

# BAC

## Centros de Actividad Biológica del Pacífico mexicano

Editado por:

D. Lluch-Belda, J. Elourduy-Garay,  
S.E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz



CENTRO DE INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.



CICIMAR



CONACYT

# B A C

**Centros de Actividad Biológica  
del Pacífico mexicano**

**D. Lluch-Belda, J. Elorduy-Garay,  
S.E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz**

*Editores*



Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Diseño gráfico: Edgar Yuen Sánchez.

Cuidado de la edición: Edgar Yuen Sánchez, Daniel Lluch Belda, Juan F. Elorduy Garay, Salvador E. Lluch Cota y Germán Ponce Díaz.

Diseño de portada: Gerardo Rafael Hernández García.

Cuidado de la impresión: Margarito Rodríguez Alvarez, Santiago Rodríguez Alvarez y Rubén Andrade Velázquez.

#### **Clasificación del Congreso de los E.E.U.U.**

QH 541.5.S32B 2000

BAC: Centros de Actividad Biológica del Pacífico mexicano / Editado por D. Lluch-Belda, J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz.-- México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2000. ISBN 970-18-6285-6

1. Ecología marina. 2. Oceanografía biológica. 3. Productividad marina.

D.R. © 2000

Derechos reservados conforme a la ley

Primera edición

Impreso y hecho en México

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método electrónico o mecánico sin el consentimiento por escrito de los editores.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) por su apoyo para la edición e impresión del presente volumen.

Al personal del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas que participó en la realización de esta obra.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) quien proporcionó el apoyo financiero a través del Proyecto R29374B.

Al Instituto Interamericano para el Estudio del Cambio Global (IAI), a través de la US National Science Foundation (NSF) por su apoyo en la realización de los talleres de trabajo que dieron origen a esta iniciativa (Ref. ATM-9530224).

Al Ing. Edgar Yuen Sánchez (Subdirección de Informática del CIBNOR), por su intensa participación en el diseño gráfico y cuidado de la edición, sin la cual esta obra no se hubiese podido realizar.

Al Ing. Margarito Rodríguez Alvarez, Santiago Rodríguez Alvarez y Rubén Andrade Velázquez (Taller de Impresiones del CIBNOR), por el cuidado en la impresión. A Gerardo Hernández García (Diseño Gráfico del CIBNOR) por el diseño de la portada. Finalmente, a la Lic. Ana María Talamantes Cota (Biblioteca del CIBNOR) por la clasificación del libro.

## CONTENIDO

CAPÍTULO 1 CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y CENTROS DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA <i>Mario Martínez-García &amp; Daniel Lluch-Belda</i>	1
CAPÍTULO 2 MODELACIÓN DE FLUJOS DE BIOMASA EN CENTROS DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA <i>Francisco Arreguín-Sánchez</i>	13
CAPÍTULO 3 POSIBILIDADES PARA EL MONITOREO AMBIENTAL Y BIOLÓGICO EN BAC MEXICANOS COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y MITIGACIÓN DE FLORACIONES ALGALES NOCIVAS <i>Arturo P. Sierra-Beltrán</i>	29
CAPÍTULO 4 CENTROS DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA <i>Daniel Lluch-Belda</i>	49
CAPÍTULO 5 EL CENTRO DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LA BAHÍA DE SEBASTIÁN VIZCAÍNO, UNA PRIMERA APROXIMACIÓN <i>Martín E. Hernández-Rivas, Sylvia Patricia Jiménez-Rosenberg, René          Funes-Rodríguez &amp; Ricardo J. Saldierna-Martínez</i>	65
CAPÍTULO 6 EXPLORACIÓN DE LA CAPACIDAD PREDICTIVA DE LOS BAC EN ESPACIO Y TIEMPO: PUNTA EUGENIA Y EL SUR DE CALIFORNIA <i>Ehecatl Manuel Muñoz-Mejía, Salvador E. Lluch-Cota, Doménico          Voltolina &amp; María Verónica Morales-Zárate</i>	87
CAPÍTULO 7 COMPARACIÓN ENTRE ZONAS DE ALTA ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA: PUNTA EUGENIA Y PUNTA BAJA <i>María Verónica Morales-Zárate, Salvador E. Lluch-Cota, Doménico          Voltolina &amp; Ehecatl Manuel Muñoz-Mejía</i>	99
CAPÍTULO 8 ASPECTOS DE LA GEOQUÍMICA DEL MATERIAL ORGÁNICO EN EL BAC DEL GOLFO DE ULLOA, B.C.S. <i>Sergio Aguñiiga</i>	111

CAPÍTULO 9	
COMPOSICIÓN Y DINÁMICA DEL FITOPLANCTON EN EL BAC DE BAHÍA MAGDALENA, B.C.S.	125
<i>Aída Martínez-López &amp; Gerardo Verdugo-Díaz</i>	
CAPÍTULO 10	
DINÁMICA DEL FITOPLANCTON EN EL SISTEMA LAGUNAR MAGDALENA- ALMEJAS	143
<i>Ismael Gárate-Lizárraga, David A. Siqueiros-Beltrones, Gerardo Verdugo-Díaz &amp; Rafael Guerrero-Caballero</i>	
CAPÍTULO 11	
FLORA FICOLÓGICA DEL BAC DE PUNTA EUGENIA	157
<i>Margarita Casas-Valdez</i>	
CAPÍTULO 12	
VARIABILIDAD INTERANUAL DEL ZOOPLANCTON EN DOS CENTROS DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL NOROESTE MEXICANO: RESPUESTA DE LA POBLACIÓN DE <i>Calanus pacificus</i> AL CAMBIO AMBIENTAL	165
<i>Sergio Hernández-Trujillo</i>	
CAPÍTULO 13	
COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL ICTIOPLANCTON DEL GOLFO DE ULLOA, BAJA CALIFORNIA SUR, UN CENTRO DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA	185
<i>René Funes-Rodríguez, Martín E. Hernández-Rivas, Ricardo J. Saldierna-Martínez, Alejandro T. Hinojosa-Medina, Raymundo Avendaño-Ibarra &amp; Sylvia P. Adelheid Jiménez-Rosenberg</i>	
CAPÍTULO 14	
BAC VERSUS ÁREAS ADYACENTES: UNA COMPARACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS A PARTIR DEL COASTAL ZONE COLOR SCANNER (CZCS)	199
<i>Daniel B. Lluch-Cota &amp; Georgina Teniza-Guillén</i>	
CAPÍTULO 15	
LAS POBLACIONES DE ALMEJA CATARINA <i>Argopecten ventricosus</i> EN EL CENTRO DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE BAHÍA MAGDALENA, MÉXICO	219
<i>Alfonso N. Maeda-Martínez, María Teresa Sicard, Liliana Carvalho, Salvador E. Lluch-Cota &amp; Daniel B. Lluch-Cota</i>	
CAPÍTULO 16	
ANÁLISIS DE TRES VARIABLES OCEANOGRÁFICAS EN LA REGIÓN DE GUAYMAS, SONORA, MÉXICO	229
<i>Juana López-Martínez, Manuel O. Nevárez-Martínez, Armando Leyva-Contreras &amp; Osvaldo Sánchez</i>	

CAPÍTULO 17	
<b>SOBRE LA IMPORTANCIA DE CONSIDERAR LA EXISTENCIA DE CENTROS DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA PARA LA REGIONALIZACIÓN DEL OCÉANO: EL CASO DEL GOLFO DE CALIFORNIA</b>	255
<i>Salvador E. Lluch-Cota &amp; Juan Pedro Arias-Aréchiga</i>	
CAPÍTULO 18	
<b>VARIACIONES DE LOS VOLÚMENES ZOOPLANCTÓNICOS EN EL CENTRO DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL GOLFO DE CALIFORNIA</b>	265
<i>Alfonso Esquivel-Herrera, Gabriela Ma. Esqueda-Escárcega &amp; Sergio Hernández-Trujillo</i>	
CAPÍTULO 19	
<b>COMUNIDADES DE SIFONÓFOROS (CNIDARIA) EN EL CENTRO DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL GOLFO DE CALIFORNIA</b>	277
<i>Alfonso Esquivel-Herrera</i>	
CAPÍTULO 20	
<b>LA PESQUERÍA DE CAMARÓN DE ALTAMAR EN SONORA</b>	301
<i>Juana López-Martínez, Enrique Morales-Bojorques, Fausto Paredes-Mallon, Daniel Lluch-Belda &amp; Celio Cervantes-Valle</i>	
CAPÍTULO 21	
<b>LA PESQUERÍA DE CALAMAR GIGANTE EN BAJA CALIFORNIA SUR: INTERACCIÓN ENTRE FLUCTUACIONES DEL RECURSO, INDUSTRIA PROCESADORA, ECONOMÍA Y SOCIEDAD</b>	313
<i>Saúl Sánchez-Hernández, Germán Ponce-Díaz &amp; Sergio Hernández-Vázquez</i>	
CAPÍTULO 22	
<b>EL GOLFO DE TEHUANTEPEC COMO UN CENTRO DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y SU IMPORTANCIA EN LAS PESQUERÍAS</b>	335
<i>Sofía Ortega-García, José Angel Trigueros-Salmerón, Rubén Rodríguez-Sánchez, Salvador Lluch-Cota &amp; Héctor Villalobos</i>	
<b>RECAPITULACIÓN</b>	357
<i>Daniel Lluch-Belda, Juan F. Elorduy-Garay, Salvador E. Lluch-Cota &amp; Germán Ponce-Díaz</i>	

## PRÓLOGO

*Prof. W.S. Wooster*

School of Marine Affairs, University of Washington

The studies compiled in this volume concern a concept that arose out of international discussions in La Paz, B.C.S., Mexico, concerning variations in the abundance and distribution of small pelagic fishes and their possible relation to changes in the physical environment. Of particular interest were species of sardine and anchovy that are common to eastern boundary currents, such as those of California and Mexico, Peru, and southwest Africa, where they are nourished by the high productivity associated with the upwelling of plant nutrients.

Even in these generally productive regions, there are smaller areas where biological activity is particularly high. These areas appear to be fixed in space, tied to coastal features, and tend to show little seasonal variation in their level of productivity. They are often the locus of spawning of small pelagics and other species and of fisheries related to the aggregations of commercial species. They have been dubbed "Biological Action Centers" or BAC.

Because of their characteristics, BAC are likely to be good places to study interactions between ecosystem and climate variations and to examine the mechanisms of such interactions. It has also been proposed that they offer an opportunity to optimize monitoring of ecosystem changes, analogous to checking blood pressure and pulse as indices of human health.

The possibility of improving the efficiency of living marine resource monitoring by concentrating observations in these small areas of high biological activity was attractive to the Living Marine Resource Panel of the Global Ocean Observing System, an international program being developed by the Intergovernmental Oceanographic Commission and other international agencies. That Panel proposed a pilot study to investigate BAC and their ecosystem role, to identify existing BAC, to determine the extent to which observations in BAC could be extrapolated to surrounding areas, and to investigate the extent to which BAC provide an indication of climate change.

Under the sponsorship of Instituto Interamericano para la Investigacion del Cambio Global (IAI), several workshops were organized to explore these ideas. The papers in the present volume resulted from the first Mexican workshop on the subject. They cover a wide variety of topics based on observations in the BAC off the west coast of Mexico and in the Gulf of California and provide support for the concepts and useful suggestions for further research arising from present knowledge of the areas.

The importance of this collection of papers goes well beyond its regional focus. Not only should the approach of using indicator locations contribute to the development of efficient global monitoring of living marine resources, but it should also lead to improved understanding of interactions between climate and ecosystem variations elsewhere in the world ocean.



Los estudios compilados en este volumen tocan un concepto que nació de las discusiones a nivel internacional realizadas en La Paz, B.C.S., México, concernientes a las variaciones en la abundancia y distribución de peces pelágicos menores y su posible relación con los cambios en el ambiente físico. Fueron de interés particular las especies de sardina y anchoveta comunes a las corrientes con frontera al este, tales como las de California y México, Perú y Suroeste de África, donde son alimentadas por la gran productividad asociada con las surgencias de nutrientes de plantas.

Incluso en estas regiones generalmente productivas, existen áreas menores donde la actividad biológica es particularmente elevada. Estas áreas parecen estar fijas en el espacio, ligadas a características de la costa, y tienden a mostrar poca variación estacional en su nivel de productividad. A menudo son el lugar de desove de pelágicos menores y otras especies y de pesquerías relacionadas con las agregaciones de especies comerciales. Han sido denominadas "Centros de Actividad Biológica" o BAC (por sus siglas en inglés).

Debido a sus características, es probable que los BAC sean buenos lugares para el estudio de las interacciones entre el ecosistema y las variaciones climáticas y para examinar los mecanismos de tales interacciones. También se ha propuesto que ofrecen la oportunidad de optimizar el monitoreo de los cambios del ecosistema, de forma análoga a como se verifican la presión sanguínea y el pulso en cuanto a la salud humana.

La posibilidad de mejorar la eficiencia del monitoreo de recursos marinos vivos concentrando las observaciones en estas pequeñas áreas de elevada actividad biológica fue atractiva para el Panel de Recursos Marinos Vivos del Sistema de Observación Global de los Océanos (LMR-GOOS), un programa internacional que está siendo desarrollado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (IOC) y otras agencias internacionales. Dicho Panel propuso un estudio piloto para investigar los BAC y el papel de sus ecosistemas, para identificar los BAC existentes, para determinar en qué grado las observaciones en los BAC podrían ser extrapoladas a las áreas circundantes, y para investigar en qué grado los BAC proporcionan una indicación del cambio climático.

Se organizaron varias reuniones de trabajo, con el patrocinio del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), para explorar estas ideas. Los artículos del presente volumen son el resultado de la primera reunión mexicana sobre el tema. Cubren una amplia variedad de tópicos basados en observaciones en los BAC de la costa oeste de México y en el Golfo de California, y proporcionan bases para los conceptos y sugerencias útiles para investigaciones futuras que nazcan del conocimiento actual de tales áreas.

La importancia de esta colección de artículos va mucho más allá de su enfoque regional. No sólo la aproximación de utilizar localidades indicadoras contribuirá al desarrollo de monitoreos globales de los recursos marinos vivos eficientes, sino también deberá conducir a una mejor comprensión de las interacciones entre el clima y las variaciones del ecosistema en cualquier otro lugar del océano mundial.

# 20

## LA PESQUERÍA DE CAMARÓN DE ALTAMAR EN SONORA

*Juana López-Martínez<sup>1</sup>, Enrique Morales-Bojorques<sup>2</sup>, Fausto Paredes-Mallon<sup>1</sup>, Daniel Lluch-Belda<sup>3</sup> & Celio Cervantes-Valle<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Guaymas Apdo. Postal 349 Guaymas, Sonora, México. 85460. E-mail: jlopez@cibnor.mx <sup>2</sup>Centro Regional de Investigación Pesquera La Paz. Carretera a Pichilingue Km 1 La Paz, B.C.S, México. 23020. <sup>3</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Apdo. Postal 128 La Paz, B.C.S., México. 23000. <sup>4</sup>Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas. Calle 20 Sur domicilio conocido. Guaymas, Sonora. 85430.

### RESUMEN

Se efectúa una breve revisión del desarrollo de la pesquería de camarón de altamar en el litoral sonorense. Dicha revisión contempla origen, regulación y tendencia de la captura y el esfuerzo en el periodo de 1939 a 1997. Se observó que esta pesquería ha mostrado desde sus inicios una alta variabilidad interanual en las capturas, no explicada totalmente por el esfuerzo pesquero, y que pudiera tener relación con la rápida respuesta de estos organismos al medio ambiente imperante.

**Palabras clave:** Camarón, Esfuerzo, Captura, Sonora.

### ABSTRACT

A brief revision of the development of the open sea shrimp fishery at the Sonora coast is made. This takes into account the origin, regulation, and tendency of the catch and effort in the period from 1939 to 1997. This fishery has shown a high interannual variability of catches from its beginnings. This variability it is not fully explained by the fishing effort, and so it could have some relation with the rapid response of these organisms to the prevailing environment.

**Key words:** Shrimp, Effort, Catch, Sonora.

## INTRODUCCIÓN

El camarón es uno de los recursos pesqueros más ampliamente explotados a nivel internacional, proporcionando una fuente considerable de divisas y generando empleos para un sector muy importante de la población pesquera.

Actualmente, México se encuentra entre los diez productores más relevantes en cuanto a las capturas de este crustáceo. En 1995, el 24% del camarón que importó Estados Unidos de América provino de México, que tiene además una alta demanda, hecho que se ve reflejado en el monto de las divisas que durante 1993, 1994 y 1995 ingresaron al país provenientes de su venta (224,005; 267,155 y 393,958 miles de dólares respectivamente) que supusieron entre 60 y 70% del total de ingresos al país provenientes de la pesca (Anónimo, 1995).

A nivel nacional, los volúmenes anuales de captura ascienden a cerca de 70,000 toneladas en el Pacífico mexicano actualmente oscilan alrededor de 50,000 toneladas, siendo los estados de Sonora y Sinaloa los que aportan la mayor parte de esta captura (75%) y en menor proporción, Oaxaca y Chiapas (Rodríguez de la Cruz & Chávez-Ortíz, 1994). Este considerable aporte a las capturas de Sonora y Sinaloa es debido, principalmente, al gran número de lagunas y áreas arrastrables en la plataforma continental (Magallón-Barajas, 1987).

En el litoral sonorense son muchos los trabajos efectuados alrededor de este recurso, tales como análisis de distribución batimétrica y reclutamiento (Valverde, 1986), distribución de tallas (Montemayor, 1986), madurez gonádica (Méndez-Tenorio, 1986), captura y esfuerzo en aguas interiores (Márquez-Tiburcio, 1976), análisis bioeconómico (Alonso-Alemán, 1989), biológico-pesqueros (García de Quevedo, 1990; Ross 1988), entre otros; todos ellos caracterizados por ser trabajos puntuales y de regiones y periodos de estudio cortos, además de ser documentos poco accesibles. Actualmente no existe ningún estudio descriptivo del desarrollo de la pesquería de altamar en Sonora, su composición y estructura; salvo el desarrollado por Magallón-Barajas en 1987, que describe la pesquería de camarón en el Pacífico mexicano. Por lo anterior, este trabajo hace una descripción del desarrollo de la pesquería de camarón en el litoral sonorense, sus métodos y artes de pesca, así como sus medidas regulatorias, con la finalidad de servir de base para futuras investigaciones alrededor de este recurso.

### Desarrollo histórico

Los primeros pobladores asentados en la ciudad de Guaymas, Sonora, se dedicaron a la pesca de diversos recursos, entre ellos el camarón, con embarcaciones de madera menores de 5 m y sin motor; siendo la economía de la región altamente dependiente de este recurso. El camarón azul, *Litopenaeus stylirostris*, fue la especie objeto de búsqueda, los pueblos Yaquis los principales usuarios del recurso. Su pesca se desarrolló en todas las lagunas del sur de Sonora, principalmente con atarraya de hilo. No existía un proceso de

industrialización del producto, y éste se destina principalmente al consumo local.

No fue sino hasta la década de 1920 que se incorporaron embarcaciones mayores a la pesca de camarón, dando inicio la pesca en altamar. De ahí en adelante se habla de dos pesquerías de camarón bien diferenciadas, altamar y ribereña, que están separadas tanto por áreas, artes y métodos de pesca, como por especies que se capturan, cada una con sus propios mecanismos de regulación.

### Pesca de altamar

La pesca de camarón de altamar en Sonora, junto con la de Sinaloa, incorpora la mayor flota pesquera del Pacífico mexicano. La pesquería se inició en Guaymas en 1921 con dos barcos de Estados Unidos (Ferreira, 1965). Durante los años 1930 operaron dentro del Golfo de California y en todo el Pacífico mexicano embarcaciones japonesas, las cuales establecieron las principales áreas de pesca (Magallón-Barajas 1987), que esencialmente se mantienen en la actualidad, salvo ligeras modificaciones (Fig. 1). En ese mismo periodo se incorporaron a la pesquería 17 barcos sardineros de Baja California, modificados a arrastreros, dando inicio a la pesquería de altamar de la flota mexicana. Las embarcaciones que se usaron fueron barcos de 15 m (40-50 pies) de eslora con motor fuera de borda de 75-80 caballos de fuerza y una autonomía de 6 días, debido principalmente a la falta de un sistema de refrigeración adecuado, además de la poca capacidad de combustible (alrededor de 8,000 l).

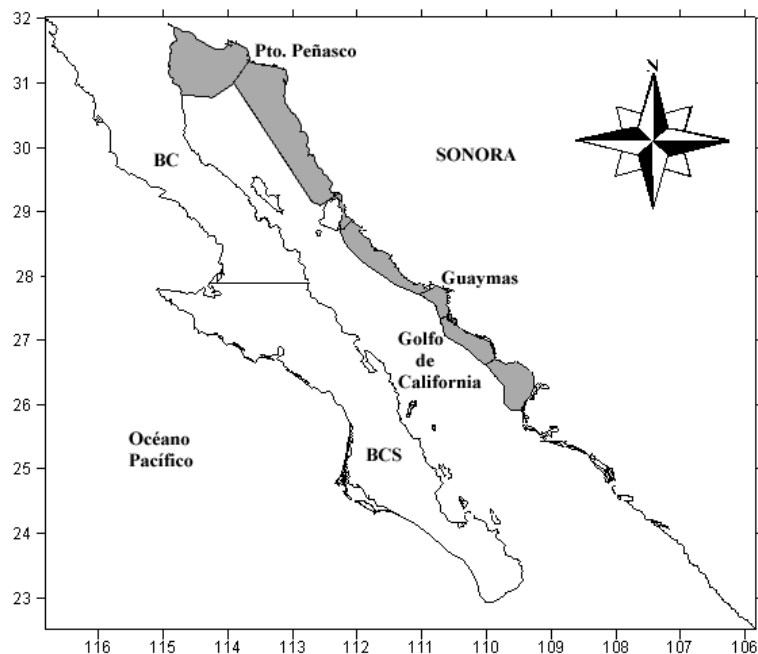


Figura 1. Zonas de pesca de la flota camaronera de Sonora.

El tipo de pesca que se desarrolló desde los inicios de esta pesquería fue pesca de arrastre, que actualmente sigue utilizándose, cambiando principalmente las características de las redes y la potencia de los barcos. Las principales áreas de pesca eran las costas de las lagunas del sur de Sonora (Lobos, Tobari, Yavaros); y la especie *L. stylirostris*, debido básicamente a la demanda del producto en el mercado estadounidense.

Durante las décadas de 1930 y 1940 las embarcaciones operaron con una sola red trabajando en popa, con luz de malla en cuerpo y alas de 4.1 cm (1 5/8") y no fue sino hasta los años 1950 en que se incorporaron dos redes, una por banda. Durante la década de los 1950 se dan dos hechos muy importantes para el desarrollo de la pesquería: la instalación de siete plantas maquiladoras de camarón, en las ciudades de Guaymas y Puerto Peñasco, y un gran impulso a la incorporación de barcos a la flota camaronera, llegando a alcanzar hasta 450 embarcaciones registradas en Guaymas en 1975. Estos dos hechos marcan la pauta para el desarrollo acelerado de la pesquería que se observó posteriormente.

Durante los años 1970 se inició, en forma dirigida, la captura de camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (si bien el camarón café se pescaba desde los inicios de la pesquería, no era objeto preferencial de búsqueda) en respuesta a la diversificación del mercado con la incorporación de Japón a los principales compradores. Este hecho permitió a los pescadores mexicanos diversificar sus capturas; de solamente camarón azul en tallas grandes (categorías U-10, U-12; o sea 10 a 12 camarones por libra y en marquetas de 5 libras), a camarón café en tallas medianas (16-20 camarones por libra y marquetas de 2 kg). Este hecho permitió que las capturas se mantuvieran alrededor de las 5,000 toneladas; y, actualmente, el camarón café aporta el 70-80% de las capturas provenientes de altamar.

Los puertos de desembarco de camarón en Sonora son Guaymas, Puerto Peñasco, San Felipe, Santa Clara y Yavaros. Los dos primeros son los que registran la mayor parte de las capturas :72% y 19%, respectivamente (Fig. 2).

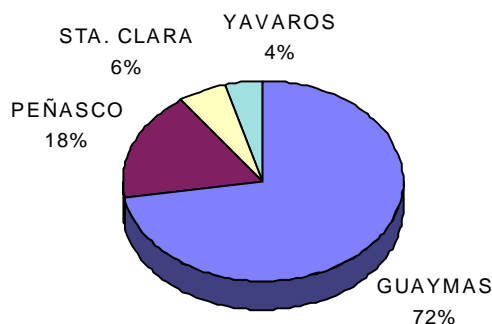


Figura 2. Puertos de descarga de camarón de la pesquería de altamar de Sonora.

## **Medidas regulatorias**

En México el organismo encargado de evaluar el estado de salud de los recursos, así como de formular y proponer los mecanismos regulatorios y normativos para las diversas pesquerías del país, es el Instituto Nacional de la Pesca (INP), perteneciente a la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). El INP propone las medidas regulatorias con base en los análisis biológicos del recurso, y la Dirección de Administración de Pesquerías se encarga de ver que dichas medidas se ejecuten. Inicialmente, la pesquería de camarón se reguló mediante vedas geográficas y temporales; la primera de ellas en 1939 (Rodríguez-de-la-Cruz, 1976). Las primeras tenían como objetivo mantener sitios de reserva, que sirvieran de proveedores al resto de las áreas de pesca. Dichos sitios fueron el delta del Río Colorado, el Canal del Infiernillo y la Laguna de Agiabampo (Magallón-Barajas, 1987). Por otra parte, las vedas temporales cumplían dos objetivos: las vedas de bahías y lagunas costeras tenían, y siguen teniendo, la función de proteger el reclutamiento (debido al comportamiento de las diversas especies de camarón, que pasan una parte de su ciclo biológico en ellas), y las vedas de altamar que tienen la función de proteger los periodos de reproducción masiva. El inicio y final de estas vedas ha estado cambiando; en 1987 fueron de julio a septiembre y actualmente de abril a agosto-septiembre, dependiendo de los resultados de los muestreos biológicos efectuados por el Instituto Nacional de la Pesca en los periodos de veda.

Debido a la carrera por el mar (fenómeno que se ha observado en todas las pesquerías), con la finalidad de hacer más eficiente la pesca, durante el periodo de 1960 a 1970 se observó una reducción en el tamaño de la luz de malla de las redes, hecho que puso en peligro a los reproductores y reclutas potenciales. En respuesta, se efectuaron análisis de selectividad de las artes (Lluch-Belda, 1977), que condujeron a que en 1977 se reglamentara el tamaño de luz de malla de las redes: de 5.67 cm (2") en el cuerpo de la red y alas y 4.4 cm (1") en el copo (Magallón-Barajas, 1987). Sin embargo, dicha medida no fue suficiente y alrededor de los años 1980 entró en función la regulación del esfuerzo pesquero limitando el incremento de la flota camaronera (Chavéz-Ortíz com. pers.). Esta medida originó una carrera por aumentar el poder de pesca de los barcos, haciendo más eficientes las embarcaciones para la pesca, mediante la incorporación de motores más potentes (200-250 caballos de fuerza), diversos tipos de redes (la mixta, la balón y la fantasma), y sistemas de refrigeración. Todos ellos dando una mayor autonomía a las embarcaciones, y extendiendo por lo tanto la duración del viaje de pesca hasta los 20 días.

Posteriormente, se prohibió la pesca con la red de arrastre tipo chango usada en bahías, con la finalidad de proteger el reclutamiento, y después se reglamentó la extracción de postlarvas y reproductores para apoyo a la acuicultura. En 1993, quedaron asentados los mecanismos de regulación del aprovechamiento de las especies de camarón de aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos (Diario Oficial de la Federación, 14 de septiembre de 1993) donde se concentran todas las medidas de regulación existentes hasta ese momento,

incluyendo: tipo de redes, luz de malla, profundidades de pesca y medidas de control para la extracción de reproductores y de poslarvas para apoyo a la acuicultura. Finalmente, en la temporada 1995-1996, se introdujeron los excluidores de tortugas en las redes; y en 1997, se permitió la pesca con chinchorro de línea en ribera.

### **Fundamentos de las medidas regulatorias**

La administración de la pesquería de altamar se sustenta, técnicamente, en el mantenimiento adecuado del tamaño del stock reproductor; lo cual implica la explotación de la producción excedente, consecuencia de la reproducción, crecimiento y reclutamiento durante el periodo de veda. Este modelo de administración de la pesquería había sido implementado previamente (Rodríguez-de-la-Cruz, 1976); posteriormente, se intentó hacer el seguimiento de las cohortes de camarón a través de Análisis Secuenciales de Población (VPA); sin embargo, las dificultades asociadas con el diseño muestral para el Pacífico mexicano no permitieron continuar con esta idea.

Actualmente, el Instituto Nacional de la Pesca ha retomado el concepto de la producción excedente, basado en modelos dinámicos de biomasa y adicionando los análisis de riesgo e incertidumbre en la toma de decisiones. Lo cual implica que, además de las estimaciones asociadas a la administración (Máximo Rendimiento Sostenido y Esfuerzo Óptimo), también se determine el punto de referencia biológico en la pesquería. De esta forma, se han incorporado posibles esquemas de administración sustentados en la probabilidad de que ocurran determinados cambios, tales como cambios en el patrón reproductivo, en la tasa de crecimiento de la población, en la cantidad de esfuerzo aplicado y en las fechas de inicio y cierre de la temporada de veda.

También se ha tratado de considerar un esquema de administración integral. En este caso, las decisiones sobre la pesquería de camarón se toman entre las autoridades de SEMARNAP, considerando los análisis técnicos y científicos del Instituto Nacional de la Pesca, el sector de pesca de ribera (principalmente pescadores de lagunas costeras y cuerpos de agua afines), el sector de pesca de altamar (principalmente sector industrial), y los respectivos asesores científicos de los usuarios del recurso, los cuales son miembros académicos y de investigación de las Universidades, Institutos y Escuelas de México, en donde también se estudia el recurso camarón. La discusión abierta y la confrontación de ideas, análisis y evidencias con respecto a la tendencia de la población, permiten a las diferentes partes determinar la estrategia de explotación para una temporada en particular, lo que también permite compartir los riesgos en la toma de las decisiones (Arenas-Fuentes & Díaz-de-León, 1997).

### **Capturas**

La pesquería de altamar de camarón en Sonora ha presentado desde sus inicios (aún en su fase de desarrollo) una alta variabilidad en las capturas y no totalmente explicada por el esfuerzo pesquero, ya que éste se incrementó en forma sostenida

hasta llegar a 490 barcos durante la temporada 1979-1980, mientras que las capturas alcanzaron su máximo de 7,600 toneladas en la temporada 1961-1962 (Fig. 3, Tabla 1). Posteriormente, declinaron hasta 3,242 toneladas durante 1973-1974 y nuevamente incrementarse a 5,833 toneladas en 1980-1981; y disminuir a los niveles de captura más bajos que se han registrado en la pesquería (1,589 toneladas) durante 1990-1991. Sin embargo, esta disminución fue seguida por una tendencia ascendente en las capturas, que en la temporada 1997-1998 llegó a 5,100 toneladas.

Esta variación en las capturas se observa igualmente en la proporción de las especies. Si bien el camarón café es la especie más importante en las capturas en altamar (aproximadamente el 70% en las temporadas 1975-1976 a 1978-1979 y de 1988-1989 a 1997-1998), durante el periodo de 1980 a 1987 se invirtieron las proporciones. Este cambio en las proporciones pudiera indicar cambios ambientales que favorezcan la expansión de una especie y afecten a otra. Este periodo en particular estuvo caracterizado por ser un periodo donde predominaron las condiciones cálidas debido a la presencia en el Golfo de California de dos eventos El Niño, uno de ellos siendo el más intenso de la centuria (Glantz, 1996; Soto-Mardones *et al.*, 1999).

Por otra parte, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE en toneladas/barco), disminuyó de 45 toneladas/barco en la temporada 1955-1956 a cerca de 10.5 toneladas/barco, en 1974-1975 (Fig. 4). De esta temporada en adelante se han presentado oscilaciones cuasi-periódicas, a pesar de que el esfuerzo pesquero siguió creciendo, contradiciendo la disminución de la CPUE planteada por Rodríguez-de-la-Cruz (1978). En las gráficas presentadas, se puede notar que la pesquería está sobrecapitalizada, como ha sido mencionado por diversos autores (Rodríguez-de-la-Cruz, 1976), por lo cual existe un excedente de embarcaciones, que entra en operación dependiendo de la disponibilidad del recurso.

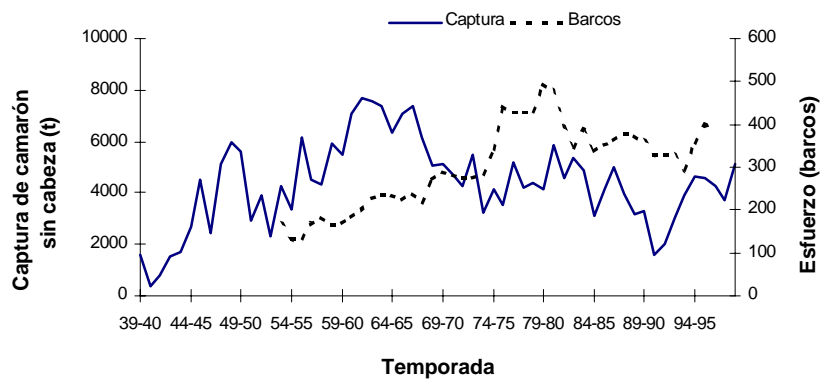


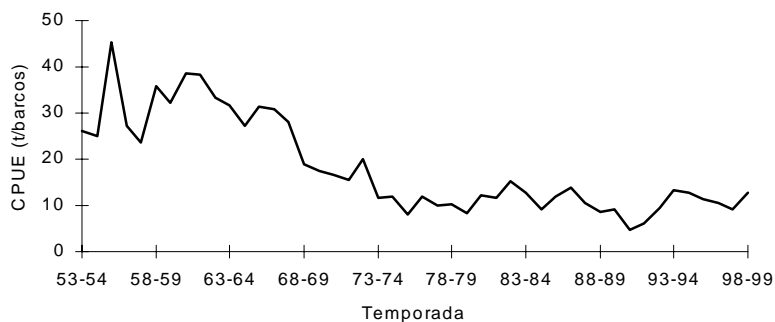
Figura 3. Captura de camarón (toneladas) y esfuerzo aplicado (barcos) declarado en el Puerto de Guaymas, Sonora. 1939-1998.



**Tabla 1.** Capturas totales (toneladas) y esfuerzo pesquero (barcos) por temporada de camarón de altamar en el Puerto de Guaymas, Sonora, México.

Temporada	Captura (t)	Esfuerzo (barcos)	Temporada	Captura (t)	Esfuerzo (Barcos)
39-40 <sup>1</sup>	1600		69-70	5097	289
40-41	350		70-71	4703	282
41-42	800		71-72	4275	273
42-43	1500		72-73	5511	274
43-44	1700		73-74	3242	281
44-45	2700		74-75 <sup>3</sup>	4119	342
45-46	4500		75-76	3535	444
46-47	2450		76-77	5177	429
47-48	5100		77-78	4225	428
48-49	6000		78-79	4383	429
49-50	5600		79-80	4154	495
50-51	2900		80-81	5833	481
51-52	3900		81-82	4569	392
52-53	2300		82-83	5360	349
53-54 <sup>2</sup>	4267	164	83-84	4850	383
54-55	3329	133	84-85	3115	337
55-56	6161	136	85-86	4136	350
56-57	4506	166	86-87	4973	361
57-58	4336	183	87-88	3956	377
58-59	5899	165	88-89	3161	372
59-60	5487	170	89-90	3305	360
60-61	7092	184	90-91	1589	330
61-62	7663	200	91-92	1982	329
62-63	7543	227	92-93	3047	325
63-64	7381	234	93-94	3921	294
64-65	6331	233	94-95	4617	359
65-66	7086	225	95-96	4851	396
66-67	7386	239	96-97	3782	401
67-68	6136	219	97-98	5100	
68-69	5059	269			

Fuentes:

<sup>1</sup> Anónimo, 1982.<sup>2</sup> Magallón-Barajas, 1987.<sup>3</sup> Boletines informativos CRIP Guaymas INP.**Figura 4.** Captura por unidad de esfuerzo de camarón (toneladas/barco) en la pesquería de altamar de Sonora, 1953-1999.

Estas oscilaciones pudieran ser debidas a alguna variable ambiental tal como la temperatura del agua de mar (Del-Valle, 1989), o la precipitación (Lluch-Belda, 1977) o una combinación de ambas. Si tomamos en cuenta que debido a su distribución muy litoral, sobre todo en las fases tempranas de vida (nauplios a postlarvas), estos organismos están expuestos a factores medioambientales de origen marino y continental que varían periódicamente en frecuencias altas (día lunar, ciclos de mareas), medias (estacional, anual) o bajas (ciclos interanuales de largo término, manchas solares García, 1984), combinado con el hecho de que los camarones son organismos de ciclo de vida corto (hasta 2 años), hace que las respuestas de estos organismos al ambiente sean casi inmediatas (García, 1984, 1989, 1996). Estas respuestas pueden incluir variaciones en crecimiento (Deering *et al.*, 1995; Ponce *et al.*, 1997; Villela *et al.*, 1997; López-Martínez *et al.*, no publicado), reclutamiento (Penn & Caputi, 1985; Gracia, 1989; Ehrhardt & Legault, 1999), mortalidad (García, 1996) y periodo reproductivo (Penn & Caputi, 1985; García & Le-Restre, 1987; Leal-Gaxiola, 1999), cada uno de estos parámetros poblacionales clave que se reflejan en cambios en las biomásas. Cada una de estas potenciales fuentes de variación interanual (crecimiento, reproducción, reclutamiento, mortalidad, disponibilidad) finalmente se vería reflejada en variaciones en las capturas, no tomadas en cuenta en los modelos pesqueros con que se evalúa el recurso actualmente, y que pudieran ser la causa de que el esfuerzo pesquero por sí mismo no explique toda la variación asociada a la captura y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

En el caso del Golfo de California, se ha propuesto la existencia de un centro de producción intensa (BAC) en la región de las Grandes Islas, donde por diversos mecanismos (esencialmente topográficos) las sales nutritivas limitantes de la producción son repuestas constantemente, lo cual origina alta producción primaria. La dispersión, la depredación y la migración activa hacen que la materia orgánica y los organismos vivos acaben siendo dispersadas horizontal y verticalmente desde los centros de producción intensa. Este centro de producción puede ser considerado como unidad de exportación, donde la materia orgánica es sintetizada. Esta dispersión se debe en parte al ambiente físico a través de diversos mecanismos como las corrientes, la sedimentación, etc., los que al conjuntarse con factores tales como migraciones verticales diurnas o estacionales, aceleran el paso de la materia a través de varios eslabones de la red alimentaria en el proceso. Un componente biótico importante dentro del análisis de este ecosistema lo constituyen las especies bentónicas que alcanzan biomásas altas como lo es el camarón, debido a que por ser organismos detritófagos constituyen elementos que reincorporan materia orgánica hacia las tramas tróficas, por lo tanto en zonas con alta abundancia de estas especies se esperaría una lluvia importante de materia orgánica de la columna de agua hacia el fondo, e igualmente se esperaría que cambios en las intensidades de ese BAC afectarían las abundancias del camarón, mediante modificaciones en la disponibilidad alimenticia, lo que a su vez repercutiría en la energía disponible para crecimiento, reproducción, metabolismo basal, etc.

Estos hechos abren líneas de investigación sobre el papel que juega el medio ambiente sobre organismos de ciclo de vida corto como el camarón.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo proporcionado por el proyecto RM-6 del CIBNOR, S.C., así como la ayuda técnica de Carlos Pacheco Ayub y Edgar Alcántara Razo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Alemán, M.N. 1989. Aplicación de un modelo bioeconómico al estudio de la pesquería de camarón azul en Puerto Peñasco, Sonora. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. 52 p.
- Anónimo, 1982. La pesquería de camarón del Pacífico (diagnosis monográfica de los conocimientos existentes). Secretaria de Pesca, CICIMAR, DGINP, CICTUS, UAS. Cocoyoc, Morelos.
- Anónimo, 1995. Indicadores de la producción pesquera. Dirección General de Estadística e Informática, SEMARNAP. 20 p.
- Arena-Fuentes, P. & J.A. Díaz-de-León-Corral. 1997. How to achieve sustainable fisheries development in a developing country: The case of México, 586-592. En: Hancock, D.A., D.C. Smith, A. Grant & J.P. Beumer (Eds.). Developing and sustaining world fisheries resources. The state of science and management. 2nd World Fisheries congress CSIRO Australia.
- Deering, M.J., D.R. Fielder & D.R. Hewitt. 1995. Effects of temperature on growth and protein assimilation in juvenile leader prawn *Penaeus monodon*. J. World Aquacult. Soc., 26 (4): 465-468.
- Del-Valle-Lucero, I. 1989. Estrategia de producción y explotación en una laguna costera de México. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Cataluña, España. 265 p.
- Ehrhardt, N.M. & C. M. Legault. 1999. Pink shrimp *Farfatepenaeus durorarum*, recruitment variability as an indicator of Florida Bay Dynamics. Estuaries. 22(2B): 471-483.
- Ferreira, H. 1965. Notas sobre la historia de la pesquería comercial de camarón en el Pacífico de México. INIBP, Ser. Div. X (99), 14 p.
- García-de-Quevedo, R. 1990. Determinación de algunos parámetros poblacionales y producción máxima sostenible del camarón azul (*Penaeus stylirostris*, Stimpson, 1881) en el Alto Golfo de California. Tesis de licenciatura. Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California. 59 p.
- García, S. 1984. A note on environmental aspects of penaeid shrimp biology and dynamics, 268-271. En: Gulland, J.A. & B.J. Rothschild (Eds.). Penaeus shrimp. Their biology and management. Fishing News Books.

- García, S. 1984. Stock-recruitment relationship and the precautionary approach to management of tropical shrimp fisheries. Mar. Freshwater Res., (47):43-58.
- García, S. 1988. Tropical penaeid prawns, 219-249. En: Gulland, J.A. (Ed.). Fish populations dynamics. John Wiley & Sons, Ltd.
- García, S. & Le Reste. 1987. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO. Documento Técnico de Pesca No. 203.
- Glantz, H.M. 1996. Currents of change. El Niños impact on climate and society. Cambridge University Press. 194 p.
- Gracia, A. 1989. Ecología y pesquería de camarón blanco *Penaeus setiferus* 1767 en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 127 p.
- Leal-Gaxiola, A. 1999. Variabilidad interanual en el periodo reproductivo de camarón café *Penaeus californiensis* en Sonora. Tesis de Licenciatura en Biología Pesquera. Ciencias del Mar UAS.
- Lluch-Belda, D. 1974. La pesquería de camarón de altamar en el Noroeste. Un análisis biológico-pesquero. Inst. Nal. Pesca. México: sc/9:76 p.
- Lluch-Belda, D. 1977. Diagnóstico, modelo y régimen óptimo de la pesquería de camarón de altamar del Noroeste de México. Instituto Politécnico Nacional. Tesis de Doctorado. 430 p.
- Magallón-Barajas, F. 1987. The Pacific Shrimp Fishery of Mexico. CalCOFI Rep. (28):47-52.
- Márquez-Tiburcio, M.A. 1976. Captura y esfuerzo en pesquerías de camarón de aguas interiores (bahía Guásimas y Lobos, Sonora), 47-54. En: Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Sonora.
- Méndez-Tenorio, F. J. Aspectos relativos a la madurez gonádica en camarón de altamar en las costas de Sonora y Baja California, 230-244. En: Memorias del primer intercambio académico sobre investigaciones en el Mar de Cortes. Hermosillo, Sonora.
- Montemayor, L.G. 1986. Análisis de la distribución de tallas en *Penaeus californiensis* y *P. stylirostris* para la temporada 1985-1986 en el Golfo de California, 245-262. En: Memorias del primer intercambio académico sobre investigaciones en el Mar de Cortes. Hermosillo, Sonora.
- Penn, J.W. & N. Caputi. 1985. Stock-recruitment relationship for the tiger prawn, *Penaeus esculentus*, fishery in Exmouth Gulf, Western Australia, and their implications for management, 167-173. En: Rothlisberg, P.C., B.J. Hill & D.J. Staples (Eds.). Second Australian National Praw Seminar.
- Ponce-Palafox, J., C.A. Martínez-Palacios & L.G. Ross. 1997. The effects of

- salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp *Penaeus vannamei*, Boone 1931. Aquaculture (157):107-115.
- Rodríguez-de-la-Cruz, M.C. & E. Chávez. 1994. La Pesquería de camarón en altamar, Pacífico de México. Documento editado como conmemoración del XXX aniversario del INP. Secretaria de Pesca. 37 p.
- Rodríguez-de-la-Cruz, M.C. 1976. Fundamentos y consideraciones para definir la temporada de veda en alta mar, para el camarón del Pacífico Mexicano durante 1978. Departamento de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca, México. 17 p.
- Ross-Terrazas, M.A. 1988. Evaluación poblacional de dos especies de camarón que sostienen la pesquería de altamar en el norte y centro del Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología Marina. UABCS. 70 p.
- Soto-Mardones, L., S.G. Marinone & A. Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. Ciencias Marinas, 25(1):1-30.
- Valverde, P.F. 1986. Distribución batimétrica de desove y reclutamiento del camarón azul (*Penaeus stylirostris*) y camarón café (*P. californiensis*) en el Golfo de California durante la temporada 1985-86, 340-345. En: Memorias del primer intercambio académico sobre investigaciones en el Mar de Cortes. Hermosillo, Sonora.
- Villela, M.J., P.A.S. Costa & J.L. Valentin 1997. Growth and mortality of juvenile red-spotted shrimp (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) in the Araruama lagoon, Río de Janeiro. Rev. Bras. Biol., 57(3):487-499.