1990. Population study of the penaeid shrimp of Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. An. Inst. Cienc. Mar. y Limnol., Univ. Nal. Autón. México, 17, 241-255.

GRACIA, A. 1991. Spawning Stock-Recruitment Relationships of White Shrimp in the Southwestern Gulf of México, Transactions of the American Fisheries Society, 120:519-527.

GRACIA, A. 1992. La Sobrepesca del Reclutamiento en las Pesquerías de Camarón. JAINA 3 (1): 3.

GRACIA, A. 1994. White shrimp (*Penaeus setiferus*) recruitment overfishing. In: A.J. Courtney y M.G.Cosgrove (eds.) Proceedings of the Workshop on Spawning Stock-Recruitment Relationships(SRRs) in Australian crustacean fisheries. Dept. Primary Indust., Queensland, Australia:5-6.

GRACIA, A. 1995. Impacto de la pesca artesanal sobre la producción del camarón rosado *Penaeus Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, 1939. Ciencias Marinas, México, 21(3): 343-359.

GRACIA, A. 1996. White shrimp (*Penaeus setiferus*) recruitment overfishing. *Mar. Freshwater Res.*47: 59-65.

GRACIA, A. 1997. Pesquería artesanal de camarón, p. 173-184. In: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C.Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Univ. Autón. Campeche, EPOMEX Ser. Cient. 7. 496.

GRACIA, A., A. VÁZQUEZ-BADER, F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ, L.E. SCHULTZ-RUIZ Y J.A. SÁNCHEZ, 1997. Ecología de camarones peneidos, p. 127-144. In: D Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. Epomex Serie Científica 7. 496

GRACIA, A. Y A.R. VÁZQUEZ-BADER. 1998. The effects of artisanal fisheries on penaeid shrimp stocks in the Gulf of Mexico. In: Funk,-F.; Quinn II,-T.J.; Heifetz,-J.; Ianelli,-J.N.; Powers,-J.E.; Schweigert,-J.F.; Sullivan,-P.J.; Zhang,-C.-I (eds). *Symp. on Fishery Stock Assessment Models*. Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-98-01. *American-Fisheries-Society* 15:977-998.

GRACIA, A. Y A.R. VÁZQUEZ-BADER. 1999. Shrimp fisheries in the South Gulf of Mexico: Present and future management alternatives. In: H. Kumpf, K. Steindinger y K. Sherman (eds.) *The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem. Assesment, sustainability, and management*: 205-224.

GRANADOS, G. J., J. M. ROBLES Y E. E. VILLANUEVA. 1972. Informe de datos oceanográficos del crucero VU/71-20 (cosma 71-20). Dirección General de Oceanografía Inst. Nal De la Pesca, S.I.C. y Sría. Marina, México. 84 pp.

GRIVEL PIÑA, F., 1969. Constantes Armónicas de 23 estaciones mareográficas instaladas en las costas de México. *An. Inst. Geof. Univ. Nal. Autón. México*, 14 (1028): 45-69.

GUTIÉRREZ – ESTRADA, M. Y A. GALAVIZ – SOLÍS, 1983. Morfología y sedimentos recientes de las Lagunas El Carmen, Pajonal y La Machona, Tabasco. México. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 10 (1):249-270.

GUTIÉRREZ, M., A. GALAVÍZ Y A. CASTRO, 1978. Fisiografía y sedimentos recientes de las Lagunas El Carmen y Machona, Tabasco, México. VI Congreso Nacional de Oceanografía. pp. 155

GUERRA, A. y J.L. SÁNCHEZ. 1998. Fundamentos de explotación de recursos vivos marinos. Ed. Acribia. Zaragoza –España.

GUITART, B. y M. QUINTANA. 1978. Estados de maduración gonadal en las

especies importantes del genero *Penaeus* en el Banco de Campeche. Rev. Cub. Inv. Pesq. Vol.3 No. (1.): 82-126

GUITART, B., y A. HONDARES. 1980. Rev. Cub. Inv. Pesq. Vol 5 (3)

GULLAND, J. A., 1969. Manual for methods for fish stock assessment. part 1. Fish population analysis. FAO. MAN. FISH. SCI., 4: 154 p.

GULLAND, J. A., 1983. Fish stock assessment : A manual of basic methods. FAO. Wilev Series on Food and Agriculture. Vol (1) : 1-220.

GUNTER, G. 1966. Principles of shrimp fishery management. Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst. 18: 99-106.

GUZMAN, H.,V. (1986). "Algunos aspectos de la dinámica poblacional del camarón rosado *Penaeus duorarum* Burkenroad (1939), del Banco de Campeche, durante tres temporadas de pesca (1975-1977). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. Tesis Profesional.

GUZMÁN DEL PROO, S. A, E .A. CHÁVEZ, F. M. ALATRISTE, S. DE LA CAMPA, G. DE LA CRUZ, L GÓMEZ, R. GUADARRAMA, S MILLE and D. TORRUCO. 1986. The impact of the Ixtoc – I oil spill on zooplankton. Journal of Plankton Research . Vol 8 no. 3 pp 557 – 581.

GUZMÁN DEL PRÓO, S.A., 1993. Desarrollo y perspectivas de la explotación de algas marinas en México. Ciencia Pesquera, Instituto Nacional. Pesca, Secretaría de Pesca (9): pp. 129-136.

HADDON, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC, 406 p.

HEDGECOCK, D; HUTCHINSON E S; LI G; SLYF, L; NELSON, K. 1989. Genetic and morphometric variation in the pacific sardine *sardinops-sagax-caerulea* comparisons and contrasts with historical data and with variability in the northern anchovy *Engraulis mordax*. Journal: Fishery Bulletin 87 ( 3 ): p 653-672

HEDGECOCK, D. 1994. Does variance in reproductive success limit effective population size of marine organisms? Pp. 122134. in A. Beaumont, ed. Genetics and evolution of aquatic organisms. Chapman and Hall, London.

HEDRICK, P. W 1999. Genetics of population . 2<sup>nd</sup> edition. Eds. Jones and Bartlett.

HERNANDEZ-FERREIRA, G. y J. A. GENIS-VARGAS, 1989. Variación Estacional de los parámetros poblacionales en las fases estuarinas de *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la región de la Laguna de Términos, Camdpeche, México. Tesis Prof. Esc. Nal. de estudios Profesionales Zaragoza, UNAM: 86 P.

- HERNÁNDEZ HERRERA, A., M. RAMÍREZ RODRÍGUEZ Y F. ARREGUIN SÁNCHEZ. 2000. Programa para PC "SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN PESQUERA BASADA EN EL MODELO DINÁMICO DE BIOMASA" (Simod v. 1.0), Departamento de Pesquerías y Biología Marina, CICIMAR IPN. (Registro: 03-2001-053116290000-01)
- HILBORN, R., and C. J. WALTERS. 1992. Quantitative Fish Stock Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and hall. New York. 569 pp.
- HILBORN, R., C. J. WALTERS and D. LUDWIG. 1995. Sustainable Exploitation of Renewable Resources . Annu. Rev. Ecol. Syst., 26: 45-67
- HILBORN, R., and M. MANGEL . 1997. The ecological detective . Confronting models with data. Princeton University Press. New jersey. 315pp.
- HILBURN, R. 2002. The dark side of reference points. Bulletin of Marine Science, 70(2):403-408.
- HILDEBRAND, H., H. 1954. A study of the fauna of the brawn shrimps (*Penaeus aztecus*, Ives) grounds in the Western Gulf of the Mexico. Inst. Mar. Sci. Vol. III No. 2.
- HILDEBRAND, H., H. 1955. A study of the fauna of the pink shrimp (*Penaeus duorarum*, Burkenroad) grounds in the Gulf of Campeche. Inst. Nal. Sci. 4 (1): 169-232.
- INEGI, 1982. Cartas hidrológicas de aguas superficiales (Frontera E 15-5 y Cd. del carmen E 15-6). Esc. 1:250,000.
- INEGI, 1997. Anuario estadístico del estado de Campeche. Edición 1997. Aguascalientes, Ags. pp.36-40, 45, 65
- INEGI, .Carta geologica E 15-6 1:250,000
- INEGI, . Carta de aguas superficiales E 15-6 1:250,000
- INEGI, .Carta de climas E 15-6 1:250,000
- INEGI, Carta de la península de Yucatán de efectos climáticos. E 15-6 1:250,000
- INEGI, Carta de la península de Yucatán de precipitaciones anuales. E 15-6 1:250,000
- INP 1999. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo 1997-1998 SEMARNAP. 710 p

INP 2000. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000 SEMARNAP.691 p

JONES, A.C. DIMITRIOU, D. E. EWALD, 1970. Distribution of early developmental stage of pink shrimp, *Penaeus duorarum* in Florida waters. Bull. Mar. Sci. 20: 634-61.

KAO, L; CHIU, T-S. 2005. The Population Structure of Grass Shrimp, *Penaeus monodon*, in Southwest Taiwan. Journal of the Fisheries Society of Taiwan. Vol. 32, no. 1, pp. 53-54

KAPESTKY, J. M. 1982. Consideraciones para la ordenación de las pesquerías de las lagunas y esteros costeros. FAO. Doc. Téc. Pesca 218: 1-49.

KLIMA, E.F., R.G. M. CASTRO, K.N. BAXTER, F. J. PATELLA y S. BRUNENMEISTER, 1987. Summary of cooperativa México-United States shrimp research program, 1978-1982. Mar. Fish. Rev., 49 (1): 21-30.

KLIMA, E.F., J.M. NANCE, E.X. MARTINEZ Y T. LEARY. 1990. Workshop on definition of shrimp recruitment overfishing. NOAA Tech. Memo. SEFC-NMFS-264, 21 p.

LARKIN, P. A., R. F. RALEIGH, y N.J. WILIMOVSKI, 1964. Some alternative premises for constructing theoretical reproduction curves. J. Fish. Res. Board. Can., 21(3): 477- 484

LERICHE-GUZMÁN, L.F. 1995. Isla del Carmen: La historia indecisa de un puerto exportador. El caso de la industria camaronera (1947-1982). Gobierno del Estado de Campeche, Univ. Autón. Del Carmen, Inst. de Cultura de Campeche, México, 226 p.

LINDNER, M.T. y H. C. COOK, 1970. Synopsis of biological data on the white shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767). FAO Fish. Rep., 4 (57): 1439-1469.

LOWE A., S. HARRIS AND P. ASHTON. 2004. Ecological genetics: designs, analysis and application

LUGO, J. H. Y C. CÓRDOBA, 1992. Atlas Nacional de México Geomorfología. Instituto de Geografía UNAM.

MAUL, G. A. 1977. Annual Cycle of The Gulf Loop Current. Part I : Observations During a One-Year Time Series. J. Mar. Res., 35 (1) 29-47 pp.

McMILLEN-JACKSON, AL; BERT, TM 2004. Genetic diversity in the mtDNA control region and population structure in the pink shrimp *Farfantepenaeus*

duorarum. J. Crust. Biol.. Vol. 24, no. 1, pp.101-109

MENDIZABAL, y O. D, L. SCHULTZ-RUIZ, J. SANCHEZ, I. AGUIRRE y M. OROPEZA, 1987. Estimación del rendimiento máximo sostenible del camarón café (*Penaeus aztecus*, Ives) capturado por la flota de Alvarado, Ver. durante el período 1974-1983. VII Congreso Nacional de Oceanografía. Ensenada, B.C. Vol. (II): 427-444.

MERRELL, W. J. Y A. M. VÁZQUEZ DE LA CERDA, 1983. Observations of changing mesoscale circulation patterns in the west Gulf of Mexico. Journal of Geophysics Research. 88 (C9). 7721-7723.

MILLERO, F. J. AND R. SOHN, 1992. Chemical Oceanography. CRS, Press Inc. USA 571 p.

MOLINARI, R. L., 1978. The relationship of the curl of the local wind stress to the circulation of The Cayman Sea and the Gulf of Mexico. Journal of Physical Oceanography. 8 (5): 780-784.

MOLINARI, L. R., J. MORRISON. 1988. The separation of the Yucatan Current from the Campeche Bank and the intrusion of the Loop Current In to the Gulf of Mexico. J. Geophys. Res. Vol. 93(c9) : 10645-10654 pp.

MONREAL-GÓMEZ, M.A. Y SALAS DE LEÓN, D.A. 1990. Simulación de la circulación de la Bahía de Campeche. Geofísica Internacional, 29 (2) : 101-111.

MOU SUE, L.L., 1985. Composición y distribución de la fauna de crustáceos decápodos planctónicos en el suroeste del Golfo de México. Tesis Prof. Fac. de Ciencias Univ. Nal. Autón. de México: 108 p.

NANCE, J.M. 1989. Stock assessment for brown, white and pink shrimp in the U.S. Gulf of Mexico, 1960-1987. NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFC-221, 65 p.

NANCE, J.M. 1992. Definition of overfishing and trend analysis for brown, white and pink shrimp. *In*: Proceedings of the Southeast Fisheries Science Center Shrimp Resources Review. NOAA Tech.Mem. NMFS-SEFSC-299: 118-122.

NANCE, J.M. Y S. NICHOLS. 1988. Stock assessment for brown, white and pink shrimp in the U.S. Gulf of Mexico, 1960-1986. NOAA Tech. Mem. SEFC-NMFS-203, 64 p.

NANCE, J.M., E.F. KLIMA Y T.E. CZAPLA. 1989. Gulf of Mexico shrimp stock assessment workshop. NOAA Tech. Mem. SEFC-NMFS-239, 41 p.

NAVARRETE-DEL PROO A., 1984. Parámetros biológicos y ecológicos del camarón rosado (*Penaeus duorarum* Burkenroad) y evaluación de la población en

el puerto de Campeche, Camp. de 1969-1978. Tesis profesional Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. 79 p.

NAVARRETE-DEL PROO, A., Y J. A. URIBE-MARTINEZ., 1993. Evaluación de la pesquería industrial de camarón de altamar del Puerto de Campeche, México, del periodo 1981 a 1990. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. de la Pesca. Sria de Pesca. México (9): 33-42 p.

NAVARRETE-DEL PROO, A., H. GARDUÑO. Y A. GRACIA., 1994. Estado actual de la pesquería de camarón en altamar del Golfo de México. In: Pesquerías Relevantes .Sria. de Pesca. Inst. Nal. de la Pesca. CD. Multimedia.

NOWLIN, W. D., 1972. Winter circulation patterns and property distribution. Contributions on the physical oceanography of the Gulf of Mexico. L.R. A. Capurro and J.L. Reid. Eds. Gulf Publ. Co. 3-15 pp.

NUÑEZ MARQUEZ, G., L. CASTRO. Y A. NAVARRETE., 1994. Análisis de los antecedentes de las medidas regulatorias de la explotación del recurso camarón en la zona de Campeche y Tabasco. Informe técnico. Crip. Carmen.

ORTEGA DEL VALLE, D., 1988. Efecto de algunos factores bióticos y abióticos sobre el reclutamiento de postlarvas epibénticas y juveniles de *Penaeus duorarum* en la Laguna de Términos, Camp. Tesis Licenciatura Fac. de Ciencias, UNAM: 60 p.

ORTEGA, M., 1992. Relación y características de las embarcaciones que operaron en el año de 1991 en los puertos de Campeche y Cd. del Carmen. Informe Técnico. I.N.P. CRIP CAMPECHE.

ORTEGA, M. y J. ITZA., 1992. Relación de cooperativas, barcos y características de las artes de pesca de la flota camaronera en el puerto de Campeche. Reporte Técnico. I.N.P. CRIP CAMPECHE.

PAULY, D., 1980. A selection of simple methods for the assessment in tropical fish stock. FAO. Fish. Circ. (729): 54 p.

PAULY, D., J. INGLES AND R. NEAL, 1984. Application to shrimp stock of objective methods for the estimation of vital statistics from length data. In: J.A. Gulland and B.J. Rothschild, (Eds) Penaeid shrimp: their biology and management. Fishing News Books LTD, Farnham, G.B.: 220-234.

PAULY, D., and A. YAÑEZ-ARANCIBIA. 1994. Fisheries in costal lagoons. Costal Lagoons Processes. p 377-399.

PHLEGER, F. B. Y A. AYALA – CASTAÑARES, 1971. Processes and History of Terminos Lagoon, Mexico. Am. Assoc. Petr. Geol. Bull., 55 (12):2130-2140 pp.

- PEMEX Exploración y Producción, RMNE, 1994. Publicación Anual. pp. 35-37
- PEREZ-FARFANTE, Y., 1969. Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. Fish. Bull., E.U.A. Fish & Wildlf. Ser., 67 (3) : 461-591.
- PÉREZ-VELÁZQUEZ, M. Y A. GRACIA. 2000. Fecundity of *Litopenaeus setiferus*, *Farfantepenaeus aztecus* and *F. duorarum*, in the Southwestern Gulf of Mexico. Gulf and Caribb. Res. 12: 1-9.
- PESQUERÍAS MEXICANAS, 1987: Estrategias para su administración Secretaría de Pesca. 1061 p.
- PICA-GRANADOS, Y., M. G. PONCE VÉLEZ Y M. E. BARRÓN ECHAURY, 1991. Oceanografía Geológica. Golfo de México y Mar Caribe Mexicano. In: Oceanografía de Mares Mexicanos. Guadalupe de la Lanza (Ed.). AGT Editor. S.A. México, D.F. pp. 3-30.
- PICA-GRANADOS, Y. Y R. PINEDA LÓPEZ, 1991. Oceanografía Física. Golfo de México y Mar Caribe Mexicano. In: Oceanografía de Mares Mexicanos. Guadalupe de la Lanza (Ed.). AGT Editor. S.A. México, D.F. pp. 31-77
- POFFENBERG, J.R., 1986. Economic Impacts of the Texas Closure. Southeast Fisheries Center. National Marine Fisheries Service. Miami, Florida. E.U.A.
- POLACHEK, T., R. HILBORN and A. E. PUNT. 1993. Fitting surplus production models: comparing methods and measuring Uncertainty. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 50:2597-2607.
- PRAGER, H. M. 1994. A suite of extensions to a nonequilibrium surplus production model. Fish. Bull., 92:374-389
- PRAGER, H.M. 2002. Comparison of logistic and generalized surplus-production models applied to swordfish, *Xiphias gladius*, in the north Atlantic Ocean. Fisheries Research 58:41-47
- PUNT, A. E., and R. HILBORN. 1996. Biomass Dynamic Model. User's manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 10. Rome, FAO. 62 pp
- R. VALLES-JIMENEZ, P. CRUZ and R. PEREZ-ENRIQUEZ. 2005. Population genetic structure of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from Mexico to Panama: Microsatellite DNA variation. Mar Biotechnol. 6, pp 475-484
- RICHARDS, L and JON T. SCHNUTE. 1998. Model complexity and catch-age analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 949-957
- RAISZ, E., 1959. Landforms of Mexico. (Mapa). Cambridge, Mass.

RAMOS-MIRANDA, J., D. FLORES-HERNÁNDEZ, P. SÁNCHEZ-GIL Y F. AGUILAR-SALAZAR. 1997. Estado actual del conocimiento de las corvinas en el sureste del Golfo de México. In: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.) Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. Univ. Autón. Campeche, EPOMEX Ser. Cient. 7: 249-275.

RAMOS MIRANDA, J. 2001. Les pêcheries de crevette blanche (*Litopenaeus setiferus* L.) de la côtesud du Golfe du Mexique: impacts de l'environnement et des stratégies de pêche. These de Doctorat de L'universite de Bretagne Occidentale, 225 p.

RAMOS-PAREDES, J y GRIJALVA-CHON, J.M. 2003. Allozyme genetic análisis in hatchery strains and wild blue shrimp, *Penaeus* (*Litopenaeus*) *stylirostris* (Stimpson) from the Gula of California. *Acuacultur Research*. Vol. 34 no.3 pp 221-234.

RAMIREZ-GRANADOS, R., y T. GUTIERREZ. 1960. Bases para el desarrollo pesquero el Sudeste. SIC/ DGPeIC/DEPTO TECNICO/OFICINA DE ESTUDIOS BIOLOGICOS. Trabajos de Divulgación Núm. 9

RAMIREZ-GRANADOS, R., 1963. Estudio preliminar sobre las poblaciones de camarones comerciales en la Sonda de Campeche. S.I.C/DGPeIC/ Inst. Nal. de Invest. Biológico-Pesqueras. Serie: Trabajos de Div. No. 65 Vol. VII .

RAMÍREZ, M., E.A. CHÁVEZ y F. AREGUÍN-SÁNCHEZ. 2000 Perspectiva del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, en la Sonda de Campeche, México. *Ciencias Marinas*. México, 26 (1): 97-112

RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M., and F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ. 2000. Growth of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) in Campeche Sound, México. *Crustaceana* 73 (10):1263-1272.

RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M. 2002. Impacto de las vedas en la pesquería del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* en la Sonda de Campeche. Tesis doctoral. CICIMAR, IPN. MEXICO 79 p.

RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M., and F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ. 2003. Spawning stock-recruitment relationships of pink shrm *Farfantepenaeus duorarum* in the southern Gulf of México. *Bulletin of Marine Science*

RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, M. Y. SANTOS-ORTEGA Y A. NAVARRETE-DEL PRÓO. 2005. Juvenile pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939): Length composition in three nursery areas in Campeche Sound, Gula of Mexico. *Crustaceana* 77(9): 1107-1116

RE, R., C. 1987. Estacionalidad de la reproducción de camarón blanco *Penaeus*

setiferus en la Sonda de Campeche. VII Congreso Nacional de Oceanografía del 27 al 31 de julio. Ensenada B.C.

RE, R., C. 1989. Madurez gonadal del camarón rosado *Penaeus duorarum* (Burkenroad, 1939), en la Sonda de Campeche. México. X Congreso Nacional de Zoología. UNAM. México.

RICKER, W. E., 1958. Hand boock of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canada., 119: 1-300.

RICKER, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canada , 191: 1- 367.

RODRIGUEZ DE LA CRUZ, C., 1988. Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías. Secretaría de Pesca.

ROSS, S. M., 1999. Simulación. 2a. edición. Prentice Hall. 282 p.

ROTHSCHILD, B.J. AND BRUNENMEISTER, S. 1984. The dynamics and management of shrimp in the North Gulf of México.. In: J.A. Gulland and B.J. Rothschiel (Eds) *Penaeid shrimp: their biology and management*. Fishing News Books LTD, Farnham, G.B.: 145-172.

SALAS-DE-LEÓN, D.A., M.A. MONREAL-GÓMEZ Y G. COLUNGA-ENRÍQUEZ. 1992. Hidrografía y circulacióngeostrófica en el sur de la Bahía de Campeche. *Geofísica Internacional* 31(3): 315-323.

SALES-GUTIÉRREZ, C., 1996. Apuntes económicos y sociales. Tercera edición.

SCHAEFER, M. B. 1954. Some aspects of the dynamic population important to the management of commercial marine fisheries. *Inter-American Trop. Tuna Comm. Bull.* 1(2): pp 25-56.

SCHAEFER, M. B. 1957. A study of the dynamic of the fisheries of Yellow Fish Tuna in the eastern tropical pacific ocean. *Inter-American Trop. Tuna Comm. Bull.* 2(6): pp245-285.

SANTIAGO, V., R. 1976. Tecnología de captura e industrial del camarón en el Estado de Campeche. In: S.I.C./ Subsecretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca. Mem. Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones, del 8 al 13 de agosto de 1976, Guaymas, Son. México. Vol. II : 519-535

SCHULTZ-RUIZ, L.E. y E.A. CHAVEZ, 1976. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del camarón blanco (*Penaeus setiferus* L.) del Golfo de Campeche, México. In: S.I.C./ Subsecretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca. Mem. Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones, del 8 al 13 de agosto de 1976, Guaymas, Son. México. Vol. I : 58-72.

SCHNUTE, J. 1977. Improved estimates from the Schaefer production model: theoretical considerations. *J. Fish. Res. Board Can.* 34:583-603

SEIJO, J. C.; DEFEO, O.; SALAS, S. 1997. Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. *Doc. Tec. de Pesca.* No. 368, Rome, FAO. 176 pp.

SEMARNAP. 1997. Anuarios Estadísticos de Pesca. SEMARNAP. México. 241pp.

SEMARNAP. 2000. Anuario Estadístico de Pesca 1999. SEMARNAP, México.

SEMARNAP, 1998. Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas de y zonas de veda para la captura de las especies de camarón en aguas marinas y de los sistemas estuarinos de jurisdicción federal, edl Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial*, 30 de abril 1998.

SEMARNAP, 1999. Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas de y zonas de veda para la captura de las especies de camarón en aguas marinas y de los sistemas estuarinos de jurisdicción federal, edl Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial*, 30 de abril 1999.

SEMARNAP, 1997. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (y disposiciones complementarias). Colección Porrúa, décima tercera edición actualizada, México D.F. p. 128.

SEMARNAP / Instituto Nacional de Ecología, 1996, Programa de áreas naturales protegidas de México 1995-2000. Primera edición. p. 138

SEMARNAP, 1997. Programa de Manejo del Area de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos", México, D.F. p. 167

SHAPIRO, B. 1983. Population dynamics of the pink shrimp (*Penaeus duorarum* Burkenroad) based upon the fishery of the Campeche Bank. M.Sc. Thesis, University of Miami, 50 pp.

SHAPIRO, B., 1982. SHERIDAN, P. F., F. J. PATELLA, Jr., N. BAXTER y A.D. EMILIANI, 1987. Movement of brown shrimp, *Penaeus aztecus*, and pink shrimp, *P. duorarum*, across the Texas-México border. *Mar. Fish. Rev.* 49 (1): 14-19.

SHERIDAN, P.F., R. CASTRO. 1990. Determining movement patterns in marine organisms: Comparison of method tested on Penaeid shrimp. *American Fisheries Society Symposium.* 7: 604-612.

SHERIDAN, P. 1992. Tortugas pink shrimp forecast. In: *Proceedings of the Southeast Fisheries Science Center Shrimp Resources Review.* NOAA Tech.Mem. NMFS-SEFSC-299: 134-136.

SHERIDAN, P. 1996. Forecasting the fishery for pink shrimp, *Penaeus duorarum*, on the Tortugas Grounds, Florida. Fish. Bull. 94: 743-755

SISTEMA DE CUENTAS NACIONAL. PRODUCTO INTERNO BRUTO POR ENTIDAD FEDERATIVA, 1993

SMITH, M.K., 1986. Investigación de pesquerías clandestinas y de las zonas y épocas de reproducción del camarón blanco en la zona de Cd. del Carmen. Informe de actividades, segundo semestre 1985, I.N.P. CRIP. Cd. del Carmen, Campeche. 19 p.

-----, 1988. Grado de conocimiento del recurso camarón del Golfo de México, una perspectiva en la ocasión del XXV Aniversario del I.N.P. Secretaría de Pesca.

SMITH , M. y J.T. ADDISON. 2003. Methods for stock assessment of crustacean fisheries. Fisheries Research 65: 231-256.

SOBERON-CHAVEZ, G., y A. YAÑEZ-ARANCIBIA. 1985. Control ecológico de peces demersales : Variabilidad Ambiental de la Zona Costera y su Influencia en la Producción natural de los Recursos Pesqueros. In: Recursos Pesqueros Potenciales de México . UNAM, PAUL, SEPESCA.

SOLANA-SANSORES, R., F. ARREGUIN SANCHEZ, R. CASTRO-MELENDZ y M. MEDELLIN. 1989. Exploración de técnicas multivariadas para su uso en el estudio de la dinámica poblacional de especies sujetas a explotación pesquera: el caso del camarón café (*Penaeus aztecus*, I. 1891) del noroeste del Golfo de México. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente. 28 (1 & 2). 245-252.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J. 1994. Mollusca de la Península de Yucatán. In: Yáñez-Arancibia, A. (ed.) Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Univ. Autón. Campeche. Epomex, Ser. Científ. 2:13-32.

SOLÍS-RAMÍREZ, M., F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ Y J.C. SEIJO. 1997. Pesquería de pulpo de la plataforma continental de Yucatán. In: Flores-Hernández, D., P..

SOTO, L.A., RODRÍGUEZ DE LA CRUZ M. C., RODRÍGUEZ-ALVARADO R., GRACIA A., SOTO F.J., ARREGUÍN F. Y CHÁVEZ E. 1982. Análisis del conocimiento científico - tecnológico nacional de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. Reunión Nacional sobre la investigación científico-pesquera, Cocoyoc, Morelos, México, 26-29 de Mayo 1982.

SOTO, L.A. Y A. GRACIA. 1987. Evaluación de los efectos de hidrocarburos fósiles sobre las poblaciones de camarón en el Banco de Campeche. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México 14 (2): 133-146.

SOTO, F., B. DELGADO. Y V. SOSA., 1992. Diagnóstico de la pesquería del recurso camarón en el Estado de Quintana Roo. Informe técnico. I.N.P. CRIP. PTO. MORELOS.

SPARRE, P., E. URSIN. and S. C. VANEMA. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. FAO. Fisheries Technical Paper. 306/1.

STURGES, W. AND J.C. EVANS. 1983. On the Variability of The Loop Current in the Gulf of Mexico. J. Mar. Res. 41 (4), 639-653 pp.

SUGAMA,K. HARYANTI., BENZIE, JAH and BALLMENT,E. 2002. Genetic variation and population structure of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*, in Indonesia. Aquaculture. Vol. 205 no.1-2 pp 37-48

SVERDRUP, H. U., M. W. JHONSON Y R. H. FLEMING, 1942. The Oceans: Their physics, chemistry and general biology. Prentice Hall, Inc. New York. pp. 1087

TABB, D.C., D.L. DUBROW Y A.E. JONES. 1962. Studies on the biology of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad, in Everglades National Park, Florida. Stat. Florida Bd. of Conservat.Tech. Ser. 37, 30 p.

TAIBO, A., 2002. Investigación de operaciones para los no matemáticos. Instituto Politécnico Nacional. México. 126 p.

TRUJEQUE, R., Y T. ALARCON., 1989. Tasas de crecimiento estacional de camarón rosado del Banco de Campeche durante el ciclo de pesca de 1978. Informe técnico. I.N.P. CRIP. CAMPECHE.

VAN LOPIK, J.R., K. H. DRUMMOND Y R.E. CONDREY. Draft Environmental Impact Statement and Fishery Management Plan for the Shrimp fishery of the Gulf of the Mexico,Unites States Waters. Gulf of Mexico Fishery Management Council. Tampa, Florida, E.U.A. 170 p.

VÁZQUEZ DE LA CERDA A. M. 1979. Circulación del Agua en el Suroeste del Golfo de México. Secretaria de Marina. Dirección General de Oceanografía. México. 26 pp.

VÁZQUEZ, G.F., 1996. Diagnóstico de la calidad ambiental de la zona costera del Sur del Golfo de México, en un área que comprende: la Sonda de Campeche, la zona costera de Atasta, la de Dos Bocas y el sistema lagunar de Tabasco, en los sitios en los que se localizan las plataformas petroleras y las chapopoterías naturales. Primer Informe parcial presentado a la Gerencia de la Región Marina Noreste, PEP. Ins. de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 255 p.

WAKIDA-KUSONI, A.T. 1996. Modelación del esfuerzo pesquero de la flota camaronera de Cd. del Carmen, campeche, México. Tesis de Maestría, Univ Autón. Baja California, Fac. Ciencias. Marinas, Inst. Inv. Oceanol., 46 p.

WALTERS, J. C. 1992. Perspectives on adaptive policy design in fisheries management. In: S. K. Jain and L. W. Botsford (eds) Applied Population Biology, 349-262. Kluwer Academic Publisher. Netherlands.

WALTER, G. G., 1978. A surplus yield model incorporating recruitment and applied to a stock of mackerel (*Scomber scombrus*). J. Fish. Res. Board Can. 35: 229-234.

WILLMANN, R., y S.M. GARCIA. 1986. Modelo bioeconómico para el análisis de pesquerías secuenciales artesanales e industriales de camarón tropical. FAO. Documento Técnico de Pesca. 270.

Yañez – Arancibia, A. y P. Sánchez – Gil, 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del Sur del Golfo de México. Caracterización Ambiental, Ecología y Evaluación de las Especies, Poblaciones y Comunidades. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México Publ. Esp. Vol. 1, 9:220.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. Y SÁNCHEZ-GIL P. 1988. Caracterización ambiental de la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos. In: A. Yañez-Arancibia y J.W. Day, Jr. (eds.) Ecología de los ecosistemas costeros en el Sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. Instituto Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Coastal Ecology Institute, Louisiana State University: 41-50.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A Y J.W. DAY. 1988. Ecological characterization of Terminos Lagoon, a tropical Lagoon-Estuarine system in the Southern Gulf of Mexico. In: A. Yañez-Arancibia y J.W. Day Jr. (eds) Ecología de los ecosistemas costeros en el Sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del Mar y Limn. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU: 1-26

YÁÑEZ – ARANCIBIA, A., A. L. LARA – DOMÍNGUEZ, P. SÁNCHEZ – GIL, J. L. ROJAS – GALAVIZ, H. ALVAREZ – GUILLÉN, G. SOBERÓN – CHAVÉZ, J. W. DAY Jr., 1988. Dinámica de las comunidades neotónicas costeras en el Sur del Golfo de México. Cap. 19: 357-386. In Yañez – Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (ed.) Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria. México D.F.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., A.L. LARA-DOMINGUEZ, P. SANCHEZ-GIL Y H. ALVAREZ-GUILLEN. 1988. Evaluación ecológica de las comunidades de peces en

la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche. In: A. Yáñez-Arancibia y J.W. Day Jr. (eds) Ecología de los ecosistemas costeros en el Sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del Mar y Limn. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU:323-353

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., A.L. LARA-DOMÍNGUEZ, P. SÁNCHEZ-GIL, J.L. ROJAS-GALAVIZ, D. FLORES-HERNÁNDEZ, F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ, J. RAMOS-MIRANDA Y J. SÁNCHEZ-CHÁVEZ. 1994b. Ecología y recursos pesqueros en el sur del Golfo de México. In: A. Yáñez-Arancibia (ed.) Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Univ. Autón. Campeche. Epomex, Ser. Científ. 2: 111-132.