ISBN 968-817-410-6

PESQUERIAS RELEVANTES DE MEXICO

XXX ANIVERSARIO DEL INP

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA 1962-1992 TOMO I



SECRETARIA
DE MEDIO AMBIENTE,
RECURSOS NATURALES Y PESCA

INSTITUTO
NACIONAL
DE LA
PESCA

Directorio

Julia Carabias Lillo
Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

Antonio J. Díaz de LeónCorral
Presidente del Instituto Nacional de la Pesca

Pablo Arenas-Fuentes
Director General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros

Porfirio Álvarez-Torres
Director General de Investigación en Acuacultura

Óscar Ramírez-Flores
Director General de Investigación en Procesos para el Desarrollo Sustentable

Alfredo Sánchez-Palafox
Director General de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Información adicional: teléfonos 604 9169 y 688 1469 (Dr. Antonio J. Díaz de León Corral) o 688 0677 (Biól. Alfredo Sánchez-Palafox)

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
XXX ANIVERSARIO

Coordinador de la Edición: Alfredo Sánchez Palafox

Secretarios de la Edición: Dilio F. Fuentes Castellanos y Susana García-Real Peñaloza

Primera edición, diciembre de 1996
ISBN: 968-817-411-4

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
Lateral de Anillo Periférico Sur 4209
Fraccionamiento Jardines en la Montaña
14210 Delegación Tlalpan, México, D.F.
Instituto Nacional de la Pesca
Pitágoras No. 1320, Santa Cruz Atoyac
03310 Delegación Benito Juárez, México, D.F.

Derechos reservados conforme a la ley
IMPRESO EN MÉXICO/PRINTED IN MEXICO

ÍNDICE

Presentación
Margarita Lizárraga Saucedo†

Prólogo
Aurelio Solórzano Preciado

La pesquería de camarón de alta mar. Pacífico de México
Rodríguez de la Cruz Ramírez, C. y E. A. Chávez Ortíz. **3**

La pesquería de camarón de alta mar. Golfo de México y Caribe mexicano
Navarrete Del Próo, A. y A. Gracia Gasca. **29**

La pesquería de camarón en aguas protegidas Pacífico de México
Hernández Carballo, A. y E. Macías. **65**

El cultivo de camarón en México
Garduño Argueta, H. **95**

La comercialización del camarón
Vidali Carbajal, C. **103**

La pesquería de abulón
Ortíz Quintanilla, M. y G. León Carballo. **121**

El cultivo del recurso abulonero
Muciño Díaz, M. **153**

La pesquería del ostión
García Sandoval, S.; R. de Lara Andrade; B. Paredes Cruz; R. Rodríguez Castro y C. Cortéz Cantera. 167

Principales recursos malacológicos de Baja California Sur
Massó Rojas, J.A.; J.A. Vélez Barajas; M. del C. Fajardo León y J. Singh Cabanillas. 201

Principales recursos malacológicos del Golfo de México
Baqueiro Cárdenas, E. 249

La pesquería de pulpo del Golfo de México y Caribe mexicano
Solís Ramírez, M. 263

El calamar: una pesquería en desarrollo
De la Rosa Barrera, M.; J. T. Silva, V. M. García Tirado y S. García Peña. 287

Equinodermos: erizo de mar
Palleiro Nayar, J.; D. Aguilar Montero y J. Manuel Romero Martínez. 313

Holoturoideos: pepino de mar
Girón Botello, R.; J. Singh Cabanillas y J. A. Vélez Barajas. 337

La pesquería de tiburón en México
Castillo Genis L.; F. Márquez Farías; J. Uribe M.; R. Bonfil Sánders; D. de Anda; R. Mena; R. Vélez y D. Mendizábal O. 365

La pesquería de sardina y anchoveta
Lluch Belda, D.; J. Arvizu M.; S. Hernández Vázquez; D. B. Lluch Cota; C. A. Salinas Zavala; T. Baumgartner; G. Hammann; A. Cota Villavicencio; C. E. Cotero A.; W. García-Franco; O. Pedrín Osuna; Y. Green Ruiz; S. Lizárraga Saucedo; Ma. de los Á. Martínez Zavala;

R. Morales Azpeitia; M. Q. Nevares Martínez; J. P. Santos Molina; R. I. Ochoa Báez; R. Rodríguez Sánchez; J. R. Torres Villegas y F. Páez Barrera. **419**

La pesquería de mojarra
Solís Celada, F., C. Quiroga Brahms y A. Valdés Guzmán. **539**

La pesquería de robalo
Quiroga Brahms, C., F. Solís Celada y J. Estrada García. **559**

La pesquería de lisa
Vasconcelos Pérez, J., S. Sánchez González y L. Schultz Ruíz. **581**

La pesquería del mero
Contreras Gutiérrez, M. **597**

La pesca deportiva de picudos
Macías Zamora, R.; A. L. Vidaurri S. y A. Klett T. **613**

Panorama de la pesca ribereña nacional
Fuentes Castellanos, D. F. **639**

Pesquerías ribereñas del Pacífico mexicano
Cruz Romero, M.; E. Espino Barr y A. García Boa. **649**

Embalses del estado de Michoacán, México
Orbe Mendoza, A.; M. Guzmán Arroyo y R. Flores Herrera. **673**

Tecnologías de captura
Villaseñor Talavera, R.; A. Balmori Ramírez; S. Ramos Carrillo y D. Aguilar Ramírez. **699**

Tecnologías de procesamiento
Díaz López, M. L. y L. Bojórquez. **839**

Ballenas
Fleischer, L. **881**

Delfines
Pérez Cortez M., H.; O. Maravilla Chávez y Ulloa Ramírez. **935**

Vaquita
Villa Ramírez, B. **955**

Pinnípedos
Maravilla Chávez, O.; L. Fleischer y P. A. Loreto Campos. **969**

Tortugas Marinas en México
Márquez Millán, R. y M. Á. Carrasco A. **989**

Los cocodrilos de México.
Casas Andreu, G. **1043**

Totoaba
Rosales Juárez, F. y D. Molina Valdez. **1061**

El caracol púrpura
Acevedo García, J.; M. A. Escalante Cavazos y M. Turok Wallace. **1079**

PREFACIO

Dr. Antonio J. Díaz de León Corral

Presidente del Instituto Nacional de la Pesca

El presente esfuerzo de publicación es un testimonio vivo, una celebración de la memoria, para dar constancia de una acción institucional que está ya grabada en la historia de la pesca de nuestro país. El Instituto Nacional de la Pesca ha sido a lo largo del tiempo -hace ya 30 años- un instrumento fundamental en el desarrollo de la investigación pesquera del país.

Ya en el Prólogo de esta obra Aurelio Solórzano Preciado, con gran emoción, ha hecho una detallada recapitulación histórica de los episodios más importantes, sobre todo de los orígenes del Instituto; y nos habla de sus protagonistas y personajes históricos; de los apoyos recibidos en los inicios de su fundación y de la vocación que había que imprimirle como institución de gobierno, como instrumento de los productores pesqueros del país, del pueblo de México.

Las etapas que han marcado su historia, más allá de las evocaciones contemplativas y crepusculares de un pasado tal vez feliz, empero nada fácil, son su mejor carta para ver con los ojos de la realidad actual un presente y futuro promisorios, pero lleno de retos y de riesgos. Que sólo si somos capaces de ver a nuestro interior con ojos críticos y realistas, podremos proyectar la acción e imagen de nuestra institución hacia un destino que -hoy más que nunca- depende de qué tanto estamos dispuestos a hacer por ella, y no sólo por lo que ella, en un momento determinado, nos pueda dar a cada uno de nosotros en lo particular.

Estamos en un periodo de tránsito difícil para la humanidad. Es un momento de cruce entre una época con una cultura y hábitos de producción y consumo que no es posible ya sostener; y otra que, por promisoria [acaso ilusoria], también entraña enormes riegos para una existencia más a menos feliz de aquélla.

Los impactos que ha recibido la naturaleza por la acción y secuelas del desarrollo urbano de las grandes ciudades a lo largo de muchas décadas de actividad agrícola e industrial, con sus métodos y técnicas productivas contaminantes; amén de la excesiva explotación de muchos de los recursos naturales, la devastación de selvas y bosques, etcétera; arrojan un saldo que, sin afanes catastrofistas, podemos calificar de muy riesgoso.

En adelante, deberemos tener sumo cuidado en cómo manejamos los recursos naturales que todavía es posible aprovechar sin mayores riesgos; y qué haremos con aquellos que ya acusan signos de deterioro intenso. En el caso de los recursos pesqueros, algunos como el abulón o el caracol reyna, por sólo citar dos ejemplos, son por demás ilustrativos.

En adelante, la opinión experta habrá de jugar un papel toral en el establecimiento de las estrategias de recuperación o de manejo de las pesquerías marinas del mundo (de hecho, ya lo está jugando). En este sentido, el Instituto Nacional de la Pesca está llamado a ser el protagonista fundamental de la historia, al aportar su opi-

nión científica y tecnológica para aprovechar los recursos sin afectar sus tasas de recuperación y su dinámica. El acervo y la experiencia con que cuenta le dan esa gran posibilidad para acometer su tarea de investigación en mejores condiciones.

Pero seguramente no lo podrá hacer si no refuerza sus posibilidades de mejora académica interna. Si no mira adentro de sí, hacia sí mismo, para autoevaluarse en su trabajo y revisar sus metas, sus capacidades, sus aportes; pero también sus debilidades. Si no revisa y mejora su producción y la calidad que demanda el estado (y el mercado) de los recursos para los productores pesqueros de México.

Ese es el gran reto. Si somos capaces de entender los nuevos tiempos y persiste en nosotros el deseo de trabajar por lo mejor de México, que desde nuestra visión es la conservación y el aprovechamiento sustentable de sus propios recursos naturales; por el bienestar de las comunidades pesqueras y del mismo personal del INP, será ese el mejor homenaje que rendiremos a los fundadores del Instituto Nacional de la Pesca, a aquellos esforzados investigadores naturalistas -como Rodolfo Ramírez Granados, Mauro Cárdenas Figueroa o Héctor Chapa Saldaña- cuya característica más notable era su profundo amor a México y sus mejores causas, a los pescadores mexicanos.

Por todo eso, me resulta muy satisfactorio que este esfuerzo editorial, que ha contado con la participación de muchos de sus investigadores y técnicos, así como de su personal directivo, salga a la luz para dar a conocer el estado de las pesquerías más relevantes de México. Y que sea precisamente con trabajo de investigación como se celebre este 30vo aniversario de nuestra querida institución.

Finalmente, quiero también hacer un reconocimiento muy especial a la Dra. Margarita Lizárraga Saucedo (q.e.p.d.), quien iniciara este proyecto editorial durante su gestión al frente del Instituto; para rendir un homenaje póstumo a su labor durante toda su vida profesional como investigadora y funcionaria del gobierno de México en el área de pesca y acuacultura, que llegó a ocupar una importante posición directiva en sede principal de la FAO en Roma, donde se distinguió por su talento y entrega a favor de la pesca de los países del Tercer Mundo.

Dr. Antonio J. Díaz de León Corral
Presidente del Instituto Nacional de la Pesca
México, D. F.
Primavera, 1998

PRESENTACIÓN

Margarita Lizágarra Saucedo†
Directora General del Instituto Nacional de la Pesca

La actividad pesquera es ardua, compleja y requiere del conocimiento especializado y la experiencia de un grupo interdisciplinario que realice para su servicio investigación científica y tecnológica de manera sistemática.

En 1962 fue creado el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras como respuesta a una necesidad de generar conocimientos que se plasmaran en soluciones para el área de la pesca. Su fundación fue promovida por los propios pescadores, por un grupo de investigadores pioneros que desde principios de la década de los cuarenta había venido participando en diversas líneas de la investigación pesquera, y funcionarios públicos comprometidos con la problemática y el desarrollo de esta actividad.

Estos tres sectores visionarios de la pesca comprendieron la necesidad de respaldar las decisiones oficiales y el futuro desarrollo de la actividad pesquera con información científica y tecnológica, para ubicar a México en la línea de desarrollo de los países que basan su actividad pesquera en criterios de explotación racional, conservación y protección de sus recursos.

El Instituto marcó un paso definitivo en la aplicación de métodos científicos para el conocimiento de nuestros recursos acuícolas y su aprovechamiento, aun cuando la orientación de sus investigaciones era en ese entonces netamente biológica.

El nombre original fue sustituido en 1971 por el de Instituto Nacional de la Pesca (INP), que conserva hasta hoy. En un inicio sus tareas más importantes se enfocaron a obtener y ampliar los conocimientos sobre nuestros recursos pesqueros, su distribución, localización geográfica y abundancia, pero en 1965 reorientó sus políticas hacia la investigación pesquera interdisciplinaria y abrió sus puertas a especialistas de diversas materias, entre ellas las ramas de ingeniería portuaria, tecnología de alimentos, oceanografía física y ciencia pesquera.

Más tarde, durante el periodo de 1968 a 1970, se incorporaron a esta institución proyectos de investigación relativos a las fases de captura, transformación y diversificación en el aprovechamiento de los recursos pesqueros, creándose así las bases de la información para consolidar el conocimiento de esta importante actividad.

Hoy, la propia Ley Federal de Pesca define las políticas generales que orientan la investigación que efectúa el INP, que para ello cuenta con una plana de expertos que realizan sus funciones en dos grandes niveles, uno de naturaleza directiva ubicado en el Distrito Federal y otro de carácter operativo distribuido en trece Centros Regionales de Investigación Pesquera localizados en las zonas estratégicas pesqueras de los litorales mexicanos del Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe. El producto de la trayectoria de trabajo de

investigación de este equipo humano son sus incontables aportaciones de carácter científico-técnico.

Con motivo del XXX Aniversario de su fundación, el personal y autoridades del Instituto Nacional de la Pesca han considerado de gran relevancia editar la obra Pesquerías Relevantes de México como una forma viva de aportación de los conocimientos generados hasta el momento, la cual está dirigida principalmente al sector pesquero.

Producto de la investigación científica y tecnológica de muchos años, se presenta esta obra que en sus cinco capítulos refleja la sistematización de esta actividad, así como los avances y retos que en materia de pesca tiene el país.

Pesquerías Relevantes de México consta de dos tomos cuyo contenido proporciona un panorama global de la investigación que atiende la problemática derivada de la actividad pesquera nacional. Es un diagnóstico actualizado de las pesquerías que toma como base la estructura, experiencia y resultados obtenidos por el Instituto desde su fundación en 1962, periodo en el cual se formaron algunos cuadros básicos de investigadores que, aun hoy, encabezan especialidades en los campos de la educación y de la investigación científica.

Con el fin de facilitar su consulta, la obra se ha organizado en cinco capítulos ordenados como sigue: los tres primeros, titulados Crustáceos, Moluscos y Peces, se refieren al estudio del estado que guardan las principales pesquerías nacionales. El cuarto capítulo se titula Ambientes y Tecnologías y el quinto Especies Sujetas a Protección Especial, y con ambos se pretende redondear la información sobre el entorno en que se desarrolla la pesca, sus avances tenológicos, los problemas específicos en cuanto a especies en condiciones difíciles de sobrevivencia y la legislación especial que requiere su conservación y protección.

La obra reune aportaciones de investigadores de reconocido prestigio en el campo pesquero y su consulta interesará, sin duda, a estudiantes e investigadores especializados y a todos los sectores involucrados con el desarrollo de esta trascendental actividad productiva.

Esta publicación especial para el XXX Aniversario debe interpretarse como un homenaje a todos los que han participado y hecho posible los logros alcanzados, y un estímulo para aquellos que habrán de continuar tan importante labor.

PRÓLOGO

Aurelio Solórzano Preciado
Dirección de Análisis de Pesquerías del INP-1992

REFLEXIONES SOBRE EL INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA A 30 AÑOS DE SU CREACION

La ciencia constituye un tema de singular importancia cuando se juzga el atraso o adelanto de los países. La investigación científica y tecnológica definen y caracterizan el desarrollo de cada Estado soberano. Y en ese contexto, en México han transcurrido 30 años de la vida del Instituto Nacional de la Pesca que, con el nombre original de Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras se proyectara hacia el futuro el 29 de agosto de 1962.

Su inicio venturoso estuvo precedido por ensayos, intentos, ideas o proyectos de vida breve, faltos de continuidad que, de alguna forma, testimonian que los tiempos y las circunstancias para institucionalizar la investigación no se habían dado.

En lo que llamaríamos la "prehistoria" de la investigación pesquera continuada, subyacen ciertas ideas y conceptos sobre la necesidad de elementos de juicio para el manejo y protección de los organismos acuáticos, que fueron expresados en leyes y ordenamientos normativos de la actividad, y que posteriormente conformaron los objetivos, programas y líneas de investigación por desarrollar.

En las instituciones de los años veintes a los cincuentas se advierten intentos de transformar en hechos los proyectos de investigación científica y tecnológica que, como proceso natural, se fueron integrando dentro de la evolución de la actividad pesquera, dulceacuícola y marina. Esta actitud se percibe asimismo en las campañas promocionales efectuadas para apresurar los cambios. Estudios limnológicos y de pesquerías continentales, campañas piscícolas y "marchas hacia el mar" quedan comprendidos dentro de todo este marco de referencia, previo a consolidar la investigación y su sustento en los cuadros técnicos y profesionales inherentes a la actividad.

Entre tales tentativas debe destacarse la creación de la Estación de Biología Marina del Puerto de Veracruz (1926-1927), dirigida por el Dr. Enrique Beltrán; el laboratorio de biología pesquera instalado en Guaymas, Son. en 1944, que fue expresión de las actividades de la Comisión México-Norteamericana para el Estudio del Camarón del Pacífico y cuyo único jefe fue el Biól. Mauro Cárdenas Figueroa. Con justicia puede condiderarse como la primera estación de biología pesquera del Pacífico y el antecedente inmediato del Instituto de Pesca del Pacífico (1945-1952), dirigido por el Biól. René Nuñez, apoyado por los biólogos Héctor Chapa Saldaña y Pedro Ávila y financiado con aportaciones de los industriales camaroneros del Pacífico. El principal organizador y consejero de este instituto fue Don Héctor Ferreira Acosta, reconocido empresario pesquero en Sonora y muy ligado al desarrollo de la actividad, sobre todo en el noroeste de México.

En 1947, a iniciativa de varios directores y maestros investigadores de la Escuela Nacional de Ciencia Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, se llevó a cabo un acto público con la presencia del Secretario de Marina de entonces, con el fin de establecer una estación de biología marina en el puerto de Acapulco, Gro., proyecto que por diversas causas no logró concretarse.

En 1954, un local de la llamada "Casa del Marino" de la Secretaría de Marina en el puerto de Mazatlán, Sin. empezó a ser habilitado como base temporal de estudios camaroneros, que realizaba personal científico de la misma que se desplazaba desde las oficinas centrales de la ciudad de México. Esta adecuación la inició e impulsó el Biól. Héctor Chapa Saldaña y fue el antecedente inmediato de la Estación de Biología Marina de Mazatlán.

El Instituto Nacional de la Pesca no surgió de improviso ni por acciones providenciales o azarosas. Uno de los pasos previos a su creación fue un sólido núcleo formado por el personal científico y técnico de la Comisión Nacional para el Fomento de la Piscicultura Rural y de la Oficina Técnica de Pesca, dependientes de la Secretaría de Marina, que se integraron para formar el Departamento de Estudios Biológicos (1958-1963), jefaturado entonces por el Biól. Rodolfo Ramírez Granados, uno de los creadores e impulsores del Instituto.

Más adelante este departamento cambió de adscripción a la Secretaria de Industria y Comercio; hecho sólo circunstancial, pues lo cierto es que durante su existencia desplegó gran actividad, desarrolló diversos estudios, tanto en aguas epicontinentales como marítimas, entre los que se cuentan los de limnología y pesca interior; las campañas de piscicultura en aguas frías, templadas y tropicales de gran parte del país; investigaciones y cultivos ostrícolas; estudios sobre camarón, langosta, abulón, tortugas marinas y contaminación. Asimismo, se dio inicio a la biblioteca especializada que años más tarde le fue separada para dar vida a otra unidad de información.

El grupo técnico de aquel departamento estuvo conformado por un equipo de jóvenes biólogos y químicos, entre otros: el ya mencionado Rodolfo Ramírez Granados, María Luisa Sevilla Hernández, Héctor Chapa Saldaña, Aurelio Solórzano Preciado, Pedro Mercado Sánchez, Ernesto Ramírez Hernández, Dilio Fuentes Castellanos, Manuel Flores Villegas, Roberto Mercado, Felipe Brizuela Absalón, Manuel Calvo Mendoza, Dora Hernández, Luz María Paz Neri y Ana María Lechuga.

En 1961 hubo otro elemento fundamental para la creación del Instituto, que fue el apoyo de la Comisión Nacional Consultiva de Pesca, presidida por el Gral. Abelardo L. Rodríguez, y como vicepresidente el Almirante Antonio Vázquez del Mercado, dos grandes personajes ligados al desarrollo de la pesca, entre otros méritos. De los industriales pesqueros que brindaron todo su apoyo al Instituto, es oportuno reiterar la participación de Don Héctor Ferreira Acosta, siempre convencido del papel de la investigación pesquera.

Numerosos programas fueron apoyados económicamente por la Comisión Nacional Consultiva de Pesca, la cual contrató personal técnico que fortaleció su plantel inicial. Comenzó de este modo un acelerado reclutamiento de personal de la Universidad Nacional Autónoma de México, del Instituto Politécnico Nacional, de la Universidad de Nuevo León y más adelante de la Universidad Autónoma de Baja California (de la Escuela de Ciencias Marinas, creada por su primer director, el Biól. Pedro Mercado Sánchez, ex investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras).

En gran medida el Instituto fue fruto de la evolución del país, de la maduración de sus instituciones gubernamentales y de un conjunto de decisiones afortunadas, provocadas por hombres visionarios y

patriotas conocedores de su país, preparados profesionalmente para aportar los elementos fundamentales y proceder en consecuencia. Fueron determinaciones fincadas en realidades objetivas, en necesidades palpables de la actividad pesquera, promovidas por el entusiasmo de un grupo de profesionales que, aunque jóvenes, tenían la orientación, vocación y mística para iniciar la marcha. Existía, además, y esto es quizás un elemento muy importante, el consenso previamente logrado de pescadores e industriales del país, una de cuyas peticiones más insistentes fue la creación de un órgano técnico y científico aplicado a la investigación de los recursos pesqueros y su ambiente. Se concibió así a la institución como un instrumento de apoyo indispensable para el desarrollo y consolidación de la pesca.

De acuerdo con todo lo anterior, el Instituto fue creado con funciones muy definidas, expresadas en sus objetivos, con el apoyo de los protagonistas de la actividad pesquera y con la visión de los dirigentes e investigadores que lo hicieron posible. Se tuvo el acierto de nombrar como su primer director al Biól. Mauro Cárdenas Figueroa, que a su experiencia y actividad como investigador unía la de empresario con antecedentes en la industria camaronera en Ciudad del Carmen, Camp. y Salina Cruz, Oax.

Todos quienes trabajan o hayan trabajado en el Instituto reconocemos que sus actividades no sólo deben valorarse en función de lo publicado sino también de la elaboración de informes, opiniones y dictámenes que han orientado y proporcionado a las autoridades administrativas y ejecutivas opciones de solución a planteamientos concretos e inmediatos del sector. Como organismo técnico y científico de apoyo a la industria, esta es una de las características que mejor lo definen y lo distinguen de otras instituciones encargadas de estudios puramente académicos. No en vano el Instituto Nacional de la Pesca se creó con la premisa de resolver problemas de la pesca, apoyar logros de la actividad y señalar directrices para su avance y consolidación con base en el adecuado uso de las especies de interés pesquero, con apoyo en la investigación científica y tecnológica.

En el devenir histórico de la Institución, las primeras etapas fueron necesariamente las de reconocimiento y caracterización de los recursos y sus pesquerías; de exploración, colecta, identificación y catalogación. Pero también se orientaron y consolidaron trabajos sobre cultivos ostrícolas y piscícolas; mejoramiento y adecuación ambiental de lagunas costeras para semicultivos de camarón; identificación y denuncia de problemas de contaminación por agentes tanto industriales como urbanos; aporte de información técnica para establecer nuevas pesquerías epicontinentales, como las de tilapia; se evaluaron algunos recursos; se avanzó en el conocimiento de especies de mamíferos marinos considerados ahora bajo protección especial; se intervino en el arbitraje de problemas intercooperativos; se dieron lineamientos para establecer medidas de control y administración de recursos y pesquerías; se organizó en 1964 la exposición conocida como primer "Salón del Mar" con el objeto de dar a conocer al pueblo e México las principales especies de interés pesquero, su potencial y los problemas de la industria.

El Instituto ha sido semillero de investigadores y técnicos, ha proporcionado y facilitado los medios y oportunidades para su formación y capacitación, y ha encausado voluntades y promovido actividades creativas en la investigación científica y tecnológica. Por diferentes causas, parte de este personal dejó el Instituto y se incorpó a otras comunidades de estudiosos en concordancia con sus inquietudes y oportunidades. Otros han permanecido dentro de él en su Área Central o en alguno de sus trece centros regionales de investigación pesquera, desempeñando sus tareas con entusiasmo y vocación de servicio, enriqueciendo a la Institución con sus conocimientos y experiencia. Pero

en el fondo, unos y otros, sirviendo a México a través de su labor.

Es indiscutible que la pesca como actividad industrial requiere de todo un sistema multi e interdisciplinario para cubrir integralmente sus tareas de investigación científica y tecnológica: captura, manejo, procesamiento e industrialización; comercialización y transporte; administración, instalación, construcción y mejoramiento de infraestructura; organización y capacitación de recursos humanos en diferentes niveles académicos; todo orientado a proporcionar a la pesca el amplio basamento que requiere.

A treinta años de continua investigación institucionalizada, existe un elemento fundamental para sostener y apoyar todo el andamiaje que requiere la actividad, algunos de cuyos elementos se mencionan líneas arriba; esto es, la formación de personal científico y técnico en diferentes niveles académicos. En este sentido, el Instituto Nacional de la Pesca estableció prácticamente a escala nacional una red de escuelas de educación y capacitación científica y tecnológica, en niveles medio y superior. Treinta años después, no sólo existen las escuelas prácticas de pesca en Alvarado, Campeche, La Paz y Mazatlán; o los profesionales de la biología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Politécnico, del Instituto de Biología de la UNAM o los biólogos de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Actualmente es muy amplia la gama de profesionales que apoya a la actividad pesquera en todas sus facetas: hay biólogos, ecólogos, oceanólogos, bioquímicos, técnicos e ingenieros pesqueros y acuicultores. Han surgido organismos coadyuvantes como los Comités Regionales de Pesca y los Comités Técnicos de Programas, además de diferentes instituciones estatales, distribuidos prácticamente en todo el país.

La información que proporciona la investigación ya no sólo se presenta o se discute en los congresos, sino en reuniones de distinta índole, y en foros nacionales e internacionales.

El pasado del Instituto se conoce a través de su origen; el presente se está viviendo y el futuro depende mucho de las decisiones que se tomen en respuesta a los retos, adecuando la marcha de la Institución a la dinámica del país y a los cambios en la administración pública.

Hay nuevos desafíos que el personal del Instituto Nacional de la Pesca debe afrontar para ampliar, mejorar, conservar y consolidar la actividad pesquera, con base en la investigación científica y tecnológica que le compete desarrollar.

Ha surgido una nueva Ley de Pesca con su reglamento por medio del cual liberaron especies antes reservadas al sector social. Se prevé una mayor capitalización en todas las fases de aprovechamiento de los recursos, lo que ejercerá presión sobre las pesquerías que han alcanzado niveles máximos de explotación de nuevas especies. Será patente la sobrecapitalización de otras. Habrá que hacer frente a instancias y exigencias de grupos ecologistas del interior y del exterior. Se introducirán o se harán planteamientos sobre tecnología de captura novedosa o de punta. Se desarrollarán nuevos procesos y tecnología de cultivo de diversas especies, con base en el retiro o colecta de huevos, crías y juveniles a partir de existencias silvestres; otros, mediante la creación de laboratorios ex profeso. Para todo lo anterior se requiere fortalecer las tareas de investigación científica y tecnológica, tanto de las especies y sus pesquerías como del ambiente acuático. Todo esto dentro del concepto de pesca responsable que el gobierno de México ha marcado como conducta a seguir en el proceso de desarrollo del país.

Las directrices de la investigación y el personal científico y técnico para ponerlas en práctica deberán fincarse en nuevas técnicas e instrumentos de apoyo ya existentes y en las que estén por venir.

En todos los requerimientos de investigación fundamental y aplicada, se imponen mecanismos y estrategias de coordinación con las instituciones académicas y de investigación nacionales y sus enlaces, por conducto de Comités Técnicos de Programas, Consejos Regionales de Pesca, talleres, seminarios y congresos.

Desde su creación, los retos para el Instituto han sido diversos, se han superado etapas difíciles, problemas internos, cambios estructurales, insuficientes elementos de trabajo y supresión de otros (por ejemplo, pérdida de la biblioteca especializada), deficiencias presupuestales, cambios radicales en unas líneas de investigación e incomprensión de otras. Sin embargo, el elemento humano ha sido fundamental en la superación del Instituto y en la continuidad de su apoyo a la pesca.

A tres décadas de investigación continuada, puede afirmarse que el balance es positivo y que los sectores público, privado y social, estos dos últimos fortalecidos por personal técnico incorporado a sus tareas, lo distinguen con su apoyo. La mejor prueba de la fortaleza del Instituto es su continuidad y su permanencia.

A lo largo de sus 30 años de historia, los trabajos del Instituto Nacional de la Pesca son numerosos, muchos de ellos presentados en congresos y reuniones de diversa índole, tanto nacionales como internacionales. Otros se han publicado en revistas especializadas y de divulgación propias y ajenas, en la revista Ciencia Pesquera y en ediciones especiales, como esta obra conmemorativa en la que se participan investigadores de diversas instituciones.

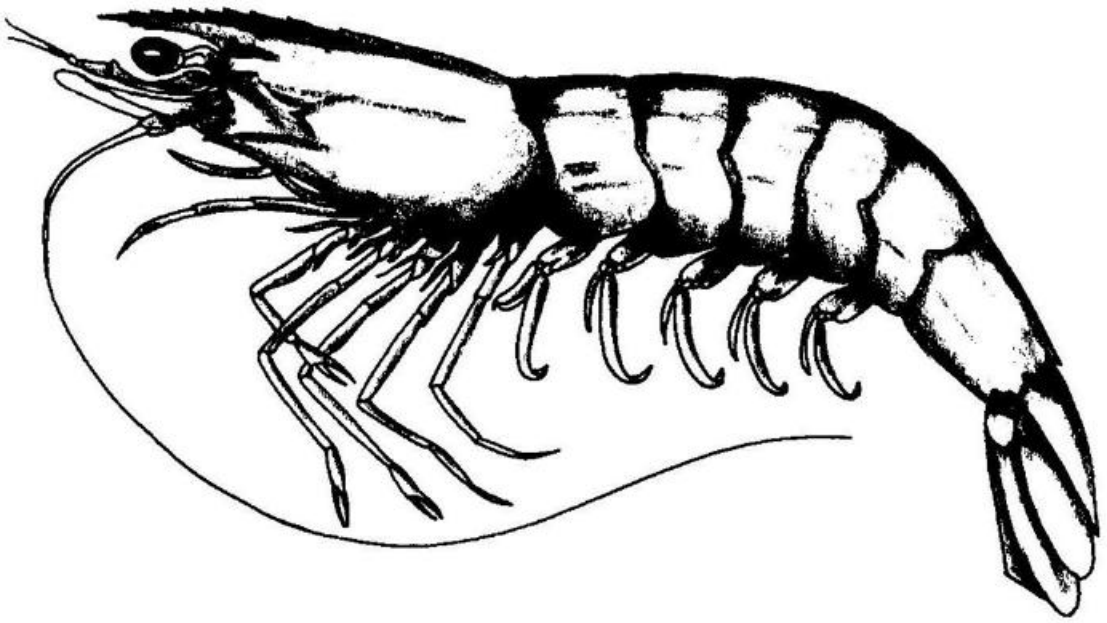
Este aporte de trabajos sobre crustáceos, moluscos, peces, ambiente, tecnología y sobre especies sujetas a protección especial, es sólo una parte de lo mucho que existe en informes técnicos que pudieran ser ordenados, reescritos y editados. Esta información contribuiría sin duda a enriquecer el conocimiento científico-técnico del país, de nuestras riquezas naturales y de las medidas que se han tomado para aprovecharlas, preservarlas y administrarlas debidamente.

Lo que hoy se publica es un documento histórico que muestra el desarrollo y evolución de la ciencia pesquera y de las pesquerías, con el objetivo de cubrir necesidades de conocimiento del sector pesquero y de la comunidad científica y de este modo someter a discusión crítica los trabajos resultantes.

En esta temática científica y tecnológica hay ingentes retos para el país, ante los manifiestos cambios geopolíticos y económicos y las exigencias de individuos y agrupaciones ecologistas, lo que obliga a desarrollar líneas de investigación vinculadas tanto a las tareas productivas como a la protección de los ecosistemas acuáticos. Existe conciencia en los investigadores y hay voluntad política de atender tales reclamos de la sociedad nacional e internacional.

Por las razones anteriores, a través de esta serie de publicaciones el Instituto aspira a una mayor firmeza editorial y a destacar en ediciones diversas sus logros en la investigación, buscando la participación internacional para informar al sector pesquero y a la comunidad científica nacional e internacional, así como intercambiar ideas y que contribuyan al estudio de los recursos acuáticos y su ambiente. Algunos requieren protección, otros una mejor administración, y esto sólo se puede lograr profundizando en su conocimiento.

CRUSTACEOS



La pesquería de camarón en alta mar. Pacífico de México

Ma. Concepción Rodríguez de la Cruz
Dirección de Análisis de Pequerías, Área Central, INP

Ernesto A. Chávez Ortiz
CRIP-Mazatlán, INP

Introducción

En materia de pesca en el país, los recursos camaroneros han sido los más importantes, pues además de constituir una valiosa fuente de divisas, de ellos depende un gran sector de la población pesquera nacional. De esta manera, se contempla la importancia y necesidad de conocer las características y desarrollo de la pesquería de camarón, con el fin de contar con los elementos necesarios para su adecuada gestión. A pesar de su gran importancia como recurso, se desconocen en gran medida los detalles que rigen la dinámica de sus poblaciones y su relación con el medio ambiente.

Los volúmenes anuales de captura a nivel nacional ascienden a cerca de 70 000 toneladas y los del Pacífico mexicano actualmente oscilan alrededor de las 20 000 toneladas anuales, siendo los estados de Sonora y Sinaloa los que aportan la mayor parte de esta captura (75%) y en menor proporción Oaxaca y Chiapas.

La explotación de este recurso, desde el inicio de la pesquería, fue destinada en exclusividad a las sociedades cooperativas de producción pesquera; sin embargo, al carecer éstas de los medios de producción se unieron, en su mayoría, al sector privado a través de un "contrato de asociación" que les permitía utilizar sus medios de producción compartiendo con él el recurso. Este tipo de práctica y el gran valor del camarón en el mercado de exportación hizo que la pesquería se sobrecapitalizara y se enfrentara, especialmente durante las últimas dos décadas, a un incremento en el esfuerzo de hasta 1 700 barcos en 1981, sin ningún aumento paralelo en la captura, sino por el contrario, con una tendencia al decremento de los rendimientos unitarios.

En 1982 se inició un proceso de transferencia de la flota privada a las sociedades cooperativas, usufructuarias del recurso, con la intención de ofrecer una solución a la problemática. Sin embargo, como resultado de esta disposición, no hubo ninguna mejoría en la economía de la explotación del recurso, lo que condujo a la aplicación de nuevas disposiciones tendientes a mejorar su administración, más frecuentes en el transcurso de los 10 últimos años y que para 1992 se traducen en la liberación de la exclusividad de este recurso que ostentaban las cooperativas.

Antecedentes

Las investigaciones sobre los recursos camaroneros de alta mar realizadas en la región, se remontan a mediados de siglo. Merecen especial mención las de Cárdenas (1947, 1951) y las de Núñez (1950), a partir de las cuales se inicia formalmente la investigación pesquera del camarón. Asimismo, en estos trabajos se dan los primeros pasos hacia un ordenamiento de la pesquería. De las investigaciones realizadas posteriormente destacan las de Chapa (1956) y Mercado (1954), pero en general durante las décadas de los años cincuentas y sesentas los trabajos se pueden considerar más bien aislados y enfocados casi en su totalidad a aspectos biológicos y normativos.

A finales de los años sesentas se fortalecieron los trabajos sobre el camarón, realizados tanto por el Instituto Nacional de la Pesca, organismo oficial sobre el cual recae la responsabilidad de la gestión y ordenamiento de la explotación pesquera, el cual llevó a cabo grandes esfuerzos para identificar la fauna de acompañamiento de este recurso y mejorar el esquema administrativo de la pesquería, como por otros organismos, entre ellos, la Secretaría de Recursos Hidráulicos y la UNAM, los que realizaron entre otros estudios el Plan Piloto "Yavaros-Escuinapa" (SRH, 1967, 1968, 1969, 1970 y 1971), dentro del cual se inician las primeras investigaciones sobre los estadios postlarvales de camarones y su cultivo (1969). En la década de los años setentas se realizaron los primeros esfuerzos para conocer la dinámica poblacional. En 1976, se hizo un importante esfuerzo por difundir los resultados de las investigaciones que a nivel nacional se estaban realizando sobre el camarón y especies afines, mismos que quedaron contenidos en dos volúmenes (Instituto Nacional de Pesca, 1976). En este trabajo está presentada la mayor parte del conocimiento que se tenía hasta ese año sobre el recurso. Después de este evento, la actividad de investigación sobre el camarón ha trascendido muy poco, a pesar del importante esfuerzo que sigue realizando de manera permanente el Instituto Nacional de la Pesca. Algunas de las investigaciones realizadas por esta institución y por otras, se citan en el desarrollo del presente trabajo.

Recurso pesquero

Las especies más importantes que conforman el recurso camaronero pertenecen al género *Penaeus* y son:

Penaeus californiensis Holmes	camarón café
Penaeus stylirostris Stimpson	camarón azul
Penaeus vannamei Boone	camarón blanco
Penaeus brevirostris Kingsley	camarón rojo o cristalino
Penaeus occidentalis Streets	camarón blanco del sur

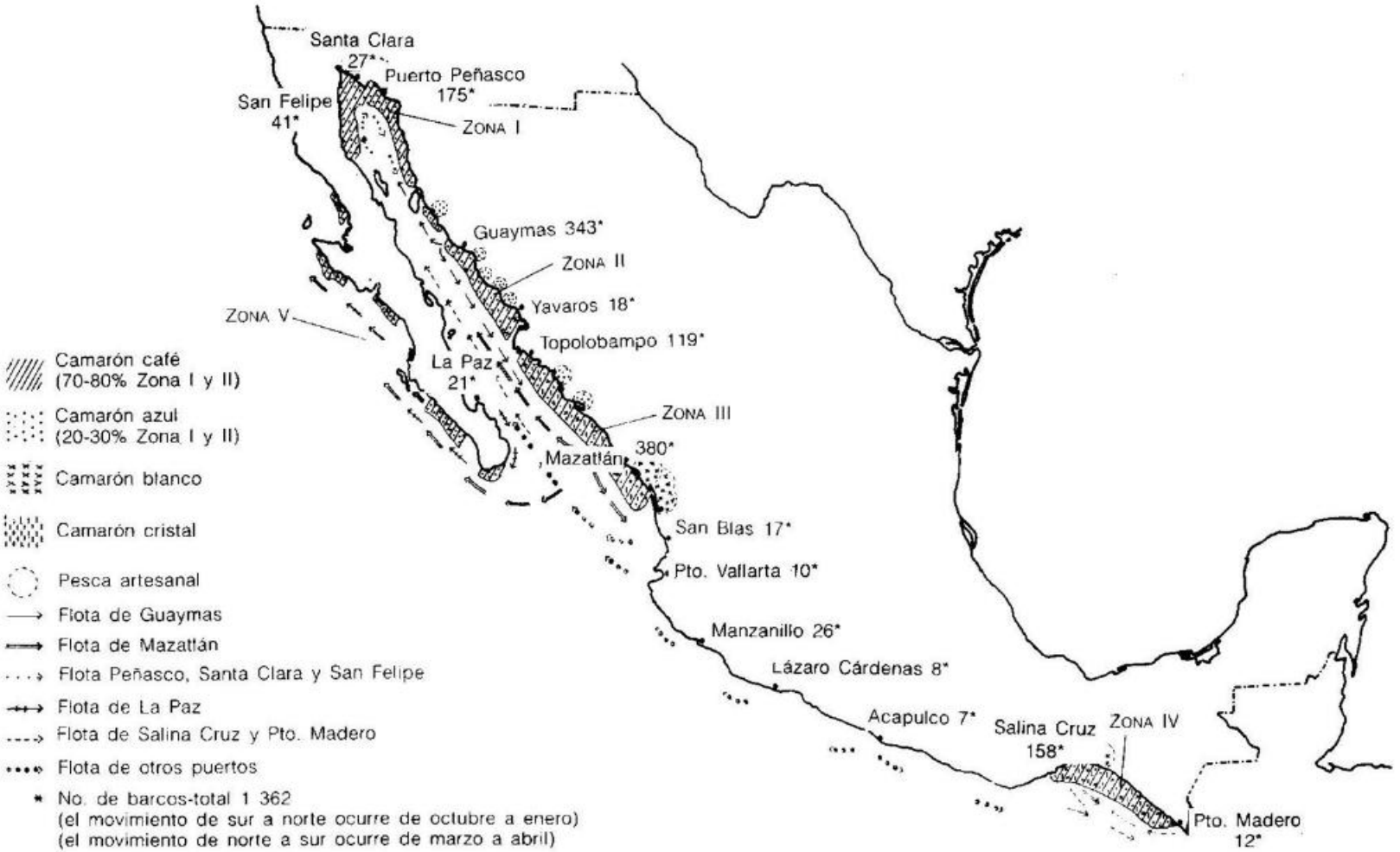
La composición de ellas en la captura comercial marina a nivel del litoral es la siguiente:

Penaeus californiensis	70-80%
Penaeus stylirostris	7-12%
Penaeus vannamei	10-15%
Penaeus brevirostris	3%

Sin embargo, se han observado diferencias regionales en la actividad (Fig. 1) que se asocian a cambios ambientales en el mismo sentido y que determinan una expresión distinta del hábitat según el área en donde se desarrolla la pesquería. Así, en el Golfo de Tehuantepec, las proporciones de camarón blanco y café son de 0.35:0.65; las proporciones de las otras especies son muy poco significativas. En la zona sur del Golfo de California las proporciones observadas para las mismas especies y para el camarón azul son de

Figura 1

Distribución geográfica de las especies más importantes de camarón, pesquería industrial y artesanal y movimiento de la flota camaronera del Pacífic



0.23:0.58:0.18. Finalmente, para la parte norte del Golfo de California son de 0.65:0.35 para los camarones café y azul respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1
Proporción de especies según la región de pesca, de acuerdo con datos de muestreo obtenidos directamente

Región	Azul	Café	Blanco
Golfo de California			
Zona Norte	0.35	0.65	—
Zona Sur	0.18	0.58	0.23
Golfo de Tehuantepec	inapreciable	0.65	0.35

Ciclo de vida

El ciclo de vida de las especies que forman el recurso es muy semejante entre sí. Los adultos desovan en el mar a diferentes profundidades y estacionalidad dependiendo de la especie. Los huevos eclosionan unas cuantas horas después y dan origen a larvas, mismas que pasan por una serie de mudas y estadios (5 nauplios, 3 protozoeas, 3 mysis) antes de alcanzar la fase de postlarva. A la edad de 4 semanas penetran a los estuarios o bahías, donde encuentran un medio rico en alimento que les permite asegurar su desarrollo. Permanecen por espacio de 3 a 4 meses en los sistemas estuarinos antes de emigrar al mar para efectuar la reproducción.

Reproducción y fecundidad

Se considera que la edad de reclutamiento en el mar (4-5 meses, en promedio) coincide aproximadamente con la edad a la que los camarones inician su madurez sexual, misma que alcanza su etapa óptima alrededor de los 10 meses. De esta manera son los individuos de 10 meses de edad y mayores los que constituyen el "stock" reproductor más importante para reponer la población. Dependiendo de la especie y de la latitud donde ésta se encuentre, se presentan diferentes patrones de reproducción en tiempo y espacio, aunque por lo general podemos mencionar dos picos máximos de desove, uno de primavera-verano y otro de otoño-invierno, este último generalmente más reducido e irregular. Por lo tanto, la generación de organismos producto del desove de primavera-verano es la más importante desde el punto de vista de la población y de enfrentarse ésta a condiciones adversas, naturales o producidas por el hombre, especialmente antes de su reclutamiento a la pesquería marina, puede implicar un riesgo muy alto de abatimiento del recurso (Rodríguez de la Cruz, 1978).

Por lo que respecta a la fecundidad, García-Gómez (1976) determinó la relación entre ésta y la longitud de dos especies de camarón que se descargan en los puertos de Guaymas y Puerto Peñasco, Son. De esta manera es posible estimar la fecundidad más probable de una hembra al aplicar simplemente los parámetros de las regresiones logarítmicas calculadas, cuyos valores se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2
Valores de los coeficientes de las regresiones exponenciales que establecen la relación entre la longitud (L) y la fecundidad (F) de los camarones azul y café (F = aLb)

Area	*P. stylirostris*		*P. californiensis*	
	a	b	a	b
Puerto Peñasco	0.0024	3.70	0.0388	3.21
Guaymas	0.0007	3.94	0.0962	2.96

Con la información contenida en la Tabla 2 es posible determinar la contribución reproductiva de la población de una manera muy simple; es decir, en primer lugar, se estima la cantidad total de huevos producidos por la fracción de la población de cada clase de edad (Pi), multiplicando la fecundidad (fi) por la mitad de los individuos de esa edad a la mitad de cada periodo mensual ($e^{-0.5(M+F)}$); posteriormente se calcula la sumatoria de los valores correspondientes a cada grupo de edad según la ecuación siguiente, que corresponde a la contribución reproductiva (E) de la población para ese mes:

$$E = \sum \left((fi\ Pi\ (0.5)\ e^{-0.5(M+F)} \right)$$

Un posible efecto del ambiente, y en particular la temperatura sobre la aportación reproductiva de la población, parece ponerse en evidencia a través de los datos de fecundidad antes señalados, pues parece vislumbrarse un posible retardo en la tasa de crecimiento del camarón café con respecto a la observada un poco más al sur en esa misma especie. Es lógico suponer la influencia de los cambios latitudinales de temperatura sobre el metabolismo de las especies y en este caso, a juzgar por los datos, parece haber un retardo de casi un mes en la edad de primera madurez de los camarones del norte del Golfo de California con respecto a los de la parte sur del mismo. Estos cambios pueden tener efectos importantes en el comportamiento del recurso ante las presiones de pesca o, aun bajo la aplicación de una misma acción, para la regulación de la pesquería en dos regiones climáticamente distintas.

Reclutamiento

La percepción general es que el nivel de reclutamiento de los camarones probablemente depende en gran medida de los siguientes factores (García, 1977):

- Condiciones climáticas e hidrológicas y sus repercusiones en la reproducción.
- Supervivencia de las larvas durante su migración hacia los estuarios.
- Crecimiento y competencia con otros organismos.
- Duración de su estancia en la zona costera.

También es incuestionable que la abundancia de estos recursos está relacionada con el número de reproductores remanentes una vez finalizada la temporada de captura. Estudios recientes (Rodríguez de la Cruz, inédito), muestran evidencias claras de que el reclutamiento a la pesquería marina ha sido afectado por la pesca, cuando ésta disminuye considerablemente el tamaño de las poblaciones.

Para la costa de Sinaloa, y en general para la de todo el Pacífico, se atribuye una probabilidad de captura del 65% de los organismos durante su primer mes de ingreso a la pesquería marina, dadas las características del arte de pesca y su selectividad (Lluch-Belda, 1977), desapareciendo prácticamente las poblaciones durante los siguientes dos o tres meses después de iniciada la pesquería (Rodríguez de la Cruz, 1978) (Fig. 2a, b y c). Pero también existen registros, a través del tiempo, de que el reclutamiento ha estado fuertemente influenciado por la lluvia, las mareas y las corrientes. El desarrollo costero urbano, el turismo, la construcción de caminos y estanquería, ejercen también un impacto negativo en el reclutamiento. Sin embargo, hasta ahora no se ha podido precisar con claridad de qué manera influye el ambiente sobre este proceso, lo que sí es claro es que una de las variables ambientales que influye de manera muy significativa en la tasa de

Figura 2a

Abundancia relativa de la captura a través de 9 temporadas de pesca en el Puerto de Guaymas, Son., de 1970 a 1982. Captura en toneladas

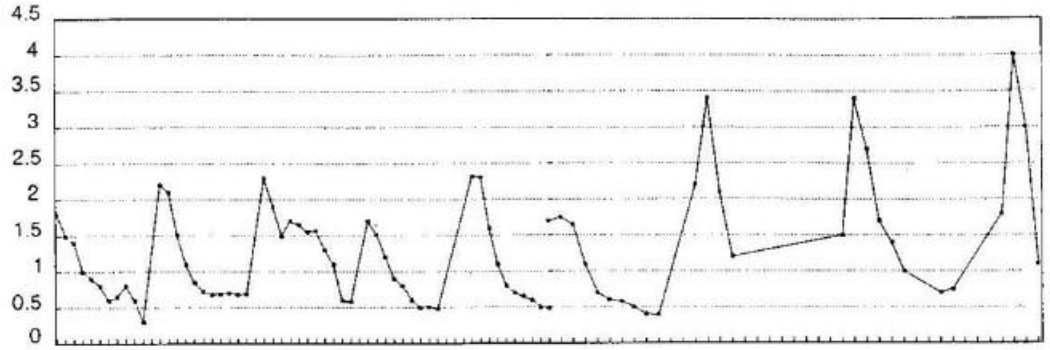


Figura 2b

Datos de captura de camarón de alta mar (ton de colas) y esfuerzo de pesca en miles de días, registrados por la flota de Mazatlán, Sin., temporadas 1977-1978 a 1991-1992

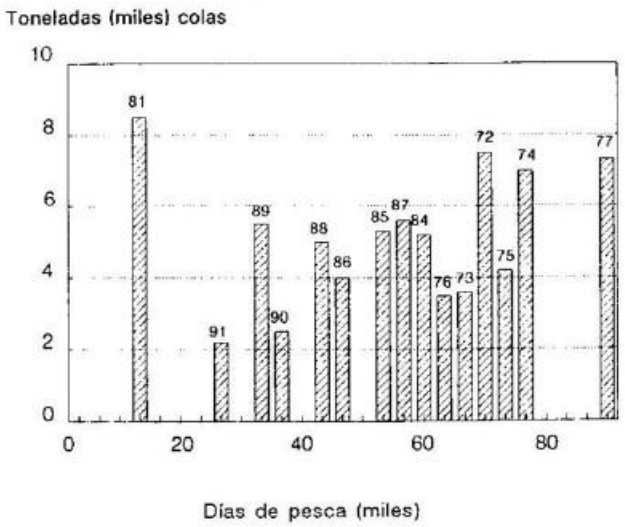
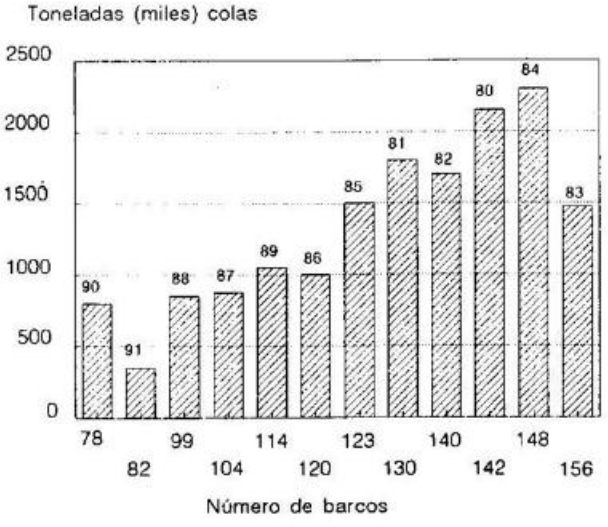


Figura 2c

Datos de captura de camarón de alta mar (ton de colas) y esfuerzo de pesca en miles de días, registrados por la flota de Salina Cruz, Oax., temporadas 1980-1981 a 1991-1992



reclutamiento, aunque no en el extremo norte de la distribución del recurso, así como en la producción de camarón, es la intensidad de la precipitación pluvial, lo cual ha sido reconocido desde hace tiempo por los mismos pescadores. También se ha demostrado en la literatura, de manera reiterada, que existe una correlación positiva entre la intensidad de la precipitación pluvial y la producción de camarón registrada algunos meses después. Se han ofrecido evidencias que soportan la idea de la existencia de este fenómeno, tanto para los camarones del Golfo de México (Hildebrand y Gunter, 1953; Gunter y Hildebrand, 1954; Gunter y Edwards, 1967), como para los del Pacífico (Chapa-Saldaña, 1956; Chapa-Saldaña y Soto-López, 1969; Chapa-Saldaña *et al.*, 1974 y Castro-Aguirre, 1976). Es probable que este factor sea uno de los responsables principales de los cambios estacionales tan drásticos que se dan en esta pesquería en la que, independientemente de las disposiciones de la reglamentación que se le apliquen, está sujeta a un ciclo estacional de producción que alcanza su valor máximo en el mes de octubre, que se refleja en los rendimientos de la pesca, y desciende progresiva e inexorablemente hasta casi desaparecer de las áreas de pesca durante la primavera y, principalmente, a principios del verano (Fig. 3a, b y c).

Sobre este aspecto, merece especial mención el trabajo de Gracia (1991), quien ha incorporado al modelo de Ricker una variable, vinculada a la descarga hidráulica de los ríos y explicable, según este autor, por una posible relación con la capacidad de soporte del hábitat en las zonas de crianza de las etapas tempranas del ciclo de vida del camarón, la que aumentaría con la descarga de aquéllos. Este enfoque parece ser bastante promisorio cuando la meta está orientada al pronóstico de las existencias.

Relación stock-reclutamiento

De los modelos más ampliamente utilizados para el establecimiento de la relación parentela-progenie, el que más se ha aplicado es el de Ricker (1954), que según Cushing (1977) tiene dos parámetros: uno asociado con la mortalidad dependiente de la densidad (b) y otro asociado con la mortalidad independiente de la densidad (a). Para su aplicación se considera que los valores estimados corresponden a una población estable. Las desviaciones que se observen de esta relación estarán determinadas fundamentalmente por el ambiente, pues en especies como el camarón, cuya tasa intrínseca de crecimiento de su población (r) es muy alta, la mortalidad independiente de la densidad adquiere mayor importancia. De acuerdo con estas consideraciones, los valores de los parámetros estimados para el camarón café se indican a continuación:

$$a = 17.534 \times 10^{6} \text{ y } b = 0.078462$$

De los resultados, se considera que la densidad de población tiene efectos más fuertes sobre la supervivencia en el camarón blanco que en el café, ya que el primero es más escaso y quizás a esto pudiera atribuirse su menor densidad. Por otra parte, por el grado de eurihalinidad mostrado en ambientes variables (Chávez, 1979), se sugiere que la influencia del ambiente es mayor sobre la población de camarón café que sobre la del blanco, que también soporta mejor los cambios de temperatura.

Edad y tasa de crecimiento

Los análisis para determinar la edad y la tasa de crecimiento se han hecho con base en datos disponibles de muestreo de los desembarcos,

Figura 3a

Rendimientos mensuales (ton) a lo largo de tres temporadas de pesca observados en la flota de Salina Cruz. Temporadas 1984-1985, 1989-1990 y 1991-1992

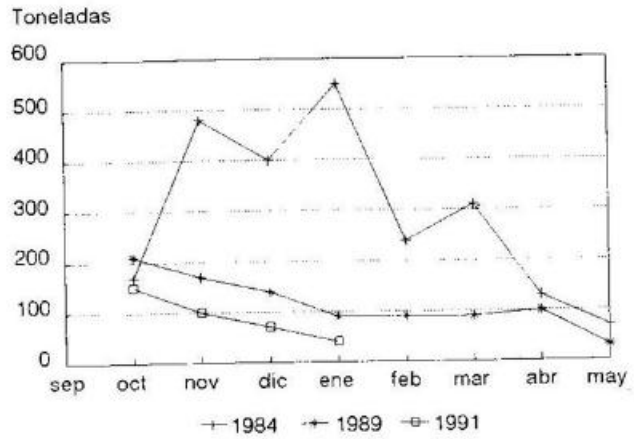


Figura 3b

Rendimientos mensuales (ton) a lo largo de cuatro temporadas de pesca observadas en la flota de Mazatlán. Temporadas 1972-1973, 1973-1974, 1981-1982 y 1991-1992

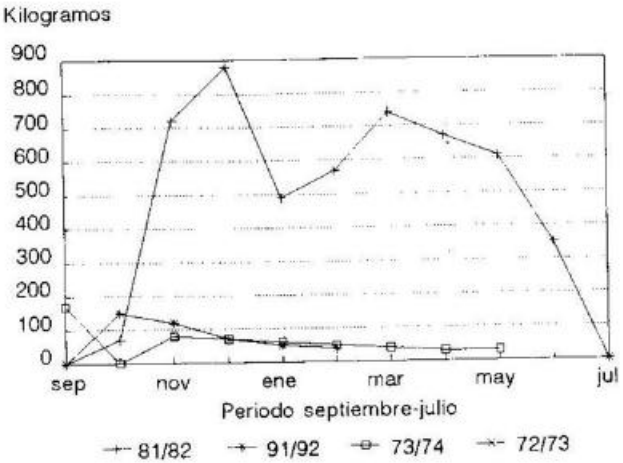
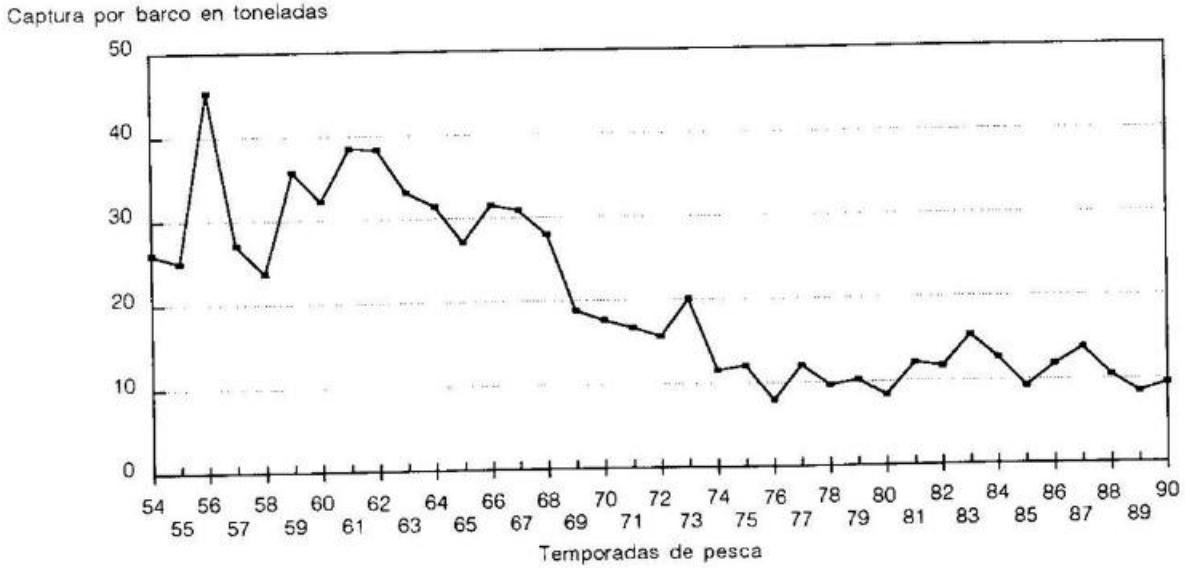


Figura 3c

Rendimientos anuales por barco, en el Puerto de Guaymas, Son. Temporada 1954-1990



que corresponden a la longitud abdominal. Para poder manejar datos referidos a camarón entero, se han utilizado las ecuaciones de regresión estimadas por Chávez (1973), por Chávez y Rodríguez de la Cruz (1971) y por Muhlia *et al.* (1975).

Los valores que identifican a cada clase de edad se han estimado empíricamente a partir de los histogramas de frecuencia de longitudes obtenidos de los mismos muestreos. Los resultados obtenidos indican que la tasa de crecimiento, representada por el parámetro k del modelo de Von Bertalanffy, es más alta en el camarón blanco que en el camarón café, además de que el primero alcanza mayor tamaño en promedio.

La tasa de crecimiento puede mostrar ciertas diferencias según las fuentes. Esto se observa en el valor de k y en el de to, tanto en el camarón café como en el blanco (Tabla 3). Estas diferencias se atribuyen principalmente a que en un caso se basaron en ejemplares juveniles de aguas interiores, mientras que en otro corresponden a ejemplares adultos provenientes de alta mar. Al incorporar los valores de los parámetros de crecimiento a los modelos de rendimiento, se utilizaron los valores estimados en las poblaciones de alta mar.

Los trabajos de Rodríguez de la Cruz (1972) para el camarón azul, de Chávez y Rodríguez de la Cruz (1971) para el camarón café, de Garduño (1989) para el camarón cristalino y de Chávez (1973) para el camarón blanco, han servido de base para determinar la composición por edades en las capturas. Así, en la Tabla 3 se muestran los valores de las constantes del modelo de Von Bertalanffy para las especies de camarón, según las fuentes antes mencionadas.

Tabla 3
Parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, en longitud y en peso, así como del coeficiente de alometría (b) de cuatro especies de camarón del Pacífico

Especie	L	w	k	to	b
P. californiensis	242	220	0.186	0.344	2.999
P. vannamei	200	103	0.266	0.293	3.050
P. stylirostris	245	244	0.179	0.477	3.000
P. brevirostris	190	—	0.240	0.704	—

Mortalidad

Para evaluar la supervivencia de las poblaciones a través del tiempo, se ha intentado reiteradamente determinar el valor del coeficiente de mortalidad total, a partir de cambios en los valores de la captura por unidad de esfuerzo en periodos descendentes. Una limitación de este procedimiento consiste en que en poblaciones con alto valor de su tasa intrínseca de crecimiento (r), como es el caso de los camarones, los valores de la captura por unidad de esfuerzo, con frecuencia no son buenos indicadores de sus densidades, pues los factores ambientales pueden inducir cambios más notables a corto plazo que el esfuerzo de pesca. Un aspecto adicional que podría limitar notablemente los alcances de los valores de la mortalidad estimados con el uso de datos de captura y esfuerzo, estriba en el hecho de que el reclutamiento permanente de nuevos individuos a la pesquería, puede enmascarar la declinación en el numero de individuos a través del tiempo y, en consecuencia, si no se toman las precauciones apropiadas, el valor de la mortalidad puede resultar subestimado. Otro de los problemas que enfrenta el estimado de este pará-

metro es la gran confusión existente sobre la mezcla de las poblaciones, considerando la amplitud de la región y la movilidad de la flota.

Chávez y Arreguín (inédito) examinaron los cambios en la composición por edades de la captura a través del tiempo, mediante el análisis de los datos de maquila. Así, compararon la mortalidad actual de la población representada en las capturas con una longevidad máxima de sólo 10 meses, con la mortalidad observada en la población virtual, considerada con una longevidad máxima cercana a 13 meses (3/K + to). Los resultados logrados con este procedimiento fueron satisfactorios y consistentes. Es pertinente señalar que en este caso, el análisis de cada generación determinó que la presentación de los valores del esfuerzo de pesca fuera un poco distinta de la ejercida en cada mes, pues en este caso se consideró más conveniente analizar los datos del esfuerzo que realmente fue aplicado a cada generación, de tal manera que el valor de esta variable corresponde al promedio ejercido sobre cada generación por periodos mensuales.

Con este procedimiento se analizaron varias generaciones o cohortes y fue posible observar los cambios mensuales en los valores de los parámetros de la mortalidad natural y capturabilidad, así como las oscilaciones de variables tales como el esfuerzo, mortalidad por pesca, tasa de explotación, tamaño de la población y disponibilidad de cada una de las especies analizadas. La representación gráfica de estos valores permite vislumbrar cambios paralelos con respecto a la mortalidad por pesca y el coeficiente de capturabilidad. Por su parte, el tamaño de la población y el esfuerzo de pesca manifiestan una tendencia diversa a las otras variables, pero también diferente entre sí, ya que si bien el esfuerzo es en general más alto cuando la población tiene mayor tamaño, hay cambios en esta última que no muestran una relación clara con el esfuerzo de pesca sino que aparentemente son consecuencia del efecto concomitante de la capturabilidad y de la mortalidad por pesca (Tabla 4). Es interesante hacer notar que durante los dos primeros meses del año, particularmente en enero y febrero, la baja capturabilidad de la población impide que se pesquen mayores volúmenes de camarón, a pesar de que el esfuerzo de pesca se mantenga alto al igual que el tamaño de la población.

Los parámetros de la mortalidad total y por pesca también han sido estimados en otras áreas donde se explota este recurso. Así, las aportaciones hechas en este sentido corresponden a los trabajos de Cruz-Romero y Reyna (1976) en el Golfo de Tehuantepec; García-Gómez (1976) y Garduño (1989) en el Golfo de California, así como los coeficientes de capturabilidad a través del modelo de D'Lury modificado (FAO-México, 1988) (Tabla 5).

Tabla 4

Valores de los coeficientes de mortalidad natural (M) y de capturabilidad (q)* estimados en poblaciones de las tres especies principales de camarón y en varias regiones del Pacífico mexicano

Región	Azul		Blanco		Café	
	M	q	M	q	M	q
Puerto Peñasco	0.06	0.688	0.19	0.357	—	—
Mazatlán	0.11	0.240	0.07	0.068	0.11	0.066
Golfo de Tehuantepec	—	—	0.16	0.045	0.13	0.045

* Para obtener el valor real de q, cada uno de los aquí indicados debe multiplicarse por 10^{-3}.

Tabla 5
Valores de los coeficientes instantáneos de mortalidad total (Z), mortalidad por pesca (F) y coeficiente de capturabilidad (q) de cada una de las especies en varias regiones del país

	Región	Z	F	q
Blanco	Mazatlán	0.34	0.24	1.69^{-6}
	Tehuantepec	0.35	0.11	—
Azul	Peñasco	0.84	0.78	—
	Mazatlán	0.35	0.29	8.07^{-5}
	Guaymas	0.44	0.24	5.93^{-5}
Café	Guaymas	0.42	0.22	4.10^{-5}
	Mazatlán	0.32	0.11	9.19^{-5}

Capturabilidad

Por capturabilidad se entiende la exposición relativa de las poblaciones al arte de pesca y es pertinente, por tanto, señalar que es un componente de la mortalidad por pesca que cambia estacionalmente, debido a los incrementos en el esfuerzo de pesca (Lluch-Belda, 1974), y no una constante como tradicionalmente ha sido considerada. También es posible que la capturabilidad cambie con la edad de los camarones, pues éstos son más accesibles a los artes de pesca durante los primeros meses de su vida, que es cuando habitan más cerca de la costa, a diferencia de los individuos más viejos que se alejan a mayores profundidades donde son más difíciles de capturar. Hay otros factores que pueden influir sobre los cambios en la capturabilidad, como son el tamaño de la luz de malla de las redes, las diferencias en la densidad de población, el tipo de sustrato o algún otro cambio en las condiciones del microhábitat; aspectos todos de gran importancia que influyen indudablemente en el nivel de pesca. En las Tablas 4 y 5 se presentan los valores del coeficiente de capturabilidad (q) estimados para tres especies de camarón, donde se percibe que el valor más bajo corresponde al camarón blanco y el más alto al camarón azul.

Descripción de la pesquería

La flota camaronera

En el transcurso de la evolución de esta pesquería, la flota de alta mar se ha caracterizado por mostrar una tendencia hacia el uso de embarcaciones cada vez más grandes y con mayor capacidad. Así en 1970, en el Golfo de California, la flota estaba constituida por 711 embarcaciones, de las cuales sólo en Mazatlán y Guaymas se concentraba el 68.6% del total con 229 y 259 barcos respectivamente (Chávez y Lluch-Belda, 1971). Con este tamaño de flota, los rendimientos logrados en ese tiempo eran de 47 toneladas de peso entero por barco en cada temporada de pesca, misma que tenía una duración de 10 meses, a diferencia de lo que ocurre en la actualidad, en que la temporada tiene una duración de solamente 7 meses y una captura media de 13 toneladas peso entero. Otra gran diferencia que ha contribuido de manera importante a la crisis actual de la industria camaronera de alta mar es el hecho de que durante la última década el número de embarcaciones en esta región aumentó a 1 700, las que en realidad ejercían hasta 1985 un esfuerzo realmente más grande que lo que el número de barcos aparenta, pues éstos no sólo eran de mayor tamaño que los de años atrás, sino que además el tamaño de las redes es por lo menos 50% más grande que el que tenían hace 20 años, con lo cual la capacidad real de la flota se hizo equivalente a unos 2 000 barcos o más. Adicio-

nalmente, existe el agravante de que la luz de malla de las redes se fue reduciendo paulatinamente, a tal grado que en la actualidad los copos tienen una luz de malla de solamente 1.5 pulgadas y un sobrecopo con mallas de igual tamaño o más pequeño; así, la red se satura fácilmente y atrapa aun a los ejemplares más pequeños ejerciendo un efecto de sobre-pesca, lo cual resulta innecesario y perjudicial.

Indudablemente que estos factores han influido decisivamente en el agotamiento de las existencias, pues los bajos rendimientos mostrados durante las últimas temporadas son evidencias que sugieren que la sobre-pesca ha llegado a afectar la tasa reproductiva de los camarones, que señalan sensibles reducciones en la tasa de reclutamiento, además de disminuir los rendimientos por día de pesca a lo largo de la temporada. Esto se manifiesta de manera consistente tanto en la pesquería del Golfo de California como en la del Golfo de Tehuantepec, según se aprecia en la figura 4 (a y b). La figura 4b muestra la tendencia histórica de los rendimientos por barco e indirectamente confirma el panorama antes descrito.

A partir de 1985, especialmente de 1989, se inicia una disminución natural de la flota, propiciada por la falta de medios económicos para su mantenimiento y reposición, ya que gran parte de ella sobrepasa los 20 años de edad. Para 1991, la flota se había reducido en 300 embarcaciones aproximadamente; a pesar de ello, los barcos activos siguen obteniendo una captura por unidad de esfuerzo muy inferior a la de los años setentas.

Como resultado de todo este conjunto de problemas, durante la primavera de 1991 se propuso una reducción aún más drástica en el tamaño de la flota (AMEBIPES, CIB, INP, 1991), lo que se tradujo en una recomendación para li-

Figura 4a
Captura en kg y esfuerzo en miles de días, registrados por la flota de Salina Cruz. Temporada 1980-1981 a 1990-1991

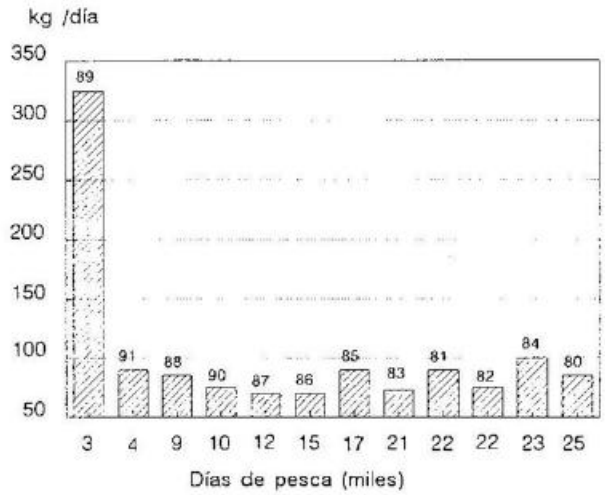
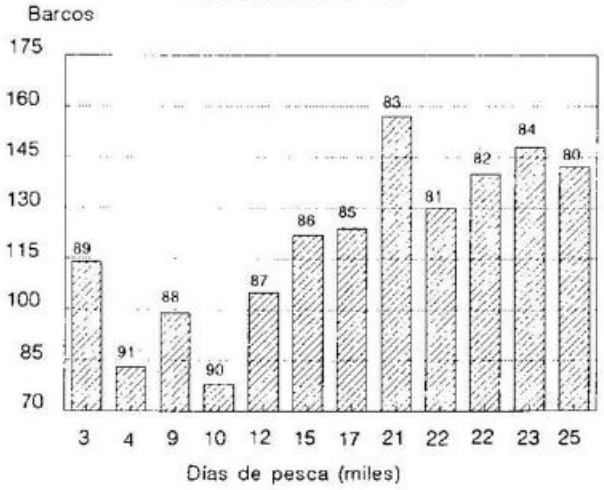


Figura 4b
Tendencia histórica de los rendimientos por barco registrados por la flota de Salina Cruz. Temporada 1980-1981 a 1990-1991



mitar su numero en 700 embarcaciones para todo el litoral del Pacífico, proporcional al tamaño de la flota en cada puerto. Por ejemplo, en el caso de Mazatlán con 220 barcos debe limitarse a solamente 141 embarcaciones. Como toda política de administración pesquera, esta disposición debe ser revisada anualmente para ir haciendo ajustes a la magnitud del esfuerzo en función del tamaño de las poblaciones explotadas y de su respuesta a las acciones de administración que se apliquen, hasta llegar a una etapa de optimización en el manejo, la cual se alcanzará en el transcurso del tiempo.

La captura

Hasta 1955 la captura se realizaba con una sola red a una profundidad entre 2 y 14 brazas y sólo durante el día. A principios de la década de los cincuentas el radio de acción de la flota se fue incrementando y en 1960 pescaban hasta 25 brazas de profundidad; en ese mismo año se introdujo una red más por barco. Posteriormente la profundidad de captura alcanzó las 50 brazas y la pesca empezó a realizarse también durante la noche.

En esta primera etapa, Cárdenas (1947, 1951) y Chapa-Saldaña (1956) mencionaron que los pescadores capturaban cardúmenes muy densos de camarón azul que se localizaban cerca de la costa. Después, al iniciarse la pesca de camarón blanco en el sur de Topolobampo se detectó este mismo comportamiento, el cual no se ha vuelto a mencionar por ninguno de los investigadores posteriores.

Debido a que no se consideraban comerciales, la captura del camarón café y más tarde del cristalino se inició como consecuencia de una disminución de las poblaciones de camarón blanco; aunque no tenemos un conocimiento claro de cuándo sucedió esto (Cárdenas, 1951; Núñez, 1950).

Hasta mediados de la década de los años sesentas cada flota operaba en zonas cercanas a su puerto de origen. Entre 1967 y 1969 se inició el intercambio de las flotas y la competencia por las áreas de captura a todo lo largo del litoral mexicano del Pacífico, incrementándose nuevamente la profundidad de pesca a partir de San Lorenzo, Sin., hacia el sur, hasta las 70 brazas (Fig. 1).

En 1970, la captura en el Golfo de California fue de 33 900 toneladas de camarón entero (Chávez y Lluch-Belda, 1971). En cambio, en el resto del litoral del Pacífico no llegaba a 5 000 toneladas.

La temporada de pesca se inicia entre septiembre y octubre de cada año y actualmente tiene una duración de 7 meses. A manera de ejemplo se muestra la estacionalidad de la captura en el Puerto de Guaymas, Son., (Fig. 2a). Su composición específica muestra una alternancia con relación a la abundancia en el tiempo y en el espacio; así el camarón azul y el blanco predominan al inicio de la temporada (octubre, noviembre y diciembre), mientras que el camarón café, aunque importante al principio de la temporada, es abundante en el resto de ella, al grado tal que constituye la principal especie en cuanto a volumen. Por lo que respecta al camarón cristal, éste se captura de enero hasta marzo o abril en que termina la temporada normal de la pesca (Garduño, 1989).

Con el propósito de que el ciclo biológico del recurso no sufra alteraciones graves, especialmente en el periodo reproductivo, se ha buscado que el esfuerzo de pesca se aplique en el momento oportuno, es decir, cuando el camarón se ha reproducido y reclutado biológicamente. Por ello, a la pesquería se le ha establecido una veda en

alta mar que varía entre abril y septiembre o mayo y octubre, y que además se complementa con la veda que se establece para el crecimiento de los juveniles en aguas protegidas, poco tiempo antes.

Captura por unidad de esfuerzo

De 1970 a 1975, las embarcaciones realizaron entre 8 y 10 viajes por temporada: con duración de 17.1 días de pesca en 1970 y de 20 días en 1975, con un promedio diario de captura por barco de 115 kg (Rodríguez de la Cruz, 1981). Entre 1980 y 1981, el número de viajes por temporada de pesca no se modificó, sin embargo, el número de días por viaje se incrementó a 23 con una producción de 80 kg por día (Ehrhardt *et al.*, 1981).

En 1990 y 1991, el número de viajes por temporada fue de 5 en promedio y los días de pesca por embarcación alrededor de 20, obteniéndose una captura promedio por día de 52 kg en 1990 y 35 kg en 1991.

Captura máxima sostenible

Estimaciones de la máxima captura sostenible han sido realizadas durante las dos últimas décadas por diferentes autores, a través del uso de modelos matemáticos.

Considerando la dificultad de analizar la pesquería por regiones, por la movilidad de la flota, estas evaluaciones en su mayor parte se han realizado para toda la zona de captura.

Modelos de producción

Estos modelos emplean para su desarrollo la biomasa de la población, expresada como captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y la mortalidad por pesca implícita en el esfuerzo pesquero. Los más conocidos son los de Fox y Schaefer.

El modelo lineal de Schaefer se ajusta bien cuando el esfuerzo pesquero no rebasa los 400 000 días de pesca (Lluch-Belda *et al.*, 1982), a partir de lo cual se obtiene un mejor ajuste con el modelo exponencial de Fox.

Los datos obtenidos por diferentes autores con el uso de estos modelos se muestran en la Tabla 6.

Modelos analíticos

Dentro de este grupo se han utilizado modelos de rendimiento por recluta, en los cuales la población es separada de las diferentes cohortes que la forman a partir del momento en que los organismos son lo suficientemente grandes como para ser capturados, hasta que mueren de manera natural o por pesca. Para alimentar este modelo se requiere además tener información sobre tasas de mortalidad natural y por pesca, y edad y tasa de crecimiento. Chávez (1979) aplicó el modelo de Beverton y Holt (1957) a la pesquería de camarón café de un sistema lagunar del Golfo de Tehuantepec, encontrando que el rendimiento máximo corresponde a una edad de 16 semanas y una mortalidad por pesca de $F = 0.9$.

Los modelos analíticos que con mayor frecuencia se han utilizado son el de Beverton y Holt, el de Ricker y el de Thompson y Bell, este último incorporado al desarrollo de modelos bioeconómicos.

Análisis bioeconómico

La administración óptima de los recursos pesqueros debe tomar en cuenta los aspectos biológicos,

Tabla 6
Estimados de la captura máxima sostenible (CMS) por métodos de producción excedente en el litoral mexicano del Pacífico. La captura se expresa en toneladas de camarón entero

Modelo	CMS	F óptimo	Periodo	Autor y año
Schaefer	35 000	250 000 d	1960-1978	Rodríguez de la Cruz, 1981
Schaefer	25 000	290 000 d	1949-1980	Lluch-Belda, *et al.*, 1982
Fox	24 600	240 000 d	1949-1980	Lluch-Belda, *et al.*, 1982
Schaefer	39 000	1 280 b	1954-1980	Ehrhardt *et al.*, 1981
Schaefer	24 000	1 400 b	1960-1987	FAO-México, 1988
Fox	22 000	1 430 b	1977-1991	Rodríguez de la Cruz, inédito
Fox mod.	24 200	283 300 d	1949-1975	Lluch-Belda, 1977

d = días de pesca normalizados.
b = barcos.

económicos, sociales y ambientales. Mediante el auxilio de las herramientas legales y con los elementos de juicio que aportan las disciplinas antes mencionadas es posible aplicar las estrategias de administración de los recursos más congruentes con la política y con las presiones socioeconómicas del momento.

Bajo este concepto, la pesquería de camarón del Golfo de California fue analizada en 1988 dentro de un grupo de trabajo coordinado por la FAO, utilizando un modelo bioeconómico diseñado por Willmann y García (1986) para pesquerías secuenciales de camarón, constituido por una parte biológica basada en el modelo de rendimiento por recluta (Y/R) de Thompson y Bell y un modelo económico simple de insumo-producto. Los resultados, analizando 5 alternativas, se muestran en la Tabla 7.

El objetivo de simular un incremento en el esfuerzo correspondió, en primera instancia, a visualizar la tendencia que habría en la captura y economía de la pesquería si las sociedades cooperativas, dedicadas a la pesca del camarón, pretendieran solicitar autorización para introducir nuevas embarcaciones y elevar el número que opera actualmente en la flota de la región.

Por su parte, incrementar la tasa de interés provocaría una situación difícil para el sector social, ya que la deuda se incrementaría considerablemente y las ganancias serían nulas, ocasionando que la captura de camarón no fuera una actividad rentable.

Al disminuir el esfuerzo en un 30%, se pensó en la variación que habría en cada uno de los parámetros, tanto biológicos como económicos. El aplicar esta medida proporciona un incremento en la captura por barco, con una inversión menor debido a la disminución en el número de barcos, por lo que la tasa interna de retorno se triplica en base a la calculada en la situación actual.

Tabla 7
Indicadores biológicos y económicos de la pesquería del camarón del Golfo de California, bajo diferentes alternativas de administración del recurso

	Situación actual	Situación actual incrementando esfuerzo en 15%	Situación actual interés al 20%	Situación actual disminuyendo esfuerzo en 30%	Situación actual con veda de 4 meses
No. de reclutas	3.411E9	3.411E9	3.411E9	3.411E9	3.411E9
Captura total (toneladas)	27 864	28 542	27 864	25 351	24 276
Estero (toneladas)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alta mar	27 864	28 542	27 864	25 351	24 276
Valor total de la captura (millones de dólares)	243.607	242.779	243.607	234.226	281.221
No. de barcos	1 253	1 411	1 253	877	1 250
Captura/barco (kilogramos)	22 238	19 807	22 238	28 907	19 421
Inversión total (millones de dólares)	310.269	356.822	310.269	217.164	309.526
Tasa de retorno de la inversión	9.9%	(0.6)%	(0.1)%	39.2%	22.2%
Valor agregado total (millones de dólares)	125.949	107.446	125.951	151.874	163.844
Salarios/valor agregado Total	50.4%	67.9%	50.4%	29.3%	38.6%
Ganancia (pérdida/valor agregado total)	24.3%	(2.1)%	(0.4)%	56.0%	41.9%
Intereses/valor agregado total	24.6%	33.2%	49.3%	14.3%	18.9%

Al parecer, la disminución en el esfuerzo de pesca es la mejor solución y la que debería ser considerada en el futuro, en lugar de prolongar la veda o establecer ésta en periodos diferentes a los actuales, siempre y cuando el recurso siga "estable" en su entorno.

Sin embargo, todos los ejercicios y resultados obtenidos en 1988 han de considerarse como preliminares, ya que la información manejada en el modelo debe ser validada y ajustada a la realidad actual de la pesquería del camarón. Así también la evaluación de la pesquería artesanal debe realizarse de manera conjunta, lo cual no pudo ser llevado a cabo en esta ocasión por falta de información respecto a las modificaciones que se han dado en esta actividad con relación a los nuevos artes y zonas de pesca.

Un análisis similar fue realizado por Chávez y Arreguín (inédito), para la pesquería de Salina Cruz, Oax., utilizando el modelo de rendimiento por recluta de Gordon-Schaefer modificado y una versión bioeconómica *ad hoc* del modelo analítico de Beverton y Holt (1957), mediante una simple transformación al valor de las capturas e incorporando datos de la relación beneficio/costo a la información del esfuerzo de pesca.

Con estos elementos se analizó una muestra representativa (11.5%) de la flota de Salina Cruz, basándose además en los principios económicos generales (Clark, 1976). En el trabajo de referencia, se llama la atención sobre el hecho de que las poblaciones de camarón del Golfo de Tehuantepec ya se encontraban sometidas a un régimen de pesca muy intenso desde 1981, pues en casi todos los meses la tasa de explotación era mayor del 50%.

La situación ha cambiado desde entonces pues la crisis se ha agudizado severamente, pero es consistente con las tendencias previstas por Chávez y Arreguín y, por lo mismo, el estudio no ha perdido vigencia.

En el estudio se identificaron cuatro opciones posibles de aplicar a la pesquería, a partir de la situación de ese momento. Las cuatro opciones fueron:

1. No intervenir y mantener los incrementos en el esfuerzo de pesca con la tendencia inicial, con la misma abertura en la luz de la malla.
2. Promover el incremento en el tamaño de la luz de malla con progresivos aumentos en el tamaño de la flota, hasta alcanzar el máximo volumen de captura posible.
3. Impedir ulteriores incrementos en el tamaño de la flota y al mismo tiempo propiciar el uso de redes con luz de malla más abierta para que el reclutamiento fuera de camarones de seis meses de edad en lugar de cuatro, como ocurre en la situación inicial.
4. Reducir el esfuerzo de pesca y utilizar redes con mallas más abiertas para ubicar a la pesquería dentro de los niveles de máxima rentabilidad económica.

De esta manera fue posible comparar la situación observada en ese momento, que sirve como referencia para cada una de las posibles opciones evaluadas. Los valores de los indicadores se presentan en la Tabla 8, donde se han clasificado en cinco categorías diferentes. Las cifras se refieren a la pesquería de camarón café exclusivamente, por ser la especie dominante. En la tabla mencionada se percibe que el volumen de captura es una restricción muy importante que limita el desarrollo de la pesquería y que todas las opciones oscilan dentro de casi el 25% del volumen total disponible para explotación.

Tabla 8

Indicadores biológicos, económicos y sociales de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec bajo diferentes alternativas de administración del recurso. El volumen (t) está dado en toneladas, el valor ($) en dólares (excepto en donde se indica de otra manera). Los valores corresponden a la situación del año de 1982 (véase también la Fig. 4)

Indicador	Situación inicial	Opciones de manejo 1	2	3	4
Captura					
Volumen (t)	3 600	3 625	3 900	3 400	3 000
Valor total ($)	36.0	36.2	39.0	34.0	30.0
Esfuerzo					
No. barcos	217	354	410	217	141
No. viajes (11/barco)	2 385	3 896	4 505	2 385	1 555
Costo de op. tot ($)	22.1	36.1	41.7	22.1	14.4
Costo por barco (miles)	100	100	100	100	100
Costo por viaje (10^{-3})	9.32	9.32	9.32	9.32	9.32
Utilidad neta					
Total (millones)	13.9	0.13	14.3	26.7	28.7
Por barco (miles)	63.2	0.32	36.8	126.3	205.3
Por viaje (10^{-3})	5.8	0.03	3.2	11.2	18.4
Socioeconómicos					
Empleos directos (4/barco)	868	1 416	1 640	868	564
Empleos indirectos (I)	10 416	10 488	11 284	9 387	8 680
Costo por empleo directo	25 600	25 631	25 589	25 600	25 679
Costo por empleo indirecto	2 132	3 463	3 721	2 258	1 668
Utilidad por empleo dir.	16 053	79	8 737	30 942	51 100
Utilidad por empleo ind.	1 337	0.01	1 268	2 732	3 321
Indicadores productivos					
Razón beneficio/costo	1.63	1.00	1.34	2.21	2.99
Costo por tonelada	6 158	10 010	10 763	6 537	4 826
Utilidad por tonelada	3 868	32	3 674	7 900	9 605
Captura por barco (t)	16.6	10.2	9.5	15.17	21.3
Captura por viaje (t)	1.5	0.9	0.9	1.4	1.9

(I) Según indicadores del Banco de México, se consideran 12 empleos indirectos por cada empleo directo.

En la figura 2 se representan gráficamente las opciones de manejo de la pesquería a partir de la situación inicial, señalada con el punto A. Se entiende que los cambios en el tamaño y eficiencia de la flota desplazarían la situación actual en sentido horizontal y que los cambios en la luz de la malla la modificarían en sentido vertical.

De acuerdo con el análisis económico hecho con las isopletas de rendimiento, se encontró a su vez la combinación de valores de intensidad del esfuerzo de pesca y edad mínima de captura que produjese las mayores utilidades, señaladas con el punto 4 en esa misma figura.

A continuación se discuten con mayor detalle las ventajas e inconvenientes de cada una de las opciones indicadas.

Opción 1

El permitir que el ritmo de explotación mantenga constante la tendencia de la situación inicial significa que, sin modificar las redes, la pesquería persista como actividad económica durante 39 años más, pues al cabo de este periodo la relación beneficio/costo sería igual a uno y el recurso dejaría de ser rentable. En términos de infraestructura, esto significa un aumento en la flota igual a 137 barcos. Un riesgo que a la vista tenía grandes posibilidades de ocurrir (y que se dio en la práctica), consiste en que una parte de la flota del Golfo de California se desplazara a pescar en el Golfo de Tehuantepec. Se advirtió que si sólo el 10% de la flota que había en el año de 1981, cuando se hizo el análisis, se desplazaba al Golfo de Tehuantepec en sólo una temporada, ese número de barcos sería suficiente para extender la crisis a todo el Pacífico mexicano en menos de un año, pues la pesca como actividad económica dejaría de ser rentable. Lamentablemente, los hechos confirmaron el pronóstico.

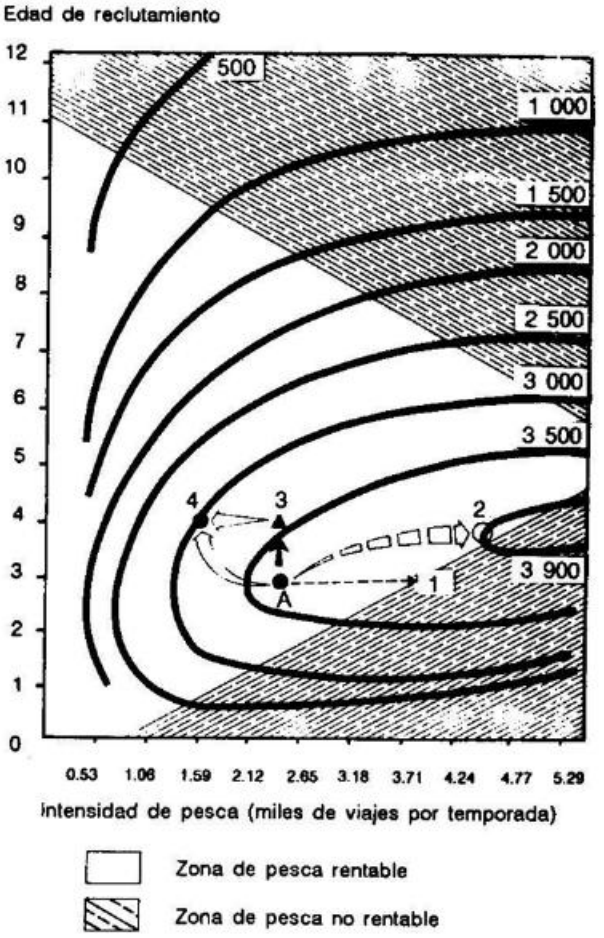


Figura 2

Diferentes alternativas para la administración de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec

Opción 2

La vía más directa para lograr los mayores volúmenes de captura posibles, de 3 900 toneladas de camarón entero, sería mediante el incremento

gradual en la abertura de las mallas, así como también mediante el aumento en el tamaño de la flota. Debe señalarse que el valor de rendimiento, identificado en la figura 5 con el punto 2 no corresponde a la definición del concepto de rendimiento máximo sostenible, especialmente si se localiza tan cerca del nivel que representa el punto de equilibrio económico. La variabilidad natural de las poblaciones, atribuible a cambios ambientales, no está considerada en estas estimaciones, ya que se ignora la amplitud de esta variación estocástica. Por lo tanto, se advirtió que esta opción, así como la antes discutida, no son recomendables, pues a pesar de que en ambos casos se genera un mayor número de empleos, la pesquería como sistema económico sería muy inestable y estaría sometida a fuertes riesgos que resultan sumamente indeseables por el alto costo social que estaría en juego.

Opción 3

Limitar la capacidad de la flota al tamaño que tenía al momento del análisis (1981) y simultáneamente promover un aumento en la abertura de la malla, es una opción con las consecuencias siguientes: al capturar ejemplares de mayor tamaño habría una disminución de 200 toneladas con respecto a los volúmenes de pesca de la temporada de referencia, pero esto significaría un valor adicional de casi 10 millones de dólares. Esto implica que los costos de operación serían los mismos que en la situación inicial y los indicadores productivos (económicos) resultarían notablemente favorables. Elegir esta opción habría tenido como inconveniente el despedir de sus empleos actuales a un poco más de 1 000 personas, que sería el número de empleados en tierra necesarios para procesar las 200 toneladas de camarón que dejarían de ser capturadas. A pesar de ello, esta opción habría sido muy favorable porque garantizaba una actividad económica a largo plazo con muy poco margen de riesgo.

Opción 4

La reducción en el esfuerzo de pesca acompañada de la abertura en la luz de la malla significaría la captura de 600 toneladas de camarón menos que en la situación inicial pero a la vez la utilidad neta total y por barco sería mayor del doble que la situación inicial, con el incentivo adicional de que la utilidad neta por viaje habría sido más de 3 veces superior a aquélla. Desde un punto de vista estrictamente lucrativo, sin consideraciones de tipo social, ésta sería la mejor opción, pues produciría las más altas utilidades al costo más bajo. Sin embargo, el costo social de esta opción significa dejar sin trabajo a 2 040 personas, 304 en el mar y 1 736 en tierra, así como sacar de la pesquería a 76 embarcaciones. Para alcanzar esta opción se podría llegar a ella por dos caminos, uno de ellos sería a través de la opción No. 3 seguida a continuación por una reducción gradual de la flota. La otra vía para llegar a este objetivo sería poniendo en práctica medidas progresivas de reducción de la flota, acompañadas de abertura simultánea en la luz de las mallas. Al considerar el costo social, así como la poca diferencia en utilidades netas adicionales que se obtendrían al adoptar esta alternativa, tal vez resultaría menos conveniente que la opción No. 3, si bien el margen de riesgo sería aún más estrecho que en aquélla.

Los análisis realizados llevaron al conocimiento de la pesquería a un nivel de detalle muy superior a otros intentos hechos en México sobre este recurso. Sin embargo, debe reconocerse que, de hecho, apenas se están dando los primeros pasos orientados hacia una administración más racional.

Es evidente que conforme aumenta el conocimiento de la pesquería, nuevas interrogantes surgen y mayores responsabilidades sociales se plantean como respuesta a la creciente necesidad de garantizar alimento y ocupación a los núcleos de población que dependen de la pesca. Es por ello que la administración de los recursos pesqueros debe apoyarse en bases científicas, pues es la única manera de garantizar su explotación racional. Existe aún mucho por conocerse al respecto de este recurso y es posible mejorar la eficiencia de la explotación actual mediante la puesta en práctica de algunas medidas adicionales, como las siguientes:

1. Reducir los niveles de intensidad de la explotación a los niveles postulados en febrero de 1992. Por lo mismo, no deben promoverse nuevos **incrementos en el número ni en la capacidad de pesca de la flota.**
2. Las disposiciones para el uso de redes con luz de malla más abierta de 2.5 pulgadas deberán aplicarse al copo de la red inclusive. Adicionalmente, el sobrecopo debe ser eliminado, o en todo caso ser sustituido por algún dispositivo que proteja el copo pero que a la vez deje pasar a los animales más pequeños que caigan en él.
3. Es indispensable hacer evaluaciones permanentes de esta pesquería. Para ello se requiere mantener el programa de muestreos de los desembarcos y que el sistema de registro estadístico de la captura y del esfuerzo de pesca sea objetivo y confiable.

Los argumentos en los que se apoyan estas recomendaciones se discuten a continuación:

1. Mantener la intensidad del esfuerzo pesquero en sus niveles actuales; es decir, no promover nuevos incrementos en el tamaño de la flota. El criterio que debe prevalecer contempla únicamente la sustitución de unidades viejas por barcos de reciente construcción.

   El análisis de la relación beneficio/costo ha señalado una tendencia gradual, pero bien definida, hacia niveles cada vez más costosos de la operación de la flota camaronera. Este indicador económico en la flota de Salina Cruz puso de manifiesto un comportamiento regional bien definido, pues en esta región la flota aún operaba con utilidades, cuando ya la crisis se había manifestado en el Golfo de California a principio de la década de los ochenta, si bien la tendencia apuntaba claramente hacia una crisis regional generalizada, la cual, si se logró prever, igualmente pudo ser evitada. Esta situación refuerza la necesidad de hacer un análisis de la flota con el objeto de identificar los tipos de embarcaciones cuyas características los hagan poco rentables y así promover su sustitución por unidades nuevas más productivas. Sin embargo, ésta no debería ser indiscriminada, sino que debería apoyarse en bases científicas que permitan orientar adecuadamente las inversiones. Debe señalarse que con la sustitución de viejas embarcaciones por barcos nuevos, estos últimos no deberán tener mayor autonomía que los actuales, pues en caso de suceder se promoverían niveles de explotación más costosos en lo general y menos eficientes desde el punto de vista económico, con el riesgo adicional de mantener agotado el recurso.

2. Las disposiciones tendientes a la captura de ejemplares de mayor tamaño implican promover un aumento en la luz de la malla de las redes, incluso en el copo. Los datos disponibles permiten asegurar una sustancial mejora

en las utilidades por barco simplemente con utilizar redes con luz de malla más abierta. En este caso podría adoptarse, en primera instancia, el uso de mallas con luz de 2.5 pulgadas, de acuerdo con las observaciones hechas por Lluch-Belda (1974) a este respecto, quien señaló que al utilizar malla con luz de 1 3/4 de pulgada se captura 45.4% menos que con la malla recomendada. Sin embargo, es una necesidad realizar más trabajo experimental a fin de identificar adecuadamente las aberturas de mallas más convenientes que hagan posible el logro de los objetivos económicos propuestos. Con el propósito de evitar cargas onerosas para las cooperativas al implantar una disposición en este sentido de un día para otro, la medida que se podría tomar para imponer esta regulación consiste en acordar con los fabricantes de redes camaroneras la prohibición de la manufactura y venta de nuevas redes que no cumplan con las disposiciones oficiales.

Adicionalmente, sería preferible limitar a pocos viajes los permisos de pesca durante los meses de escasez para garantizar niveles de operación con márgenes de utilidad asegurada. Si bien es cierto que el tamaño de las existencias tiende a decrecer año con año, esto es una consecuencia de la intensidad de pesca tan alta a la que han estado sometidos los recursos camaroneros. Esta captura excesiva ha provocado que disminuya la cantidad de adultos mínima necesaria para garantizar, mediante los procesos reproductivos, los mismos niveles de reclutamiento y, como consecuencia, dicho reclutamiento es menor en cada temporada.

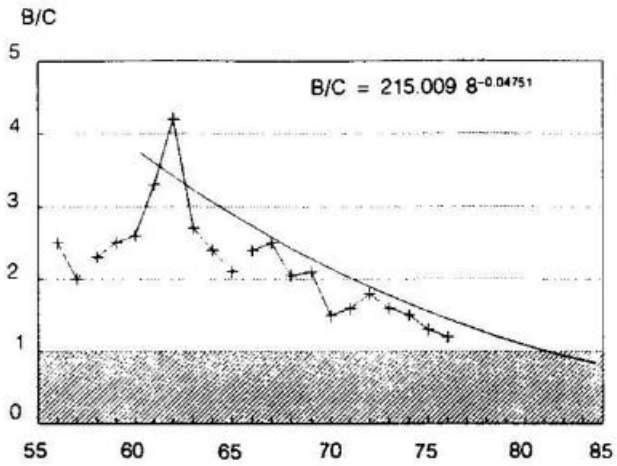
3. La evaluación de las poblaciones pesqueras debe ser hecha de manera permanente. En vista de que las poblaciones naturales están sometidas a fuertes presiones ambientales, especies con potencial biótico alto como los camarones, con frecuencia manifiestan cambios fuera de control, drásticos e imprevistos. Estas características intrínsecas de las poblaciones podrían modificar bajo ciertas circunstancias su dinámica, especialmente si se encuentran sometidas a una fuerte presión de pesca, como es el caso de los recursos camaroneros del país. Esto impone la necesidad de mantener una vigilancia permanente sobre el estado de las poblaciones, con el objeto de corregir adecuada y oportunamente cualquier desviación del patrón previsto en el tamaño de las poblaciones. Todas estas consideraciones implican que los trabajos de muestreo biológico de los desembarcos se realicen permanentemente con la misma frecuencia con la que se han realizado durante años, es decir, diariamente.

El carácter generalizado de la crisis

Una evidencia que pone claramente de manifiesto el fondo de la crisis que asuela a la industria camaronera nacional se muestra gráficamente en la figura 6, que señala la tendencia de la razón beneficio/costo de la pesquería de alta mar en el Pacífico mexicano durante el periodo previo y los primeros años de la crisis, que se inició a principios de los años ochentas.

La problemática regional es tipificada por la intensidad de la explotación, que ha superado la tasa de renovación del recurso alterándose los procesos reproductivos, lo cual se manifiesta en la reducción del tamaño de las existencias. Por otro lado, el incremento en la intensidad de pesca (aumento del número de embarcaciones) ha creado presiones de competencia entre la flota, reduciéndose la efectividad de las unidades de pesca.

Figura 6
Tendencia histórica de la pesquería de camarón del Pacífico mexicano



Con esta situación se demuestra implícitamente un principio universalmente válido para todos los recursos vivientes, se refiere a que la magnitud y disponibilidad de las poblaciones explotables es limitada. Lamentablemente, las acciones demuestran que este principio es frecuentemente ignorado y generalmente se recurre a la intervención y rectoría del Estado cuando los niveles de la crisis llegan a extremos de gravedad. Desafortunadamente las soluciones suelen ser dolorosas y por lo mismo impopulares, pues generalmente imponen la necesidad de aplicar restricciones severas en el acceso a los recursos. El caso de la pesquería de camarón no es una excepción.

Por todo lo anterior, resulta de la mayor importancia hacer una adecuada administración de la pesquería a fin de preservar el alto valor que la ha mantenido entre las principales fuentes de divisas para el país y porque ha significado una fuente de trabajo para núcleos importantes de la población.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al grupo de trabajo del Taller sobre la Aplicación de Modelos Bioeconómicos en la Pesquería del Camarón, en 1988, y especialmente a Serge M. Garcia y Rolf Willmann; a Francisco Arreguín-Sánchez quien participó directamente en la elaboración de la parte del estudio sobre la pesquería del Golfo de Tehuantepec que aquí se presenta; a Anatolio Hernández C., quien facilitó los datos de captura y esfuerzo de los puertos de Mazatlán y Salina Cruz de la ultima década. Además, en el procesamiento de los datos y análisis parciales participaron en distintas etapas: Julio Sánchez Chávez, Carlos Martínez Palacios, Esperanza Hidalgo, Miguel Ángel Olvera, Concepción Escalante y Belinda Valentín, a quienes se agradece su colaboración, al igual que a Héctor Garduño Argueta por su apoyo en la transcripción del documento.

Bibliografía

AMEBIPES, CIB, INP. 1991. Alternativas para la ordenación de la pesquería del camarón del Pacífico, *Taller de Consulta*, La Paz, BCS, 8 p.

BEVERTON, R.J. y S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations, *U.K. Min. Agr. and Fish, Invest., Ser.*, 2 y 19, 533 p.

CARDENAS F.M., 1947. Algunas notas sobre la biología y la pesca de los camarones del Mar de Cortés. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 8 (1-4): 115-130.

1951. Ciclo evolutivo de tres peneidos del noroeste de México, *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 12 (1-4): 229-258.

CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1976. Efecto de la temperatura y precipitación pluvial sobre la producción camaronera. *Mem. Simp. Biol. Din. Pobl. de Camarones*, núm. 2, Guaymas, México. Pp. 74-88.

CLARK, C.W., 1976. *Mathematical bioeconomics: The optimal management of renewable resources*. Wiley Interscience.

CRUZ-ROMERO, M. y I. REYNA. 1976. Análisis de algunos parámetros poblacionales del camarón de alta mar de Salina Cruz, Oax., *Mem. Simp. Biol. Din. Pobl. de Camarones*, núm. 1, Guaymas, México. Pp. 387-407.

CUSHING, D.H., 1977. The problems of stock and recruitment. En: Gulland, J.A. (Ed.), *Fish Population Dynamics*. Wiley. Pp. 116-133.

CHAPA-SALDAÑA, H., 1956. *La distribución comercial de los camarones del noroeste de México y el problema de las artes fijas*. Tesis profesional, Esc. Nac. Cienc. Biol. IPN, México, 57 p.

CHAPA-SALDAÑA, H. y R. SOTO-LÓPEZ. 1967. Resultados preliminares del estudio ecológico y pesquero de las lagunas litorales del sur de Sinaloa, México. *Mem. Simp. Inter. Lagunas Costeras UNAM-UNESCO*. Pp. 653-662.

CHAPA-SALDAÑA, H., W. ALVAREZ, E. PRADO, F.G. CHAPA y J.L. TIRADO. 1974. Sugerencias para la administración de la pesquería de camarón en las lagunas litorales de Nayarit. *Mem. V Congr. Nal. Ocean.*, Guaymas, Son., México. 10 p.

CHÁVEZ, E.A., 1973. Estudio de la tasa de crecimiento del camarón blanco (*P. vannamei Boone*) de la región sur del Golfo de California, *Ciencia Mex.* 28(2): 79-85.

—. 1979. Diagnosis de la pesquería del Golfo de Tehuantepec, Pacífico Sur de México *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol, UNAM* 6(2): 7-14.

CHÁVEZ, E.A. y D. LLUCH-BELDA. 1971. Estado actual de la pesca de camarón en el noroeste de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 32: 141-156.

CHÁVEZ, E.A. y C. RODRÍGUEZ DE LA CRUZ. 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis*). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 32: 111-127.

CHÁVEZ, E. A. y F. ARREGUÍN. *Evaluación y diagnóstico de la pesquería del camarón del Golfo de Tehuantepec*. Informe definitivo al Instituto Nacional de la Pesca. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. 79 p. (Inédito).

EHRHARDT M.N., P.S. JACQUEMIN, F.J. MAGALLÓN y M.C. RODRÍGUEZ DE LA CRUZ. 1981. The Pacific shrimp fishery of México, *Workshop on scientific basic for the management of penaeid shrimp*. Key West, Fla. USA, 45 p.

FAO-MÉXICO. 1988. *Taller de trabajo sobre la aplicación de modelos bioeconómicos en la pesquería del camarón*. Guaymas, Son., México, 55 p.

GARCÍA-GÓMEZ, M., 1976. Fecundidad del camarón café (*Penaeus californiensis*) y camarón azul (*Penaeus stylirostris*) de Puerto Peñasco y Guaymas, Son. *Mem. Simp. Biol. Din. Pobl. de Camarones*, núm. 1, Guaymas, México. Pp. 131-139.

GARCIA, S., 1977. Biologie et dymamique des populations de crevette roses *Penaeus duorarum notialis*, (Pérez-Farfante, 1967). *Trav. Doc., Cote d'Ivoire*, núm. 49, Orstom, Paris, 271 p.

GARDUÑO, A.H., 1988. Breve análisis de los datos de captura y esfuerzo de la flota de Mazatlán, Sin., de 1949 a 1988. *Boletín Informativo*, INP, CRIP-Mazatlán 24: 56-60.

— 1989. *Algunos aspectos de la biología pesquera del camarón rojo Penaeus brevirostris Kingsley, 1878, (Crustácea: Decapoda, Penaeidae) de la plataforma del sur de Sinaloa*. Tesis doctorado, ICMyL, UNAM, México, 176 p.

GRACIA, A., 1991. Spawning stock-recruitment relations of white shrimp in the southwestern Gulf of Mexico. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 120: 519-527.

GUNTER, G. y J.C. EDWARDS. 1967. The relation of rainfall and freshwater drainage to the production of the penaeid shrimp *P. fluviatilis* (Say) and *P. aztecus* (Ives) in Texas and Louisiana waters. *FAO Fish Rep.* 3: 875-872.

GUNTER, G. y H.H. HILDEBRAND. 1954. The relation of total rainfall of the state and catch of the marine shrimp (*Penaeus setiferus*) in Texas waters. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Carib.* 4(2): 45-103.

HILDEBRAND, H.H. y G. GUNTER. 1953. Correlation of rainfall with the Texas catch of white shrimp, *Penaeus setiferus* (Linnaeus). *Trans. Am. Fish. Soc.* 82: 151-155.

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA. 1976. *Mem. Simp. Biol. Dinam. Pobl. Camarones*. Guaymas, México, 2 vol.

LLUCH-BELDA, D., 1974. La Pesquería de camarón de alta mar en el noroeste. Un análisis biológico-pesquero. *Serie Informativa INP/SI*, INP. (SIC), 116 p.

— 1977. *Análisis de la pesquería de camarón de alta mar de Mazatlán, Sinaloa, México*. Tesis doctorado, IPN, México, 422 p.

LLUCH-BELDA, D., *et al.* 1982. *La pesquería de camarón del Pacífico (diagnosis monográfica de los conocimientos existentes)*. SEPESCA, CICIMAR, INP, CICTUS, ITESM, UAS, Mimeógrafo, 217 p.

MERCADO, P. 1954. *Extracto sobre la biología de los camarones del género Penaeus en aguas mexicanas*. Segundo Centro Latinoamericano de Capacitación pesquera 11 Clacp/Tr-35, 10 p.

MUHLIA, A., E. CASTELLANOS, C.B. KENSLER y B.C. BEDFORD. 1975. Relaciones biométricas para tres especies de camarón. *Serie Científica INP/SC*, SIC/Subsecretaría de Pesca, núm. 7,

NÚÑEZ, R., 1950. Reporte biológico. *Instituto de Pesca del Pacífico A.C.*, Guaymas, Son., México, 1(2): 1-64.

RICKER, W.E., 1954. Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Bd.* 11: 559-623.

RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, C., 1972. Estudios biológico-estadísticos sobre la pesquería de camarón del Golfo de California. *Serie Técnica*, núm. 1, INP, CPP-Guaymas.

— 1978. *Fundamentos y consideraciones para definir la temporada de veda en alta mar, para el camarón del Pacífico mexicano durante 1978*. Documento Interno, DEPES, INP, México, 16 p.

— 1981. Aspectos pesqueros del camarón del Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera* 1(1): 53-60.

— *Reclutamiento y cambios en la abundancia y composición de los recursos camaroneros del Pacífico Mexicano*. (Inédito).

SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRÁULICOS, 1967, 1968, 1969, 1970 y 1971. *Plan Piloto Yavaros-Escuinapa*, varios documentos en mimeógrafo,

WILLMAN, R. y S. M. GARCÍA. 1986. Modelo bioeconómico para el análisis de pesquerías secuenciales, artesanales e industriales de camarón tropical (con un estudio de la pesquería de camarón de Surinam). *FAO Doc. Tec. Pesca*. 270: 47.

La pesquería de camarón en alta mar. Golfo de México y Caribe mexicano

Abraham Navarrete del Proo
CRIP-Lerma-Campeche, INP

Adolfo Gracia Gasca
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Recurso pesquero

Especies

Las especies de camarón que conforman el recurso en el Golfo de México poseen niveles de importancia diferentes. Entre los más relevantes se encuentran:

Camarón rosado	*Penaeus duorarum* (Burkenroad, 1939)
Camarón café	*Penaeus aztecus* (Ives, 1891)
Camarón blanco	*Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767)

Y son las que de hecho dan forma a la pesquería en el Golfo de México por sus volúmenes de captura. En menor importancia se encuentran:

Camarón rojo	*Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817)
Camarón de roca o conchudo	*Sicyonia brevirostris* (Stimpson, 1871)
Camarón siete barbas	*Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862)
Camarón sintético	*Trachypenaeus similis* (Smith, 1885)
Camarón rojo real o gigante	*Himenopenaeus robustus*

Distribución geográfica y ecótica

Camarón rosado

El camarón rosado presenta una distribución comprendida desde Maryland, en la Bahía de Chesapeake, EUA, hasta las aguas de Brasil. En el Golfo de México se le encuentra en mayor concentración en la Sonda de Campeche y en la zona occidental de la Península de Florida, en EUA.

Los organismos de esta especie tienen marcada proclividad por los fondos carbonatados, arenosos y arenosos con conchuela. Por otro lado, se conoce que existe dependencia de los camarones rosados juveniles respecto a zonas con pastos marinos.

Aunque la especie se establece de manera profusa en los océanos y limitada en lagunas y esteros de la costa, se ha podido observar que presenta, en estos últimos lugares, indicios importantes de postlarvas. Se encuentra a una profundidad de 40 a 50 brazas (Fig. 1).

Figura 1

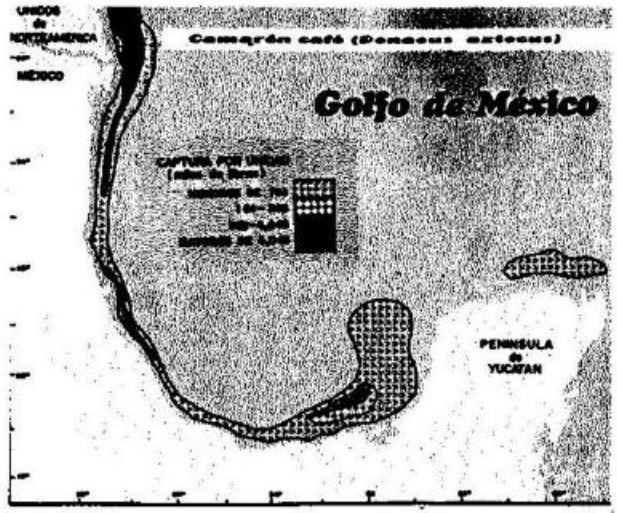
Distribución y abundancia de camarón rosado (Penaeus duorarum) en el Golfo de México



FUENTE: Atlas Camaronero del Golfo de México.

Camarón café

Se distribuye en la costa atlántica de Estados Unidos y el Golfo de México, desde Massachusetts a través del Golfo de México hasta el litoral situado al norte de Yucatán (Pérez-Farfante, 1969). Su distribución no es continua ya que no se encuentra en la costa occidental de la Península de Florida. Y en México está ampliamente distribuido en la plataforma del Golfo de México, desde la desembocadura del Río Bravo hasta el norte de Cabo Catoche (Anónimo, 1976). Se captura a menos de 50 brazas, aunque la mayor parte proviene de menos de 30 brazas. Se distribuye en fondos lodosos o turbosos. Asimismo, los juveniles se localizan en áreas con materia orgánica o vegetación, como lo señala Van Lopick, *et al.* (1979) (Fig. 2).



FUENTE: Atlas Camaronero del Golfo de México.

Figura 2

Distribución y abundancia de camarón café (Penaeus aztecus) en el Golfo de México

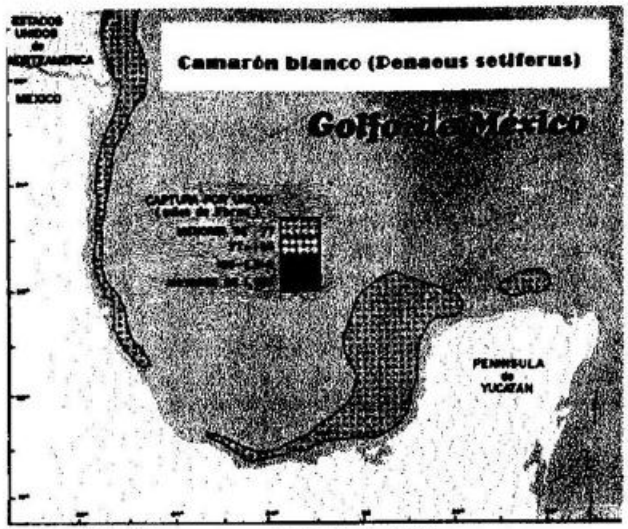
Camarón blanco

La distribución de camarón blanco se establece desde Nueva York, EUA hasta Campeche, México. Las mayores concentraciones de la especie se encuentran frente a los estados de Louisiana y Texas en EUA, en tanto que para México en la Laguna de Términos y zonas aledañas. A diferencia de las dos especies anteriores, al camarón blanco se le encuentra más relacionado con la costa, en profundidades no mayores a las 15 brazas,

en fondos limosos o fango-arenosos. La especie muestra una mayor dependencia con las lagunas costeras (Fig. 3).

Figura 3

Distribución y abundancia de camarón blanco (Penaeus setiferus) en el Golfo de México



FUENTE: Atlas Camaronero del Golfo de México

Camarón rojo

Se le encuentra desde Cabo Hatteras, Carolina del Norte, EUA, hasta Río Grande, Brasil, en fondos fangosos y abundante vegetación, a una profundidad que fluctúa entre las 9 y 13 brazas. De nauplio a juvenil se les encuentra cerca de la costa, con una reducida dependencia de lagunas y esteros.

Camarón de roca

Según Pérez-Farfante, el camarón de roca se localiza desde el sur de Norfolk, Virginia, EUA, a través de las Bahamas y el sur de Cuba, alrededor del Golfo de México, hasta el sur de Texas y la Bahía de Campeche, al noreste de Yucatán. Se le encuentra desde aguas poco profundas hasta los 180 m de profundidad, habitando fondos arenosos, con un ciclo de vida marino (Holthuis, 1980), citado por Soto, Delgado y Sosa (1991).

Hábitat y relaciones ecológicas

Los camarones peneidos poseen un ciclo de vida común en organismos marinos, que abarca diferentes ambientes en los ecosistemas marino y lagunar costero. En la etapa larvaria, el camarón hace uso del ambiente pelágico como medio de dispersión. Posteriormente ingresa a las lagunas costeras donde se establece y permanece un tiempo variable, dependiendo de la especie (2-4 meses). La dependencia de estas áreas de crianza también es variable de acuerdo a la especie; por ejemplo, el camarón blanco tiene mayor dependencia de los estuarios que el resto de los peneidos del Golfo de México y aparentemente *P. brasiliensis* y *S. brevirostris* son los peneidos comerciales que presentan menor grado de relación con estuarios o lagunas costeras. La distribución de las distintas especies de camarón en el ambiente estuarino y marino presenta diferencias espacio-temporales que se manifiestan más claramente cuando las especies coexisten en determinada área. La literatura disponible muestra que el camarón rosado y blanco presentan un patrón de abundancia similar y difieren especialmente en el uso de las áreas de crianza; mientras que el camarón café utiliza los mismo sustratos lodosos que el camarón blanco, pero en distintos periodos del año (Gracia y Soto, 1986a; Gracia, 1989; Gracia y Soto, 1990). El camarón rosado en la etapa estuarina se establece preferencialmente en sustratos carbonatados cubiertos de vegetación, principalmente de *Thalassia testudinum* (Gracia y Soto, 1986a; 1989). En el ambiente marino, además de centros de concentración geográficamente distintos, se presenta una distribución batimétrica diferencial de *P. setiferus, P. duorarum* y *P. aztecus*. Los organismos de camarón

blanco tienden a presentar una distribución más costera, a profundidades someras (~10 brazas) (Vázquez-Bader y Gracia, 1992). El camarón rosado tiene una distribución batimétricamente intermedia y el camarón café se extiende a zonas más profundas, cercanas a 40 brazas (Soto y Gracia, 1987). Asimismo, el camarón rosado muestra una asociación con sustratos arenosos con alto contenido de carbonatos; mientras que el camarón blanco y café se encuentran distribuidos preferencialmente en sustratos terrígenos con alto contenido de materia orgánica. El camarón rojo y el camarón de roca se presentan sobre sustratos arenosos en un intervalo batimétrico amplio (Williams 1984; Vázquez-Bader y Gracia, 1992). EL camarón se ve afectado por factores medio-ambientales cuya influencia varía de acuerdo a la etapa de desarrollo. Los factores denso-independientes son los más fuertes en las etapas tempranas, mientras que los factores denso-dependientes tienen mayor relevancia en las etapas de juvenil a adulto. Durante la etapa larvaria, la sobrevivencia de los organismos se ve influida en mayor grado por el patrón de corrientes, vientos, temperatura del agua y disponibilidad de alimento (Gracia, 1989a). El papel que desempeñan los factores bióticos en esta etapa no es claro; particularmente no se conoce el impacto de la depredación en esta etapa. La abundancia de juveniles y adultos también se ve afectada por parámetros medio-ambientales (Gracia, 1989a). Entre ellos destaca la descarga de ríos que, según Gracia (1989a y b) muestra una correlación con el patrón de variación de la abundancia de camarón blanco. En el camarón café y rosado también se ha hallado una relación con parámetros medio-ambientales, como la precipitación pluvial, la temperatura y la descarga de ríos (Solana-Sansores y Arreguín-Sánchez; González-Casas, 1992). Gracia (1992a) menciona que la influencia de los parámetros ambientales es muy importante por la magnitud de incertidumbre que genera en la producción de camarón. La varianza adicional que representan estos factores es crítica para la modelación y manejo del recurso. El efecto de los factores bióticos en la etapa adulta no ha sido tratado adecuadamente en las especies del Golfo de México y del Caribe. En el área del Golfo de México existe literatura disponible sobre comunidades de macroinvertebrados, en las que se encuentra el camarón (Vázquez-Bader, 1992, en prensa); así como de las comunidades de peces y depredadores potenciales del camarón. Sin embargo, es necesaria mayor información sobre la dinámica de las interacciones bióticas. En un ambiente tropical como éste los procesos de depredación sobre el camarón y las interacciones ecológicas con otros miembros de las comunidades bénticas merece especial atención (Gracia 1989a; Vázquez Bader y Gracia, en prensa) con el fin de ubicar el manejo de las especies en un contexto ecológico.

Reproducción

La temperatura y la salinidad son factores importantes en los ciclos de vida de los camarones, afectando crecimiento, mortalidad, migración y reproducción. Se espera poco crecimiento de las postlarvas en temperatura mayor de 20°C (St Amant, *et al.*, 1963, citado por Van Lopik, *et al.*, 1979). Los valores de salinidad inferiores a la marina son necesarios para el desarrollo de los juveniles en aguas protegidas, especialmente del camarón blanco.

En términos generales, las especies responden a un patrón de reproducción en el que es necesario el apareamiento. Existe dimorfismo sexual, las hembras poseen una estructura denominada télico entre el cuarto y quinto par de pleópodos. La estructura masculina, llamada petasma, se localiza en el primer par de pleópodos.

El proceso reproductivo da principio con la cópula, en la que el macho adhiere a la hembra una estructura denominada espermatóforo, saco que contiene los espermatozoides. La fecundación es externa: los óvulos son fertilizados cuando de manera simultánea son liberados espermatozoides y óvulos en el océano. La fertilización origina un huevo demersal que al eclosionar da lugar a una larva nauplio de características planctónicas. Los siguientes estadios zoea y misis mantienen esta condición, en tanto que las postlarvas adquieren el hábito bentónico antes de ingresar a las lagunas y esteros, de donde emigran juveniles para continuar su desarrollo en aguas marinas.

Anderson, *et al.* (1949), citados por Shapiro (1982), estiman que una hembra puede desovar entre 500 000 y 1 000 000 huevecillos, de acuerdo al tamaño y a la especie.

Eldred, *et al.* (1961), citado por Shapiro (1982), establece que la longitud a la que alcanzan la madurez las hembras de camarón rosado es de 85 mm de longitud total y 140 mm en camarón blanco y café.

Camarón rosado

Guitart y Quintana calculan que una hembra de camarón rosado puede producir un promedio de 211 000 huevecillos, otros autores sugieren 600 000.

La mayor frecuencia en esta especie de ejemplares maduros se observa en el verano, con un número máximo en los meses de agosto y septiembre, uno menor en abril-mayo y uno más reducido en junio-julio *(I Informe Técnico del Camarón de Campeche, Convenio México-Cuba 1975).* Ré Regis (1989) establece que el pico reproductivo más conspicuo se encuentra en los meses de junio-julio. En ambos casos, se coincide en el hecho de que la reproducción en la Sonda de Campeche se presenta a lo largo del año. Para esta misma zona, Ré Regis considera la talla de primer desove a los 127 mm de longitud total y a la edad de seis meses.

Camarón café

En el caso del camarón café, la edad de primer desove es a los seis meses, cuando tiene una longitud de 140 mm y un peso total de 16 gramos (Renfro, 1964, citado por Castro, 1982).

Se presentan dos periodos principales de desove en el año, el primero de febrero a mayo y el segundo, más corto pero más intenso, de septiembre a noviembre. Esto produce asimismo dos periodos principales de reclutamiento: de junio a septiembre y de noviembre a enero. Lo anterior se refleja en la captura comercial, ya que las tallas pequeñas (>36 camarones por libra) llegan a representar hasta el 50% de la captura total en el periodo de junio a septiembre (Castro, 1982).

Camarón blanco

Para camarón blanco, las investigaciones realizadas por Ré Regis (1987) indican que en primavera, durante los meses de abril y mayo, se observó el principal pico reproductivo con el mayor número de ejemplares en madurez; un segundo pico se presenta en el mes de agosto. De noviembre a febrero, las hembras presentan gónadas inmaduras y, algunas, ovocitos en desarrollo; durante marzo, el 57.1% presentaba ovarios desarrollados; antes de abril y después de octubre, no se presentaron hembras en etapas de madurez total. La misma autora establece entre los seis y siete meses de edad el reclutamiento al stock reproductivo, con una longitud total de 140 mm.

Camarón rojo

Aún existe información biológica limitada de esta especie en nuestro país. A pesar de ello, se sabe que posee capacidad para reproducirse durante todo el año, con dos periodos de mayor intensidad, uno en el invierno y otro en el verano (Arreguín-Sánchez, 1981a). Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*) corroboran el periodo de invierno señalado por Arreguín-Sánchez, al mencionar que entre enero y marzo se presentan tallas chicas, indicativo de un proceso de reclutamiento.

Camarón de roca

Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*), en un análisis de la producción mensual de 10 años para esta especie, infieren un periodo máximo de reproducción que comprende del mes de marzo a mayo.

Crecimiento

Los camarones crecen mediante mudas sucesivas, proceso denominado *ecdicis*. Carecen de estructuras rígidas en las cuales registrar la edad, por lo que resulta difícil medir el parámetro. No obstante se ha recurrido al modelo de von Bertalanffy (1939), para evaluarlo de manera generalizada, mediante la formula:

$$Lt = L \infty [1-e^{-k(t-to)}]$$
$$Wt = W \infty [1-e^{-k(t-to)}]^b$$
$$Wat = Wa \infty [1-e^{-k(t-to)}]^b$$

en donde:

Lt = longitud total a la edad t
Wt = peso total a la edad t
Wat = peso abdominal total a la edad t
k = tasa de crecimiento
t^0 = edad cero

A continuación se presenta una recopilación de los parámetros calculados por diferentes investigadores para las especies del Golfo de México.

Camarón rosado

En el caso del camarón rosado, se pueden citar los siguientes resultados:

Fuentes, 1975 (inédito)

Wa inf g	k	t^0	
61.1	0.118	1.146	hembras
45.5	0.154	1.035	machos

en donde Wa = peso abdominal

Guzmán (1986) encuentra los parámetros siguientes para tres temporadas en el Banco de Campeche:

	Linf mm	Winf g	Wa ∞ g	k	t^0	
1975	239.5	121.4	71.6	0.2429	0.2662	h
	201.4	75.5	47.1	0.2687	0.2879	m
	228.0	103.5	61.6	0.2580	0.2676	ambos
1976	236.5	117.1	74.3	0.2473	0.2649	h
	202.4	73.5	47.7	0.3128	0.2470	m
	225.1	99.9	63.9	0.2795	0.2467	ambos
1977	244.4	128.5	78.6	0.2489	0.2544	h
	210.2	81.8	53.1	0.2646	0.2796	m
	222.0	96.1	59.2	0.2549	0.2744	ambos

h = hembra
m = macho
ambos = ambos sexos

Alarcón (1986) selecciona los siguientes valores como los más representativos para ambos sexos:

Año	Linf mm	Winf g	k	t°
1978	209.9	82.1	0.2827	0.2623
1984	221.0	94.9	0.2341	0.3002
1985	215.8	88.7	0.2740	0.2629

Trujeque y Alarcón (1989) analizaron el desarrollo de esta especie durante todo el año de 1978. Los resultados indican un mayor crecimiento en invierno y primavera.

Camarón café

De acuerdo con Chávez (1973), los parámetros de la ecuación de crecimiento son los siguientes:

Año	Linf mm	Winf g	k	t°	
1973	236	113	0.1620	0.7590	hembras
	178	46	0.2567	0.2388	machos
	207	70	0.1904	0.8720	ambos sexos

En Castro y Arreguín-Sánchez (en prensa), se muestran los parámetros siguientes, entre los años de 1974 y 1982, para la costa noroccidental del Golfo de México:

Año	Linf mm	Winf g	k(m)	k(a)	t°(m)
1974	236.4	74.2	0.1812	2.174	0.1671
1975	217.0	57.2	0.1495	1.794	0.1540
1976	236.6	74.1	0.1511	1.813	0.1739
1977	225.8	64.4	0.1701	2.041	0.2829
1978	234.3	71.9	0.1758	2.109	0.0665
1979	236.0	73.6	0.1622	1.949	0.0055
1980	234.7	72.4	0.1653	1.983	0.0315
1981	213.9	54.7	0.1420	1.704	0.4225
1982	223.8	62.7	0.1652	1.982	0.2427

k(m) = periodos mensuales
k(a) = periodos anuales

Camarón blanco

Schultz-Ruíz y Chávez (1976) para camarón blanco en el área de Laguna de Términos publican los valores de crecimiento mostrados a continuación:

Año	Linf mm	Winf g	k (m)	t°	
1976	223	101.5	0.1833	0.2545	hembras
	210	84.4	0.2264	0.3273	machos
	216	92.0	0.2066	0.8088	ambos sexos

k (m) = periodos mensuales

Gracia (1989) establece los valores siguientes:

Año	Linf mm	Winf g	k	t°	
1989	215	90.5	0.1957	0.5026	hembras
	197	67.6	0.2279	0.4396	machos
	206	79.3	0.2106	0.3267	ambos sexos

Camarón rojo de Contoy

Arreguín-Sánchez (1981a) publica los siguientes parámetros de crecimiento:

Año	Linf mm	Winf g	k	t^0	
1981	266	157	0.1704	0.3406	hembras
	219	73	0.2510	0.2826	machos
	228	97	0.2765	0.2461	ambos sexos

Camarón de roca

Arreguín-Sánchez (1981b) en su investigación sobre esta especie cita los siguientes parámetros para ambos sexos:

Año	Linf mm	Winf g	k	t^0
1981	179.4	107.3	0.2307	0.3785

Condición actual de las poblaciones y modificaciones producidas por cambios ambientales y actividad de captura

Área de Tamaulipas y Veracruz

Castro (1987) evalúa la pesquería de camarón café en el periodo 1974-1977 mediante el modelo de Doi. Sus resultados se observan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1
Estado actual y óptimo de la pesquería de camarón café de 1974 a 1977

	hembras		machos		ambos sexos	
	actual	óptimo	actual	óptimo	actual	óptimo
F	0.108	0.360	0.558	0.285	0.333	0.345
Xc	4		3		3-4	
D.A.	79.7	50.0	28.0	50.0	51.7	50.0

Xc = meses
D.A. = decremento de adultos

Tabla 2
Rendimiento máximo sostenible para camarón café de 1974 a 1977

Hembras				Machos			
Y teórica	Xc	F	Y/F	Y teórica	Xc	F	Y/F
500	1.05	0.10	4 500	750	2.1	0.13	5 800
750	2.90	0.15	5 000	900	4.3	0.26	3 500
1 000	5.35	0.47	2 000	1 000	6.0	1.00	1 000

Y = captura
Xc = edad de primera captura
F = mortalidad por pesca

El autor establece, de acuerdo a sus resultados, una mayor presión de pesca en machos, considerando que un aumento en la producción no será posible sin el sacrificio de una mayor cantidad de juveniles de la población y consecuente reducción de adultos, lo que provocaría serias consecuencias en la sobrevivencia de la población.

Castro *et al.* (1986) realizaron un análisis exhaustivo de las condiciones de explotación del recurso camaronero de las costas de Tamaulipas

y Veracruz, de 1974 a 1982. La tabla 3 concentra los resultados de los modelos de producción excedente.

Tabla 3
Parámetros obtenidos de la aplicación de los modelos de Schaefer, Fox y Walter para camarón café

Parámetro	Schaefer	Walter	Fox
Cme (ton)	2 689.5	2 494.9	2 579.5
f (no viajes)	3 214.7	3 110.3	3 002.4
Cpue	836.0	866.0	859.1

Las conclusiones de esta investigación, con respecto a la tasa de explotación, muestran que se extrajo del 26 al 40% de la población total, lo cual indica una ligera subexplotación durante ese periodo. La mortalidad por pesca y la tasa de explotación reflejaron desde 1980 una disminución en la intensidad por pesca sobre el recurso.

En las condiciones de la pesquería durante ese periodo, los factores del medio ambiente tuvieron una mayor influencia sobre la abundancia relativa de la población que la pesca, los cuales son más notorios en el periodo anual.

En cuanto al rendimiento, los modelos utilizados (Beverton y Holt, Schaeffer, Fox y Walter) indicaron que la pesquería se encontraba en un estado de subexplotación. La población presentaba los mayores rendimientos óptimos factibles de obtener entre 3 200 y 4 000 toneladas de colas (5 120 a 6 400 toneladas de camarón fresco-entero). Con los modelos de rendimiento excedente, la captura máxima sostenida fue de 3 000 toneladas de colas por año, las cuales serían capturadas con una intensidad de explotación de 3 100 viajes de pesca. A partir de 1980 se ha registrado una disminución en la intensidad de pesca entre 30 y 40%, provocada principalmente por: *a)* el retiro de las flotas estadounidenses y cubanas que dejaron de operar el 31 de diciembre de 1979; y *b)* por la transferencia de la flota al sector cooperativista que presentó menor agilidad para el mantenimiento adecuado de las embarcaciones, provocando un decremento gradual de las operaciones hasta la inactividad de un 30 a 35% de la flota.

Debido a que las disminuciones de los montos de captura han sido provocados por la inactividad de una parte de la flota, es conveniente encontrar los mecanismos que permitan la operación eficiente de la flota de Tampico.

Área de Veracruz

En el estado de Veracruz, el puerto de mayor importancia en relación al camarón es el de Alvarado, seguido por el de Tuxpan, pero en el contexto global del Golfo de México, su producción es reducida.

Mendizábal *et al.* (1987) realizan la evaluación de la pesquería de camarón café del año de 1974 a 1983, mediante modelos de producción excedente. Sus resultados se muestran a continuación en la tabla 4.

Tabla 4
Resultados del modelo Schaeffer y Fox en la pesquería de camarón en Alvarado, Ver., de 1974 a 1983

	Schaeffer		Ajuste		Fox
	Reg. lineal	Parábola	Walter	Reg. múltiple	Reg. lineal
Y max	366 027	468 846	473 424	362 008	431 018
f opt	6 390	9 728	9 376	6 024	10 407
Cpue	57.28	48.20	50.49	60.10	41.12

Y = kg
f = días pesca (por noche 3 lances en 10 h de arrastre)

Mendizábal *et al.* (*op. cit.*) establecen, en función de sus resultados, la posibilidad de que operen 60 barcos en la pesquería. Si la producción se incrementa por arriba de las 375 toneladas de camarón sin cabeza, por espacio de dos años, la flota podrá crecer a un número no mayor de 80 embarcaciones. Destacan también el mal estado en que se encuentra la flota, registrando un promedio de buques en operación para el periodo en cuestión de 39 y de 67 registrados, por lo que la flota operó al 58%.

Rivas, Cruz y Corro (1992) realizan un diagnóstico de la pesquería de camarón de alta mar en Alvarado, reportando un descenso de la flota camaronera de 56 a 29 unidades entre 1974 y 1990. Observan un nivel máximo de 70 buques en 1980, al momento de la transferencia al sector social. Mediante valores de captura y esfuerzo recabados por los mismos autores, se realiza una evaluación de 1974 a 1990, con los siguientes resultados, mostrados en la tabla 5.

Tabla 5
Evaluación de la pesquería de camarón en el puerto de Alvarado, Ver. de 1974 a 1990

	Schaeffer	Fox
CMS (Ton)	370.0	348.8
f (barcos)	44.0	42.0
a	16.98	3.1
b	-0.19	-0.023
r	0.76	0.84

CMS = Captura máxima sostenible

Área de la Sonda de Campeche

Ciudad del Carmen

El periodo comprendido entre 1974 y 1983 es ampliamente investigado por Gracia quien, además de utilizar los modelos globales, recurre a los de parentela-progenie y a simular las condiciones y características más adecuadas para la pesquería de camarón blanco en el puerto de Ciudad del Carmen.

Mediante el modelo de Schaeffer obtiene:

Captura óptima = 1 629 t de camarón entero
f opt. = 33 406 días.

De los resultados obtenidos por Gracia en una amplia labor de investigación resalta la condición de sobrexplotación para camarón blanco en el puerto de Ciudad del Carmen, fundamentalmente porque la pesquería captura ya reclutas, alterando así el ciclo natural de retroalimentación en la población.

Los estudios realizados por Gracia (1989), en relación a la población reproductora-reclutas, en camarón blanco, para tres periodos diferentes de abundancia, se establece en las ecuaciones siguientes:

Periodo total $R = 7.324\ S(t-1)\ \exp(-0.1518(St-1))$ $r = 0.84$
Alta abundancia $R = 6.925\ S(t-1)\ \exp(-0.125(St-1))$ $r = 0.81$
Baja abundancia $R = 7.209\ S(t-1)\ \exp(-0.1735(St-1))$ $r = 0.93$

En su análisis, el autor sugiere a la descarga de los ríos durante el proceso de desove como el factor ambiental más importante que influye en la relación población reproductora-reclutas, por la limitación que impone en la capacidad de carga del sistema.

Las investigaciones más precisas en el Golfo de México se han realizado en la pesquería de camarón en Ciudad del Carmen. Los resultados consignados líneas arriba permiten identificar con claridad la problemática de la especie en el área.

Puerto de Campeche

A continuación se presentan evaluaciones realizadas en otro momento de la pesquería, lo cual ayuda a establecer la evolución de la misma en el puerto de Campeche.

La población de camarón en la zona norte del estado de Campeche fue evaluada en 1984 por Navarrete del Proo (1984), con los siguientes resultados, mostrados en las tablas 6, 7 y 8.

Tabla 6
Evaluación de la pesquería de camarón rosado en el puerto de Campeche, Camp. de 1969 a 1978

	Schaeffer		Fox	
	colas	entero	colas	entero
RMS	2 618	4 188	2 652	4 243
f opt	2 089		1 560	
CPUE opt	1.25	2.016	1.69	2.074

* Peso en toneladas (1969-1978)
f = número de barcos (anual)

Tabla 7
Evaluación de la pesquería de camarón rosado en el puerto de Campeche, Camp. de 1969 a 1978

	Schaeffer		Fox	
	colas	entero	colas	entero
Rms	2 667	4 267	2 739	4 382
f opt	4 613		3 091	
CPUE opt	0.578	0.924	0.886	1.417

* Peso en toneladas (1969-1978)
f = número de viajes (anual)

Estos resultados se compararon con los de Fuentes y Portugal (1974 y 1975), en donde los autores sugieren de acuerdo a las características de eslora, potencia, tonelaje bruto y edad, el esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (cpue) que se debe aplicar en la pesquería de camarón en el puerto de Campeche, encontrando cifras muy semejantes.

El mismo autor, empleando el modelo de Doi (1975), con la denominada diagnosis 3 encuentra los resultados de rendimiento máximo sostenible (Tabla 8).

Tabla 8
Evaluación del rendimiento máximo sostenible en la pesquería de camarón rosado en el puerto de Campeche, Camp. de 1969 a 1978

	Nivel actual	Nivel óptimo
H (dec. huevecillos)	61%	50%
F (mort. total)	0.37	0.65
W (peso prom. g colas)	12.7	11.5
Y (t colas)	2 008	2 400
Xb (esf. núm. barcos)	2 329	4 091
Xv (esf. núm. viajes)	4 415	7 756
Y/Xb (c/fb)	0.862	0.586
Y/Xv (c/fv)	0.455	0.309

Xb = valor anual
Xv = valor anual

Alarcón (1989), mediante los modelos de Schaeffer y Fox, realiza una evaluación con la producción total de camarón capturado en el Banco de Campeche, tanto por la flota de Ciudad del Carmen como la de Campeche, para el periodo comprendido entre 1975-1987. Sus resultados muestran una disminución importante de las existencias de camarón rosado si se comparan con los resul-

tados consignados en el I Convenio México-Cuba (1975), en donde se considera aceptable una captura anual para la Sonda de Campeche de 16.2 a 16.4 t/colas, obtenidas con un esfuerzo óptimo entre 8.7 y 10.4 miles de viajes. Los resultados contenidos en la tabla 9 muestran estas diferencias.

Tabla 9
Rendimiento máximo sostenible, esfuerzo y cpue en el Banco de Campeche de 1975 a 1987

	Schaeffer		Fox	
	colas	entero	colas	entero
RMS	6 306	10 089	6 488	10 381
f opt	10 397		13 357	
CPUE opt	606.5	970.4	485.8	777.2

* Peso en toneladas de la producción total
f = número de viajes
FUENTE: Alarcón, 1989 (informe técnico Crip-Campeche).

La consideración más reciente sobre la pesquería de camarón en el puerto de Campeche se realizó en 1991 por Navarrete y Uribe (en prensa). Indican que la producción total de camarón en la zona norte del estado de Campeche, en el periodo comprendido entre 1981 y 1989, estuvo integrada por cinco especies, de las cuales tres de ellas han sido constantes en todos los años.

La de mayor importancia es el camarón rosado, con proporciones que oscilaron entre 72 y 93%, con un promedio de 79.6%, seguido del camarón café (11.4% promedio) y el blanco (3.3% promedio). A pesar de la menor importancia del camarón de roca, su porcentaje supera al camarón blanco (4.4% promedio), no apareciendo en el último año. Finalmente el camarón sintético, que sólo se observó en cinco temporadas, tiene un porcentaje promedio de 1.1%.

La producción entre los años de 1981 y 1989 ha presentado dos etapas. La de 1981 a 1985 con tendencia ligera al incremento, que alcanzó una cifra máxima de 2 819 t de colas; y de 1986 a 1990 con declinación permanente, alcanzando 1 611 t de colas. El camarón rosado, especie de mayor importancia, sigue la misma tendencia: en la primera etapa se registra un valor máximo de 2 610 t de colas y un mínimo de 1 125 t de colas en 1990, con una reducción aproximada del 25% anual.

La cpue se comporta incrementándose de 0.530 t colas/viaje en 1981 a 104 t colas/viaje en 1985, que es la cifra de mayor magnitud en este periodo, disminuyendo, no tan drásticamente como en la producción y el esfuerzo, hasta 0.825 t colas/viaje.

La cpue se comporta incrementándose de 0.530 ton colas/viaje en 1981 a 104 ton colas/viaje en 1985, que es la cifra de mayor magnitud en este periodo, disminuyendo, no tan drásticamente como en la producción y el esfuerzo, hasta 0.825 ton colas/viaje.

Hasta el momento no se conoce la existencia de una pesca de ribera en la zona norte del estado. Las cifras señaladas se concentran en las tablas 10, 11 y 12.

Tabla 10
Rendimiento máximo sostenible, esfuerzo óptimo y cpue óptima en el puerto de Campeche, Camp. para producción total

	Schaeffer		Fox	
	colas	entero	colas	entero
RMS	3 070	4 912	2 845	4 552
f opt	6 623		7 143	
CPUE opt	0.464	0.742	0.397	0.635

* Peso en toneladas (1981-1989)
f = número de viajes

Tabla 11
Rendimiento máximo sostenible, esfuerzo óptimo y cpue óptima en el puerto de Campeche, Camp. para camarón rosado

	Shaeffer		Fox	
	colas	entero	colas	entero
RMS	2 675	4 280	2 731	4 369
f opt	5 172		6 667	
CPUE opt	0.517	0.827	0.410	0,655

* Peso en toneladas (1981-1990)
f = número de viajes

Tabla 12
Rendimiento máximo sostenible, esfuerzo óptimo y cpue óptima recomendados para el puerto de Campeche

	Producción total*		Camarón rosado*	
	colas	entero	colas	entero
RMS	3 077	4 924	2 702	4 324
f opt	6 882		5 919	
CPUE	0.430	0.688	0.463	0.741

* Peso en toneladas

La disminución en el esfuerzo haría pensar en un aumento de la cpue como parece suceder en la pesquería, particularmente del camarón rosado. Los resultados aquí consignados de la abundancia relativa pudieran concebirse como una mayor abundancia del recurso. Sin embargo, deberá contemplarse la marcada disminución de la captura por un lado y la sustancial modificación que se presenta en la duración de los viajes que se efectúan actualmente (más de 30 días promedio), se une a lo anterior el hecho de que a partir de 1986 la mayoría de los barcos contaba con un doble aparejo por banda (Navarrete y Uribe, 1991).

En consecuencia, aunque no se puede cuantificar el esfuerzo de manera más fina, se considera que este factor se encuentra enmascarado, de tal suerte que es pertinente determinar el efecto producido por los cambios tecnológicos de las embarcaciones, como es el caso de la utilización de un "turbo" en la máquina principal, existencia de motores auxiliares y generadores, empleo de "aviones" durante la maniobra de pesca que brindan estabilidad a la embarcación y una mayor autonomía, repercutiendo en que la duración de los viajes se prolonga hasta el doble de lo observado diez años atrás.

Áreas de Contoy

Los resultados de la pesquería en el área del Caribe, que se detallan a continuación, fueron tomados de Soto, Delgado y Sosa (1991).

La pesquería de camarón en el estado de Quintana Roo se realiza mediante barcos de altura, no existiendo hasta el momento una pesquería de ribera o costera.

A partir de 1983 se aprecia una reducción de la captura, imputable en parte al cambio de la flota del sector privado al sector social. Un análisis de la captura en los tres últimos años indica declinación en las capturas debida, en esencia, a dos circunstancias:

1. Reducción del esfuerzo debido al mal estado de las embarcaciones.
2. Cambios en el ecosistema por influencia del ciclón Gilberto, produciendo cambios en las poblaciones. En el estado se capturan dos especies: camarón rojo que es el de más alto valor económico y camarón de roca. El primero, en un análisis de 10 años de información, presenta un comportamiento irregular,

con rendimientos máximos en 1986 cercanos a las 500 toneladas, observándose un ligero repunte hacia el año de 1990. El camarón de roca presenta disminuciones claras hacia los años de 1983 y 1984, con rendimientos menores a los 200 kg. Sin embargo en 1987 presenta una recuperación del orden de los 900 kg, para reducirse nuevamente en los siguientes años.

En la evaluación de la pesquería en Quintana Roo se han empleado tanto modelos globales como estructurales, en diferentes momentos de la misma. Las tablas 13, 14 y 15 concentran los resultados obtenidos por Arreguín-Sánchez (*op. cit.*), analizando información de los años setentas de la pesquería de camarón rojo, así como los de Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*), quienes procesan información del año de 1980 a 1991, reuniéndose los resultados obtenidos en las tablas 16 y 17.

Tabla 13
Resultados de la evaluación de la pesquería en el área de Contoy

	Modelo de Schaeffer			
	Camarón rojo		Camarón roca	
	colas	entero	colas	entero
Ys t	222.7	347.0	136.7	163.4
fs barcos	137		187	
Us t/barco	1.62	2.7	0.732	0.858

FUENTE: Arreguín-Sánchez, 1981.

Tabla 14
Resultados de la evaluación de la pesquería en el área de Contoy

	Modelo de Fox			
	Camarón rojo		Camarón roca	
	colas	entero	colas	entero
Ys t	249.6	388.8	150.4	179.4
fs barcos	213		272	
Us t/días	1.17	2.03	0.553	0.649

FUENTE: Arreguín-Sánchez, 1981.

Tabla 15
Evaluación de la pesquería en el área de Contoy con el modelo de Berverton y Holt

	Y t entero	F	tr meses	
Camarón rojo	1 800	0.75	6	Condiciones óptimas
	1 300	0.12	3	Condiciones actuales
Camarón roca	450	0.58	7	Condiciones óptimas
	348	0.24	3	Condiciones actuales

FUENTE: Arreguín-Sánchez (1981).

Tabla 16
Resultados de la evaluación de la pesquería en el área de Contoy para el periodo 1980-1991

	Modelo de Schaeffer			
	Camarón rojo		Camarón roca	
	colas	entero	colas	entero
RMS/t	396.8	634.8	506	809.6
f opt días	2 309		3 010	
cpue t/días	0.171	0.273	0.168	0.268

FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1980-1991.

Tabla 17
Resultados de la evaluación de la pesquería en el área de Contoy para el periodo 1980-1991

	Modelo de Fox			
	Camarón rojo		Camarón roca	
	colas	entero	colas	entero
RMS/t	365.8	585.2	501.7	802.7
f opt días	3 013		4 744.8	
cpue t/días	0.118	0.188	0.106	0.169

FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*) encuentran que la pesquería de camarón en Contoy, Q. Roo, no ha alcanzado su nivel de rendimiento máximo sostenible, sin embargo, el esfuerzo pesquero aplicado se encuentra cerca del máximo recomendado.

Para acciones futuras (compra de barcos), se recomienda limitar el esfuerzo pesquero y no sobrepasar los rendimientos máximos sostenibles, ya que esto redundaría en ganancias bajas y altos costos de operación. No se recomienda instrumentar una veda al recurso, lo que ocasionaría una baja en la producción. Es importante proteger las lagunas costeras y zonas estuarinas, por ser áreas de crianza de postlarvas.

Métodos y artes de pesca

La captura de camarón se lleva a cabo mediante embarcaciones tipo Florida, que es un barco arrastrero. Actualmente las naves cuentan con una buena cantidad de modificaciones técnicas que los hacen más eficientes durante la maniobra de pesca. Un ejemplo de ello es la adecuación de una turbina al motor principal, con el objeto de aumentar su potencia. Estas naves cuentan con motor auxiliar y generador, circunstancia que libera al motor principal de trabajos no relacionados directamente con la propulsión en el momento del arrastre. En los últimos 20 años se elimina paulatinamente el sistema de conservación con hielo siendo sustituido por el sistema de refrigeración. Para estabilizar a la embarcación se emplean uno o dos aditamentos llamados "aviones", que son lastrados cuando el viento o marejada entorpecen el arrastre de las redes. Su peso es superior a los 150 kg, permitiendo en algunos barcos proseguir con la maniobra de pesca con vientos hasta de 60 km/h.

Según datos de Ortega (1992), los cascos de los barcos son principalmente de acero, pocos son de madera, y de fibra de vidrio prácticamente no hay.

A partir de 1986, en Campeche, todos los barcos adoptaron el sistema de redes gemelas, es decir, que se arrastran dos equipos por banda en lugar de uno. Las redes más comunes en Campeche corresponden al tipo semibalón y japonesa, con una longitud que fluctúa entre los 9 m y los 16 m, con un promedio de 12 m, según refieren Ortega e Itzá (1992). La red es amplia en la boca y se reduce hacia la parte posterior. La conforman las "alas" que mantienen abierta la red; el "piso" es la parte inferior; el "cielo" la superior; y la parte final se denomina copo. Generalmente tiene un sobrecopo.

En el caso de las redes gemelas, se unen mediante un "patín" central. Durante el arrastre las alas se abren debido al efecto mecánico que se presenta en las "puertas", producido por el agua.

En el borde superior hay flotadores y en el inferior plomos. La interacción de todos ellos permite conservar la máxima abertura de la red en la operación.

En un análisis realizado por Ortega e Itzá (*op. cit.*) para el estado de Campeche, se pudo establecer que la luz de malla utilizada en el cuerpo de la red corresponde a 4.43 cm, es decir 1 3/4 pulgadas y en el copo de 3.81 cm, equivalente a 1 1/2 pulgadas. En éste se recoge la captura, tanto de camarón como la fauna de acompañamiento. Las observaciones de la captura en el Golfo de México establecen que la proporción de camarón y fauna de acompañamiento es de 1 kg de camarón por 6 kg de fauna, por lo menos. La velocidad de arrastre es 3 nudos en promedio, con una duración que oscila entre las tres y cuatro horas. Para camarón café y rosado los arrastres son nocturnos y pueden realizarse hasta una profundidad de 40 brazas. El camarón blanco se captura de día, y se encuentra más cerca de la costa, por su afinidad con las áreas de influencia de agua dulce.

La tripulación y su jerarquía mantienen el esquema descrito por Fuentes *et al.* (1976), conformada por un patrón de pesca o capitán, máximo responsable, un "winchero" que se encarga de la cala y leva de las redes, el motorista que supervisa el buen funcionamiento mecánico de la embarcación y el cocinero responsable de la alimentación a bordo. Con la captura en cubierta es usual que toda la tripulación colabore en las tareas de selección, separación y descabezado del camarón.

Para la pesquería de camarón blanco se observa lo siguiente: en la pesca artesanal del camarón se emplean tanto artes fijos como móviles. En los primeros destacan las charangas que son empleadas en las lagunas costeras de la parte norte del Golfo de México (Tamaulipas). Otros artes de pesca como atarrayas y redes de arrastre también se utilizan para capturar organismos en la etapa juvenil. En el ambiente marino, desde 1983 se estableció una pesquería artesanal con redes agalleras sobre el camarón blanco. Ésta surgió como resultado del descubrimiento de captura incidental de camarón en las redes agalleras para escama. El arte de pesca empleado, que se modificó de la red tradicional de escama de 3", está fabricado con hilo sintético de monofilamento, luz de malla de 2 3/4" y regularmente tiene una longitud entre 150 y 250 m; aunque es común encontrar redes de 550 m o hasta de 800 m de longitud. En los últimos años se ha presentado una tendencia a reducir el tamaño de luz de malla a 2 1/2 y 2 1/4", en contra de las reglamentaciones dispuestas.

La operación de estas redes es muy simple, se realiza con lanchas de motor fuera de borda y una tripulación de 2 a 3 pescadores. La red se lanza al agua y se deja a la deriva por periodos repetidos de 30 minutos durante la mañana o tarde. Esta actividad se efectúa en la zona costera cercana, por lo cual los pescadores dedicados a esta actividad sólo invierten un esfuerzo de trabajo de 4 a 6 horas por día. El área de pesca principal se ubica en la zona costera entre Playa Bahamita de Isla del Carmen, Camp. y Frontera, Tab., en un intervalo de profundidad de 2 a 8 brazas. La flota que constituye esta pesquería artesanal se estima en un tamaño de 600 a 1 500 lanchas. La selectividad del arte de pesca utilizado es muy alta, ya que incide principalmente sobre camarón adulto mayor de 140 mm de L. T. (> de 6 meses de edad) que además está ya en etapa reproductiva (Gracia, 1989a). Esta pesquería por sus características de bajo costo y alto rendimiento constituye una actividad altamente competitiva con la pesca tradicional de barcos arrastreros y ejerce un im-

pacto considerable sobre la pesca industrial del camarón blanco (Gracia 1989). Uno de los aspectos notables de esta pesquería es que actúa particularmente sobre organismos en edad reproductiva, lo cual debe tomarse en cuenta en la conservación del potencial reproductivo de la especie.

Áreas de operación

Respecto a este punto existen diversas opiniones. Fuentes, *et al.* (*op. cit.*) dan un tratamiento de manera más particularizada y señalan tres áreas de operación:

1. Costa oeste de Tamaulipas y Veracruz, sobresaliendo los puertos de Tampico, Tuxpan y Alvarado. En la zona comprendida entre Matamoros y Tuxpan confluyen barcos de Campeche, Ciudad del Carmen y Alvarado. En este último puerto sólo opera la flota local. Se captura fundamentalmente camarón café y blanco.

2. Sonda de Campeche. Se subdivide en:
   - Ciudad del Carmen que abarca de Sánchez Magallanes, Tab. hasta Ciudad del Carmen, incluyendo Laguna de Términos.
   - Campeche, delimitada entre Ciudad del Carmen, Cayo Arcas, Triángulos y Campeche. Aquí se capturan camarón rosado, blanco y café. El primero, de mayor importancia, seguido del café. El blanco encuentra sus mejores capturas, si bien no supera a las otras dos especies.

   En los últimos años cobra relevancia la captura de camarón siete barbas y de roca en el área de Ciudad del Carmen. En el primer caso los rendimientos superan a las otras especies, pero en periodos muy cortos, habiendo además carencia significativa de información del camarón siete barbas.

   Soto *et al.* (1982), con una descripción menos detallada, coinciden con las áreas y especies explotadas en cada una de ellas.

3. Área de Contoy. La captura de camarón en el estado de Quintana Roo se lleva a cabo en el área denominada Zona de Contoy, según lo establecen Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*). Los mismos autores reconocen, citando a Allen (1974), que se encuentra al noroeste de la Península de Yucatán, desde los 88° 00' de long. este y sur de la costa mexicana, hasta los 20° 30' de latitud norte, lo que significa un área de 13 743 km² desde las 0 a las 50 brazas de profundidad. La flota opera hacia el este y noroeste de la Isla de Contoy con fondos accidentados de arena y fango con grandes macizos de origen coralino, en zonas llamadas blanquizales que están libres de rocas y coral, circunstancia indicada por los autores arriba señalados.

Buques nacionales operan en la captura del crustáceo. La flota que mayor desplazamiento tiene es la del puerto de Campeche y Ciudad del Carmen, ya que en los meses de marzo a octubre, cuando la abundancia del camarón rosado decrece, viajan el área de Tampico y también a la del Caribe. No existe registro de que en la Sonda pesquen barcos de otros estados.

Tendencia y eficiencia de la flota

Sin duda uno de los registros que mayor dificultad ofrecen para contar con información de calidad es el referente al de la flota pesquera y sus características. Su cambio al sector social no facilitó la captación de información, con lo que se genera discrepancia en cifras y resultados. Esfuerzos por

superar esto los podemos observar en los documentos elaborados por Rodríguez de la Cruz (1988) y Smith (1988). En el primer caso se establece un total de 834 barcos en el Golfo y Caribe. Para el estado de Campeche, Rodríguez de la Cruz cita 475 embarcaciones totales en el estado, Smith 700. Lo anterior da una muestra de la dificultad que existe para la captación de datos en este sentido. Sin embargo, las tendencias muestran un resultado más uniforme: la flota más importante en número se encuentra en la Sonda de Campeche, seguida por la de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Contoy.

Durante los años ochentas las embarcaciones manifestaron una sensible reducción en su capacidad operativa debido al permanente deterioro que fueron alcanzando. Medellín (com. personal) calcula que en el puerto de Tampico se encuentran operando no más de 100 barcos de los 200 registrados hasta el año de 1991. Para el puerto de Alvarado, Mendizábal et. al (op. cit) significa la reducción de la flota en un 58% hasta 1983 y Rivas, Cruz y Corro (*op. cit.*) establecen que se mantiene la tendencia a la disminución de buques operando con un 51% hasta 1990, cifra más baja que la observada hasta 1983. Ortega (1992), en un análisis hasta el mes de julio de 1991, destaca que en Ciudad del Carmen operan 120 barcos y en el puerto de Campeche 100.

Cifras de la Delegación Federal de Pesca en el estado establecen que en los primeros meses de 1992 se encuentran operando en este último puerto 140 embarcaciones y 173 en Ciudad del Carmen, lo que muestra una fuerte tendencia en la reactivación de la flota en el estado de Campeche. Cifras emitidas por el Gobierno del Estado de Campeche señalan que entre 1991 y agosto de 1992 se han rehabilitado 111 embarcaciones camaroneras, de las flotas de Ciudad del Carmen y Campeche, mediante una inversión de 20 565 millones de pesos, los cuales fueron cubiertos en un 52% con recursos privados y 48% con financiamiento de *Ocean Garden* y la banca privada. Ortega (*op. cit.*) muestra en la Tabla 18 las características de la flota en el estado de Campeche. Para 1992, el área de Contoy cuenta con 36 embarcaciones registradas, de las cuales operan 16 (Puerto, com. pers.). En el caso de Contoy, Soto, Delgado y Sosa (op. cit) detectan una baja eficiencia de la flota camaronera por el mal estado en que se encuentra, además de que en algunos años barcos de otros estados superan hasta en 100% a la flota local.

Captura

Áreas

Se encuentran estrechamente ligadas con las zonas de distribución del recurso. En las costas de Tamaulipas y Veracruz se captura camarón café, así lo reportan Rivas, Cruz y Corro (*op. cit.*), observando que la flota de Tuxpan opera frente al litoral del norte de Veracruz y sur de Tamaulipas. La flota de Alvarado acude al norte hasta los límites del estado de Veracruz, capturando entre las 10 y 30 brazas. Durante la época de mayor abundancia incide alrededor de las 25 brazas, según establecen los mismos autores.

Fuentes *et al.* (*op. cit.*) establecen que para el área de Tampico más del 90% de la producción corresponde a camarón café, 5% rosado y 3.8% blanco. Castro (*op. cit.*) difiere en el porcentaje pero coincide en que es el camarón café el de mayor importancia. En el área de la Sonda de Campeche, los porcentajes se mantienen, cambiando las especies, camarón rosado en primer término, café y blanco respectivamente.

Soto *et al.* (1982) coinciden con las áreas señaladas por los autores citados, modificando la importancia de las especies en cada zona. Así en Tamaulipas y Veracruz se capturan principalmente camarón café y blanco, en la Sonda de Campeche camarón rosado y blanco, y en el área de Quintana Roo camarón rosado del Caribe y camarón de roca. Arreguín-Sánchez (*op. cit.*) establece que mayoritariamente aparece camarón rosado. Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*) advierten un predominio alterno de las especies, asumiendo competencia entre ambas especies.

Tabla 18

Promedio global de las embarcaciones con sus características más importantes, en los puertos de Ciudad del Carmen y Campeche, Camp. hasta julio de 1991

Pto.	Barcos Activos	Edad (años)	Eslora (m)	Manga (m)	t (neto)	t (bruto)	Fuerza Hp	C.b.
1	120	19.0	20.1	5.8	53.8	97.5	408	7.5
2	100	19.7	21.0	6.0	69.9	103.4	372	8.8
Prom	110	19.3	20.6	5.9	61.5	100.4	390	8.2

Material de construcción

Pto.	Madera	%	Fierro	%	Fibra de vidrio	%	s. i.	%
1	43	35	57	47	0	0	20	16
2	37	37	34	34	15	15	14.	14
Total	80		91		15		34	

Máquina principal

Pto.	Caterpilar	%	Cummins	%	G. Motors	%	s. i.	%
1	46	38	51	42	0		23	19
2	49	49	35	35	2	2	14	14

Sistema de conservación

Pto.	Hielo	%	Refrigeración	%	s. i.	%
1	5	4	81	67	34	28
2	3	3	83	83	14	14
Total	8		164		48	

Pto. 1 = Ciudad del Carmen
Pto. 2 = Campeche
c.b. = Capacidad de bodega
s. i. = Sin información
Los valores porcentuales se elaboraron en función del total de embarcaciones en cada puerto.

Temporada de captura

La pesca de altamar se realiza durante todo el año, no existe ninguna restricción de carácter administrativo o regulatorio, interrumpiéndose las actividades pesqueras fundamentalmente por condiciones climáticas (nortes).

Como antecedente, en el año de 1974 se instrumentó una veda por 45 días en las costas de Tamaulipas. Castro (1976) indica que los resultados fueron buenos, dado que se capturaron organismos de mayores tallas. En la Laguna de Términos, actualmente existe una veda en los meses de agosto y septiembre para la captura de camarón blanco.

Tendencia de la captura en el Golfo de México por puerto

Alvarado

Los resultados mostrados por Rivas, Cruz y Corro (*op. cit.*), después de analizar 17 años de producción, esfuerzo y cpue que se pueden observar en la tabla 19, señalan que la captura en el puerto de Alvarado en cuanto a su volumen se mantiene con fluctuaciones pequeñas entre 1974 y 1990, y que el esfuerzo pesquero mantiene como tendencia la declinación, así las cifras de cpue son más elevadas hacia los últimos años. Lo anterior permite suponer que el recurso en esta área ha tenido niveles constantes de abundancia, los que no se han visto alterados por la reducción del esfuerzo.

Campeche

En la tabla 20 se muestra el volumen capturado por especie, en el puerto de Campeche. Las cifras son tomadas del archivo del Proyecto Camarón, y son el resultado del permanente escrutinio que se realiza a las hojas de "romaneo".

Tabla 19
Captura y esfuerzo y cpue en el puerto de Alvarado, Veracruz de 1974 a 1990

Año	Captura	Barcos en Operación	Días de Pesca	Captura por unidad de esfuerzo t/bco	Kg/día
74	317.0	56	4 625	5.7	68.5
75	218.8	55	4 226	4.0	51.8
76	329.7	57	4 332	5.8	76.1
77	393.8	59	5 163	6.7	76.3
78	248.0	53	4 539	4.7	54.6
79	389.9	50	5 068	7.8	76.9
80	380.3	55	4 914	6.9	77.4
81	375.4	53	4 352	7.1	86.3
82	351.5	70	3 537	5.0	99.4
83	321.4	63	4 046	5.1	79.4
84	338.7	46	3 231	7.4	104.8
85	324.9	32	2 966	10.2	109.5
86	263.0	37	3 061	7.1	85.9
87	362.6	44	3 786	8.2	95.8
88	375.0	42	3 656	8.9	102.6
89	420.6	36	3 332	11.7	126.2
90	336.6	23	2 604	14.6	129.3

FUENTE: Delegación Federal de Pesca en el Estado (Rivas, Cruz y Corro, 1992).

Tabla 20
Producción de camarón en el puerto de Campeche de 1981 a 1990 por especie

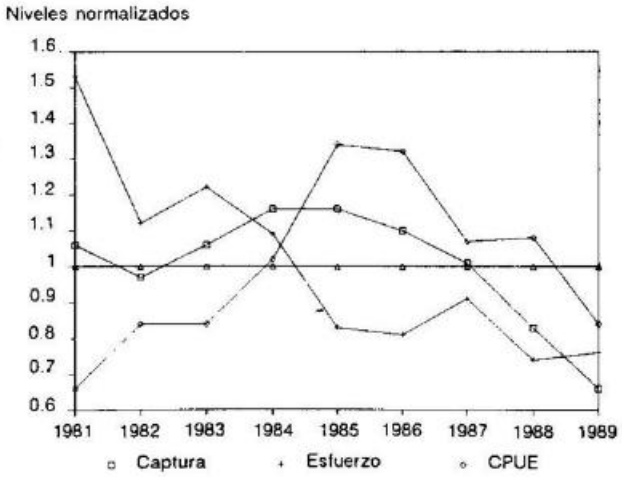
Año	Rosado t/colas	Café t/colas	Blanco t/colas
1981	1 973	338	161
1982	1 759	228	125
1983	2 066	259	114
1984	2 308	317	111
1985	2 610	101	38
1986	2 317	216	30
1987	1 772	365	64
1988	1 464	295	75
1989	1 311	274	26
1990	1 125	—	—

FUENTE: Proyecto Camarón CRIP-Campeche.

De acuerdo con los resultados de Navarrete y Uribe (1991, en prensa), se observa en el puerto de Campeche que la producción total en el periodo considerado es en promedio de 2 439 t colas por año. Pero en la figura 4 puede verse que la historia reciente de la producción presenta dos fases: en general, primero fue en aumento hasta alcanzar su máximo (2 819 t colas), que persistió dos años, y a partir de 1986 entró en un descenso casi constante, con su mínimo (1 611 t) en 1989. Durante la primera etapa se produjeron en promedio 2 635 t colas por año y en la segunda 2 194 de manera que prácticamente ha dejado de producirse un 17% al año.

Figura 4

Variación anual de la captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo en la producción total de camarón del puerto de Campeche

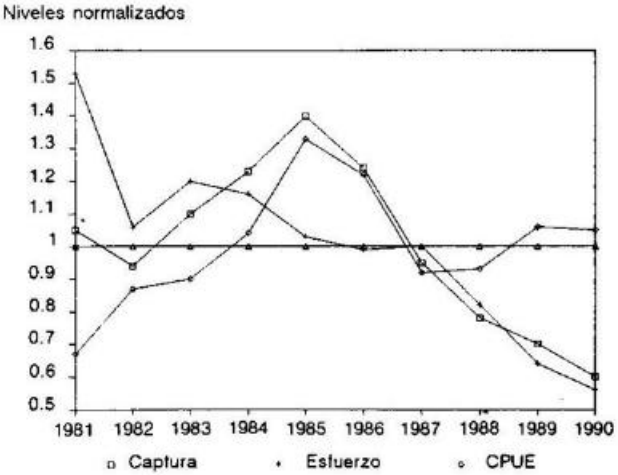


FUENTE: Navarrete y Uribe, 1991.

En el caso del camarón rosado, la producción entre 1981 y 1990 es en promedio de 1 871 t colas por año y en la figura 5 se nota que en cifras estandarizadas también estuvo creciendo en una primera etapa que culmina con un máximo (2 610 t colas) en 1985 y luego, desde 1986 exhibe una tendencia continua al decremento y un mínimo (1 125 t) en 1990. En la primera fase fueron producidas en promedio 2 143 t colas por año y en la siguiente 1 598, lo que implica una pérdida de poco más de un 25% anual.

Figura 5

Variación anual de la captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo en la producción de camarón rosado del puerto de Campeche



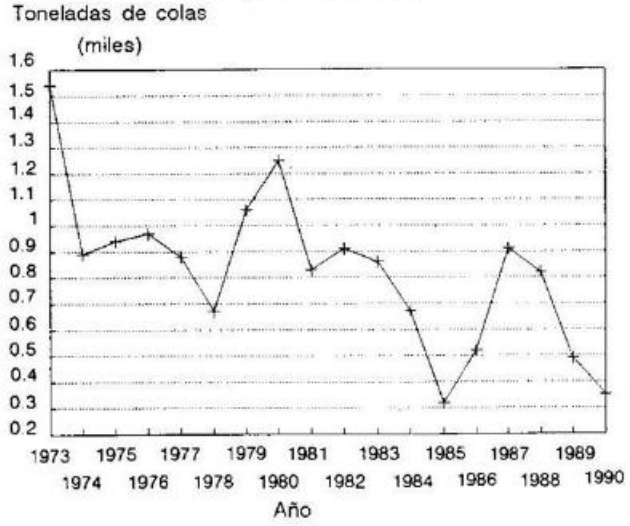
FUENTE: Navarrete y Uribe, 1991.

Ciudad del Carmen

La captura del camarón blanco presenta una tendencia general negativa muy marcada desde los niveles altos alcanzados en la década de los setenta, hasta los últimos años que registran cifras que constituyen una tercera parte del nivel de rendimiento máximo sostenible (RMS 1 629 t camarón entero), estimado por Gracia (1989a), como

puede verse en la figura 6. Asociada a esta baja de la captura, se encuentra la disminución del esfuerzo de pesca que muestra una tendencia negativa desde 1976 y se hace más crítica entre 1980 y 1985 con un ligero repunte entre 1986 y 1988, lo que se aprecia en la figura 7, para después retornar a la misma tendencia. La captura por unidad de esfuerzo muestra un comportamiento inverso con variaciones amplias y una disminución relativa en los últimos años (1989-1990), cuestión observada en la figura 8.

Figura 6
Producción de camarón blanco en Ciudad del Carmen, Camp. de 1973 a 1990



De acuerdo al comportamiento de estas curvas se puede pensar que los bajos volúmenes de captura se deben al bajo nivel de esfuerzo pesquero invertido en la década de los ochentas. Sin embargo, como señala Gracia (1989a, 1989b, 1991 y 1992), deben considerarse otros elementos presentes en la explotación del camarón blanco, como son: *a)* la presencia de una pesca artesanal alta-

Figura 7
Esfuerzo aplicado en viajes a la pesquería de camarón blanco en Ciudad del Carmen, Camp. de 1973 a 1990

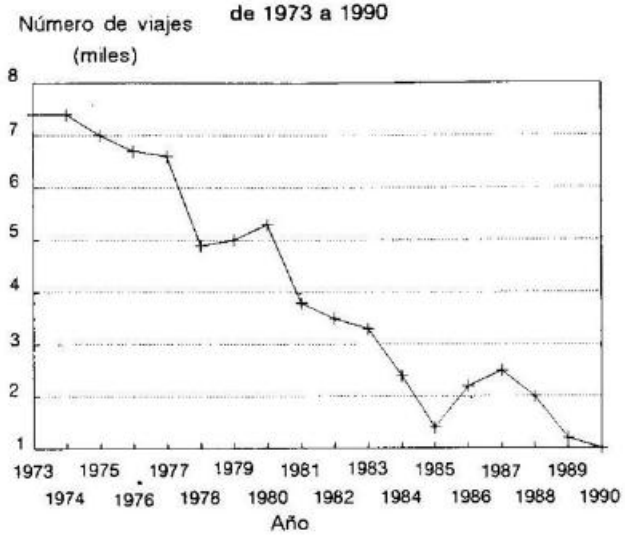
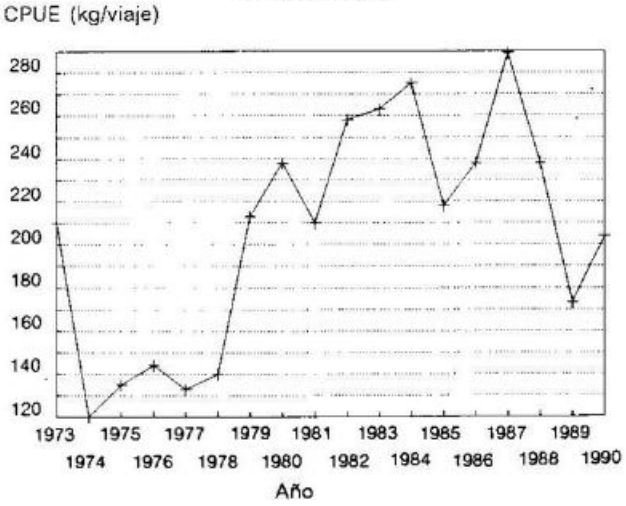


Figura 8
Comportamiento de la CPUE en la pesquería de camarón blanco en Ciudad del Carmen, Camp. de 1973 a 1990



mente competitiva, cuya captura no se registra adecuadamente; *b)* la población, antes de que la pesca artesanal se estableciera plenamente, se encontraba abajo del rendimiento máximo sostenible y sobre el punto de rendimiento máximo económico; *c)* la población reproductora, de acuerdo a los modelos de Gracia (1989a), se encontraba cerca de los niveles mínimos recomendables para la renovación normal de la población; y *d)* una tendencia negativa sostenida en los niveles de reclutamiento.

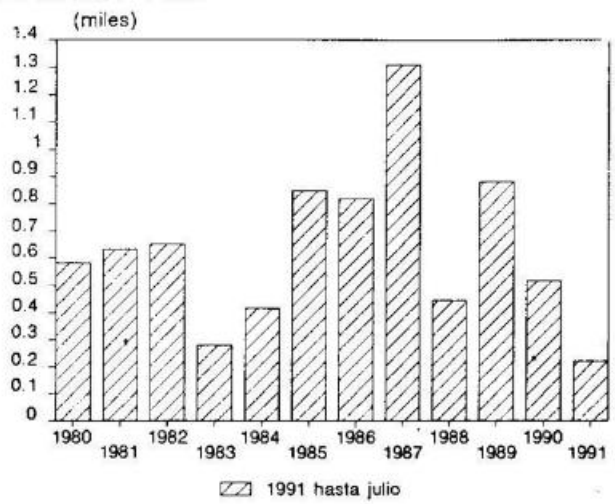
La falta de un registro confiable de las capturas de la flota artesanal impide tener una idea precisa del nivel de explotación a que está sujeto el camarón blanco. Sin embargo, los análisis efectuados por Gracia (1989a, 1991) sobre esta especie coinciden en señalar que el esfuerzo acumulado de las diferentes pesquerías (artesanal estuarina, artesanal marina e industrial) ha llevado a este recurso a un nivel de sobrexplotación, particularmente a una sobrepesca del reclutamiento. De acuerdo a esto no es posible esperar un incremento de los volúmenes de captura por sólo incrementar el esfuerzo de pesca de barcos arrastreros, y por el contrario es necesario evaluar el impacto de las diferentes pesquerías para recuperar la población a sus niveles de producción máximos.

Área de Contoy

En el área de Contoy, la producción por barco presenta dos valores mínimos en los últimos 10 años. Aunque esto tiene una fuerte influencia de carácter económico y social no se pueden descartar factores ambientales. Un gráfico de este comportamiento se puede ver en la figura 9, según lo establecen Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*). Los mismos autores, en base a sus resultados de los últimos 10 años, observan que el esfuerzo ha sido menor que el rendimiento máximo, por lo que no se puede hablar de una sobrexplotación del recurso en función del camarón rosado o rojo del Caribe, (Fig. 10 y 11).

Figura 9

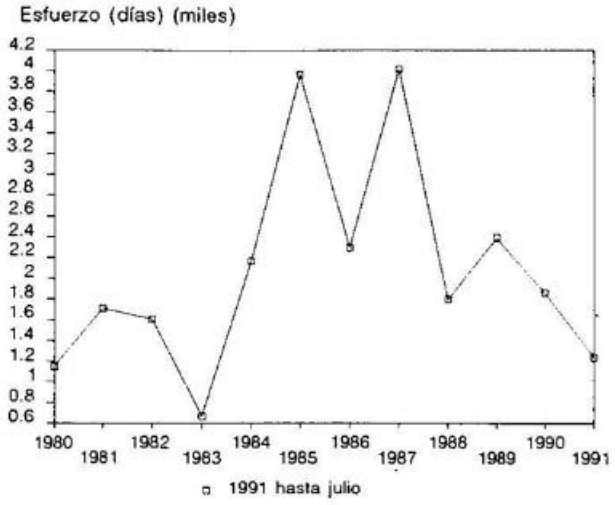
Producción total de camarón en el estado de Quintana Roo de 1980 a 1991 (ambas especies)



FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

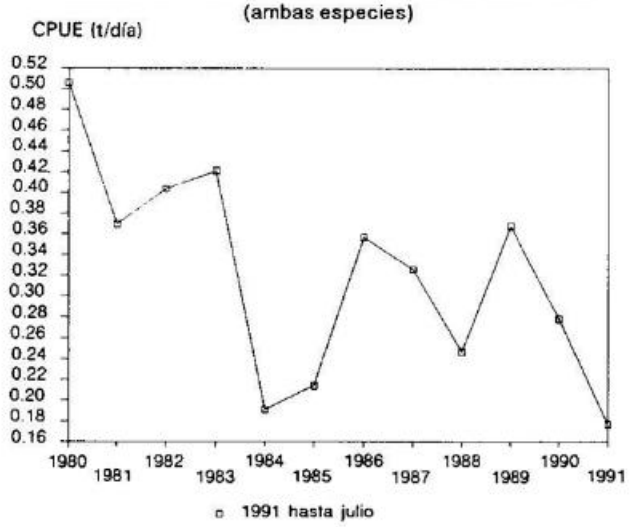
Los mismos autores, en su *Diagnóstico de la pesquería del recurso en el estado de Quintana Roo*, establecen para el camarón de roca un potencial ligeramente superior al del camarón rosado del Caribe. Indican que esta especie tampoco está sobrexplotada. Las figuras 12 y 14 muestran el comportamiento de la producción para cada especie. Aclarando en ambos casos que se encuentran cerca de los rendimientos máximos, las figuras 13 y 15 indican el comportamiento de la abundancia relativa en las dos especies. De una misma manera, señalan la importancia de ajustarse a los valores de esfuerzo recomendados para el camarón rojo, que es la especie de mayor valor

Figura10
Esfuerzo aplicado a la pesquería de camarón en el estado de Quintana Roo de 1980 a 1991



FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

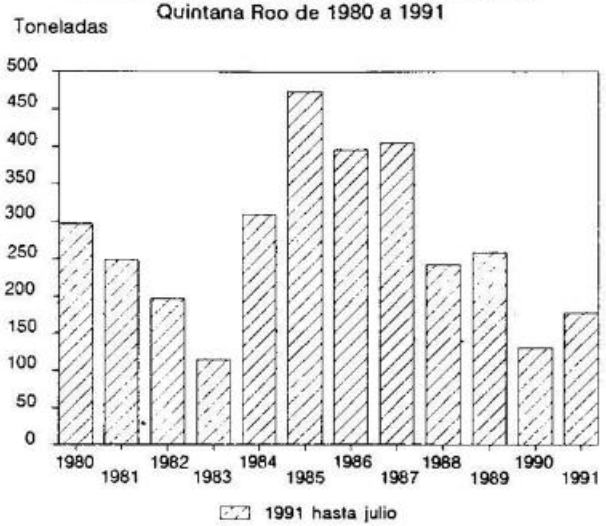
Figura11
Captura por unidad de esfuerzo para la pesquería de camarón en el estado de Quintana Roo de 1980 a 1991 (ambas especies)



FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

económico y que podría resentir negativamente un esfuerzo superior al sugerido.

Figura 12
Producción de camarón rosado en el estado de Quintana Roo de 1980 a 1991



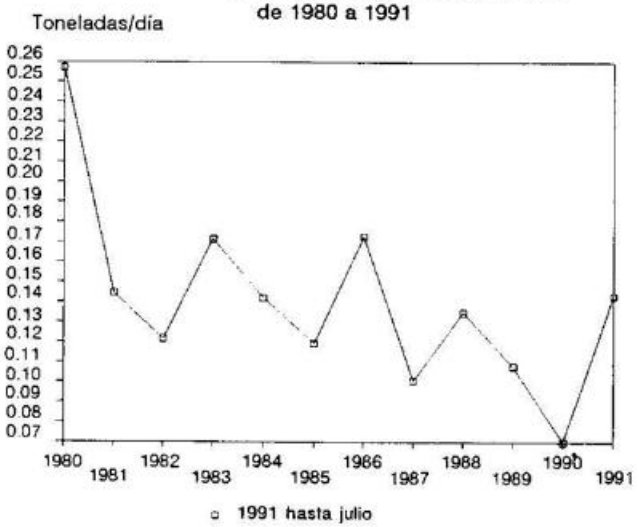
FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

De acuerdo con los valores consignados por Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*), se presentan en las tablas 21, 22 y 23 los valores de la producción, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo para las especies camarón rosado del Caribe y camarón de roca, así como el valor total en el estado.

Esfuerzo pesquero

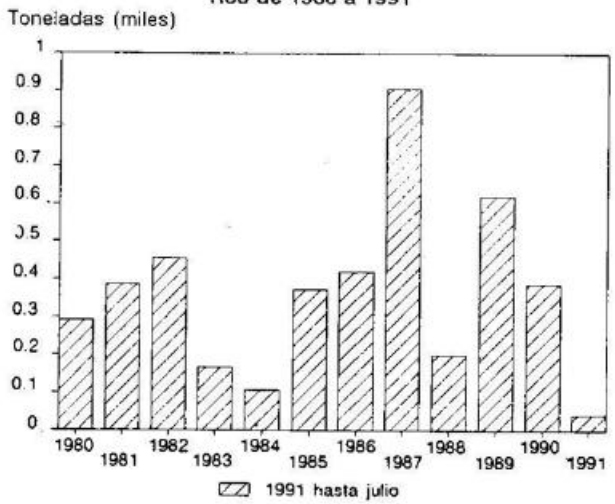
En términos generales, el esfuerzo tuvo un desarrollo acelerado entre 1970 y 1979, y evidenció signos de declinación con la transferencia de la flota al sector social en el año de 1982, acentuándose el deterioro de las embarcaciones entre 1986 y 1990, calculándose en algunos puertos hasta una disminución del 50% de las embarcaciones operando respecto a las registradas.

Figura 13
Captura por unidad de esfuerzo para camarón rosado en el estado de Quintana Roo de 1980 a 1991



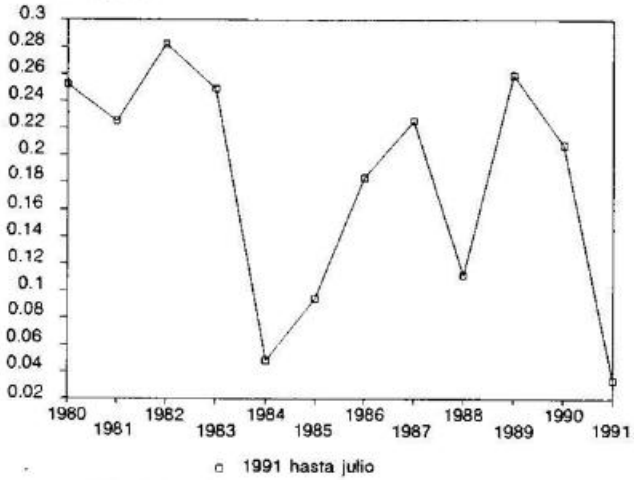
FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

Figura 14
Producción de camarón de roca en el estado de Quintana Roo de 1980 a 1991



FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

Figura15
Captura por unidad de esfuerzo para camarón de roca en el estado de Quintana Roo de 1980 a 1991



FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

Tabla 21
Producción, esfuerzo y cpue anual de camarón en Quintana Roo

Año	Producción (t)	Esfuerzo (días)	Cpue (t/día)
1980	583.5	1 153	0.51
1981	633.5	1 714	0.37
1982	650.8	1 612	0.40
1983	280.3	666	0.42
1984	414.7	2 171	0.19
1985	849.0	3 967	0.21
1986	818.1	2 292	0.36
1987	1 310.7	4 019	0.33
1988	444.1	1 800	0.25
1989	880.9	2 396	0.37
1990	518.7	1 864	0.28
1991	219.5	1 240	0.18

FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

Tabla 22
Producción, esfuerzo y cpue anual de camarón rosado en Quintana Roo

Año	Producción (t)	Esfuerzo (días)	Cpue (t/día)
1980	296.6	1 153	0.26
1981	248.1	1 714	0.14
1982	196.3	1 612	0.12
1983	114.2	666	0.17
1984	308.7	2 171	0.14
1985	474.3	3 967	0.12
1986	396.7	2 292	0.17
1987	405.1	4 019	0.10
1988	243.1	1 800	0.14
1989	258.8	2 396	0.11
1990	130.7	1 864	0.07
1991	177.7	1 240	0.14

FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1991.

Tabla 23
Producción, esfuerzo y cpue anual de camarón roca en Quintana Roo

Año	Producción (t)	Esfuerzo (días)	Cpue (t/día)
1980	291	1 153	0.25
1981	386	1 714	0.23
1982	455	1 612	0.28
1983	166	666	0.25
1984	106	2 171	0.05
1985	375	3 967	0.09
1986	421	2 292	0.18
1987	906	4 019	0.23
1988	201	1 800	0.11
1989	622	2 396	0.26
1990	388	1 864	0.21
1991	42	1 240	0.03

FUENTE: Soto, Delgado y Sosa, 1992.

Las cifras del esfuerzo pesquero en el Golfo de México se han realizado bajo dos criterios: número de barcos en operación y número de viajes realizados. Esta circunstancia limita seriamente los procesos evaluatorios de la pesquería al no aportarse un valor más preciso. Lo cual deberá modificarse a la brevedad posible, ya que los barcos en el estado de Campeche superan con mucho el promedio de días navegados durante la década de los ochentas, que fluctuaba entre los 15 y 17 días.

Actualmente, una embarcación promedia de 25 a 30 días navegados, y no son pocas las que rebasan esta cifra, que en algunos casos puede llegar hasta los 40 y 45 días. En el puerto de Alvarado, las embarcaciones operan con un promedio de tres días; es una flota reducida prácticamente a la mitad y en muy mal estado.

En Ciudad del Carmen y Campeche las embarcaciones se han reactivado a través de convenios concertados entre los armadores y las cooperativas pesqueras, y como resultado se puede apreciar que los barcos cuentan con mejores condiciones mecánicas y de navegación. Es de esperarse que estas circunstancias mejoren la eficiencia y el poder de pesca en la flota. De acuerdo a lo anterior, es menester realizar un acucioso seguimiento de la evolución del esfuerzo, toda vez que no ha sido posible establecer si la declinación de la captura obedece a una disminución real del esfuerzo por el mal estado que guarda la flota o si existen circunstancias de carácter biológico y ecológico que influyen en el descenso de la capturas. En las costas de Florida, investigadores norteamericanos han observado declinaciones hasta del 50% en la producción de camarón rosado a partir de 1986, en forma semejante a la Sonda de Campeche. Sin haber esclarecido la razón de tal hecho, existe la suposición de que

una elevada mortandad de pastos marinos ha disminuido las zonas de refugio de camarones juveniles.

En el área de Contoy los buques operan un promedio de 10 días de pesca por barco al mes, según Soto, Delgado y Sosa (*op. cit.*). No obstante de lo retraído de esta flota, se recomiendan 25 o 30 barcos como máximo para la zona.

Descripción de tallas

En el puerto de Campeche, como se puede apreciar en la figura 16, el comportamiento de la producción de camarón rosado en el lapso comprendido entre 1979 y 1990 indica que las categorías comerciales de mejor rendimiento son la 26-30, seguida de la 21-25 y 36-40.

En el caso del camarón café, predominan tallas comerciales chicas, fundamentalmente la 41-50 y 36-40, de menor importancia la 26-30. En la figura 17 se observa el comportamiento de las tallas para el periodo 1981-1989. El evento contrario ocurre en el camarón blanco que, a pesar de capturarse en menor volumen que las otras dos especies, presenta tallas grandes, la más importante 16-20, seguida de la 10-14, y finalmente en baja proporción la 21-25, como se ve en la figura 18. En los tres casos es común el hecho de encontrar bajas producciones de tallas pequeñas.

En relación con las tallas de camarón rosado del Caribe se observan de la 36-40 a 41-50 en mayor abundancia, de enero a marzo, indicativo del periodo de reclutamiento. Tallas medianas 26-30 a 16-20, en porcentajes más elevados de marzo a mayo y octubre a noviembre; las tallas grandes 21-25 y 16-20 en los meses de junio y julio.

Figura16
Producción por categoría comercial de camarón rosado en el puerto de Campeche, Camp. de 1979 a 1990

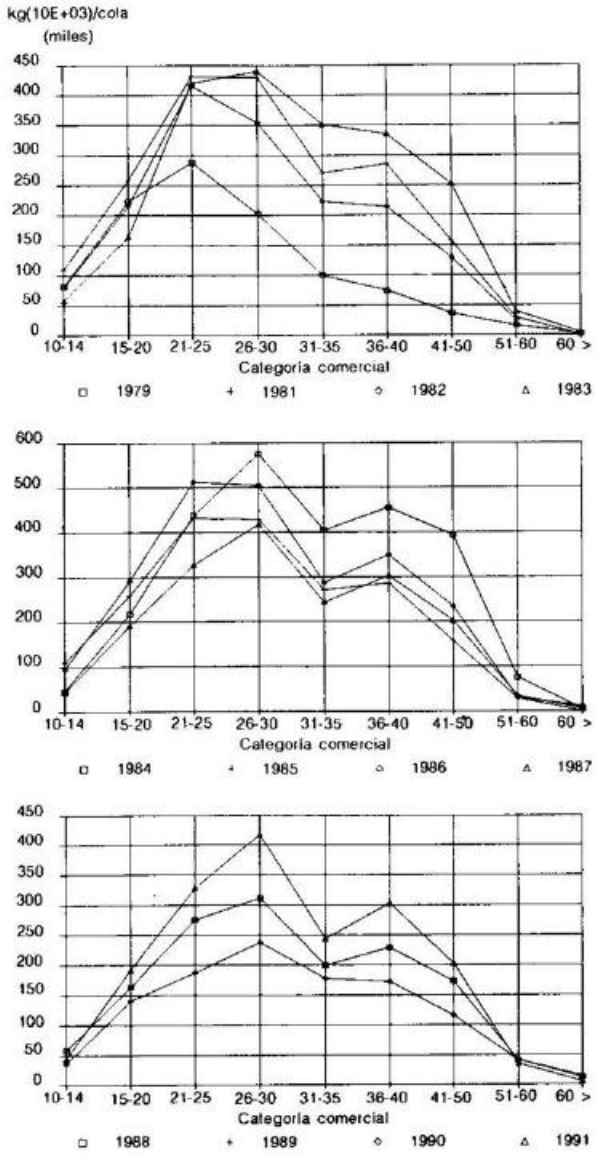
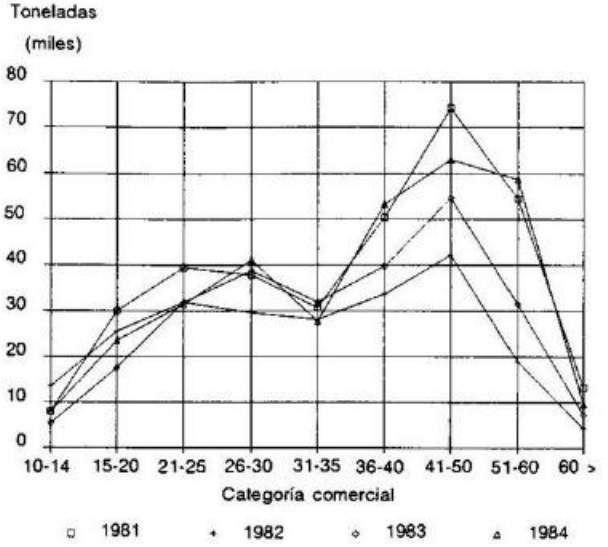


Figura 17
Producción por categoría comercial de camarón café en el puerto de Campeche, Camp. de 1981 a 1989



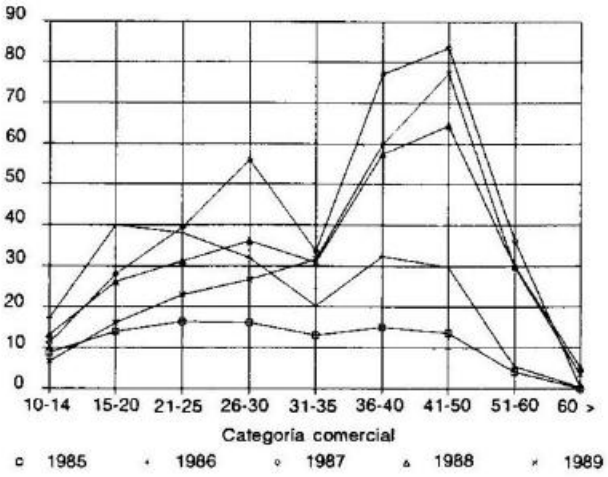
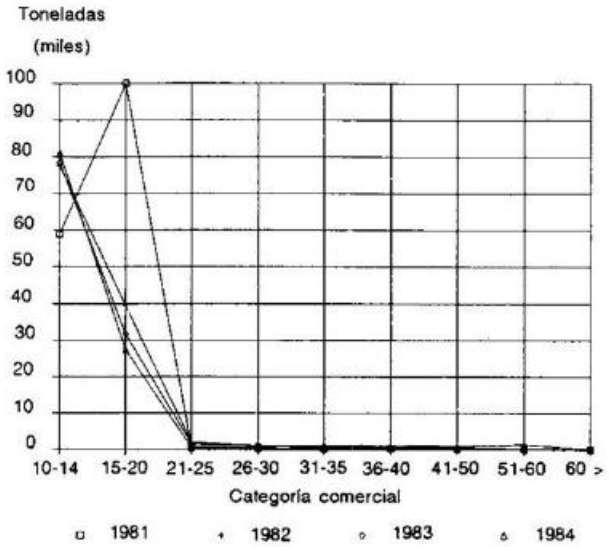
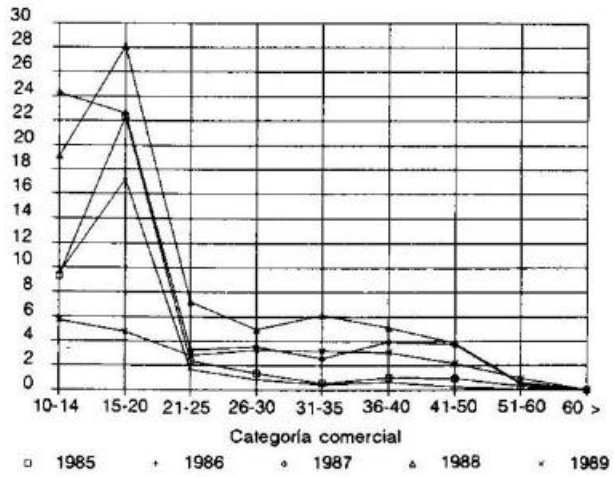


Figura 18
Producción por categoría comercial de camarón blanco en el puerto de Campeche, Camp. de 1981 a 1989





Regulación del recurso

La Laguna de Términos, en el suroeste del Golfo de México, considerada como un área de crianza importante para el recurso camaronero, estuvo vedada a la pesca de juveniles de camarón en su interior, desde abril de 1974 hasta agosto de 1986. Después de esta fecha se abrió a la pesca de camarón por espacio mayor a un año hasta octubre de 1987, cuando se decreta nuevamente una veda en la Laguna de Términos para el camarón blanco. Este acuerdo se tomó basándose en consideraciones como la relevancia de la laguna como área de crianza, la explotación indebida, y para preservar el recurso y el reclutamiento al área donde se desarrolla la pesca comercial.

La pesca artesanal marina con redes agalleras queda autorizada en el acuerdo publicado en el Diario Oficial con fecha 25 de agosto de 1986. En esa fecha se limitan los periodos de pesca a las temporadas comprendidas entre el 1o. de junio al 20 de julio y del 1o. de septiembre al 30 de marzo. En este mismo acuerdo queda prohibido el uso de redes de arrastre en el interior de la Laguna de Términos.

En octubre de 1987 se decreta un nuevo acuerdo que regula la explotación del camarón blanco en aguas costeras, estuarios y lagunas litorales de los estados de Campeche y Tabasco. Además de regresar la Laguna de Términos a su calidad de santuario para las etapas juveniles, se establece una serie de medidas para el camarón blanco entre las cuales destacan: *1)* se prohibe emplear otro arte de pesca distinto de las redes agalleras; *2)* se establecen las dimensiones de la red (350 m de largo, 2-4 m de caída y luz de malla de 2 3/4"; *3)* se prohibe la pesca con este arte en las bocas de esteros y ríos; *4)* se delimita el área de operación a la franja costera litoral de los estados de Campeche y Tabasco hasta una profundidad máxima de 10 brazas; y *5)* se amplía la temporada de pesca comercial al periodo comprendido entre el 1o. de octubre al 31 de julio de cada año. Estas reglamentaciones están vigentes actualmente.

Alternativas para la administración de la pesquería

Bajo las circunstancias observadas en la pesquería de camarón de altamar en el Golfo de México, se puede establecer que las alternativas en la administración del recurso deberán orientarse nuevamente a revalorar las características biológicas que las especies presentan en espacio y tiempo, a fin de mantener un monitoreo regular a lo largo del tiempo. A este proceso deberá vincularse la necesidad de conocer las condiciones ambientales que existen. Las dos circunstancias anteriores, aunadas a la información recabada por la pesquería, permitirán al investigador tener mayores posibilidades de análisis. Mediante una base sólida de información biológica y ecológica, la posibilidad de instrumentar metodologías correctas y más confiables se verán incrementadas sustancialmente. Lo anterior demandará la formulación de un sistema que capte información de manera confiable. Cifras de captura y esfuerzo, aunque en la actualidad se manejan con gran regularidad, carecen de la confiabilidad que un proceso de investigación demanda. Por otro lado, la instrumentación de una bitácora pesquera es un hecho no consolidado hasta el momento. No obstante que para el Golfo de México la Secretaría de Pesca ha diseñado una que desafortunadamente no es llenada correctamente o simplemente se ignora su existencia, a pesar de haberse establecido de manera

clara las sanciones por infringir este lineamiento, es difícil su aplicación.

Diagnóstico de la pesquería y situación de la investigación científica del recurso

De acuerdo a la información contenida en el presente documento, se puede establecer que la pesquería cuenta con trabajos serios de investigación, fundamentalmente inclinados hacia aspectos biológico-pesqueros.

Los resultados encontrados responden más al interés y posibilidades del investigador que a una política establecida para la administración del recurso.

En los aspectos biológicos del recurso, en el caso de la evaluación del crecimiento, se usa en forma generalizada el modelo de Von Bertalanffy para todas las especies de mayor importancia. Existen valores de L, W, k y t^0, aunque en varios casos, los resultados aludidos deben ser actualizados. Existe información sobre parámetros poblacionales en la literatura, pero es dispersa y discontinua. Con excepción del camarón blanco en Ciudad del Carmen, Camp., las demás especies requieren una revisión de los mismos.

En función de la información revisada, tanto en la literatura como en las fuentes de acopio, se puede observar una sensible disminución de los volúmenes de captura de camarón en el Golfo de México y el Caribe.

En la evaluación de la pesquería domina el uso de modelos globales. Los estructurales son empleados en menor proporción y no tienen continuidad.

Se establece un potencial del recurso en función de los resultados concentrados en este documento:

- Tamaulipas: de 5 120 a 6 400 t de camarón entero. Requiere actualizarse.
- Alvarado, Ver.: de 417 a 592 t de camarón entero. Estable de 1974 a 1990.
- Sonda de Campeche: de 10 089 a 10 381 t de camarón entero. Requiere actualizarse a la brevedad posible.
- Área de Contoy: de 1 387 a 1 443 t de camarón entero. Contempla hasta el año de 1991.
- Para el Golfo de México y Caribe de 17 013 a 18 816 t de camarón entero.
- Se establece que la pesquería de camarón blanco en Ciudad del Carmen está sobrexplotada.

Las cifras anteriores, a pesar de ser menores a las establecidas años atrás, serán difícilmente obtenidas. Una permanente reducción en la flota camaronera se mantiene desde su transferencia al sector social.

En Alvarado, Ver., Contoy, Q. Roo y Tampico, Tamps., la disminución de embarcaciones en operación llega al 50% con respecto a la registrada oficialmente. Una constante de las naves que operan es el mal estado en que se encuentran, reduciendo así el número de días en el mar y su eficiencia operativa.

En Campeche, estado en el que se concentra la mayor flota, no escapa la disminución de embarcaciones, pero en los dos últimos años un proceso de importante rehabilitación se observa, calculándose 111 embarcaciones reparadas en este tiempo. El proceso deberá seguirse con gran cuidado, ya que permitirá establecer si la reducción obser-

vada en las capturas obedece al decremento de unidades en la flota o a la existencia de condiciones anómalas en las poblaciones y su ambiente, características que influyen de manera importante en los peneidos.

Hasta el momento, las investigaciones en reducidos casos incorporan análisis de carácter económico. Pocos intentos existen por vincular las investigaciones biológico-pesqueras con las económicas y sociales. Es necesario que trabajos de estas disciplinas concatenen esfuerzos para conocer en forma integral una problemática tan compleja como la pesquera. Esto coadyuvará a la adecuada administración del recurso camaronero.

La ausencia o carencia de información biológica, que de manera generalizada se presenta en todas las áreas de captura, es una circunstancia que incide desfavorablemente para contar con un acervo de datos que permita mantener un monitoreo más eficiente de las especies y detectar con oportunidad los cambios experimentados por las poblaciones.

Pocos esfuerzos se han encaminado a resolver circunstancias como la señalada, no existiendo hasta el momento bancos de información biológica, ambiental y estadística que soporten las investigaciones que se desarrollan en la pesquería de camarón en el Golfo de México y Caribe.

El hecho señalado da como consecuencia una gama reducida de alternativas instrumentadas en los procesos de investigación. Para la evaluación de la pesquería, por ejemplo, se ha recurrido en prácticamente todas las regiones a la utilización de modelos globales. Existen también esfuerzos significativos por aplicar metodologías más precisas y confiables. Sin embargo, esta condición carece de la continuidad requerida, ya que en la mayoría de los casos estos avances obedecen más a una inquietud individual que a una situación planificada. La inexistencia de un proyecto regional, litoral o nacional de investigación impide avanzar con la celeridad requerida.

En consecuencia, es menester establecer un plan de trabajo que en primera instancia se enfoque a ordenar bajo criterios homogéneos la información existente sobre la pesquería de camarón y que abarque además los lineamientos necesarios para tener un plan básico de estaciones de muestreo biológico para camarón en todo el Golfo y Caribe; el desarrollo de estrategias para la captación de información estadística más confiable, a fin de poder vincular en forma más precisa a las diferentes regiones objeto de explotación, ya que hasta el momento las cifras de captura y esfuerzo poseen niveles importantes de incertidumbre.

El plan debe incluir en sus objetivos la incorporación de información ambiental, económica y social.

Si el proceso señalado pudiera alcanzarse, sin duda los investigadores estarían en posibilidad de emitir resultados oportunos, en tiempos reales para el recurso y sus circunstancias. Es necesario difundir y apoyar la obtención de resultados, producto de una constante labor de investigación.

Bibliografía

ALARCÓN, F. T., 1989. *Evaluación de las existencias del camarón rosado (Penaeus duorarum) en el Banco de Campeche*. Informe Técnico. INP/CRIP-Campeche.

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

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., 1980. Diagnosis de la pesquería de camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de Contoy, Q. Roo, México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol. México*, 25: 39-77.

— 1981a. Tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de Contoy, Q. Roo. México. *Ciencia Pesquera*. I(1): 61-70.

— 1981b. Diagnosis de la pesquería de camarón de roca (*Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1871) de Contoy, Q. Roo, México. *Ciencia Pesquera*. I(2): 21-42.

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

CASTRO, M. G., 1982. *Análisis biológico pesquero del camarón café (Penaeus aztecus) en las costas de Tamaulipas, México.* Tesis profesional Fac. Cienc. UNAM, 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, INP. 52 p.

CASTRO, M.R.G., F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ y E.A. CHÁVEZ. 1986. *Análisis regional del recurso camarón en aguas del noroeste de México (Tamaulipas y Veracruz, México).* Informe de investigación inédito. CRIP-Tampico. 23 p.

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, BC. Vol. II: 461-469.

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

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

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

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

— 1975. Poder de pesca de la flota camaronera de Campeche, Camp. 1973. *INP/I:* i

FUENTES, D., R.G. CASTRO, L. SCHULTZ, R. PORTUGAL y M. OROPEZA. 1976. Pesquería de camarón de altamar en el Golfo de México. En: *Mem. Simposio sobre biología y dinámica poblacional de camarones*, Guaymas, Son. México. Vol. I: 187-212.

GUZMÁN, 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.

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

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

GARCÍA, S. y L. Le Reste. 1981. Life cicles, dinamics, explotation and management of costal penaeid shrimp stocks. *FAO. FISH. Tech. Pap.*, (203): 215 p.

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.

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, UNAM, México, DF. 127 p.

— 1989b. Relationship between environmental factors and white shrimp abundance in the southwestern Gulf of Mexico, *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM 16(1): 171-182.

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

— 1991. Spawning stock-recruitment relationships of white shrimp in the southwestern Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society,* 120: 519-527.

— 1992a. Explotación y manejo del recurso camarón. *Ciencia y.Desarrollo,* (en prensa).

— 1992b. La sobrepesca del reclutamiento en las pesquerías de camarón. *JAINA* 3(1): 3.

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. En: 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.* UNAM 13(3): 217-230.

— 1990. Population study of the penaeid shrimp of Términos Lagoon, Campeche, Mexico. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM 17(2): 241-255.

GULLAND, J. A., 1969. Manual for methods for fish stock assessment. Part 1. Fish. population analysis. *FAO. Man. Fish. Sci.*, 4: 154 p.

— 1975. *I Informe de camarón del Banco de Campeche. Convenio México-Cubano de Cooperación Científica.* Centro de Investigaciones Pesqueras (INP)-Cuba e Instituto Nacional de la Pesca (SIC). 73 p.

HERNÁNDEZ-FERRERÍA, G. y J. A. GÉNIS-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, Campeche, México.* Tesis Prof. Esc. Nal. de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM, 86 p.

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

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

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): 1 439-1 469.

MENDIZÁBAL, O.D., I. SCHULTZ-RUIZ, J. SÁNCHEZ, L. 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, BC. Vol (II): 427-444.

MOU SUE, I.I., 1985. *Composición y distribución de la fauna de crustáceos decápodos planctónicos en el suroeste del Golfo de México.* Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 108 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. IPN, 79 p.

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 Ciudad del Carmen.* Informe técnico. INP/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. INP/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 y R. NEAL. 1984. Aplication to shrimp stock of objetive methods for the estimation of vital statistics from lenght data. En: J.A. Gulland and B.J. Rothschield, (Eds.) *Penaeid shrimp: their biology and management.* Fishing News Books LTD, Farnham, G.B. Pp. 220-234.

PEREZ-FARFANTE, I., 1969. Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. *Fish. Bull., EUA, Fish & Wildlf.* Ser., 67(3): 461-591

— 1987. *Pesquerías Mexicanas: Estrategias para su administración.* Secretaría de Pesca. 1 061 p.

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

SOLANA-SANSORES, R. y F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ. *Cambios estacionales de la abundancia del camarón café (Penaeus aztecus) de la zona noroccidental del Golfo de México y su relación con parámetros ambientales.* Manuscrito.

SOTO, I.A. y A. GARCÍA. 1987. Evaluación de los efectos de hidrocarburos fósiles sobre las poblaciones de camarones peneidos en el Banco de Campeche. *An. Inst. de Cienc. del Mar y Limnol.* UNAM 14 (en prensa).

RE, R., C. 1987. Estacionalidad de la reproducción de camarón blanco *Penaeus setiferus* en la Sonda de Campeche. *VII Congreso Nacional de Oceanografía.* Ensenada, BC.

— 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. Handbook of computations for biological statics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada.* 119: 1-300.

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

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

SCHULTZ-RUIZ, L.E. y E.A. CHÁVEZ. 1976. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del camarón blanco (*Penaeus setiferus* L.) del Golfo de Campeche, México. En: *Mem. Simposio sobre biología y dinámica poblacional de camarones,* Guaymas, Son. México. Vol. I: 58-72.

SHAPIRO, B., 1982. *Biology and ecology of peneid shrimp in the Gulf of Mexico.* University of Miami.

SMITH, M. K., 1986. *Investigación de pesquerías clandestinas y de las zonas y épocas de reproducción del camarón blanco en la zona de Ciudad del Carmen.* Informe de actividades, segundo semestre 1985, INP/CRIP. Ciudad 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 INP,* Secretaría de Pesca.

SMITH, K. y J. SANTOS. *Muestreos en embarcaciones comerciales.* Informe de Actividades, segundo semestre de 1985, INP/CRIP-Ciudad del Carmen, Camp. 12 p.

SOTO *et al.* 1982. Análisis del conocimiento científico-tecnológico nacional de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. *Reunión Nacional de Investigación Científico-Pesquera.*

SOTO, F., B. DELGADO y V. SOSA. 1992. *Diagnóstico de la pesquería del recurso camarón en el estado de Quintana Roo.* Informe técnico. INP/CRIP-Puerto Morelos.

TRUJEQUE, R., y T. ALARCÓN. 1989. *Tasas de crecimiento estacional de camarón rosado del Banco de Campeche durante el ciclo de pesca de 1978.* Informe técnico, INP/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 Mexico, United States Waters.* Gulf of Mexico Fishery Management Council. Tampa, Florida, Estados Unidos de Norteamérica. 170 p.

VÁZQUEZ-BADER, A.R., 1988. *Comunidades de macroinvertebrados bénticos de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México: Abundancia, distribución y asociaciones faunísticas.* Tesis Maestría Esp. Maestría y Doctorado en Ciencias del Mar UACP y P. del CCH, UNAM. 151 p.

VÁZQUEZ-BADER, A.R. y A. GARCÍA. 1992. Macroinvertebrados bénticos de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México. Publicación Especial *An. Inst. Biología,* (en prensa).

La pesquería de camarón en aguas protegidas. Pacífico de México

Anatolio Hernández Carballo
CRIP-Mazatlán, INP

Emilio Macías
ICML, UNAM. Estación Mazatlán

Introducción

Las lagunas costeras juegan un papel importantísimo en el ciclo biológico de los camarones peneidos distribuidos en el Pacífico de México.

De las cuatro especies comerciales, el éxito del mantenimiento de las poblaciones de camarón blanco y azul depende de la existencia de las lagunas costeras y de que éstas presenten condiciones ambientales aceptables para completar el ciclo. Ello se refleja en las capturas, además de los reclutas que el año siguiente se desarrollen para mantener el potencial reproductor de esas poblaciones.

¿Qué condiciones se requieren? Se pueden dividir en dos tipos: aquéllas propias de la naturaleza, en donde la mano del hombre no puede intervenir, como lo son el régimen de temperatura y el régimen de lluvias asociado a las salinidades dominantes durante el periodo de ingreso de postlarvas a los sistemas lagunares.

En la costa del Pacífico de México tenemos un comportamiento peculiar de la temperatura superficial del agua en la zona costera marina, cuyo punto de referencia es el Trópico de Cáncer.

De ahí hacia el norte se tienen temperaturas ligeramente más altas que las que se registran del Trópico de Cáncer hacia el sur. Por características orográficas, la precipitación pluvial, asociada al clima, es menor hacia el norte que hacia el sur, por lo que los sistemas lagunares presentan menor salinidad que los que se ubican al norte de ese punto de referencia. Las afinidades ecológicas para el camarón azul permiten el desarrollo de la especie en el norte de Sinaloa y Sonora, en tanto que en el sur de Sinaloa y Nayarit esas condiciones son aptas para el desarrollo del camarón blanco. Estas consideraciones se basan en la acumulación de información continua de más de 10 años de observación.

La naturaleza no tiene reglas fijas, matemáticamente exactas, y se han registrado inversiones en la distribución del recurso, es decir, cambios en el régimen de lluvias y ciclos alterados de temperatura, como la que se recuerda en la temporada de 1976-1977.

Ahora bien, el éxito de una buena temporada de captura en las lagunas costeras depende básicamente del éxito de la inmigración de las post-

larvas y del tipo de laguna desde el punto de vista de su configuración y origen. Existen lagunas costeras con comunicación directa al mar y otras tienen comunicación al medio marino mediante un canal de acceso, normalmente largo y sinuoso. Como ejemplo típico tenemos la Laguna del Caimanero, alimentada por el río Baluarte con su desembocadura conocida como Boca de Chametla, conectado a la laguna por un canal conocido como Canal de Agua Dulce.

Este tipo de lagunas genera una escalera ecológica usada por las postlarvas para ingresar al sistema. ¿Cómo? La masa de agua de la laguna, comparada con la de la zona costera adyacente, es muy inferior y ambas se someten a un calentamiento de la misma magnitud, por lo que el agua de la laguna alcanza en el mismo tiempo de radiación solar mayor temperatura que la de la zona costera. Al iniciarse el flujo de marea se produce un incremento de temperatura que es detectado por las postlarvas. Al cesar el flujo e iniciarse el reflujo, ese incremento se convierte en decremento en donde el agua de retorno hacia el mar se va enfriando, situación que también detecta la postlarva y la reacción es la de protegerse en el fondo, característica del ciclo biológico de los peneidos al pasar del estadío de postlarva al de juvenil. Experimentos en laboratorio demuestran que las postlarvas son capaces de detectar cambios mínimos de 0.1°C al menos en camarón blanco y camarón azul. El camarón café también emplea esa escalera ecológica, pero al parecer las condiciones lagunares no son aptas para su crecimiento y tiende a desaparecer en las capturas, en tanto que el camarón rojo con distribución francamente oceánica sólo se ha registrado en las poblaciones de postlarvas en una proporción de menos del 1%. En más de 30 observaciones de 24 horas a lo largo de un año, se registró un comportamiento inverso de la temperatura durante flujo/reflujo, encontrándose que las postlarvas cambian el sentido de su movimiento. Con este mecanismo se demuestra que las postlarvas se desplazan a una velocidad de aproximadamente 5 km por cada flujo de marea.

Ahora bien, se tienen que asociar otras condiciones para permitir el éxito de la inmigración y debemos tomar en cuenta que la actividad natatoria de las postlarvas, cercana a la superficie, aumenta en los periodos de penumbra luminosa, es decir, en el orto y el ocaso del sol. Si la fase de la marea en flujo se presenta al amanecer o al atardecer se ingresa mayor número de postlarvas a los sistemas lagunares y se produce el ingreso precisamente en la fase media del flujo, que es cuando se presenta la mayor velocidad de la corriente en el canal de acceso al sistema lagunar.

Otro aspecto interesante en el proceso de ingreso es la fase lunar. Aparentemente el desove del camarón blanco se produce en mayor cantidad en luna llena y en luna nueva se produce el del camarón café. Para el sistema lagunar Huizache-Caimanero, se produce una alternancia de ingreso por especies de acuerdo a la fase lunar que se observa a partir del mes de mayo, periodo del año en donde se inicia el calentamiento del agua de mar, que es el mecanismo disparador del desove, asociado al abatimiento de la salinidad, es decir, el periodo de lluvias para esa región. Si trasladamos nuestras observaciones a las poblaciones que se desarrollan en la laguna en septiembre, cuando hay un fuerte abatimiento de la salinidad en la laguna, el camarón blanco se hace dominante en la laguna en su fase juvenil y el camarón café tiende a desaparecer.

Para todos los que conocen el ciclo de captura del recurso camarón, es sabido que este alcanza sus tallas comerciales en septiembre, quedando

aún por explicar de qué fecha proviene el desove de los ejemplares capturados en la temporada. El promedio de crecimiento, que obviamente es discontinuo, se estima en 1.5 mm diarios.

Al bajar la temperatura, la intensidad del desove disminuye y sólo cuando se presentan lluvias tardías se observa un nuevo pico de ingreso de postlarvas, pero ya no logran alcanzar la talla comercial para la temporada y podría deducirse que es la población explotable de la temporada siguiente.

Este comportamiento se puede explicar por la capacidad de osmoregulación de las especies y tal parece que las del subgénero *Melicertus* no pueden osmoregular cuando la salinidad del medio se abate por abajo del 20‰ en tanto que las del subgénero *Litopenaeus* sí lo pueden hacer.

Esta no es una afirmación, ya que los experimentos de laboratorio respecto de la iso, hiper e hipotonicidad son escasos, especialmente en organismos pequeños como son las postlarvas. Las pruebas de laboratorio demuestran que las condiciones óptimas de crecimiento para el camarón blanco son de 30‰ y valores cercanos a los 30°C, en tanto que el camarón azul requiere una salinidad ligeramente superior y aún mayor para el camarón café. Es decir, quedan así establecidas las diferencias de las especies de *Penaeus*, en donde el camarón rojo (*P. brevirostris*) manifiesta su carácter oceánico ya que sus óptimos de crecimiento se encuentran en valores cercanos a los imperantes en el medio ambiente típicamente marino de la región.

Los sistemas lagunares tienen una capacidad limitada para contener cierta biomasa en función de una serie de factores, en donde juega especial papel el aporte energético representado por la materia orgánica.

En el noroeste del país, las lagunas costeras pierden hasta dos tercios de su superficie cubierta por agua en la época de secas. Así se genera con la humedad retenida en el suelo la vegetación anual halófita, que en el periodo de lluvias queda sumergida y descomponiéndose en materia orgánica. Es empleada por la fauna lagunar, entre ella los camarones peneidos que son detritívoros. Es determinante también la presencia de mangle, el que aporta cantidades importantes de materia orgánica a los sistemas lagunares. Es por ello que la ubicación de camarones juveniles en las lagunas costeras está íntimamente relacionada con la distribución de la vegetación, que representa su alimentación.

El promedio de la densidad de juveniles en el sistema lagunar Huizache-Caimanero varía con la cantidad de materia orgánica en el sustrato. Se han contabilizado de 10 individuos/m² hasta 2.5 individuos/m² en los periodos de abundancia. También hay una relación en cuanto a la densidad y al tamaño de los individuos: a mayor tamaño requieren mayor espacio y los promedios registrados son de un ejemplar por 5-8 m².

Un mayor incremento en número de postlarvas no se refleja necesariamente en un aumento en la población con tallas comerciales, es decir, incremento de la producción pesquera. Esto lo demostró Menz (1976) al encontrar en la laguna del Huizache una densidad especialmente alta de postlarvas, comparado con la densidad de la laguna del Caimanero, en donde se da un rendimiento mayor por superficie.

Se ha observado que al existir un límite en la disponibilidad de alimento ocurre un crecimiento más lento, además de que se presenta canibalismo.

Muchos de estos conocimientos se aplican de manera empírica en acuicultura; pues sabemos que al implementarse sistemas de engorda, lo que sostiene mayor densidad es la aplicación de alimento suplementario. Ahora bien, se debe buscar la manera de eliminar predadores para canalizar ese alimento y que sea metabolizado por los organismos que nos interesan.

El ingresar alimento suplementario puede originar un exceso de materia orgánica que consume oxígeno en su proceso de descomposición, eutroficando el sistema, por lo que el equilibrio se da con recambios de agua que pueden ser de manera natural por el efecto de flujo y reflujo.

Existen otros aspectos que permiten mantener buenos rendimientos de manera natural y que pueden ser alterados por el hombre.

Gutiérrez *et al.*, en su trabajo del plan piloto Escuinapa-Yavaros, describen a la mayoría de las lagunas costeras de Sinaloa y Nayarit como lagunas seniles en proceso de extinción por procesos de sedimentación, generados por el acarreo de material de llanuras colindantes transportado por el agua de lluvia. La renovación de agua se facilita dragando un canal que permita una mayor circulación del agua.

Uno de los aspectos más complejos para establecer un conocimiento válido científicamente lo fue sin duda la identificación taxonómica de las postlarvas. Macías (1973) adelantó un poco al respecto, describiendo la presencia de espinas en la carena dorsal del cefalotórax y en la carena del VI segmento abdominal, para separar los dos subgéneros representados de la familia en el área del Pacífico.

Posteriormente, Mair (1979) publicó una clave de identificación basada en caracteres temporales, como lo son la presencia de cromatóforos y su color en determinadas regiones del cuerpo en postlarvas entre 5 a 12 mm de longitud total. Una aportación válida, con la limitante de que la identificación debe hacerse en un periodo corto de tiempo antes de que los fijadores, ya sea alcohol o formol, alteren las características descritas.

Medina Martínez (1989) efectuó un análisis estadístico de la talla de cada una de las especies en el estadio de postlarva, encontrando diferencias significativas en cada una de las cuatro especies, lo que significa que a la misma edad, la postlarva de camarón café presenta una talla mayor que aquella de camarón blanco. Esto representa implicaciones ecológicas que aún no han sido esclarecidas completamente.

Paralelamente, Calderón *et al.* (1989) elaboraron una clave de identificación reuniendo las conclusiones de diversos investigadores y apoyándose en otro carácter subgenérico.

El recurso pesquero

Especies que conforman el recurso

En las costas del Océano Pacífico de México se distribuyen diversas especies de la familia Penaeidae, entre las que se encuentran cinco de interés comercial.

Familia Penaeidae

Son camarones que presentan rostro bien desarrollado con dientes, cuya ubicación se extiende mas allá del margen distal de los ojos, sin proyec-

ciones estiliformes en la base del pedúnculo ocular y sin tubérculos sobre el borde medio interno. Caparazón sin espinas postorbitales y con un surco cervical corto, terminando por debajo de la línea dorsal media. Los últimos dos pares de pereiópodos bien desarrollados, tercer y cuarto par de pleópodos birrámeos; endópodos del segundo par de pleópodos en los machos llevan el apéndice masculino (petasma) que carece de apéndices internos y proyecciones laterales. Telson terminado en punta afilada que puede presentar espinas fijas o móviles en ambos lados. Pueden tener una rudimentaria artrobranquia sobre el penúltimo segmento toráxico, oculto por debajo del caparazón.

La familia incluye la gran mayoría de las especies de interés comercial y representa cerca del 90% de la producción mundial de camarón.

Género ***Penaeus***

Especie tipo por denominación subsecuente de Latreille, 1810.

- *Penaeus monodon* Fabricius, neotipo para *Penaeus monodon*, designado por Holtius, 1949, Museo de Leiden.
- *Peneus* Weber, 1795, (*nomen nudum*), opinión 104 de la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica.
- *Melicertus* Rafinesque, 1814.
- *Penoeus* Lucas, 1840.
- *Paneus* Collin y Smith, 1892.
- *Panaeus* Thallwitz.

El rostro presenta comúnmente dientes ventrales, caparazón sin suturas transversales o longitudinales. Generalmente tiene surco cervical, orbitoantenal y carena antenal. Con espinas hepáticas y antenales pronunciadas. Angulo pterigostomiano redondeado. Borde longitudinal lateral del VI somite interrumpido. Telson con surco mediano profundo, sin espinas fijas subapicales. Primer segmento antenular sin espinas sobre el borde ventral distomediano. Flagelos antenulares por lo general más cortos que el caparazón. Palpos de la primera maxila con dos o tres segmentos, comúnmente son tres.

Espinas basales sobre el primer y segundo pereiópodo. Petasma simétrico, podiforme, con o sin proyecciones distomedianas y con lóbulos laterales armados en su mayoría con largas costillas ventrales.

Apéndice masculino de subtriangular a ovoide, presentando espinas. Télico a menudo con protuberancias al margen posterior del esternito XIII, abierto o con dos placas laterales que cubren o casi cubren el esternito XIV. Oscículo zigocardíaco consiste del diente principal, seguido por una hilera longitudinal de pequeños dientes a menudo terminando en grupos de dientes diminutos.

Con pleurobranquias en las somitas IX a la XIV; artrobranquias rudimentarias sobre el VII y posteriores sobre la somita XIII, mastigobranquias sobre las somitas VII a la XII. Cuerpo liso.

El género se divide en cuatro subgéneros, de los cuales dos están representados en el Pacífico.

Subgénero ***Litopenaeus***

Télico de tipo abierto, carece de receptáculo espermático. El petasma se encuentra formado por endópodos relativamente simples con costillas ventrales cortas; los lóbulos medianos del petasma, sin extenderse distalmente o escasamente, alcanzan el margen distal de los lóbulos laterales. Caparazón con carena adrostral y surco

corto, extendiéndose hasta o ligeramente posterior al diente epigástrico, carena gastrofrontal ausente, carena hepática bien desarrollada, carena gastro-orbital corta, extendiéndose anteriormente no más de tres cuartos, usualmente dos tercios de la distancia de la espina hepática al margen postorbital. *Litopenaeus* procede del griego *litos*: liso, llano.

Las especies del subgénero representadas en aguas del Pacífico de México son:

P. (L.) vannamei Boone
P. (L.) stylirostris Stimpson
P. (L.) occidentalis Streets

Subgénero Farfantepenaeus
Télico de tipo cerrado, petasma con costillas ventrales largas, fuertemente curvadas o casi rectas distalmente y con proyecciones distomedianas usualmente prominentes. Caparazón con carena adrostral y surco largo, extendiéndose considerablemente más allá del diente epigástrico. Usualmente puede alcanzar el margen posterior del caparazón. Carena gastrofrontal presente, carena hepática prominente, carena gastro-orbital larga, generalmente más que tres cuartos de la distancia de la espina hepática al margen postorbital.

Las especies con distribución en el Pacífico de México son dos y están restringidas al Pacífico Oriental:

P. (M.) brevirostris Kingsley
P. (M.) californiensis Holmes

El nombre del subgénero fue dado por Burukovskii (1972), en reconocimiento a Isabel Pérez-Farfante, especialista en el grupo de organismos que nos ocupa.

Distribución geográfica y ecótica

Camarón blanco

La distribución geográfica para *P. vannamei* la da Pérez-Farfante desde el extremo norte del Golfo de California, hasta Tumbes, Perú. La distribución original dada por Boone (1931) es desde el estado de Sinaloa hasta Panamá, lugar donde se capturó el ejemplar que se empleó para su descripción.

Es una especie de camarón que requiere necesariamente de un abatimiento de salinidad y un incremento de temperatura en el estadio postlarva/juvenil, por lo que se ubica su distribución en la zona costera más somera y preferentemente asociado a las desembocaduras de los ríos. Representa fundamentalmente las capturas comerciales de las lagunas costeras al sur del Trópico de Cáncer.

Camarón azul

Pérez-Farfante (1970) da la distribución para *P. stylirostris* desde Punta Abreojos, Baja California Sur hasta Tumbes, Perú.

Representa una especie de la familia Penaeidae, con menores requerimientos de abatimiento de salinidad que el camarón blanco y quizá temperaturas altas, cercanas a los 30°C. Representa una parte importante de la explotación pesquera de las lagunas al norte del Trópico de Cáncer. En el medio marino su distribución está en aguas someras más allá de las 10 brazas de profundidad.

Camarón café

Registrado por Pérez-Farfante (1970) desde la Bahía de San Francisco, EUA, hasta la Bahía de Sechura, Piura, Perú, e Islas Galápagos, Ecuador.

No representa un recurso pesquero de importancia en lagunas costeras, aunque ocasionalmente se registran capturas comerciales.

Eventualmente se ha detectado la existencia de *P. occidentalis*, que es otro camarón con nombre vulgar de camarón blanco. Su distribución registrada por Pérez-Farfante (1970) es desde El Salvador hasta Tumbes, Perú. Versiones de algunos estudiosos señalan que se ha encontrado en las costas de Chiapas y Oaxaca. Posiblemente se trata de extensiones temporales de la distribución, pero no es significativo en la producción camaronera.

Descripción de las actividades de pesca

Diversos autores, Núñez y Chapa (1950), Chapa (1956), Mercado (1961), Hernández (1967), Márquez (1976), Reyna (1976), Barrera (1976), Rivera (1988), han descrito ampliamente las características de los artes de pesca utilizados para la captura de camarón en aguas protegidas. En base a las características de los artes empleados, se pueden considerar dos grandes grupos: los artes fijos y las redes de enmalle. Los primeros son los tapos y atravesadas, de construcción muy similar y que no necesariamente necesitan de una embarcación para realizar la actividad de pesca y cuando la emplean, son de dimensiones inferiores a seis metros de eslora, generalmente de madera y sin motor fuera de borda.

Las redes de enmalle son de múltiples diseños, dimensiones y características cada vez más eficientes y sofisticadas, como los chinchorros de enmalle y las suriperas o dragones. Para poder realizar la actividad es indispensable el uso de embarcaciones de dimensiones superiores a seis metros y con motor fuera de borda.

Artes fijos

Tapos

Estos artes de pesca son utilizados principalmente en la zona sur de Sinaloa y en el norte de Nayarit. Se construyen con materiales de la región como troncos y ramas, varas unidas fuertemente entre sí. Las dimensiones son muy variables. Se construyen sobre los esteros, en los cuales las corrientes de flujo y reflujo de marea son importantes, ya que se aprovecha el movimiento migratorio que tiene el camarón en ciertas etapas de su desarrollo para poder capturarlo en su migración hacia aguas más estables, como son las marinas.

El tapo consta de tres estructuras principales: la cierra, que es la cortina que filtra el agua y donde se retienen las diversas especies; "el chiquero", estructura en forma arriñonada, en donde entra el camarón y otras especies las cuales son capturadas mediante una red en forma de cuchara, que en Nayarit recibe el nombre de huitol. El pescador se coloca sobre una plataforma y extrae el camarón y fauna asociada, que deposita en su embarcación. A estos pescadores se les conoce con el nombre de cuchareros o huitoleros. La otra estructura del tapo recibe el nombre de "orejera", posiblemente la más importante, es la que encauza al camarón en el área de influencia donde se localiza el tapo y evita que éste escape hacia lugares no deseados. Se construye con rama y hoja generalmente de mangle y su longitud es muy variable, desde unas decenas hasta varios cientos de metros.

Los tapos son operados por un reducido grupo de pescadores. Dependiendo de las dimensiones

será el número que en ellos intervenga y son cambiados regularmente cada 10 días por otro grupo igual de personas.

En la actualidad los tapos en su gran mayoría son únicamente estructuras de protección y separación de zonas, que evitan que el camarón se desplace hacia lugares en los cuales no puede actuar un determinado grupo de pescadores. La captura en ellos se ha reducido al mínimo debido al incremento en el esfuerzo pesquero que se ha realizado en todos los sistemas de aguas protegidas. El camarón es capturado antes de llegar a los tapos mediante otros artes de pesca.

Atravesadas

Son estructuras fijas, colocadas en los esteros y canales angostos, donde hay corrientes fuertes. Tienen forma de "V" y se construyen con paño nylon, sostenido por pilotes de madera. Tienen la gran ventaja de ser más selectivos que los tapos y de mayor facilidad en su construcción. Además, los materiales son más ligeros y de fácil manejo. El producto capturado se deposita también en una pequeña embarcación de madera.

Redes de Enmalle

Atarrayas

Este arte de pesca es el más generalizado y utilizado en todas las bahías. Son múltiples sus diseños y dimensiones, llegando a considerarse que cada atarraya es un diseño único para cada pescador, quien las construye y diseña de acuerdo a sus necesidades, costumbres y fortaleza física. Las atarrayas son de material sintético; su peso oscila desde dos hasta diez kilogramos, tiene forma cónica que al lanzarse al agua forma un círculo, la mayoría de las veces casi perfecto, que al irse sumergiendo y dependiendo de la profundidad, viento, corriente, será su eficiencia, considerándose del 65 al 75% del diámetro de la red.

Existe una reglamentación en cuanto al diámetro que debe tener la malla, que es de 31.75 mm (1 1/4 pulgada), según el acuerdo que norma el aprovechamiento de las especies de camarón en los sistemas lagunario-estuarinos y bahías del Océano Pacífico, incluido el Golfo de California. Este acuerdo fue publicado en el Diario Oficial del 29 de septiembre de 1991. Sin embargo es posible encontrar atarrayas con mallas inferiores a 10 mm, denominadas atómicas o piojilleras, que se utilizan principalmente en áreas someras y por pescadores que operan desde tierra firme. La talla de captura es pequeña, desde 40 hasta 120 mm de longitud total. En Oaxaca y Chiapas una red similar a ésta se conoce con el nombre de bolinchera y se utiliza para capturar también ejemplares con tallas pequeñas, entre 35 y 80 mm.

Existen otras atarrayas que se apegan a la reglamentación, y aún mayores y de dimensiones tan variables como las que se mencionan en la tabla 1. Son más selectivas y capturan camarón de tallas mayores.

Suriperas

Es un arte de pesca de reciente introducción. A principio de la década de los ochenta se empleaba inicialmente en la Bahía de la Reforma, en el centro de Sinaloa, como una modificación de las tradicionales atarrayas. En la actualidad es un arte de pesca con sus propias características y diseños, elaborada, construida, modificada y adecuada á cada zona por pescadores mexicanos, principalmente sinaloenses. Es muy eficiente y selectiva. La captura de la fauna incidental del

Tabla 1
Clasificación de atarrayas

Zona	Materiales	Número	Altura M	Diámetro M	Malla mm
Sonora					
Guásima	Monofilamento	0.25/0.27			
y Lobos	y Nylon	3 ó 4	4.5/5.5	3/5	35/42
Sinaloa					
Centro	Monofilamento	0.27			
y Norte	y Poliamida	6 y 9	7.1	3.7	35
Palmillas	Poliamida	0 y 1	3.2	2.3	20
Chametla	Monofilamento	0.25/0.30			
	y Poliamida	0 y 6	2.6	1.5	24
Oaxaca					
Lag. Oriental					
y Occidental				4/7	10

camarón es mínima. Para su operación es necesaria una embarcación y se aprovecha la fuerza del viento o de las corrientes marinas, por lo tanto el uso de combustible se reduce, así como los riesgos de contaminación por hidrocarburos. El esfuerzo físico que realizan los pescadores también ha disminuido considerablemente. Su empleo se ha generalizado en todo el centro y norte de Sinaloa así como en Sonora y se hacen intentos para introducirla en Baja California Sur. Es un diseño especial, único de cada pescador y para cada sistema lagunar.

En general, la suripera es un paño vertical, de altura variable según la profundidad de la zona, la malla generalmente mayor a 35 mm; en su parte inferior lleva una línea de plomos y en el cuerpo de la red se acoplan dos, tres, cinco o más bolsos, que actúan como trampas, en donde se captura al camarón. Estos bolsos están unidos al pescador mediante una línea que le permite conocer hasta la cantidad de camarón que está capturando. La longitud es muy variable, pero es casi tres veces mayor que la de la embarcación, ya que sobre ésta se colocan los tangones al que se unen los tirantes de la red que permiten mantenerla abierta. Para propulsión se utiliza la fuerza del viento que empuja la embarcación y, si es débil se emplea una vela. A esta actividad se le denomina "veleado". En caso de que no sople el viento, lo cual es común, se emplea la misma vela pero dentro del agua, a este sistema se llama "burreado". Existe otra forma de operar este arte de pesca que se conoce como "tangoneado", que consiste en aprovechar la propulsión del motor fuera de borda, pero en reversa.

El empleo de estas redes también está reglamentado en el acuerdo mencionado anteriormente y la malla debe ser del mismo tamaño que las atarrayas: 31.75 mm (1 1/4 de pulgada).

La acción del "tangoneado" está prohibida porque no permite al camarón escapar al arte y captura generalmente tallas pequeñas, inferiores a 125 mm de longitud total; en cambio, utilizando la red en forma de "burreado" o "veleado", la captura es muy selectiva, siempre el camarón es de tallas superiores a 140 mm de longitud total y libre de fauna asociada.

Chango

Es un arte de pesca de arrastre, que forzosamente necesita de una embarcación para poder operar. El gasto de combustible es muy elevado, por lo tanto la posibilidad de contaminación también es alta y además no es selectivo, captura todo tipo de camarón y fauna incidental, muy variada en

especies y en tamaño y además altera los fondos, cambiando totalmente su configuración así como destruyendo las especies fijas o sedentarias que ahí existen. Estas redes son una escala de los chinchorros camaroneros de altamar y se construyen con nylon monofilamento o poliamida, que los hace ser muy ligeros. Están formados por cuerpo, alas y bolso. En su parte inferior lleva la relinga con plomos, la superior con boyas, y en las alas se colocan las tablas de tamaño proporcional al cuerpo de la red, que generalmente es de 10 a 12 m de largo. Únicamente se ha contemplado su empleo en Bahía Magdalena-Almejas en BCS, respetando una malla de 6.1 cm (2 1/2 pulgadas) en el cuerpo de la red y de 5.5 cm (2 1/4) en el bolso (García, B.A., *et al.*, 1992).

En el resto de los sistemas lagunares del país, este tipo de redes está totalmente prohibido.

Copos

Son estructuras que se fabrican con una malla de 5.0 cm (2.0 pulgadas) de nylon monofilamento. Se colocan durante las noches y se instalan en sentido perpendicular a los canales, para aprovechar la corriente que se forma con los cambios de marea. Se emplean con frecuencia en la región de Oaxaca y Chiapas. (CRIP-Salina Cruz, 1992).

Mangas

Son artes de pesca fabricados con nylon monofilamento, altura y longitud variable, de construcción empírica, dependiendo de las posibilidades económicas de cada pescador. Se colocan en las bocas de los esteros y canales, incluso en las bocabarras, acción que causa mucho daño a toda la fauna asociada del camarón, (CRIP-Salina Cruz, 1992).

Embarcaciones

Son dos los tipos de embarcaciones las que se emplean en las actividades de pesca dentro de las aguas protegidas. Aquellas que se utilizan para transportarse entre el sitio de pesca y los artes de pesca fijos, generalmente construidas de madera por los propios pescadores, de dimensiones pequeñas, no necesariamente emplean motor fuera de borda y su desplazamiento es en cortas distancias. Se conocen como cayucos o canoas.

Las otras embarcaciones son mayores a seis metros de eslora; en su construcción se utilizan diseños especiales y fibras sintéticas, necesitan motor fuera de borda, y son para desplazarse a largas distancias, buscando las áreas de pesca más importantes.

No hay una reglamentación en cuanto a las dimensiones de las embarcaciones. Sin embargo, existe un acuerdo, publicado el 29 de septiembre de 1991, que limita el tamaño de los motores, los cuales no deben exceder de 55 caballos de fuerza, lo que indirectamente está determinando el tamaño de la embarcación.

Estas mismas embarcaciones son las que se emplean en la captura de camarón utilizando las redes suriperas, por lo que estas unidades están adaptadas para colocarles los tangones y el uso de la vela al viento o al agua, según imperen las condiciones metereológicas.

Captura

La captura de camarón en aguas protegidas se remonta desde la época prehispánica, siendo una de las pesquerías más antiguas del país. Fue, es y será una fuente de trabajo continuo y de desa-

rrollo regional, alrededor de la cual se han establecido comunidades y poblaciones importantes cuya economía depende en gran parte de la actividad pesquera de este recurso. Se realiza precisamente en todos los estados ribereños de la costa mexicana del Océano Pacífico y viven de ella por lo menos 34 566 pescadores en forma directa.

La superficie que ocupan las aguas protegidas del litoral del Océano Pacífico, en donde se realiza esta actividad, es de 836 825 hectáreas.

Los principales estados en donde se realiza la captura son: Sinaloa, Sonora, Chiapas, Oaxaca, Nayarit y Baja California Sur, en ese orden de importancia. En el resto, la captura es incipiente y se destina al consumo local.

Áreas de captura

En la tabla 2 se muestran las principales áreas de captura por estado.

Temporada de captura

Sonora

Las bahías de este estado, que en general mantienen una comunicación constante con el mar, presentan condiciones salinas superiores a las marinas, cuyas aguas hipersalinas corresponden a la zona desértica, con escasa precipitación pluvial a lo largo del año. La especie dominante en un 90% es el camarón azul, *Penaeus stylirostris*.

Es muy importante señalar que desde el año de 1991, durante los trabajos de investigación que realizó el Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Son., en junio reportó la presencia de camarón blanco, *Penaeus vannamei*. En 1992, en los muestreos correspondientes a la época de veda en junio, en la bahía de Agiabampo el camarón blanco representó el 55% del total y en la bahía de Yavaros alcanzó el 35% (CRIP-Guaymas, Informe, 1992).

La temporada de pesca que tradicionalmente se iniciaba a principios de septiembre y duraba hasta marzo o abril, actualmente se ha reducido a unas cuantas semanas y aunque ha habido años en que se inicia a mediados de septiembre no se prolonga mas allá de diciembre.

Generalmente presenta tallas de camarón grande.

Captura

Los datos de producción que se presentan en este documento para cada uno de los estados corresponden a los registrados en los Anuarios Estadísticos que publica la Secretaría de Pesca y a informes obtenidos de las Delegaciones Federales de los Estados, de las Oficinas de Pesca y de los registros que tienen los Centros Regionales de Investigación Pesquera del Instituto Nacional de la Pesca.

La producción en general se presenta como peso vivo realizando las conversiones adecuadas, excepto la maquila en donde se manejan tallas abdominales, que son las correspondientes a las tallas comerciales (Tabla 3).

Las mismas fuentes de información no coinciden y se han ajustado algunas cantidades, considerando que no existe infraestructura en algunos estados, como Nayarit, en donde se registran elevadas producciones de camarón de alta mar, sin existir dicha actividad aún en la actualidad.

En la figura 1 se observa que la captura en aguas protegidas en general está por abajo del 20% del

Tabla 2
Principales sistemas lagunares en la captura del camarón

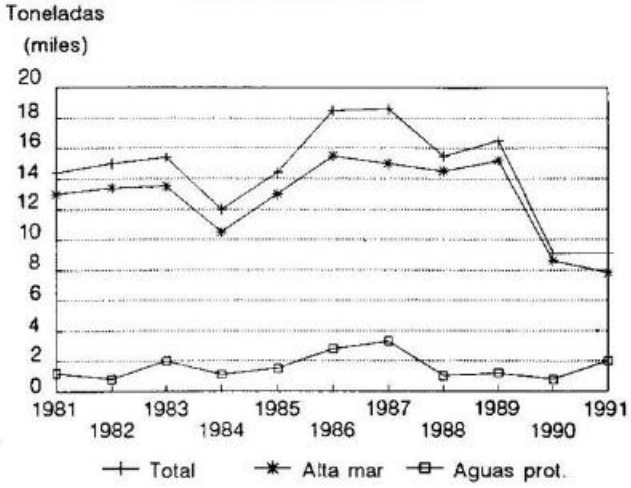
Estado	Sistemas	Superficie (ha)	Estado	Sistemas	Superficie (ha)
Baja Calif. Sur:		231 000		Mezcaltitán	800
	Bahía Magdalena-Almejas	114 600		Toluca	675
Sonora:		65 000	Oaxaca:		127 000
	Guásimas	3 900		Laguna Superior	33 100
	Lobos	10 000		Laguna Inferior	26 100
	Tobari	9 000		Laguna Occ. y Or.	4 700
	Yavaros	6 000		Mar Tileme	5 100
	Agiabampo	17 700		Mar Muerto, Oaxaca	27 800
Sinaloa:		212 000	Chiapas:		75 825
				Mar Muerto, Chiapas	21 310
	El Colorado	10 900		Mar Muerto-Cordón Est.	19 700
	Santa María	4 100		La Joya-Buenavista	6 172
	Ohuira	9 900		Carretas-Pereyra	3 096
	Topolobampo	6 000		Chantuto-Panzacola	3 552
	San Ignacio	2 700		Los Patos-Solo Dios	11 300
	Navachiste	19 400	Jalisco:		3 000
	Macapule	2 600		Laguna Agua Dulce	700
	Sta. Ma. La Reforma	47 000		Laguna del Ermitaño	400
	Altata	9 100		Laguna de la Sabanita	400
	Ensenada Pabellón	27 400		Laguna Agua Zarca	700
	Ceuta	7 000	Colima:		8 000
	Huizache	4 000		Laguna de Cuyutlán	7 200
	Caimanero	15 000		Laguna Potrero Grande	800
	Las Cabras	4 000	Michoacán:		500
	Marisma Ancha	4 000		Estero del Balsas	400
	Marisma Cañales	2 000		Playa Azul	100
	Marisma los Sábalos	1 200	Guerrero:		22 000
	Marisma las Lomitas	1 500		Laguna de Nuxco	800
	Malín y Mezcal	5 500		Laguna de Tenexpa y	
	Agua Grande	10 500		Laguna del Tular	800
Nayarit:		91 500		Laguna de Mitla y	
	Agua Brava	40 000		del Carrizal	3 600
	Chahuín	9 000		Laguna de Coyutla	4 200
	Pescadero	11 500		Laguna Tres Palos	6 000
	El Colorado	14 000		Laguna San Marcos	3 200
	Laguna Grande	2 020		Laguna Chautengo	3 400

Tabla 3
Captura en el estado de Sonora
Camarón entero (toneladas)

Año	Aguas protegidas	Alta mar	Total	Cultivo
1981	1 200	12 977	14 177	
1982	1 894	13 550	15 053	
1983	1 954	13 835	15 605	
1984	1 216	10 845	12 001	
1985	1 476	13 103	14 579	
1986	2 374	15 945	18 319	
1987	3 214	15 145	18 358	
1988	**965	14 691	15 656	
1989	**1 112	15 452	16 564	
1990	**571		*9 146	
1991	1 684	7 487	*9 171	778

FUENTES: 1981-1984. Polanco 1987; 1985-1987, Polanco 1988; ** CRIP-Guaymas; * Dato preliminar.

Figura 1
Camaron entero. Sonora



total y existe una relación directa entre ésta y la producción de alta mar, excepto en el año de 1987, temporada en que aumenta la producción de bahías y se reduce la de alta mar debido posiblemente a la presencia de embarcaciones menores que realizan su actividad en la zona costera y registran la producción capturada en alta mar como si se hubiese obtenido dentro de las aguas protegidas.

En los cuadros de procesado de maquila (tablas 4 y 5) se observa que en los dos primeros meses se obtiene la mayor captura así como la especie dominante, que corresponde al camarón azul.

En las figuras 2 y 3, se observa la diferencia entre temporada larga, la de 1986-1987 desde septiembre hasta febrero, y una corta, de septiembre a diciembre, que corresponde a la de 1991-1992.

Tabla 4
Registro mensual y proporción de especies en Guaymas
(toneladas)

Temp.	Esp.	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1987-88	AZ	878	253	102	14	1 247
	CA	0	0	0	0	0
1988-89	AZ	309	126	47	19	501
	CA	47	47	8		102
1989-90	AZ	419	143	24	4	590
	CA	68	29	7		104
1990-91	AZ	171	81			252
	CA	7	13			20
1991-92	AZ	491	102			593
	CA	20	6			26

AZ = Camarón azul.
CA = Camarón café.
FUENTE: CRIP-Guaymas.

Tabla 5
Maquila de camarón en Bahías de Guaymas

Talla Comer.	U/ 12	U/ 15	16/ 20	21/ 25	26/ 30	31/ 40	41/ 50	51/ 60	61/ 70	71/ 80	80/ Ov.
Meses (%)											Vol Anual t
					1986-1987						
S		4	50	25	11	7	2				587
O		12	38	19	11	15	4	1			239
N	1	13	23	12	10	16	10	3	5	7	98
D		2	15	19	10	14	19	6	7	7	43
E		1	22	14	6	12	15	7	14	9	10
F		3	8	7	10	26	25	11	9	1	10
M	2	10	12	8	8	29	23	7	1		3
					1987-1988						
S		3	39	26	15	12	5				352
O		5	16	14	16	29	16	1	1		98
N		2	10	14	13	28	24	6	1	1	41
D		2	4	6	10	10	13	43	5	5	5
E											
F											
M											
					1989-1990						
S	2	36	27	14	16	2					310
O	3	14	13	14	33	15	2				126
N	6	27	19	10	14	10	4	2	1		47
D		1	3	5	6	2	2	1	29	49	19
E											
F											
M											
					1991-1992						
S	7	46	24	17	9	3					151
O	4	19	16	20	32	1					41
N	4	9	8	4	18	28	8	10	8	2	23
D					4	31	25	19	11	9	38
E											
F											
M											

Figura 2
Maquila en Guaymas (1986-1987)
Aguas protegidas (990 ton)

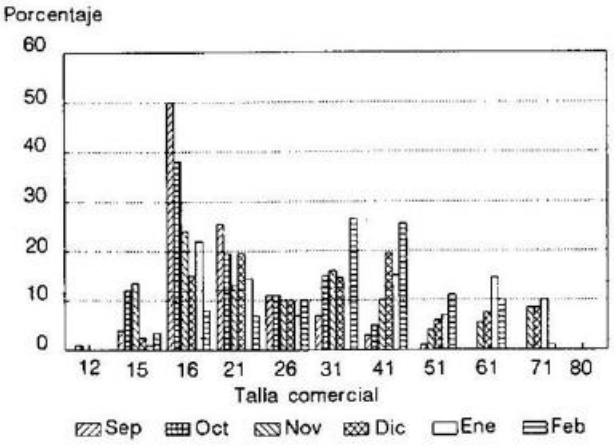
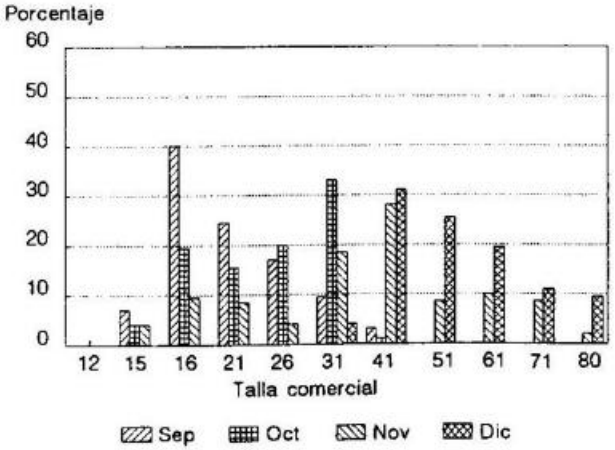


Figura 3
Maquila en Guaymas (1991-1992)
Aguas protegidas (253 ton)



Esfuerzo pesquero

Para el año de 1980, se registraron en el estado 1 849 pescadores agrupados en 15 sociedades cooperativas. En 1991, la Delegación Federal de Pesca registra 3 385 pescadores agrupados en 27 sociedades cooperativas, que utilizan 1 943 embarcaciones de diferentes tamaños. En una década el aumento de pescadores fue del 83% y sin embargo no existe incremento en las capturas, por el contrario, se observa un decremento considerable, aunque en 1986 se alcanzaron 2 374 ton. A partir de ese año decrece considerablemente la producción. Al mismo tiempo que se incrementaron los recursos humanos, los nuevos artes de pesca, como los chinchorros de enmalle, las suriperas y los prohibidos changos que se usan con frecuencia, han contribuido aún más a incrementar el esfuerzo, reduciéndose las temporadas de pesca y el tamaño.

En cambio aumenta el porcentaje de camarón de segunda clase, conocido comercialmente como Mark. Esto se debe a los grandes volúmenes que se capturan en corto tiempo y a que las plantas maquiladoras no son suficientes en ese pequeño periodo de tiempo para procesar con eficiencia el producto, aunque el resto del año trabajen muy por abajo de su capacidad e incluso deban cerrar la planta hasta la siguiente temporada.

El sistema lagunar que tiene la población pesquera más elevada en el estado es Empalme-Lobos, con 1 208 pescadores, 6 sociedades cooperativas y 553 embarcaciones.

Sinaloa

Existen en el estado tres zonas de captura muy importantes.

La zona norte comprende desde el río Fuerte hasta la bahía de Navachiste y la especie dominante es el camarón azul.

La zona centro incluye las bahías de Sta. Ma. La Reforma hasta Ceuta. La especie dominante es el camarón azul, con más del 90%. Tanto en la zona norte como en la centro, las bahías tienen bocas que están en comunicación permanente con el mar.

La zona sur comprende desde los esteros que se forman por influencia del río Piaxtla hasta los límites con Nayarit. Es la zona de los tapos. En esta área la especie dominante es el camarón blanco, con más del 90%. Esta zona se caracteriza porque en época de secas las bocas de estos sistemas quedan interrumpidas con el mar.

Existe una zona de transición que corresponde a la zona centro. Es la bahía de Ceuta, en la que dependiendo de las condiciones climáticas será la especie dominante. Cuando las lluvias se presentan en junio la dominancia será de camarón blanco y si éstas se retardan dominará el azul. Es una bahía abierta cuyas bocas, aunque no tienen la amplitud ni la profundidad de las localizadas más hacia el norte, permiten una migración continua de las poblaciones hacia el mar. Actualmente la bahía de Ceuta es un centro de colecta extraordinario para la obtención de postlarvas de camarón, principalmente blanco, que se destina a la camaronicultura y ha permitido a un grupo de pescadores agrupados en tres cooperativas un ingreso económico muy considerable, que no se refleja en los poblados de Ceuta y Cóspita, de donde son originarios. Estos grupos han sido ampliamente favorecidos por la naturaleza y por el desarrollo camaronícola, que les han ingresado considerables cantidades de dinero que nunca obtuvieron con la captura

comercial del camarón de tallas juveniles y preadultos.

Finalmente, la zona sur, en donde la captura de camarón blanco domina en más del 90%, es el área de marismas, esteros, ensenadas pequeñas y bocas que llegan a cerrarse totalmente e interrumpen su comunicación con el mar. La temporada de pesca se ha reducido a seis u ocho semanas, en lugar de los seis u ocho meses que duraba a principios de la década de 1980, como resultado del incremento en el esfuerzo pesquero.

Captura

En la figura 4 se registran las capturas desde 1981 y se observa una tendencia descendente a partir de 1983. Sin embargo, la producción en aguas protegidas se incrementa y decrece la de alta mar. En 1986 los registros son similares y en 1987, la de bahías y esteros supera a la marina (Tablas 6 y 7).

Tabla 6
Captura en el estado de Sinaloa
Camarón entero (toneladas)

Año	Aguas protegidas	Alta mar	Total	Cultivo
1981*	2 349	18 941	21 290	
1982*	4 272	26 059	30 331	
1983*	6 952	21 438	28 390	
1984*	5 248	22 000	27 248	
1985&	5 567	17 802	23 369	
1986&	10 850	10 737	21 587	
1987&	15 699	14 876	30 575	
1988#	5 639	18 794	24 433	
1989#	10 929	13 200	24 129	
1990#	6 463	12 279	18 742	
1991#	7 205	12 053	19 258	3 863

FUENTES: * Polanco, 1987; & Polanco, 1989, # DEPS, Sinaloa.

Este lapso fue muy importante dentro del periodo biológico de dos de las especies más importantes que conforman la pesquería y cuyo hábitat es precisamente la zona costera, desde la orilla hasta las 15 y 20 brazas de profundidad.

En esa época se permitió la existencia de una flotilla, compuesta por embarcaciones menores, con motores fuera de borda de potencia superior a cien caballos de fuerza y redes de arrastre y de enmalle, a quienes se les otorgaron todas las facilidades para operar todo el año, afectando al recurso en sus etapas más vulnerables: crecimiento, reproducción y desove.

Autoridades relacionadas con la actividad en todos los niveles, desde pescadores hasta investigadores, sabían de la existencia de esa flota, calculada en más de 8 000 (ocho mil) embarcaciones distribuidas en todo el litoral, pero principalmente en la costa sinaloense, que llegaron a bloquear las actividades de los barcos de alta mar, ya que su operación alcanzó hasta las 20 brazas de profundidad.

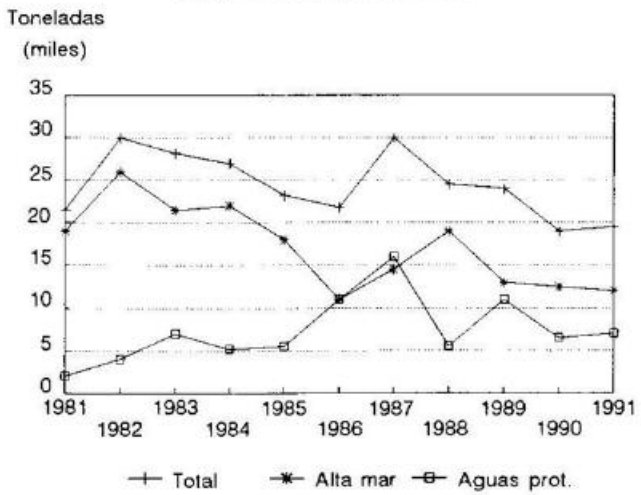
A partir de 1988 se inicia un descenso en la captura y una descapitalización grave de los sectores de la pesca de alta mar, tanto cooperativistas como armadores que volvían a incursionar en la actividad, así como los de aguas protegidas. Las autoridades encargadas de hacer cumplir la ley se sienten presionadas y es cuando empiezan a tomar conciencia del problema y tratan de poner orden en la actividad.

Tabla 7
Captura de camarón en aguas protegidas
Peso vivo (toneladas)

Oficina de pesca	Años 1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Escuinapa	2 120	314	1 767	595	724	203	350
Rosario	1 032	519	1 498	808	1 215	933	676
El Dorado	912	1 218	1 111	375	789	526	441
Culiacán	791	663	*700	498	733	130	89
Navolato	827	1 562	1 570	383	1 184	1 103	786
La Reforma	2 735	2 353	3 019	517	2 208	1 601	864
Guasave	1 582	1 273	2 556	1 576	1 344	633	819
Los Mochis	1 330	1 806	2 681	887	2 732	1 334	1 338
Total	11 329	9 708	14 902	5 639	10 929	6 463	5 363

* Volumen estimado.
FUENTE: Delegación Federal de Pesca.

Figura 4
Captura de camarón en Sinaloa



Esfuerzo pesquero

En 1980 se tenían registrados 7 571 pescadores, agrupados en 49 sociedades cooperativas, en todo el estado. Para julio de 1992, la Delegación Federal de Pesca tiene un censo de 14 023 pescadores, agrupados en 144 sociedades cooperativas, con 8 092 pangas y 7 413 motores fuera de borda. Estas cantidades son indicadoras de varios eventos relacionados con la dinámica poblacional del recurso:

a) Existe un incremento directo del esfuerzo pesquero en cuanto a recursos humanos del 85% en una década.
b) Se incrementó en 211% el número de sociedades cooperativas.
c) El incremento, tanto de pescadores como de embarcaciones, no se refleja en las capturas. por el contrario se observa una clara tendencia

hacia la baja entre 1985 y 1991, muy considerable principalmente entre 1987 y 1991.

d) Al principio de la década de los ochenta, se registra un cambio en los artes de pesca, sobre todo en la zona centro del estado en donde se inicia la captura con las redes suriperas, eficientes, selectivas y con un mínimo esfuerzo físico para operarlas y, al aprovechar la fuerza del viento o de las corrientes marinas, se convierten en un arte de pesca muy económico.
e) En esa década se incrementa el uso de artes de pesca prohibidos como son los changos y las redes de enmalle dentro de los sistemas lagunares.
f) Entre 1981 y 1987 se generaliza la captura en la zona costera por embarcaciones con motor fuera de borda y redes de arrastre, tanto por cooperativas de aguas protegidas como por pescadores libres. Captura que se registra indebidamente como capturada en bahías, correspondiendo a alta mar. Esta flotilla ilegal incide sobre el recurso camaronero todo el año y en sus etapas más vulnerables como son la época de reproducción y crecimiento.

Nayarit

El estado nayarita se caracteriza por tener una zona estuarina muy amplia, con un proceso muy avanzado de azolvamiento y formación de bermas muy extensas, con esteros, lagunas, marismas que llegan a quedar totalmente incomunicados entre sí. Existen tres bocas, una de ellas abierta artificialmente en 1976, denominada el canal de Cuautla, que hasta la fecha no se estabiliza y ha sido motivo de amplias discusiones sobre su efectividad, considerándose que después de abrirla muchas áreas de la zona estuarina, con poco movimiento de marea, se volvieron productoras de camarón, como la Laguna de Pescadero, y en otras alteró la flora, principalmente el manglar, como en la zona de los tapos, el Amarillo y el Rabón.

La especie dominante en toda la zona estuarina es el camarón blanco en más del 90% y generalmente es de tallas pequeñas.

Captura

Entre 1981 y 1984, en la información analizada por Polanco et al. (Tabla 8) existe una captura en aguas protegidas de 17 268 y 729 toneladas de camarón respectivamente; y de 660, 1 180 y 1 150, registrada como de alta mar y peso desembarcado (Fig. 5). Dicha captura se ha considerado, en este documento, como de aguas protegidas, ya que en esos años no existía la infraestructura necesaria para la descarga de barcos camaroneros. La estimación realizada es la siguiente: 50 t de camarón descargado en el área de San Blas y otros lugares, como La Cruz de Huanacaxtle y Platanitos, con un incremento del 20% anual, para consumo local provocado por el desarrollo turístico de la región.

En 1990 se instala una planta maquiladora en San Blas, de pequeña capacidad y, de hecho, se inician las descargas de la producción para procesar alrededor de 5 t/día. Por lo tanto sí existió esa producción en la fecha indicada, confirmando que la mayor parte procede de aguas protegidas.

Esfuerzo pesquero

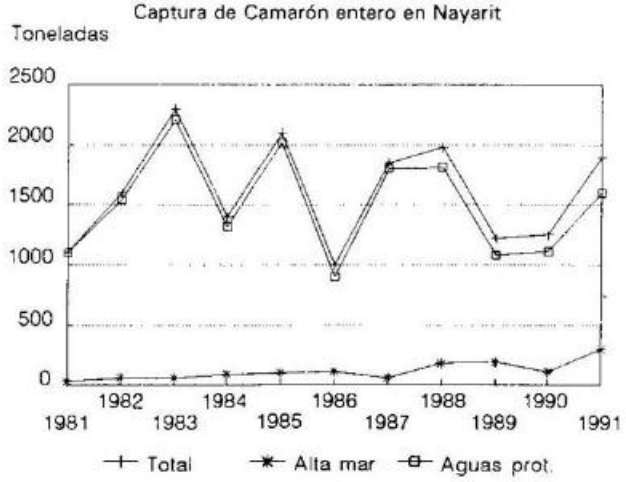
En el año de 1961 existían nueve sociedades cooperativas, que agrupaban a 956 pescadores (Hernández, en prensa). En ese año se forma la Sociedad Cooperativa Única de Pescadores del Estado de Nayarit, Lic. Adolfo López Mateos, SCL, que agrupa a diez cooperativas bajo el nombre de

Tabla 8
Captura en el estado de Nayarit
Camarón entero (toneladas)

Año	Aguas protegidas	Alta mar	Total	Cultivo
1981*	1 066	27	1 093	
1982*	1 559	50	1 609	
1983*	2 237	60	2 297	
1984*	1 328	72	1 400	
1985&	2 035	87	2 122	
1986&	881	104	985	
1987&	1 802	60	1 862	
1988#	1 828	145	1 973	
1989#	1 053	156	1 209	
1990#	1 123	118	1 241	
1991#	1 606	287	1 893	255

FUENTES: * Polanco, 1987; & Polanco, 1988; # DEPES Nayarit.

Figura 5
Captura de Camarón entero en Nayarit



secciones y aglutina a 2 344 socios. En 1982, se registran 22 secciones y 4 348 pescadores. Para 1989 se crean un total de 25 secciones que albergan a 5 193 socios. En 1990, se registran los siguientes incrementos: veinticinco secciones con 4 018 pescadores, doce grupos disidentes con 1 096 y nueve grupos ejidales con 1 447 pescadores, que hacen un total de 6 561 personas agrupadas en 46 asociaciones de todo tipo, cuyos pescadores realizan la actividad en toda la zona.

Actualmente ha desaparecido la Cooperativa Única de Pescadores y se formaron 25 sociedades cooperativas de producción pesquera independientes, que han entrado en convenios con pescadores disidentes y ejidales para operar las áreas de captura; y deben ser más de 7 000 los pescadores que pescan en el estado nayarita.

La zona costera del estado también ha sido invadida por embarcaciones menores y es normal observarlas desde la boca de Teacapán hasta San Blas, pescando camarón con redes de arrastre durante todo el año, afectando principalmente la población de camarón blanco, que es la especie dominante del área marina.

Oaxaca

La especie que domina dentro de las aguas protegidas del estado es el camarón blanco.

Existen dos zonas en donde se realiza la actividad. La primera es la conocida como región Huave y corresponde básicamente a las lagunas Inferior, Oriental y Occidental y la segunda, que comparte con el estado de Chiapas, se localiza en el Mar Muerto (Tabla 9).

La captura se lleva a cabo en ambos sistemas durante todo el año; sin embargo los mayores

volúmenes se obtienen en octubre y noviembre, inicia su declinación en diciembre y alcanza su mínimo nivel en abril-mayo. A partir de junio se inicia el reclutamiento del nuevo ciclo de captura.

La talla de captura es pequeña, generalmente inferior a 120 mm de longitud total.

Tabla 9
Captura por sistema lagunar en Oaxaca

Año	Zona Huave	Zona Mar Muerto	Total
1983	1 330	516	1 846
1984	943	234	1 177
1985	1 212	542	1 754
1986	981	92	1 073
1987	1 170	—	1 170
1988	911	334	1 245
1989	659	185	844
1990	697	613	1 310
1991	646	1 009	1 655

FUENTE: CRIP-Salina Cruz.

Captura

En la figura 6 se analiza la captura obtenida directamente en las dos zonas mencionadas. Se mantiene por arriba de 1 000 t en los últimos nueve años, con el mayor registro en 1983 y el de menor producción en 1989.

En la región Huave tiende a disminuir la captura, probablemente por el azolvamiento que existe en la mayor parte del área, en cambio en el Mar Muerto se observa incremento, siendo 1991 el año de mayor captura (Tabla 10).

En la información oficial se observa un incremento de 1981 hasta 1985 (Fig. 7) y posteriormen-

Tabla 10
Captura en el estado de Oaxaca
Camarón entero (toneladas)

	Aguas prot.	Alta mar	Total
1981&	329	5 164	5 493
1982&	570	4 315	4 885
1983&	1 112	3 530	4 642
1984&	1 243	4 432	5 675
1985#	1 524	3 125	4 650
1986#	898	2 752	3 649
1987#	970	1 834	2 804
1988	*1 245	*1 607	+2 852
1989	*844	*2 103	+2 947
1990	*1 310	*2 492	*3 802
1991	*2 230	*1 682	*3 912

FUENTES: & Polanco, 1987; # Polanco, 1988; + Anuario estadístico 1989; * Cifra estimada.

Figura 6
Captura en aguas protegidas en Oaxaca
Camarón con cabeza

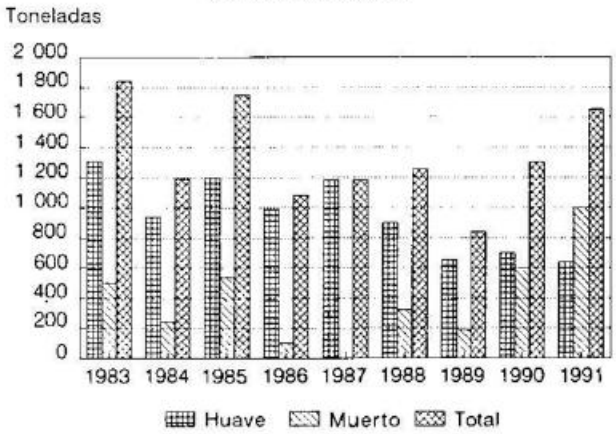
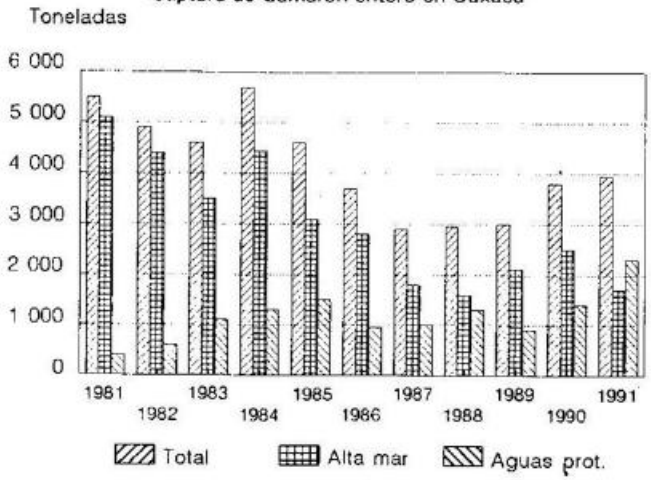


Figura 7
Captura de Camarón entero en Oaxaca



te se estabiliza. En este litoral, también las embarcaciones menores compiten con los barcos en la zona costera, pescando el camarón todo el año, entre las 2 y 15 brazas de profundidad. Así lo demuestran los datos estimados para 1991, en donde la captura registrada de aguas protegidas es superior a la de alta mar.

Esfuerzo pesquero

En 1980 se tenían registrados 1 375 pescadores asociados en 12 cooperativas. En 1991, el Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz registra 2 402 pescadores en 17 cooperativas, once operan en la zona oriental de Salina Cruz, con 2 278 pescadores, 499 embarcaciones de las cuales 302 son cayucos, embarcaciones de madera, eslora inferior a seis metros (18 pies), generalmente sin motor fuera de borda y construidas por los propios pescadores en sus campos pesqueros. Se registran asimismo 2 017 atarrayas de diversas medidas, 87 copos y 79 mangas.

Existe un incremento, únicamente en pescadores, del 66% en el lapso de una década y la producción se ha mantenido con ciertas oscilaciones, disminuyendo en la región Huave e incrementándose en el Mar Muerto.

Chiapas

Existen ocho sistemas lagunarios con características muy especiales cada uno, desde el Mar Muerto con una boca abierta todo el año y una longitud de aproximadamente mil metros con profundidad máxima de seis, hasta aquéllos mal comunicados con el mar, cuyas bocas llegan a cerrarse totalmente.

El comportamiento hidrológico ha sido estudiado por diversos autores y todos coinciden en señalar que su funcionamiento es deficiente, hay problemas de azolve que traen como consecuencia escasa circulación y masas de agua estancada, creándose áreas anóxicas e hipersalinas.

Los sistemas más importantes son: Mar Muerto, La Joya-Buenavista, Canal Estuarino-Mar Muerto y Carretas-Pereyra (Tabla 11).

El camarón se captura durante todo el año, en forma constante en todos los meses, sin embargo octubre es el de mayor captura, registrándose en enero y febrero las capturas más bajas.

La especie dominante es el camarón blanco con más del 90%.

El tamaño generalmente es de tallas inferiores a 130 mm de longitud total y se destina en su gran mayoría al consumo regional y nacional.

En la figura 8 se observa que del total de la captura registrada en el estado, la mayor par-

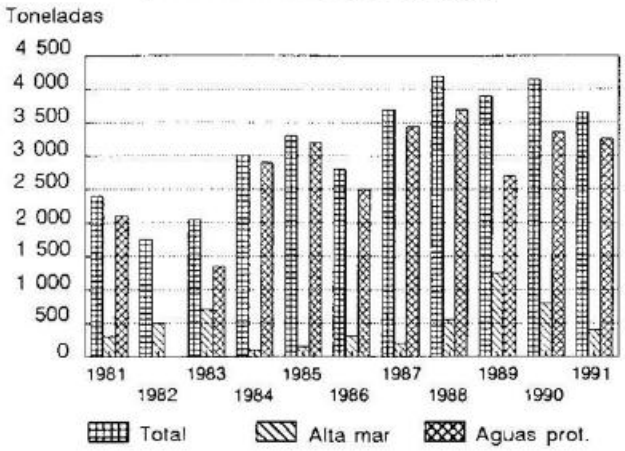
te corresponde a la zona de aguas protegidas (Tabla 12).

Tabla 12
Captura en el estado de Chiapas
Camarón entero (toneladas)

Año	Aguas prot.	Altamar	Total
1981&	2 108	308	2 416
1982&	1 202	538	1 740
1983&	1 321	710	2 031
1984&	2 888	95	2 973
1985***	3 148	128	3 274
1986***	2 510	296	2 806
1987***	3 452	198	3 650
1988	**3 644	**549	*4 193
1989	**2 707	**1 203	*3 910
1990	**3 335	**809	**4 144
1991	**3 197	**427	**3 624

FUENTES: & Polanco, 1987; *** Polanco, 1988; * Anuario estadístico 1989; ** Cifra estimada

Figura 8
Captura de Camarón entero en Chiapas



Aunque existe el recurso en la zona de alta mar, la captura que se obtiene se desembarca en Salina Cruz, Oax., ya que Puerto Madero carece de la infraestructura adecuada.

En la figura 9 se presenta la captura de camarón en aguas protegidas que realizan los dos estados del Golfo de Tehuantepec, observándose un incremento considerable para Chiapas y una estabilización en Oaxaca.

Esfuerzo pesquero

En 1980 se tenían registrados 2 636 pescadores agrupados en 27 sociedades cooperativas. Una década después hay un incremento considerable que llega casi al triple (7 569), considerando que existen 5 320 registrados en 31 cooperativas y 2 249 libres que se dedican a la extracción de camarón.

Aparentemente este incremento ha coincidido también con una mayor captura en la zona de aguas protegidas y sería el único lugar en donde se ha observado un aumento real en las capturas y no por la actividad que se realiza en alta mar que, aunque existe, no llega a ser de las dimensiones que prevalece en otros estados costeros.

En el estado el espíritu del gremio cooperativo no existe.

Se tienen registradas 3 105 embarcaciones con 370 motores y 11 634 atarrayas de todos tipos y medidas.

Baja California Sur

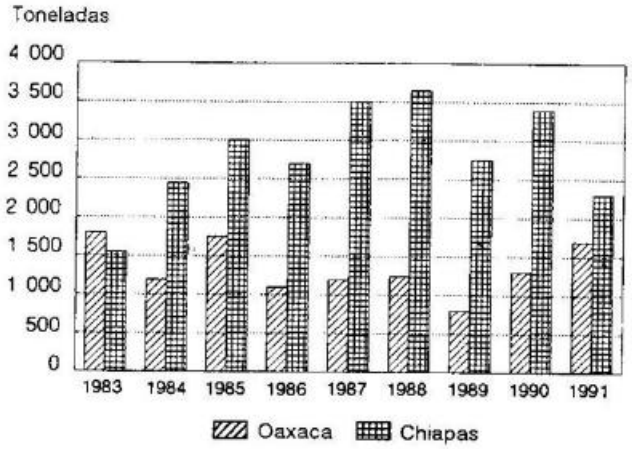
La zona en donde se realiza la mayor captura de camarón en aguas protegidas es el sistema lagu-

Tabla 11
Captura en sistemas lagunarios de Chiapas*
Camarón entero (toneladas)

Sistema lagunar	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
I (Mar Muerto-Chiapas)	451	949	1 179	512	713	1 390	732	908	827
II (Canal Estuárico-Mar Muerto)	523	625	565	412	470	442	237	620	179
III (La Joya-Buenavista)	373	310	357	443	599	674	566	878	712
IV (Los Patos-Solo Dios)	24	60	166	404	535	257	202	274	191
V (Carretas-Pereyra)	115	321	495	512	805	489	632	332	0
VI (Barrita del Pajón)	0	0	0	0	30	66	35	41	79
VII (Chantuto-Panzacola)	50	200	253	346	307	301	302	276	258
VIII (Cabildo-Esperanza-Pozuelos-Suchiate)	7	10	13	14	35	25	1	6	13
Total	1 543	2 475	3 028	2 643	3 494	3 644	2 707	3 335	2 259

FUENTE: * DEPES Chiapas.

Figura 9
Captura en aguas protegias de Chiapas
Camarón entero



nar bahía Magdalena-Almejas y esteros adyacentes.

En este sistema se capturan principalmente cuatros especies de camarón: camarón café, azul, cebra (*Trachypenaeus similis pacifica*) y japonés (*Sicyonia penicillata*).

Las especies más importantes son el café y el azul, el cual se captura principalmente en la zona de esteros y en profundidades menores a ocho o diez metros. El café se captura básicamente en las zonas de mayor profundidad.

Estudios realizados por el Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz indican que estas dos especies desovan dentro del sistema lagunar (García, B.A. *et al.*, 1992).

En agosto y septiembre se han registrado de camarón azul hembras recién desovadas y tallas de 35 hasta 130 mm.

En el café las hembras desovadas se registran de agosto a noviembre, octubre con el mayor porcentaje. Las tallas desde 105 hasta 250 mm de longitud total.

Captura

La captura promedio entre los años de 1987-1989 fue de 700 t de camarón entero y en 1991 declinó considerablemente hasta 155 t, razón que se atribuye a cambios climáticos (García, B.A. 1992).

Esfuerzo pesquero

Para el año de 1980 se tenían registrados 266 pescadores agrupados en cinco cooperativas.

Para la temporada de pesca 1991-1992, se recomendó un esfuerzo pesquero máximo de 381 embarcaciones con dos pescadores cada una, para operar en el sistema Magdalena-Almejas, considerando la producción promedio de ocho años de captura (CRIP-La Paz, 1991).

Alternativas para la administración de la pesquería

El Instituto Nacional de la Pesca, como órgano técnico de la Secretaría de Pesca y mediante una continua investigación que realiza en sus diferentes Centros Regionales de Investigación Pesquera, ha propuesto y propone alternativas para ordenar la pesquería del camarón en las lagunas litorales del Pacífico mexicano.

Las disposiciones que se han aplicado para ese ordenamiento han sido:

a) Recomendar las fechas de inicio y cierre de la temporada de pesca, principalmente en los estados del noroeste.
b) Regulación de los artes de pesca adecuados para la captura, tales como la malla mínima que deben tener las tradicionales atarrayas o las novedosas suriperas o redes dragón, la prohibición de construir un mayor número de artes de pesca fijos, como los antiquísimos tapos en el sur de Sinaloa y Nayarit.
c) Prohibición de la captura de camarón en las épocas de incidencia de postlarvas y presencia de juveniles de tallas pequeñas.
d) Limitar la potencia de los motores fuera de borda.

Debido al comportamiento tan dinámico que presenta el recurso, este tipo de recomendaciones, ordenamientos y propuestas se realizan todos los años y persiguen los siguientes objetivos:

1) Protección de los juveniles que permanecen en las aguas protegidas, los que al alcanzar su fase de preadulto, que es alrededor de los 125 mm de longitud total, emigrarán al mar, en donde alcanzarán tallas mayores, máxima madurez sexual y realizarán su reproducción, cerrando en esta forma el ciclo biológico.
2) Permitir, con el retiro de las estructuras fijas como los tapos, que ingresen a los sistemas lagunarios postlarvas de camarón y de otras especies.
3) Asegurar que la incidencia masiva de postlarvas, de las especies de camarón azul y blanco principalmente, encuentren condicio-

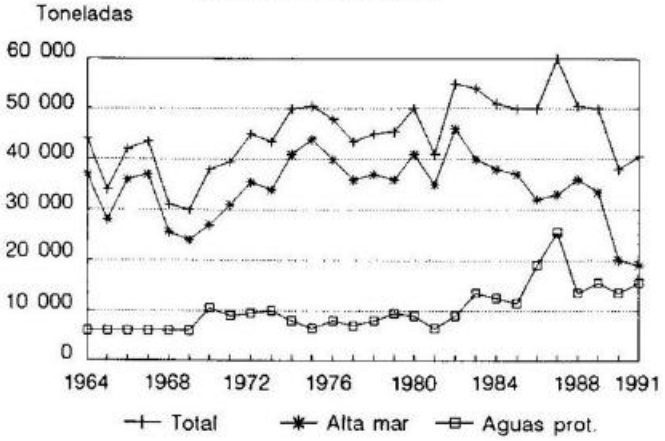
nes adecuadas para su sobrevivencia y desarrollo.

4) Proteger a esas cohortes para que alcancen su desarrollo hasta la talla comercial adecuada.
5) Garantizar que por lo menos las primeras generaciones emigren al mar para su reclutamiento a la pesquería industrial, así como para asegurar la existencia de reproductores que deberán restablecer el número de individuos del siguiente ciclo de pesca.

Diagnóstico de la pesquería

En la figura 10 se indica la captura total del camarón registrado en el litoral del Océano Pacífico desde 1964.

Figura 10
Captura de camarón entero
litoral del Océano Pacífico



En forma global hasta 1987 la captura es ascendente, la de alta mar empieza a declinar en 1983 y en las aguas protegidas se observa un crecimiento inusitado, hasta alcanzar su máximo en 1987.

Desde 1988 hasta 1990 decrecen las capturas y aparentemente en 1991 se inicia una etapa de recuperación, que se confirma en los primeros viajes de la flota de alta mar de 1992. En las aguas protegidas, el recurso abunda pero es de tallas pequeñas en toda la región. La misma figura debe analizarse por separado.

En general, la captura registrada en las aguas protegidas es inferior al 20% del total, con excepción de algunos años como 1970, 1971 y 1979, en que se registran capturas del 20% o superiores a esa cifra.

Sin embargo, a partir de 1983, este porcentaje cambia radicalmente y se inicia un incremento hasta llegar, en 1987 al 44% y en 1991 al 46%. En toda la década de 1980 y hasta 1991 no se realizaron obras importantes dentro de los sistemas lagunares que hubieran podido mejorar las condiciones ambientales de los sistemas y, por ende, que reflejaran un incremento en la captura como las realizadas en la década de 1960 en la zona de Huizache-Caimanero, época en que se tuvo un incremento muy considerable en volumen y calidad, que dio origen a otras obras, aunque no con resultados tan espectaculares. Por lo tanto el incremento no puede deberse al mejoramiento ambiental de las áreas estuarinas, ya que no se ha realizado.

Sin embargo, existe una gran coincidencia entre esas altas capturas de aguas protegidas y las bajas de alta mar, así como el inicio de la flota de pangas que captura camarón en forma ilegal en la plataforma continental. El camarón que es capturado por esas embarcaciones corresponde a la zona marina, se pesca en la plataforma costera hasta 15 o más brazas de profundidad y es registrado por las cooperativas de aguas protegidas, como si lo hubiesen extraído dentro de las bahías.

Esta captura no está autorizada por la Secretaría de Pesca, sin embargo se realiza a la vista de todo tipo de autoridades y es, sin lugar a dudas, la principal causante de la baja producción en general, ya que no respetan esos pescadores vedas, ni tallas, ni especies. Realizan su actividad todo el año, en todo el litoral del Pacífico, con un movimiento de las flotillas muy dinámico, ya que se desplazan en camiones por tierra a las zonas en donde saben que existe el recurso.

Continuar con esta actividad estará colocando a toda la pesquería en una etapa muy difícil de recuperación, ya que se está actuando sobre el recurso en sus etapas de desarrollo biológico más vulnerables como son las de crecimiento, reproducción y desove.

Unido a esta actividad totalmente ilegal, el incremento del esfuerzo pesquero ha sido continuo, propiciado por autoridades estatales y federales, debido a presiones políticas y sociales que consideran la pesca como un recurso ilimitado y que por la ausencia de otras fuentes de trabajo, han pensado que las bahías y el camarón, fundamentalmente, son el recurso que aliviará esos problemas. Esto pudo ser cierto si al mismo tiempo se hubieran realizado obras de mejoramiento ambiental, que tampoco se han llevado a cabo.

Los artes de pesca cada vez más eficientes han contribuido a agotar con mayor rapidez las poblaciones; capturan camarón de tallas menores; incrementan la cantidad de camarón manchado; y abarrotan las plantas maquiladoras, las cuales no son capaces de procesar la captura con la rapidez requerida; el camarón se daña y aumenta la clasificación de segunda clase, que tiene una diferencia de precio con el de primera de 682 hasta 1 023 pesos por kilo (10 a 15 centavos de dólar por libra) o 682 000 hasta 1 023 000 por tonelada.

Obras hidráulicas

Indudablemente, es fundamental la realización de obras tendientes a comunicar mediante canales a los esteros con lagunas o marismas.

Sin embargo, es necesario que al planear esas obras realmente se hagan bajo un programa bien analizado, en el que intervengan topógrafos, arquitectos, ingenieros en hidráulica, oceanólogos, biólogos y pescadores que conozcan su región.

Cada zona requiere de una investigación minuciosa, no es posible planear a nivel regional todo un complejo de obras, el cual debe ser local, ya que cada área reúne condiciones muy particulares.

Existen investigadores capacitados dentro del país y con suficiente experiencia para proponer y analizar en conjunto las obras proyectadas. Son necesarias y deben ser bien planeadas. En caso contrario es mejor dejar las cosas como se encuentran y los fenómenos naturales como ciclones, marejadas, corrientes y mareas se encargarán de buscar los cauces naturales que han existido.

Lista de publicaciones del Instituto Nacional de la Pesca producidas en Mazatlán

Publicaciones:

BLAKE, B.F. y A. MENZ. 1980a. Mortality estimates for *Penaeus vannamei* Boone in a Mexican coastal lagoon. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 45: 15-24.

— 1980b. Experiments on the growth of *Penaeus vannamei* Boone. *J. Esp. Mar. Biol. Ecol.* 48: 99-111.

BLAKE, B.F., E. NAYLOR y A.B. BOWERS. 1981. *Ecology and Penaeus fishery of a coastal lagoon system in W. Mexico*. Report on the University of Liverpool/National Autonomus University of Mexico. Lagoon Research Project 1978-1979. Overseas Development Administration, London. 58: 11 p.

CALDERÓN-PÉREZ. J.A. y C.R. POLI. 1987. A physical approach to the postlarvae *Penaeus* inmigration mechanism in a Mexican lagoon complex (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM* 14(2): 147-156.

CALDERÓN-PÉREZ, J.A., E. MACÍAS REGALADO y S. RENDÓN RODRÍGUEZ. 1989. Clave de identificación para los estadios de postlarva y primeros juveniles de camarón del género *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 15(3): 57-70.

CALDERÓN-PÉREZ, J. A., E. MACÍAS-REGALADO, F. A. ABREU-GROBOIS y S. RENDÓN RODRÍGUEZ. 1989. Antennular flagella: A useful character for distinguishing subgenera among postlarval shrimp of the genus *Penaeus* (Decapoda) from the gulf of California. *Journal of Crustacean Biology* 9(3): 482-491.

EDWARDS, R.R.C., 1977. Field experiments on growth and mortality of *Penaeus vannamei* in a mexican coastal lagoon complex. *Estuarine and Coastal Marine Science* 5: 107-121.

GARDUÑO-ARGUETA, H. y J.A. CALDERÓN PÉREZ. 1990. Abundancia y maduración sexual de hembras de camarón (*Penaeus* spp.) en el sur de Sinaloa, México. En: *4to. Congreso de la Asociación Mexicana de Acuicultura* (AMAC), Hermosillo, Son. Vol. 1. 11 p.

MACÍAS-REGALADO, E., 1986. Procesos de reclutamiento en camarones peneidos del Pacífico mexicano. En: IOC/FAO *Workshop on Recruitment in Tropical Coastal Demersal Communities*. Ciudad del Carmen, Campeche, México, Workshop Report No. 44. 249-256.

MACÍAS-REGALADO, E. y J.A. CALDERÓN PÉREZ. 1979. Talla de inmigración de postlarvas de camarón al sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México, (Crustacea: Decapoda: *Penaeus*). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM* 6(2): 99-106.

— 1980. Influencia de los "tapos" (artes de pesca fijos) en la migración de postlarvas al sistema lagunar de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. (Crustacea: Decapoda: *Penaeus*). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM* 7(1): 39-50.

MACÍAS-REGALADO, E., H. FERNÁNDEZ-PÉREZ y J.A. CALDERÓN PÉREZ. 1982. Variación diurna de postlarvas de camarón en la boca del sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sin., México (Crustacea: Decapoda: *Penaidae*). *An. Inst. Cienc. del Mar. y Limnol. UNAM* 9(1): 381-386.

MACÍAS-REGALADO, E., 1983. *Study on the migration of postlarval shrimp of the geneus Penaeus, from the Pacific Ocean to the lagoon complex Caimanero-Huizache State of Sinaloa, Mexico*. Tesis doctoral. Mathematisch-NatÜrwissenchaftlichen Fakultät der Christian-Albrchts-Universität Kiel. 88 p.

MAIR, J. MCD., 1979. The identification of postlarvae of four species of *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) from the Pacific coast of Mexico. *J. Zool. Lond.* 188: 347-351.

— 1981. Identification of small juvenile penaeid shrimp from the Pacific coast of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 31(1): 174-176.

MAIR, J. MCD., J.L. WATKINS y D.I. WILLIAMSON 1982. Factors affecting the inmigration of postlarval peneaeid shrimp into a Mexican lagoon system. *Oceanol. Acta. Proc. International Symposium on Coastal Lagoons*, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France. Pp. 339-345.

POLI, C.R. y J.A. CALDERÓN PÉREZ. 1987. Efecto de los cambios hidrológicos en la boca del río Baluarte sobre la inmigración de postlarvas de *Penaeus vannamei* Boone y *Penaeus stylirostris* Stimpson al

sistema Lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). *An. Inst. del Mar y Limnol. UNAM* 14(1): 29-44.

Tesis:

BELTRÁN MARTÍNEZ DE CASTRO, M.G., 1984. *Formas larvarias del genero Sicyonia sobre la plataforma continental del océano Pacífico frente a México. Aspectos sobre su abundancia y distribución (CRUSTACEA: DECAPODA, PENAEIDAE, SICYONIIDAE)* Tesis Prof., Fac. de Ciencias, UNAM. 145 p.

CALDERÓN PÉREZ, J.A., 1977. *Efecto de algunos factores físicos sobre la inmigración de postlarvas de Penaeus en el estero agua dulce del Sistema Lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa.* Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 127 p.

GARDUÑO ARGUETA, H., 1989. *Algunos aspectos de la biología pesquera del camarón rojo Penaeus brevirostris Kingsley, 1878 (CRUSTACEA: DECAPODA, PENAEIDAE) de la plataforma continental del sur de Sinaloa, México.* Tesis Doctoral. UACP y P-CCH, UNAM, 182 p.

GÓMEZ NOGUERA, S.E., 1991. *Morfometría y crecimiento de postlarvas de camarón blanco Penaeus vannamei Boone (CRUSTACEA: DECAPODA) como estimadores del tiempo de inmigración a una laguna costera del sur de Sinaloa.* Tesis Prof., Fac. de Ciencias, UNAM. 95 p.

HERNÁNDEZ TENORIO, I., 1988. *Biología y ecología de camarones peneidos: mantenimiento y reproducción de algas unicelulares.* Inf. final de Servicio Social. Inst. Tec. del Mar, SEP Mazatlán, Sinaloa, 37 p.

MAIR, J. McD., 1979. *Identification and behaviour of postlarvae of four species of Penaeus (Crustacea: Decapoda) from the Pacific coast of Mexico.* Ph. D. Thesis. Univ. of Liverpool. Department of Marine Biology. 70 p.

MALAGÓN ALVARADO, M.A., 1990. *Efecto de diferentes cantidades de alimento (Dunaliella tertiolecta, Butcher) sobre el crecimiento, sobrevivencia y maduración de Artemia franciscana Kellog, bajo condiciones de cultivo.* Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 89 p.

MAZIN SERNA, N.L., 1985. *Contribución al conocimiento sobre la biología y distribución y abundancia del género Sicyonia en el océano Pacífico frente a las costas de Sinaloa y Nayarit, México. (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEOIDEA, SICYONIIDAE).* Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 102 p.

MEDINA MARTÍNEZ, A., 1990. *Diferencias interespecíficas en la talla de postlarvas de tres especies de Penaeus (CRUSTACEA: DECAPODA, PENAEIDAE) en la costa del sur de Sinaloa, México.* Tesis Prof., Fac. de Ciencias, UNAM. 76 p.

MENZ, A., 1976. *Bionomics of penaeid shrimp in a lagoon complex on the Mexican Pacific coast.* Ph. d. Thesis. Univ. of Liverpool. Department of Marine Biology. 145 p.

NÚÑEZ-PASTEN, A., 1988. *Crecimiento del camarón Penaeus vannamei, Penaeus stylirostris, Penaeus californiensis y su relación con factores ambientales (temperatura y salinidad) en la laguna de Huizache y Caimanero, Sinaloa, México.* Tesis de Maestría. UNAM-UACP y P-CCH-ICML. 88 p.

POLI, C.R. 1983. *Patrón de inmigración de postlarvas de Penaeus spp. en la boca del río Baluarte, Sinaloa, México.* Tesis Doctoral. UACP y P-CCH, UNAM. 182 pp.

SOLÍS-IBARRA, R., 1987. *Variación temporal y espacial de la abundancia de postlarvas de camarón blanco (Penaeus vannamei Boone) en la zona litoral adyacente a la boca del río Presidio, Sinaloa (Crustacea: Decapoda: Penaidae).* Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. 61 p.

VILLARREAL-FLORES, D., 1989. *Estudio de la distribución y abundancia de postlarvas de Penaeus (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) en la plataforma continental del sur del estado de Sinaloa, México.* Tesis Prof., UANL, Fac. de Ciencias Biológicas. 118 p.

WATKINS, J., 1980. *The inmigration of postlarval penaeid shrimp into a lagoon system on the Pacific coast of Mexico*. Ph. D. Thesis. Univ. of Liverpool. Dept. of Marine Biology. 99 p.

Bibliografía

AGUIRRE VALENZUELA, J.E., R. SOTO LÓPEZ y R. HERRERA DOMÍNGUEZ. 1980. *Aquaculture in the brackish waters of southern Sinaloa, Mexico: Fishery resources*. Vol. 1. Pp. 2 327-2 357.

ARIZPE, O.C. y V.M. GÓMEZ. 1986. Aquaculture evaluation model. *Inf. Tec. Inst. Invest. Pesq., Barc.*; no. 135; 11 p.

BASSANESI-POLI, A.T. y J.A. CABRERA JIMÉNEZ. 1983. Postlarvae of white shrimp. Note on an absence period of white shrimp *Penaeus vannamei* (Boone) postlarvae, in the southern litoral of Sinaloa, Mexico. *An. Inst. Biol. UNAM. (Zool.)* 53(1): 1-433.

CABRERA-JIMÉNEZ, J.A., 1985. Characters of taxonomic value of the postlarvae of the shrimp *Penaeus (Farfantepenaeus) brevirostris* Kingsley (Decapoda Natantia), of the Gulf of California, Mexico. *Crustaceana* 44(3): 292-300.

CALDERÓN-PÉREZ, J.A., E. MACÍAS-REGALADO, F.A. ABREU-GROBOIS y S. RENDÓN-RODRÍGUEZ. 1989. Antennular flagella: A useful character for distinguishing subgenera among postlarval shrimp of the genus *Penaeus* (Decapoda) from the Gulf of California. *J. Crust. Biol.* 9(3): 482-491

CASILLAS, H.R., V.R. RUÍZ, F.J. MAGALLÓN, J. ARVIZU y C.G. PORTILLO. 1988. Winter growth of the blue shrimp (*Penaeus stylirostris*) subjected to rustic culture conditions at Puerto Chale, BCS, Mexico. *Rev. Latinoam. Acuicult.* 36: 62-71.

DE ALBA, C.D., 1980. Mariculture on coastal bodies of water of Baja California and their potential. *2nd International Workshop on Biosaline Research*; p. 9

DE LA LANZA, G., M.A. RODRÍGUEZ-MEDINA y L.A. SOTO. 1986. Experimental essay of detritus consumption of halophytes by the penneids shrimp *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris*. *An. Inst. Biol. UNAM* (Zool.) 57(1): 199-212.

ENRÍQUEZ ÁVILA, J.L., 1980. Observations on the biology of the preadults of *Penaeus stylirostris* Stimpson. *Memorias del 2o Simposium Latinoamericano de Acuacultura*. 1: 1 555-1 611.

FLORES TOM, A., 1988. Aquaculture development in Baja California Sur, Mexico. *Acuavisión* 3(12): 28-30.

GARCÍA MICHEL, H., 1985. Shrimp culture in Mexico. *Tec. Pesq.* 18(206): 6-11.

GUTIÉRREZ VENEGAS, J.L., 1980. Observations on shrimp filtrations in a trapping system at "El Puyeque", Chametla, south Sinaloa, Mexico. *Memorias del 2o. Simposium Latinoamericano de Acuacultura*. 1: 1 519-1 541.

HENDRICKS, M.E., 1986. Distribution and abundance of Penaeoidea shrimps (Crustacea: Decapoda) collected in SIPCO cruises (southern Sinaloa, Mexico) on board O/V El Puma. *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. UNAM* 13(1): 345-368.

JUÁREZ, L.M. y J. SÁNCHEZ. 1989. Toxicity of the organophosphorus insecticide Metamidophos (O,S-dimethylphosphoramidothioate) to larvae of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) and the blue shrimp *Penaeus stylirostris* Stimpson. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 43(2): 302-309.

KITANI, H. y J.N. ALVARADO. 1982. The larval development of the Pacific brown shrimp *Penaeus californiensis* Holmes reared in the laboratory. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 48(3): 375-389.

KITANI, H., 1985. Larval development of the pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad reared in the laboratory and the comparison with earlier descriptions. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish./Nissuishi.* 51(8): 1 239-1 248.

LAGE SOTO, J.C., 1981. Enfoques de integración de la pesquería del camarón. *Cuad. UABC. Sur.* No. 5; 47 p.

LIGHTNER, D.V. y R.M. REDMAN. 1989. *Baculovirus penaei* in *Penaeus stylirostris* (Crustacea: Decapoda) cultured in Mexico: Unique cytopathology and a

new geographic record. J. *Invertebr. Phatol.* 53(1): 137-139.

MAIR, J.M., J.L. WATKINS y D.I. WILLIAMSON. 1982. Factors affecting the immigration of postlarval penaeid shrimp into a Mexican lagoon system. *Coastal Lagoons. Oceanol. Acta.* 5(4): 339-345.

MARTÍNEZ CÓRDOBA. L.R., 1986. Culture of the blue shrimp in the State of Sonora, Mexico. *Acuavisión* 1(5): 24-26.

MARTÍNEZ-CÓRDOBA, L.R., 1988. Culture of blue shrimp (Penaeus stylirostris) in floating cages. *Prog. Fish-Cult.* 50(1): 36-38.

MATSUO, H.K., 1984. *Illustrated guide on shrimp culture.* SEP; SER. Textos Didact. Cienc. Tecnol. Mar. 35 p.

MENDOZA, R.A., 1985. Observation on the nauplii production from wild, cultivated and mixed populations of the blue shrimp (*Penaeus stylirostris*). *Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps*, Pp. 167-168.

MOCTEZUMA, M.A. y B.F. BLAKE. 1981. Burrowing activity in *Penaeus vannamei* Boone from the Caimanero-Huizache Lagoon System on the Pacific Coast of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 31(2): 312-317.

MURRIETA SALDIVAR, X., L.R. MARTÍNEZ-CÓRDOBA y L. VILLAVICENCIO. 1982. Shrimp *Penaeus stylirostris* culture in coastal lagoons. *Cienc. Interam.* 22(1-2): 38-43.

PARES SEVILLA, A., 1988. Actual state of the shrimp culture in Sinaloa, Mexico. *Acuavisión* 3(13): 4-7.

RAMOS, J.E. y L.R. MARTÍNEZ. 1985. Culture of blue shrimp, *Penaeus stylirostris* in Sonora, Mexico. *Proceedings of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps*, 163 p.

RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, M.C., 1981. Fishery aspects of the shrimps found in Mexican Pacific waters. *Cienc. Pesq.* 1(2): 1-19.

RODRÍGUEZ, G.A. 1981. Osmoregulation and total serum protein of two species of penaeidean shrimps from the Pacific coast of Mexico. *J. Crust. Biol.* 1(3): 392-400.

RODRÍGUEZ, G.A., 1980. Physiological stress in 2 species of estuarine related penaeid shrimp from the Pacific coast of Mexico. *2nd International Workshop on Biosaline Research*; 25 p.

SEPÚLVEDA MEDINA, A., 1981. Estimation of the natural and fishing mortality of the white shrimp (*Penaeus vannamei*) in the Lagoon System Huizache-Caimanero, Sinaloa, during the 76-77 Season. *Cienc. Pesq.* 1(1): 71-91.

SERRALDE, M. y E. ALMADA. 1985. Larvae production in laboratory conditions of blue shrimp larvae *Penaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) from wild and cultured broodstocks. *Inf. Tec. Inst. Invest. Pesq., Barc.* 125:12 p.

SOTO, L.A. y M.A. RODRÍGUEZ MEDINA. 1986. Experimental essay of detritus consumption of halophytes by the penaeid shrimps *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris. An. Inst. Biol. UNAM. (Zool.)* 57(1): 199-212.

El cultivo del camarón en México

Héctor Garduño Argueta
Dirección de Análisis de Pesquerías, INP

Introducción

De la revisión del estado actual del recurso camaronero en México (capítulos anteriores), se puede observar que tanto las pesquerías marinas como las de aguas protegidas se encuentran por arriba de la máxima captura sostenible, especialmente en el litoral del Pacífico, por lo que la opción más viable para incrementar la producción es el cultivo de camarón.

México, que tradicionalmente cubría el mayor porcentaje de las importaciones de camarón de Estados Unidos, en 1977 participó con el 40% del total, ha declinado su participación rápidamente y en 1987 solamente cubrió el 18% (Miller, 1990). En 1991, Ecuador ocupó el primer lugar en exportaciones a Estados Unidos, mientras que México exportó la cifra más baja que se recuerde en la historia reciente de la industria camaronera mexicana (Anónimo, 1991).

El camarón de cultivo, procedente principalmente de China, Ecuador y Tailandia, ha invadido los mayores mercados del mundo que son el norteamericano y el japonés; mientras que en México, a pesar de las ventajas que tiene por la proximidad con Estados Unidos, no se ha desarrollado adecuadamente la camaronicultura.

Análisis cronológico del cultivo de camarón

A partir de las experiencias japonesas de Fujinaga (1949), Shigueno (1975) y otros investigadores, la tecnología se diseminó principalmente hacia países asiáticos. En Galveston, Texas, EUA, se creó otro tipo de tecnología más intensivo y con mayores controles sobre las diferentes etapas de la vida del camarón. Este modelo fue el que se introdujo en Puerto Peñasco, Son., bajo los auspicios de un convenio entre las universidades de Arizona, EUA y Sonora. Iniciado en la década de los setentas, el proyecto prosperó con el apoyo de la Coca-Cola y F. H. Prince, de la Universidad de Arizona, la cual a su vez desarrolló las investigaciones conjuntamente con el Centro Regional de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Sonora (CICTUS). A principios de los setentas la Dirección de Acuacultura

de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos también apoyó el desarrollo de esta tecnología, especialmente la cría de postlarvas y la producción de alimentos balanceados. Se llegó a realizar una siembra experimental de postlarvas de camarón café (*P. californiensis*) en el Estero de Santa Rosa en la costa sonorense (Garduño-Argueta, 1976) y se obtuvieron fórmulas de peletizados para la cría de juveniles. En el proyecto se contemplaba que para fines de 1982 se tendrían 100 hectáreas bajo cultivo, pero en 1980 se presentaron algunos problemas de tipo comercial, por lo que el contrato fue cancelado. De este proyecto se obtuvieron buenas experiencias en el cultivo de postlarvas y aunque se inició el cultivo con camarón café, posteriormente se cambió hacia el camarón azul (*P. stylirostris*), que presentaba más posibilidades de cultivo en estanques y del cual también se obtuvieron buenos resultados (Rodríguez y Reprieto, 1984).

Paralelamente, en el sur de Sinaloa y norte de Nayarit se promovió el semicultivo de camarón blanco (*P. vannamei*) mediante engordas de pequeños juveniles silvestres. Los primeros estanques construidos para el cultivo del camarón fueron los de la Ensenada de Los Carros en el Sistema Huizache-Caimanero, Sinaloa. Aunque su construcción se inició en 1972 (Arredondo, 1990), fue hasta 1978 cuando se terminaron, obteniéndose modestas cosechas de 1979 a 1982 (Garduño-Argueta, 1982). A principios de la década de los ochentas se construyeron una serie de estanques en Nayarit, iniciándose con la Unidad de San Blas. A pesar de estas experiencias, el primer proyecto realmente comercial, la Granja de Las Grullas en la margen del Río Fuerte, fue encargado para la construcción y operación a un técnico panameño. Esta granja se convirtió en el prototipo que se siguió en las unidades que se construyeron posteriormente en México.

En Sinaloa se despertó el interés por la construcción de granjas camaronícolas a partir de 1985; posteriormente se continuó en Sonora y Nayarit. Esto fue apoyado con la formación de técnicos, tanto en instalaciones nacionales como en el extranjero, principalmente Ecuador y Japón, por lo que se produjo un crecimiento explosivo en el número de granjas en México. En 1985 existían 19 granjas construidas (Arredondo, 1986), en 1987 se incrementaron a 64 (Anónimo, 1987), registrándose el máximo de 148 unidades en 1990. Sin embargo, a partir de 1991 el número se ha reducido debido a que varias granjas han fracasado por diversas causas, entre las que se encuentran la mala planeación, los malos manejos administrativos, la falta de recursos humanos calificados y los pocos recursos financieros, entre otros.

Áreas potenciales del cultivo por litorales

Se considera que en México existe un total de 470 000 hectáreas susceptibles de ser usadas para la camaronicultura (Anónimo, 1987). De éstas, el 91% (428 000 ha) corresponden al litoral del Pacífico y el restante 9% (42 000 ha) al Golfo de México (Tabla 1).

Métodos de cultivo

En México se han practicado básicamente tres tipos de cultivo: extensivo, semi-intensivo e intensivo (Rodríguez de la Cruz, 1988). Esta división está basada en el grado de control que se tiene sobre las variables del ciclo de vida del camarón y de los procesos de producción, tales como origen de las postlarvas, porcentaje de recambio de agua, tipo e intensidad de alimentación, lo que

Tabla 1
Superficie potencial susceptible de ser utilizada en el cultivo de camarón

Estado	Superficie potencial (ha)	Participación relativa	Nivel de aprovechamiento actual (%)
B.C. Norte	25 000	5.3	0
B.C. Sur	30 000	6.4	0.2
Sonora	40 000	8.5	0.3
Sinaloa	180 000	38.3	4.0
Nayarit	60 000	12.8	0.5
Colima	3 000	0.6	0
Oaxaca	50 000	10.6	0
Chiapas	40 000	8.5	0.1
Tamaulipas	15 000	3.2	0.3
Veracruz	15 000	3.2	0
Tabasco	2 000	0.5	0
Campeche	10 000	2.1	0
Total	470 000	100%	

FUENTE: Programa Nacional de Cultivo de Camarón, 1987. Los datos del nivel de aprovechamiento corresponden al calculado para 1991.

da como resultado diferente número de cosechas y rendimiento al año (Tabla 2).

Producción del recurso cultivado

La producción se inició en 1985 en la Granja de Las Grullas con 100 toneladas en 141.4 hectáreas de estanquería (Arredondo, 1990). A partir de aquí la producción creció en 1987 a 1 731 ton en 5 338 hectáreas abiertas al cultivo. En 1989 se estimaron 4 300 ton en 6 253 hectáreas y para 1991 se calcularon 5 400 ton en aproximadamente 7 800 hectáreas de estanquería.

Sinaloa se ha convertido en el centro del desarrollo de la camaronicultura, representando más del 70% del número de granjas en operación en el país y alrededor del 90% del área abierta al cultivo. Nayarit le ha seguido en importancia, aumentando recientemente el número de pequeñas unidades de 1 a 10 hectáreas Sonora se ha mantenido constante en los últimos tres años, tanto en número de granjas como en área de cultivo. El resto del país prácticamente está virgen al cultivo de camarón (Tabla 3).

Comercialización y financiamiento

La composición de los costos de producción varían según el nivel tecnológico utilizado. El sistema extensivo requiere bajos costos de producción con una inversión y tecnología inferior. Los sistemas semi-intensivos requieren mayores costos en la producción, con inversiones de $4 500 a $7 500 dólares (EUA) por hectárea, mientras que los intensivos tienen los más altos costos con inversiones de hasta $200 000 dólares por hectárea y uso de alta tecnología (Anónimo, 1988).

Los costos de producción se pueden apreciar en la figura 1.

El flete y los seguros comprenden hasta el 12% del producto en su destino final, por lo que la proximidad de los mercados jugará un papel muy importante en la situación de alta oferta de camarón cultivado. México tiene la ventaja de la vecindad con el principal mercado mundial que es el de los Estados Unidos; además los gastos son menores por el hecho de que el transporte se realiza por vía terrestre, mientras que Ecuador y,

Tabla 2
Principales características de los diferentes métodos de cultivo de camarón en México

	Sistema de cultivo		
	Extensivo	Semi-intensivo	Intensivo
1. Origen de las postlarvas y juveniles	del medio natural	del medio natural y laboratorio	de laboratorio
2. Alimentación	productividad del medio natural fert. ocasional	fertilización y alimento balanceado	peletizados y floculaciones bacterianas
3. Extensión de los estanques (hectáreas)	2-80	pre-engorda: 0.5-1.5 engorda: 5-20	pre-engorda: 10-100 m^2 engorda: 200-1000 m^2
4. Sistema de recambio de agua	por mareas	por bombeo	recambio y recirculación por bombeo
5. Densidad de siembra (ind/m^2)	1-2	pre-engorda: 50-200 engorda: 1-15	pre-engorda > 1000 engorda; 20-200 m2
6. Recambio de agua (% al día)	<10	10-40	200-400 + aireación
7. Fertilización (kg/ha)	200-400	>400	no
8. Rendimiento (ton/ha)	0.05-0.2	0.5-2.5	>2.5

sobre todo, los países del sudeste asiático tienen que realizar fuertes gastos para colocar el producto en Estados Unidos.

Los canales de comercialización están perfectamente establecidos por Ocean Garden, compañía paraestatal que procesa y exporta el camarón, sobre todo a la costa occidental de los Estados Unidos. Esta compañía proporciona, además, información periódica de la situación del mercado internacional.

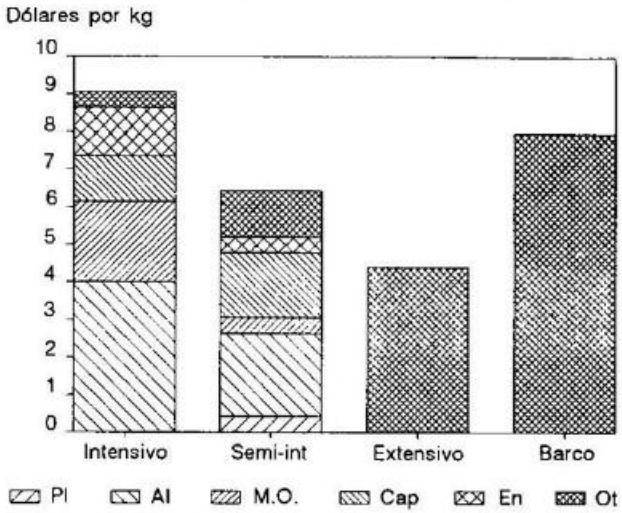
Al aumentar la producción de camarón por cultivo, los costos determinarán el éxito de un sistema, de tal manera que los productores que tengan los menores costos serán los más competitivos tanto a nivel nacional como internacional.

Tabla 3
Granjas en operación en México (1991)

Estado	No. de granjas en ope.	Sup. cultivada		Sistema de cultivo exten.	semi-i	inten.
B.C. Sur	2	60		0	2	0
Sonora	7	129		0	4	3
Sinaloa:	83	6 823	(462)	21	59	3
Municipio		engorda	pre-engorda			
Ahome	17	1 394	92			
Guasave	7	1 087	72			
Angostura	5	330	21			
Navolato	21	1 778	78			
Culiacán	4	654	171			
Elota	4	591				
San Ignacio	2	56				
Mazatlán	2	40	2			
Rosario	5	172	10			
Escuinapa	16	721	16			
Nayarit	20	294		16	3	1
Chiapas	2	60		0	2	0
Tamaulipas	3	46		0	2	1
Suma	117	7 412	462	37	72	8
Total		7 874				

FUENTE: Dirección General de Acuacultura. Secretaría de Pesca.

Figura 1
Costos de producción por sistema de cultivo



PI postlarvas; AI alimento; M.O. mano de obra; Cap capital; En energía; Ot otros.
FUENTE: Booz-Allen & Hamilton e Infotec, 1988.

Estrategias de desarrollo y regulación del cultivo de camarón

Con base en los requerimientos de los tres tipos de cultivo de camarón y las condiciones actuales para el desarrollo de la camaronicultura en México, se puede conocer hacia dónde es conveniente orientar el desarrollo y cuáles son los puntos críticos de regulación u observancia que requieren (Tabla 4).

La tierra adecuada para la camaronicultura es, en su mayor parte, de propiedad ejidal. Aunque se ha promovido la inversión privada en coparticipación con los ejidos, raramente se encuentran estas asociaciones ya que el sector privado no se arriesga a invertir por inseguridad en la recuperación del capital. Los sistemas extensivos son los más adecuados para llevarlos a la práctica en los ejidos, ya que requieren de menor inversión y menor cantidad de mano de obra calificada. La mayor cantidad de tierras disponibles está en Sinaloa (38% del total nacional). Sin embargo, el clima no es el más adecuado por presentarse un invierno con temperaturas relativamente bajas para

Tabla 4
Requerimientos de los diferentes sistemas de cultivo de camarón en México

Recursos	Necesidades del sistema Int.	Semi-int.	Ext.	Condiciones actuales	Selección
Tierra	D	M	F	F	E
Clima	M	F	F	F	S-I/E
Postl. lab.	F	M	D	M	S-I/E
Tecnología	F	M	D	M	S-I/E
Personal	F	M	D	M	S-I/E
Capital	F	M	D	D	E
Viabilidad financiera	D	F	F	M	S-I/E

F Fuerte; M Media; D Débil; E Extensivo; S-I Semi-intensivo.
FUENTE: Booz-Allen & Hamilton e Infotec, 1988, con modificaciones a las condiciones de 1992

la práctica del cultivo. Asimismo, la disponibilidad de agua salobre está limitada al periodo de lluvias, que es relativamente corto y con precipitaciones escasas. En Chiapas se tienen las condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo de camarón. Sin embargo se presenta el problema de que la mayor parte de las tierras son ejidales, lo cual ha frenado el desarrollo en dicho estado.

El suministro de postlarvas representa uno de los problemas más críticos para el desarrollo de la camaronicultura. El 1o. de marzo de 1991 se publicó el Acuerdo que regula la extracción de larvas y postlarvas de camarón del medio natural con fines acuícolas. En el documento se establecen claramente las normas que regulan la extracción y se indica que el Instituto Nacional de la Pesca realizará investigaciones para determinar los sitios y las cantidades óptimas para el aprovechamiento de las existencias naturales de las postlarvas.

El hecho de que la mayor parte de las granjas estén situadas en Sinaloa, Nayarit y Sonora, región donde las hembras de camarón presentan maduración gonadal de fines de la primavera a principios del otoño (Garduño-Argueta, 1990), provoca que solamente en parte de esa temporada sea posible el suministro de postlarvas para fines de cultivo. En la región del Golfo de Tehuantepec, en cambio, se efectúa la reproducción prácticamente durante todo el año, especialmente del camarón blanco, debido a las condiciones ambientales poco variables en el año. Por lo anterior, se ha señalado que esta zona podría suministrar postlarvas, por lo menos para una cosecha, a las granjas del noroeste; sin embargo, es necesario definir el área y las condiciones de extracción que permita la correcta explotación, sin afectar a las poblaciones naturales ni los intereses socioeconómicos.

En Ecuador ya se han registrado caídas graves en la producción del camarón cultivado por falta de postlarvas (Arredondo, 1990). Los laboratorios productores de postlarvas son la solución real a dicho problema, ya que se pretende desarrollar el cultivo con base en la producción de postlarvas de laboratorio y no en las del medio natural.

En 1991 existían seis laboratorios que produjeron 312 millones de postlarvas. Con la incorporación de siete laboratorios más en 1992 se espera producir alrededor de 1 191 millones (Tabla 5).

En 1991 existían alrededor de 7 800 hectáreas bajo cultivo, por lo que para una siembra de 10 postlarvas por metro cuadrado, independientemente del sistema de cultivo, se requieren 780 millones de postlarvas para un ciclo; como es necesario obtener por lo menos dos ciclos para que el cultivo sea rentable, se necesitan 1 560 millones de postlarvas al año. Con la pro-

Tabla 5
Relación de laboratorios productores de postlarvas de camarón a nivel nacional en 1992

Estado	Nombre del laboratorio	Producción de postlarvas en 1992 (millones)
BCS	Acuacultores de la Península de Baja California	100
Sonora	Génesis	120
	Martha F	20
	Biotec-Antares	35
	El Camarón Dorado	105
	Maricultivos de Sonora	22
	Tecnología Acuícola del Golfo de Cortés	135
Sinaloa	Camaricultores de Sinaloa	180
	Productora de Larvas del Centro de Sinaloa (El Tambor)	100
	La Tarraya	72
	Aquatech	—
Nayarit	Thaimex	280
Jalisco	Barra de Navidad	10
Tamaulipas	La Pesca	12
Total nacional		1 191

ducción estimada para 1992 se cubre el 76% de la demanda de postlarvas; por lo tanto, el restante 24% tendría que ser cubierto con individuos del medio silvestre.

Ahora bien, la producción de postlarvas en laboratorio implica la colecta de reproductores. Debido a que la siembra se realiza cuando los estanques tienen las condiciones adecuadas de temperatura y salinidad. Lo que ocurre durante el verano y parte del otoño es que la extracción de reproductores coincide en gran parte con la época de veda del recurso. Por esto también ha sido reglamentada la captura de reproductores con el objeto de proteger los individuos que participan en las pesquerías comerciales, por lo que es necesario señalar adecuadamente las áreas, periodos y cantidades de ejemplares que podrán colectarse durante la época de veda. Las técnicas de captura y transporte deberán evitar grandes mortalidades y se deberá asegurar un uso óptimo de los reproductores.

La tecnología en México tomó como base los estanques de Las Grullas, pero ésta se ha modificado de acuerdo a condiciones locales. La especie que mejor resultados ha mostrado es el camarón blanco (*P. vannamei*), por lo que incluso en el Golfo de México ha sido introducido exitosamente (Chapa *et al.*, 1990). Sin embargo, existe el riesgo de la alteración de las comunidades locales con efectos imprevisibles. Por otro lado, se han producido ensayos alentadores con especies nativas del litoral del Atlántico, como son el camarón blanco (*P. setiferus*) y el camarón rosado (*P. duorarum*). Sobre este último se han producido postlarvas en laboratorio y se ha obtenido alta sobrevivencia y buen crecimiento en condiciones de cultivo (Pastor, 1992). Lo anterior permitiría un desarrollo con especies nativas de este litoral con lo que se evitaría el traslado de especies del Pacífico al Atlántico y sus posibles complicaciones.

Con las modificaciones a la Ley de Pesca, publicadas en el Reglamento del 21 de julio de 1992, se espera evitar el intermediarismo en la compra-venta de postlarvas, así como que se promueva la inversión del sector privado en el cultivo de camarón. Si realmente se quiere impulsar su cultivo, deberán establecerse condiciones adecuadas del uso de la tierra, agua, servicios y demás insumos que han detenido el desarrollo de la actividad.

El cultivo de camarón en México no ha seguido el desarrollo acelerado que se planteó en el Programa Nacional de Cultivo de Camarón de 1987. Las causas han sido diversas. Sin embargo, el desarrollo ha continuado a un ritmo aceptable y con bases más firmes, ya que se han creado nuevas biotecnias, se ha preparado personal, se han concientizado los productores de los riesgos y necesidades que implica la práctica del cultivo. Es necesario, por lo tanto, un impulso definitivo tanto de autoridades como de los diferentes sectores involucrados en el cultivo para que México pueda alcanzar los niveles de producción, por concepto de cultivo de camarón, que estén más acordes con el potencial que posee.

Bibliografía

ANÓNIMO. 1987. *Programa Nacional de cultivo de camarón*, Proyecto Nacional y Expresión Estatal. Octubre de 1987. 66 p., anexos. (Inédito).

— . 1988. *Camarón de Acuacultura*. Estudio elaborado para el Gobierno de México por Booz-Allen & Hamilton e Infotec. 60 p.

— 1991. Comportamiento del mercado del camarón. *Boletín Ocean Garden Products, Inc.* Año 8 No. 45. 11 p, figuras.

ARREDONDO, F.J.L., 1986. *Análisis preliminar del estado actual del cultivo de camarón en México*. Informes Técnicos de la Dirección General de Acuacultura, Secretaría de Pesca. 18 p. (Inédito).

— 1990. Análisis del cultivo de camarón en México al término de 1989. En: *La Acuicultura en México: de los conceptos a la producción*. Instituto de Biología. UNAM. Pp. 77-104.

CHAPA, A.F., H. CAVAZOS, S. LEAL, C. REYES y J. RABAGO. 1990. Producción de *Penaeus vannamei* en un sistema semi-intensivo, Soto la Marina, Tamaulipas. *IV Congreso Nacional de Acuicultura AMAC-90*. Hermosillo, Sonora. Vol. 2, 11 p.

FUJINAGA, M., 1942. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. *Japan J. Zool.* 10: 305-393.

GARDUÑO-ARGUETA, H., 1976. Primeras repoblaciones de camarón en aguas protegidas del Pacífico Mexicano. En: *Memorias del Simposio sobre biología y dinámica poblacional de camarones*. Guaymas, Son. Pp. 139-153.

— 1982. *Resultados de las prácticas de cultivo de camarón en los estanques de la Ensenada de Los Carros durante 1981*. Dirección General de Acuacultura. 26 p. (Inédito).

— 1990. Abundancia y maduración sexual de hembras de camarón (*Penaeus spp*) en el sur de Sinaloa, México. *IV Congreso Nacional de Acuicultura AMAC-90*. Hermosillo, Sonora. Vol 1, 11 p.

MILLER, M., 1990. Shrimp Aquaculture in México. *Food Research Studies* 22(1): 83-107.

PASTOR, D. M. G., 1992. *Resultados de los experimentos de producción de postlarvas y engorda del camarón rosado (Penaeus duorarum) en Campeche*. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM, 70 p.

RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, M.C., 1988. *Manual técnico para la operación de granjas camaroneras*. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. Secretaría de Pesca. México. 153 p.

RODRÍGUEZ, M. F. y G. J. F. REPRIETO. 1984. *El cultivo del camarón azul Penaeus sylirostris Stimpson*. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, México. 126 p.

SHIGUENO, K., 1975. *Shrimp Culture in Japan*. Association for International Technical Promotion, Tokio, Japón. 153 p.

La comercialización del camarón

Carlos Vidali Carbajal
Ocean Garden Products, Inc., San Diego, EUA

Introducción

Los cambios fundamentales para la producción y comercialización del camarón, realizados en 1992 harán que este año pase a la historia como uno de los más destacados para el sector pesquero mexicano.

La nueva Ley de Pesca y su Reglamento, la finalización de las negociaciones del Tratado de Libre Comercio de América del Norte entre Canadá, los Estados Unidos y México y las medidas de desregulación y apertura comercial, han transformado decisivamente las formas de producción y comercialización del carnarón en México.

En las nuevas disposiciones legales hay varias medidas que afectarán la comercialización del camarón, tanto a nivel interno como internacional. La más destacada es la cancelación de la reserva de la exclusividad que otorga la anterior Ley a las sociedades cooperativas para la pesca y producción de camarón, permitiéndose ahora que cualquier unidad económica concesionada pueda pescar o producir camarón, independientemente de su característica social y estructura organizativa.

Esta modificación en la Ley es la consecuencia directa de una tendencia que se había generado en años recientes para desregular la producción y comercialización del camarón, eliminándose la guía de pesca, autorizándose las asociaciones en participación de armadores con cooperativas para pescar, y permitiéndose la inversión de particulares en la camaronicultura, entre otras.

Por otra parte, en el Tratado de Libre Comercio se incluyó al camarón, cuya importación actualmente requiere de permiso previo con un arancel a la importación de 20%, para que en un plazo de 10 años a partir de la entrada en vigor del Tratado, se reduzca el arancel a cero. Por lo que se refiere a permisos de exportación, éstos se eliminaron el 2 de septiembre de 1992 y los de importación se eliminarán presumiblemente en lo que resta del mismo año, dentro del esquema general de la política arancelaria de avanzar en la eliminación de las barreras no arancelarias.

Es interesante destacar que nuestro principal comprador de camarón, los Estados Unidos, es también uno de los más importantes productores de camarón de captura del mundo y no tiene impuestos de importación ni barreras no arancelarias para su importación. Es un mercado totalmente libre donde el camarón mexicano siempre ha competido muy favorablemente, con la única ventaja que le da su calidad y "marketing" agre-

sivo, a través de la comercializadora mexicana Ocean Garden Products. Inc., que es la empresa más importante de los Estados Unidos de América en este ramo.

Dentro de este panorama de transformación profunda culminarán las medidas del cambio estructural con la privatización de las comercializadoras internacionales de los productos pesqueros de México: Exportadores Asociados, S.A. de C.V. y su filial Ocean Garden Products, Inc., que se han anunciado durante 1992 para realizarse a más tardar el primer trimestre de 1993.

Con todo lo anterior, se observa que el Estado Mexicano pasará de la ingerencia total en el ramo pesquero, puesto que en algún momento intervino en el financiamiento, la captura, la industrialización y la comercialización nacional e internacional, a una posición única y estrictamente normativa de la actividad privada en la pesca.

El mercado mexicano

Nuestro país produce aproximadamente 3% de la producción mundial, con un promedio de 75 mil toneladas anuales de camarón tropical. Se puede ver en los cuadros anexos cuál ha sido la evolución de la producción, de la cual se calcula que el 50% se exporta y el resto se consume en el país, en los principales mercados urbanos y en las zonas turísticas. En México, como en la mayor parte de los países en desarrollo, el camarón es un producto de consumo suntuario. Tradicionalmente se ha exportado en las tallas medianas a grandes y se ha consumido localmente en las tallas medianas a chicas.

Las estadísticas disponibles sobre el mercado nacional del camarón, proporcionadas por la Secretaría de Pesca, nos indican que en 1990 se produjeron aproximadamente 63 mil toneladas de camarón con cabeza, cantidad por debajo del promedio registrado en la última década, que giró alrededor de las 75 mil toneladas (Tabla 1).

El consumo per cápita de camarón en México se estima en aproximadamente 400 gramos al año, lo que contrasta con los 750 gramos de la CEE, los poco más de 1 000 gramos de los EUA y los 2 kg per cápita del Japón. Lo anterior nos indica que el mercado mexicano es muy importante por su capacidad de consumo, aunque es evidente que éste lo realizan los turistas y los estratos de altos ingresos del país.

Es importante señalar que las estadísticas que se producen no son muy confiables porque hay una gran cantidad de pesca artesanal y de autoconsumo en el litoral, que está fuera de los registros estadísticos y que fundamentalmente se comercializa para el consumo regional. Es por esto que podemos afirmar que el mercado interno mexicano tiene un gran potencial de desarrollo sobre el que se deben fundamentar los proyectos de expansión de la producción camaronera mexicana, complementándolos con la exportación.

El mercado camaronero mexicano, como muchas otras áreas de la economía mexicana, ha estado aislado de los efectos de los precios internacionales y siempre ha sido abastecido por camarón nacional. El camarón ha estado protegido con permisos de importación y tarifas arancelarias que han impedido el acceso del producto de otros países a nuestro mercado.

Por otra parte, también ha existido un sistema de control a la exportación que permitió organizar ordenadamente la comercialización en el exterior, lográndose una economía camaronera muy renta-

Tabla 1

Captura de camarón en peso vivo, por principales entidades federativas, en el periodo 1979-1989 (toneladas)

Año	Total	Entidades							
		Son.	Sin.	Oax.	Chis.	Tamps.	Ver.	Camp.	Otras
1979	73 898	13 671	24 252	4 613	1 581	8 758	2 625	14 040	4 358
1980	77 458	16 800	22 944	5 494	1 546	7 432	2 927	13 887	6 348
1981	72 010	14 177	16 536	5 872	2 208	9 588	3 306	13 668	6 655
1982	78 657	15 053	28 318	5 734	1 495	6 307	2 441	12 045	7.264
1983	76 895	15 605	25 303	5 771	1 803	7 390	2 562	10 890	7 571
1984	76 114	12 001	25 962	6 862	2 984	8 731	2 779	12 170	4 625
1985	74 599	14 579	23 369	4 650	3 275	7 575	2 012	13 706	5 433
1986	73 215	18 319	21 587	3 649	2 806	7 579	1 744	12 815	4 716
1987	83 882	18 358	30 575	2 804	3 650	7 816	1 891	11 637	7 151
1988	73 200	15 656	24 433	2 852	4 193	8 809	1 788	10 836	4 633
1989	74 804	16 554	24 129	2 947	3 910	9 636	1 645	10 880	5 103
1990*	62 747								

FUENTE: *Anuario de Pesca 1989.* * Cifras de la Secretaría de Pesca.

ble para los productores y para la generación de divisas del país, aunque con los vicios que se derivan de una actividad sobreregulada y un mercado protegido, en el que los precios se fijan gracias a una oferta limitada del producto ante una demanda creciente del mismo, lo cual ha hecho que, en muchas ocasiones, los precios del mercado interno del camarón sean superiores que los que se pagan en el mercado internacional.

Esto ha sido una realidad especialmente en las tallas de medianas a chicas, que son las que le quedan al consumidor mexicano. Las tallas grandes son más apreciadas por el consumidor norteamericano, que siempre ha pagado mejores precios.

Como se mencionó anteriormente, el mercado del camarón en México es de consumo elitista debido a las características del producto y los precios que ha alcanzado. La comercialización dentro del país se canaliza fundamentalmente de las zonas de producción a los acopiadores en los centros de distribución, los cuales se localizan en su mayoría en la capital de la República, de donde paradójicamente se vuelve a redistribuir el producto a los centros de consumo que, en algunos casos, están en el mismo litoral originario del producto.

La carencia de una red de frío bien estructurada dificulta la comercialización interna, propiciando el acaparamiento y la especulación, además de problemas con la calidad y la preservación del camarón.

Los precios del producto en el mercado nacional fluctúan de acuerdo con las épocas de veda

que hay en el Pacífico o la veda natural que se da en el Golfo, en la temporada de tormentas y huracanes, o bien las épocas de cuaresma y de fiestas de fin de año que es cuando los precios alcanzan niveles muy remunerativos.

Un dato que destaca del análisis de los precios al consumidor de camarón en diversos lugares de la República Mexicana, sustentan la aseveración de que en muchas plazas del litoral el camarón es más caro que en el interior de México.

En la tabla 2 podemos observar que Ciudad Juárez, San Luis Potosí y Culiacán estaban por debajo de los $10 000 pesos kg y que sólo Culiacán está cerca de una zona productora. Veracruz y Tapachula, que son zonas productoras, tienen precios semejantes y/o superiores a la Ciudad de México.

Tabla 2
Índice de precios promedio del camarón al consumidor, por principales ciudades, 1989 (base 1980 = 100)

Ciudad	Pesos
Culiacán	9 276.4
Guadalajara	13 385.2
Acapulco	10 585.7
Tapachula	15 246.4
Veracruz	12 195.4
Ciudad Juárez	9 996.1
Torreón	20 343.1
Ciudad de México	12 290.0
León	16 133.7
Toluca	11 291.1
Monterrey	14 250.4
Puebla	11 905.8
San Luis Potosí	9 500.3

FUENTE: Banco de México.

La centralización del esquema comercial del camarón produce enormes ganancias a los intermediarios, aunado al aislamiento del mercado mexicano del resto del mundo. Esto ha sido evidente en los últimos años, cuando se ha incrementado la producción de acuacultura en diversos países de América Latina y Asia, lo que ha hecho que el precio mundial del camarón se reduzca, situación por la cual el mercado mexicano ha estado aislado debido a la protección imperante. Es muy probable que en el momento en que se abra la frontera al camarón de importación, los precios en el mercado nacional se reduzcan y entonces se ampliará el consumo de camarón, ya sea el de producción nacional o de importación, dado que en general es un producto muy apreciado en la gastronomía mexicana.

Las presentaciones son generalmente en refrigerado con cáscara, cocido y en las tradicionales marquetas que se utilizan para la exportación. El mercado nacional se ha orientado menos por presentaciones de camarón cocido o pelado como en otras partes del mundo y, de acuerdo a datos del último *Anuario Estadístico de Pesca 1989* disponible, los precios al mayoreo y menudeo del camarón según su presentación y especie señalan que el camarón cocido y crudo se vendió en $29 500 y $30 000 pesos por kg, respectivamente, al mayoreo, lo que indica una mínima diferencia de precio y ninguna preferencia por presentación. Al menudeo el camarón cocido se vendió a $33 057 pesos y el crudo a $42 737 por kg, lo que nos señala la preferencia del consumidor por el producto fresco y la validez de un axioma en la industria pesquera que indica que la adición de valor (en este caso la cocción del camarón) es más bien de costo y no necesariamente incrementa el precio final de venta. La tendencia mundial es a consumir los productos pesqueros lo más frescos que se pueda. Vivos si se tiene el dinero

para pagar la logística de los empaques y transportes.

También es necesario señalar que muchas veces se cocina el camarón defectuoso, por lo que se pela y desvena y se puede vender entonces con menor margen de ganancia que el fresco, que debe presentarse al consumidor de manera impecable. Una buena cantidad del camarón chico y de tercera se seca y sirve para preparar algunos guisados específicos como los romeritos, el caldo de camarón, etcétera.

Panorama mundial

Se ha estimado que el consumo mundial de camarón gira actualmente alrededor de los 2.75 millones de toneladas y que para el final del milenio dicho consumo se acercará a los 3.6 millones de toneladas. El consumo ha venido aumentando entre un 3% y 4% desde 1970 hasta 1990 y se considera que esta tasa de crecimiento anual se mantendrá durante los próximos años. En la actualidad, aproximadamente un 27% de este consumo lo abastece la camaronicultura, proporción que irá aumentando con el transcurso de los años para cubrir los incrementos de la demanda, dado que las capturas a través de la pesca tradicional se han estancado y en algunos casos van a la baja.

De acuerdo a las estadísticas de la FAO, alrededor de 103 países producen camarón. Aproximadamente el 90% del abasto mundial es de camarón tropical y 9 de los 15 principales productores son asiáticos. Los principales mercados para el camarón tropical y de agua fría son los Estados Unidos, la Comunidad Económica Europea y Japón, donde es considerado como un producto suntuario y donde su consumo es más frecuente. Las importaciones totales de camarón de estas tres zonas económicas fue de más de 900 mil toneladas en 1991 (Tabla 3).

Tabla 3
Consumo mundial de camarón, 1970-1990
(miles de toneladas, con cabeza)

Año	Japón	EUA	Otros	Total
1970	148	294	644	1 086
1975	261	306	744	1 311
1980	304	320	1 041	1 665
1981	290	328	1 019	1 637
1982	308	340	1 066	1 714
1983	316	387	1 088	1 791
1984	338	435	1 092	1 865
1985	353	463	1 164	1 980
1986	398	519	1 084	2 001
1987	425	561	1 052	*2 038
1988	462	570	1 068	**2 100
1989	596	579	1 467	***2 642
1990	610	563	1 537	***2 710
Tasa promedio de crecimiento anual				
1970-1988	6.53	3.75	2.85	3.73
1980-1988	5.37	7.48	0.32	2.94

* FAO, estimado preliminar.

** Acuatic Farms, Ltd., estimado.

*** OGP, estimado.

FUENTE: US National Marine Fisheries Services para consumo en Japón y los Estados Unidos (los datos de Estados Unidos se convirtieron al equivalente de camarón con cabeza); el consumo total de la FAO se estimó de la producción mundial de camarón de 1970 a 1987. El consumo de otros países se estimó de la diferencia entre las cifras de la producción total de la FAO y el consumo estimado de Japón y los Estados Unidos.

En la medida en que ha ascendido la producción del camarón de acuacultura, los precios mundiales del producto han tendido a la baja. La mayor oferta, que ha superado la creciente demanda, ha generado un efecto global a la baja en los precios reales del camarón, ampliándose con esto la base de consumidores. Si bien sigue siendo caro, el camarón es un producto que cada vez más se encuentra en supermercados y en varias presentaciones más afines al consumidor final. Ha dejado de ser un producto de consumo exclusivo de restaurantes para ingresar con dinamismo a la cocina doméstica de los países desarrollados.

Principales mercados

Estados Unidos

Una proporción importante de la disponibilidad de camarón en los Estados Unidos proviene de su producción doméstica, que en 1991 fue de 85 mil toneladas, 27% de su consumo total de 316.4 toneladas métricas (Tabla 4).

Tabla 4
Producción norteamericana de camarón, 1986-1991
(miles de toneladas)

	(estimado)					
	1991	1990	1989	1988	1987	1986
Ene-Dic	85.0	98.8	97.2	92.4	102.2	112.8

FUENTE: Departamento de Comercio de los Estados Unidos, Oficina de Censos. (LMR, enero, 1992).

Las importaciones de camarón en los años setenta aumentaron a un ritmo anual del 4%. En la década de los ochenta el crecimiento promedio anual se disparó al 12% hasta 1988, cuando esta tendencia se detuvo. Las importaciones volvieron a activarse en 1991, al registrarse un incremento del 7.1% en relación a 1988.

Entre las principales razones del crecimiento en las importaciones se encuentra un mayor consumo que no ha sido satisfecho por la producción doméstica; un mayor ingreso disponible; la acelerada expansión del camarón cultivado, especialmente el blanco de China (*Penaeus chinensis*) y el de Ecuador (*Penaeus vannamei*) que es el favorito de los consumidores norteamericanos así como la disminución de los precios en los últimos tres años (Fig. 1).

Los principales proveedores de este mercado son: Ecuador, Tailandia y China, quienes en 1991 aportaron el 53% del total de las importaciones. En 1990, China proveyó el 20% de las importaciones totales; en 1991 sus exportaciones descendieron 38.9% en relación al año anterior y Ecuador se situó en primer lugar con 48.9 miles de toneladas, un incremento del 27.7% en relación a 1990. Tailandia por su parte aumentó su participación en 20.2 miles de toneladas, 79.8% en comparación con 1990 (Tabla 5).

En 1991, del total de las importaciones de camarón el 58% fue sin cabeza; en este mercado la participación del camarón con cabeza es insignificante; 36.8% fue pelado y el resto enlatado, cocido o empanizado.

Estados Unidos consume entre el 25% y 30% de la oferta mundial de camarón, por lo que se sitúa como el segundo mercado en importancia. Después del periodo de estancamiento experimentado a partir de 1987, en 1991 el consumo y las importaciones alcanzaron las cifras más altas de la historia con 316.4 y 244.7 miles de toneladas, respectivamente.

Tabla 5
Importaciones norteamericanas de camarón
enero - diciembre
(miles de toneladas)

Origen	1991	1990	1989	1988	1987
Ecuador	48.9	38.3	36.8	47.2	46.0
Tailandia	45.5	25.3	22.0	10.7	10.9
China	35.1	57.4	46.7	47.3	19.2
India	17.5	14.2	13.0	14.6	12.9
México	16.6	16.8	27.4	28.8	39.1
Indonesia	11.6	8.6	6.1	2.0	1.7
Filipinas	6.4	4.7	6.4	3.5	2.5
Panamá	5.9	5.3	7.8	6.7	7.5
Honduras	5.9	4.2	3.5	4.1	3.6
Otros	51.3	52.5	58.4	63.4	73.6
Total	244.7	227.3	228.1	228.3	217.0

FUENTE: Departamento de Comercio de los Estados Unidos, Oficina de Censos. (LMR, febrero, 1992).

México ha participado en el mercado camaronero de los Estados Unidos de forma destacada, siendo el principal destino de la producción camaronera de exportación nacional.

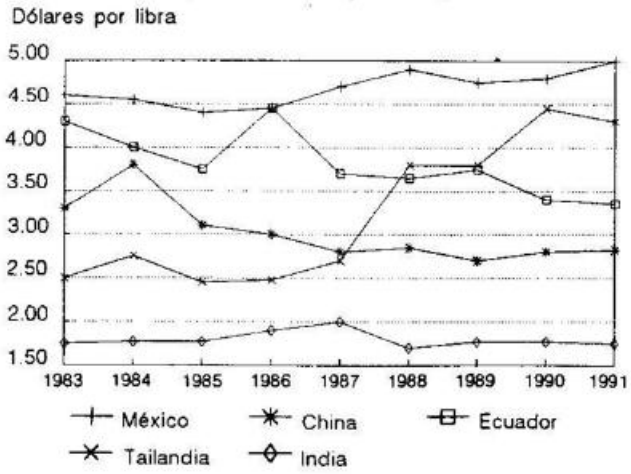
Con la mayor participación del camarón de acuacultura, y a pesar de que México ha perdido posición como país exportador en cuanto a volumen, su posición en función al valor del producto continúa siendo favorable en comparación a los demás países que acuden a este mercado, gracias a su atinado esquema de comercialización.

En los Estados Unidos, tanto a nivel institucional como de menudeo, existen actualmente condiciones para la ampliación de la demanda, que fundamentalmente podrá ser satisfecha a través de mayores importaciones, dado que los Estados Unidos no tienen una ubicación geográfica adecuada para el desarrollo de una camaronicultura importante.

Destaca históricamente la participación de México y la de Ocean Garden Products, Inc., como la principal comercializadora de camarón mexicano en el mercado de los Estados Unidos, como se muestra en la tabla 6.

Como se observa, en volumen México ha perdido posición de mercado por dos factores decisivos: mayor abasto de los países competidores y menores exportaciones. Por otra parte, la figura 1 muestra que los precios promedio del camarón mexicano (*Penaeus vannamei, Penaeus aztecus*, etc.) se han mantenido por encima de la competencia, gracias al esquema de comercialización a través de Ocean Garden Products, Inc., cuya participación relativa dentro de la exportación total de camarón mexicano ha aumentado.

Figura 1
Valor promedio por libra de camarón por país
(todas las tallas y colores)



FUENTE: Departamento de Comercio de los Estados Unidos.

Tabla 6
Importaciones de camarón mexicano a los Estados Unidos (1977-1992**)
(miles de toneladas)

Año	Total disponible	Producción doméstica*	Import. de EUA	Import. mexicanas	% Part. en el mercado	Recep. de OGP	Porcentaje	Consumo en EUA
1977	405.5	177.5	228.0	76.3	33.5	30.7	13.47	392.2
1978	365.6	167.4	198.2	72.5	36.6	25.9	13.07	395.2
1979	371.8	147.3	224.5	71.9	32.0	28.7	12.79	349.1
1980	376.5	157.1	219.4	34.7	34.7	34.8	15.87	380.9
1981	404.9	182.1	222.8	70.9	31.8	33.1	14.86	417.7
1982	423.0	149.1	273.9	80.2	29.3	51.3	18.73	430.3
1983	484.5	143.1	341.4	84.6	24.8	49.6	14.53	471.4
1984	516.5	174.0	342.5	81.7	23.9	49.6	14.49	525.2
1985	548.3	188.4	359.9	67.5	18.8	43.4	12.06	548.7
1986	600.3	200.2	400.1	74.4	18.6	41.2	10.30	601.9
1987	642.1	163.8	478.3	86.1	18.0	49.0	10.25	649.5
1988	646.2	142.3	503.9	63.6	12.6	37.0	7.35	670.2
1989	649.0	146.0	503.0	60.4	12.0	38.9	7.74	669.6
1990	661.8	160.6	501.2	37.0	7.4	23.4	4.34	676.6
1991	678.9	139.3	539.6	36.7	6.8	24.9	4.62	697.6
1992**	309.5	43.9	265.6	8.3	3.1	3.3	1.25	321.8

* Menos los desembarques de camarón de los Estados Unidos del Pacífico y el noreste del Atlántico.

** Enero a junio.

FUENTE: Departamento de Comercio de los Estados Unidos, LMR Shrimp Market Report e información interna de OGP.

El mercado de productos pesqueros se ha convertido en un mercado global y Ocean Garden es una empresa que al participar en el mercado más importante del mundo tiene una presencia mundial por el prestigio que ha desarrollado en 35 años de trabajo. Ocean Garden es conocida internacionalmente y se reconoce su preponderancia en el mercado de los Estados Unidos. Esto es un activo que tiene México para comercializar sus productos pesqueros en el mundo. Al manejar más del 60% de las exportaciones mexicanas, Ocean Garden siempre ha cumplido su objetivo de lograr los mejores precios y la mejor imagen para los productos de México.

La marca Ocean Garden se registró hace 50 años y desde entonces es sinónimo de calidad de los productos pesqueros mexicanos distribuidos en los Estados Unidos. Este prestigioso antecedente dio el nombre a la empresa Ocean Garden Products, constituida en San Diego, California, el 8 de mayo de 1957.

Sus antecedentes datan de la creación, en 1940, de la compañía de Productos Marinos de Guaymas, la primera planta congeladora de camarón en México, para cuya comercialización se estableció en San Diego, el mismo año, la empresa Marine Products. Diecisiete años después, los fundadores de Ocean Garden provendrían de estas empresas pioneras. Su creación era una respuesta al reto que significaba el incremento de la demanda del mercado norteamericano y el dinamismo de la producción pesquera mexicana.

OGP es una empresa conformada según las leyes de California, porque así ha convenido a los intereses de México a fin de comercializar de manera más eficiente los productos pesqueros que se exportan. El hecho de que tenga oficinas de ventas en ubicaciones estratégicas de los Estados Unidos ha permitido acercarse al consumidor final, con lo cual se ha logrado un importante servicio al productor mexicano, evitando costosas intermediaciones.

La participación permanente que tiene Ocean Garden en las ferias y exposiciones que se realizan en los Estados Unidos la exponen al análisis y a la supervisión mundial, y por esto en numerosas ocasiones empresas no mexicanas que quieren comercializar sus productos en los Estados Unidos se acercan a Ocean Garden para utilizar su red de distribución y su capacidad mercadológica.

En México se ha retrasado la camaronicultura y se limita en la actualidad a 5 ó 6 mil hectáreas de engorda de camarón silvestre por lo cual, ante el estancamiento de la captura del camarón, tanto en bahías como en alta mar, se han reducido las exportaciones. A esto se adicionan los mejores precios en el mercado interno que han desviado mucho producto de la exportación.

El acelerado crecimiento de las importaciones de camarón de acuacultura que se inició en los Estados Unidos a mediados de los ochenta, ocasionó en 1989 una crisis en el mercado, ya que el ingreso del producto se hizo en forma desordenada, provocando el abatimiento general de precios y creando enormes problemas para los comercializadores de camarón en los Estados Unidos.

Consecuentemente, se originaron cambios en la posición del mercado y un sinnúmero de quiebras que sacaron de circulación a empresas medianas y pequeñas que no tuvieron la organización y fortaleza financiera para enfrentar la crisis.

Los años noventa serán una época donde disminuirá el número de compradores y aumentará el de vendedores. Fusiones, adquisiciones y coinversiones de empresas señalan ya que habrá menos compradores con mayor fuerza de compra. Esto significa que un reducido número de grandes compradores tendrán mayor influencia sobre un número creciente de vendedores. México puede estar muy bien pertrechado si se mantiene a Ocean Garden como la gran comercializadora de productos pesqueros mexicanos en los Estados Unidos.

Japón

El mercado japonés ha tenido una gran dinámica de crecimiento durante los últimos 20 años. Su consumo en este lapso se incrementó más de cuatro veces, de 148 mil toneladas en 1970, a 610 mil en 1990.

Japón es un importador neto de camarón. En 1990 el 66% del consumo total provino de las importaciones de países asiáticos principalmente, debido no sólo a los bajos costos del flete por la proximidad geográfica, sino también al incremento de la producción de las especies de acuacultura.

Por su importancia, el mercado japonés tiene un gran impacto en la disponibilidad del producto en el resto del mundo, en especial en la cuenca del Pacífico, y consecuentemente en la fluctuación de los precios. Cuando la economía japonesa y su posición cambiaria se fortalecen, adquiere grandes volúmenes sobre todo de tigre negro (*Penaeus monodon*); cuando ésta se debilita, las importaciones disminuyen y el abasto se desvía a otros mercados, distorsionando sustancialmente la relación oferta-demanda-precios, tal y como ocurrió durante 1988 y 1989, debido a la agonía, deceso y luto del Emperador Hiroito que redujo el consumo de los respetuosos y tradicionalistas japoneses. Asimismo se observó un rechazo al camarón de Tailandia por los residuos de antibióticos que se encontraron en ciertos contenedores.

En estadísticas recientes se estima que 45% del camarón importado es de acuacultura y que de éste, el tigre negro participa con el 73%, representando el 33% de las importaciones totales de este mercado. Esto significa que de cada tres camarones importados al Japón uno es tigre negro.

En lo que se refiere a la presentación, el 70% aproximadamente es camarón sin cabeza, 25% es pelado sin desvenar (PUD) y el 5% con cabeza.

México ha atendido este mercado principalmente a través de Exportadores Asociados, S.A. de C.V. La demanda japonesa de camarón mexicano se centra en el camarón café del Pacífico (*Penaeus californiensis*), en tallas medianas (31/40 y 41/50), que cuentan con una gran aceptación entre los consumidores por su calidad y la particularidad de no tener ninguna presencia de colesterol.

La participación de México ha sido marginal y decreciente, como se puede apreciar en la tabla 7, dado que en la medida que las importaciones de camarón han aumentado en Japón, la participación de México ha bajado en volumen absoluto en el transcurso de los años. El mercado japonés ofrece un gran potencial para producto seleccionado de primera calidad, aunque es un mercado difícil para mayores volúmenes por la cercanía de los competidores chinos y del sureste de Asia.

Mercado europeo

Este conglomerado de naciones, consideradas engañosamente como una sola unidad comercial, tiene una serie de diferencias regionales en cuanto a preferencias que dificultan la generalización de los patrones de consumo.

Debido a lo anterior, el mercado puede dividirse en dos grandes zonas: los países del Mediterráneo y los de la zona noroeste. Los primeros prefieren las especies de agua tropical, en tallas grandes de camarón entero, crudo, con cáscara y con o sin cabeza. El camarón de agua fría no tiene relevancia en el consumo de esta zona.

En el norte, por razones geográficas, las especies de agua fría son las preferidas. No obstante, existen marcadas diferencias entre los países de esta zona. En Alemania, los Países Bajos y Bélgica, el camarón café originario de esta región es el más solicitado.

Las importaciones netas a la CEE (importaciones menos exportaciones), se incrementaron en más de 50% de 1981 a 1988. De acuerdo a información de la FAO, el consumo se ha duplicado en los últimos cinco años. El consumo per cápita ascendió a 0.75 kg por cabeza en 1988 (Tabla 8).

De 1981 a 1988 el crecimiento anual de las importaciones de camarón a Europa ha sido de

Tabla 7
Importaciones japonesas de camarón, 1984-1991
(miles de toneladas)

Origen	1991	1990	1989	1988	1987	1986	1985	1984
Indonesia	53.8	53.2	50.0	38.6	30.8	27.7	24.4	24.1
Tailandia	47.2	42.5	38.9	22.0	11.6	8.9	7.4	6.7
India	35.8	35.7	29.7	32.0	36.5	36.7	36.2	38.5
China	35.4	43.0	37.2	38.1	27.9	18.7	10.6	10.3
Filipinas	22.4	18.4	18.4	18.6	11.8	8.4	6.0	5.1
Vietnam	18.6	24.7	15.9	16.8	11.6	9.3	7.0	5.1
Groenlandia	14.0	13.3	16.2	14.0	12.9	9.5	6.2	2.6
Taiwan	8.5	10.5	8.9	20.6	49.2	37.8	21.8	16.5
Australia	8.1	6.6	8.6	9.3	9.9	9.4	10.5	10.2
Bangladesh	3.6	4.5	4.8	6.0	6.0	7.3	7.4	5.9
México	2.0	2.9	3.2	3.7	2.8	3.9	4.3	4.8
Otros	35.1	28.1	31.5	38.3	34.7	35.1	41.1	39.1
Total	284.5	283.4	263.3	258.0	245.7	212.7	182.9	168.9

FUENTE: *Asia-Wide Shrimp Agro-Industry Sector Study* por Acuatic Farms, Ltd. 1989 *LMR Shrimp Market Report.*

Tabla 8
Oferta aparente de camarón a la CEE
(miles de toneladas)

	1981	1983	1986	1988*	1990**
Producción	59.1	65.4	78.3	86.6	96.1
Importaciones	132.2	155.8	209.5	271.3	351.1
Exportaciones	60.9	72.6	104.9	111.8	119.5
Oferta aparente	130.4	148.6	182.9	246.1	327.7
Oferta per cápita (kg)	0.4	0.46	0.57	0.75	
% neto de imp. en la oferta total	55.0	56.0	57.0	65.0	71.0

* Preliminar; ** Estimado.
FUENTE: *Globefish* e información enviada por la FAO.

11%. En 1988 de la oferta total de camarón, el 43% se clasificó como camarón tropical y el 45% fue de agua fría. El futuro del camarón de agua fría es cuestionable ya que los esfuerzos de captura han llegado a su límite y el recurso está protegido. La presencia del camarón tropical en el mercado europeo seguramente se incrementará en el futuro cercano.

Actualmente, Groenlandia es el principal abastecedor de la Comunidad con 55 mil toneladas anuales aproximadamente, de las cuales 25 mil son consumidas en Europa y el resto reexportado a otros países, a través de Dinamarca (Tabla 9).

La presencia del camarón de acuacultura en la CEE ha crecido significativamente, aun cuando no en la proporción y volumen que en los Estados

Tabla 9
Principales proveedores de camarón a la Comunidad Económica Europea
(miles de toneladas)

Origen	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981
Groenlandia	38.0	36.6	42.3	43.1	34.2	30.3	26.4	22.9	22.1
Tailandia	13.9	15.3	11.1	12.0	9.3	9.3	9.0	9.6	5.6
Islandia	8.0	8.8	9.0	8.2	6.6	5.9	4.4	0.4	2.0
Argentina	11.7	8.7	2.0	9.9	10.0	10.6	8.2	6.0	1.8
Islas Faeroe	14.2	11.7	8.9	7.5	12.5	9.0	7.8	7.8	7.1
Noruega	10.9	5.4	4.8	7.4	13.3	11.1	10.2	8.0	6.4
India	10.7	8.6	7.9	7.4	6.6	7.1	6.4	5.7	4.4
Bangladesh	7.7	7.6	6.3	7.1	4.5	3.3	3.9	4.3	2.1
Senegal	7.0	8.3	7.1	6.6	4.1	4.1	3.4	5.3	3.6
Cuba	3.4	3.4	3.6	3.8	1.0	0.8	2.1	2.0	1.8
Australia	3.4	2.4	3.2	2.9	0.2	0.1	0.7	0.4	0.2
				Camarón de acuacultura					
China	9.2	4.5	3.5	2.8	0.8	0.9	0.6	1.6	2.5
Taiwan	0.0	0.0	0.7	0.8	0.2	0.1	0.5	1.2	0.8
Ecuador	9.2	4.6	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Indonesia	6.5	5.4	4.4	2.4	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5

FUENTE: *Eurostat* e información enviada por la FAO.

Unidos y Japón. En 1981 la Comunidad importó 3 mil toneladas de este camarón, mientras que en 1989 el volumen ascendió a 24.9 miles de toneladas.

Los principales países importadores y consumidores de camarón tropical son: España, Italia, Inglaterra y Francia. La mayor parte del producto se consume con cabeza, aunque las tendencias recientes en Italia y España señalan un mayor consumo de producto descabezado, posiblemente derivado de la gran afluencia de turistas del norte de Europa, así como una cantidad menor de camarón cocido y pelado que se importa de países asiáticos.

En cuanto a precios, el mercado europeo mantiene una mayor estabilidad que los mercados japonés y de los EUA, con fluctuaciones menos relacionadas con la estacionalidad de los consumos y la volatilidad de los mercados. Dado que las estadísticas y la información están fraccionadas, sólo es posible asumir que los precios promedio anuales que reciben los exportadores son semejantes a los que giran en una comparación anual con Japón y los EUA, aunque en ocasiones parezcan más bajos en el mercado *spot*.

La participación de México en el mercado europeo es muy reducida en la actualidad, habiendo sido errática y esporádica en el pasado. Sin em-

bargo tiene un gran potencial, especialmente cuando se desarrolle la camaronicultura mexicana con mayor amplitud y pueda satisfacer las necesidades europeas en términos de presentación y empaque.

Conclusiones

De los comentarios vertidos podemos extraer una serie de conclusiones, que estimamos de relevancia para el futuro de la comercialización del camarón de México.

Ante el cambio profundo de la actividad camaronera mexicana, agobiada por enormes problemas financieros, y con las recientes disposiciones para reducir la flota, tanto de alta mar como de ribera, con el objeto de racionalizar la captura y hacer más productivo el esfuerzo por embarcación activa, el negocio camaronero deberá adaptarse a un mercado más abierto, más competitivo, con menos protección, ningún paternalismo oficial, escasa reglamentación, créditos rígidos y una serie de condiciones normales a cualquier otra actividad económica.

En estos tiempos de cambio y de ajuste económico, sólo sobrevivirán los más aptos, los mejor organizados, los mejor administrados, los que tengan la mejor tecnología, los que sepan vender mejor y que tengan una visión de largo plazo, tanto en la producción como en la comercialización.

La producción mexicana de camarón deberá continuar creciendo, recuperándose de las pésimas temporadas 90/91 y 91/92, centrándose en una rápida expansión del camarón de cultivo y en la reordenación de la captura en bahías y alta mar para buscar el incremento de la producción y la rentabilidad por unidad de pesca.

La demanda global en la próxima década dependerá de factores como: aumento de ingreso disponible, precios del camarón, precios de las carnes rojas, pescado, pollo y otros sustitutos del camarón y, por supuesto, las preferencias y gustos del consumidor tamizados por el deseo de una dieta saludable y balanceada.

México tiene un gran mercado interno para el camarón. En la medida que el ingreso disponible de la población se recupere, se incrementará el consumo; pero también tiene que mejorarse mucho el sistema de acopio y distribución que encarece el producto por las deficiencias en la red de frío y la exagerada intermediación y especulación que existe actualmente. Es muy probable que con la eliminación de los permisos de importación y la reducción de los aranceles se desatará una mayor competencia en el mercado nacional que ubicará obligadamente a toda la actividad camaronera mexicana dentro del mercado mundial.

Para enfrentar este reto a mediano plazo, México tiene que mejorar sus sistemas productivos en la captura y desarrollar decididamente la camaronicultura, a través de laboratorios y granjas semi-intensivas y extensivas que generen el volumen necesario que abastezca el incipiente mercado interno, así como recuperar e incrementar la posición de mercado en los Estados Unidos y atacar otros mercados como el japonés y el europeo con presentaciones y tallas específicas.

En la actualidad, la competencia por los mercados internacionales es fundamentalmente una competencia entre países. México cuenta con una infraestructura que es públicamente envidiada por otros países productores, por lo que sería sensato que se siga aprovechando esta ventaja.

A pesar de que México ha perdido posición como país exportador en cuanto a volumen, su posición en función al valor del producto continúa siendo favorable, en comparación a los demás países que acuden a este mercado, gracias a su atinado esquema de comercialización.

En los Estados Unidos, tanto a nivel institucional como de menudeo, existen actualmente condiciones para la ampliación de la demanda, misma que sólo podrá ser satisfecha a través de mayores importaciones.

Sería un error que México cambiara sus prácticas comerciales, incrementando el número de vendedores de productos pesqueros mexicanos. A la fecha, Ocean Garden es individualmente la operación más importante que tiene el país en los Estados Unidos, lo cual le ha significado importantes ventajas.

Ha obtenido históricamente los mejores precios para el camarón mexicano, en comparación con otros países y otros exportadores mexicanos, debido a que consolida la oferta de poco más del 60% de las exportaciones del producto, lo que le ha permitido mantener una considerable fuerza ante los compradores y la mayor retribución posible a los pescadores mexicanos.

Su solidez financiera y el responsable manejo de sus inventarios le han permitido obtener recursos externos para financiar la exportación camaronera mexicana. Sus marcas están ampliamente acreditadas y están ligadas indisolublemente al camarón de México.

Ante todos los cambios institucionales, el productor y el comercializador mexicano de camarón deberán prepararse para poner en práctica severos controles de calidad y hacer los ajustes necesarios para cumplir con las exigencias que impondrán los mercados de Estados Unidos, Europa y Japón, y diversificar las presentaciones, los orígenes y destinos del camarón. En una economía camaronera abierta se podrá comercializar cualquier camarón a precios equiparables a los internacionales.

Lo que tendremos que tener presente es que el camarón mexicano ha sido siempre el más apreciado en el mercado internacional. Por eso, no debemos de perder esa ventaja comparativa lograda durante muchos años de trabajo, sino al contrario: tenemos que recuperar nuestra posición de mercado a través de una mayor producción y una comercialización efectiva.

Bibliografía

ANÓNIMO. 1990. Estadísticas de Pesca. Capturas y desembarques. *Anuario FAO.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Vol. 67.

ANÓNIMO. 1991. *Anuario Estadístico de Pesca 1989.* Dirección General de Informática y Registros Pesqueros. Secretaría de Pesca. México, D.F.

ANÓNIMO. 1991. World Shrimp Farming 1991. *Aquaculture Digest.* San Diego, California.

ANÓNIMO. 1992. Ley de Pesca, *Diario Oficial de la Federación.*

ANÓNIMO. 1992. Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones del reglamento interior de la Secretaría de Pesca. *Diario Oficial de la Federación.*

ANÓNIMO. 1992. *Description of the proposed NAFTA prepard by the govermments of Canada, The United Mexican States and the United States of America.*

ANÓNIMO. 1992. *Infopesca Noticias Comerciales.* Panamá, Rep. de Panamá.

ANÓNIMO. 1992. *Fisheries statistics division.* U.S. Natio nal Marine Fisheries Services. United States Impor ts

EDUARDO A. LOAYZA y LUCIAN M. SPRAGUE. 1992. *A strategy for fisheries development.* The world bank discussion papers series. No. 135. Washington, D.C.

FRANCIS T. CHRISTY JR., DAVID JAMES, *et al.*, 1992. *Fisheries and aquaculture research capabilities and needs in Asia: Studies of India, Thailand, Malaysia, Indonesia, the Philippines, and the Asian region.* The World Bnak/UNDP/CEC/FAO. Fisheries Series. No. 147. Washington, D.C.

GABRIEL RODRÍGUEZ MARQUÉS y SJEF VAN EYS. 1992. *Calidad y mercadeo de camarones de estanques.* INFOPESCA. Panamá, Rep. de Panamá.

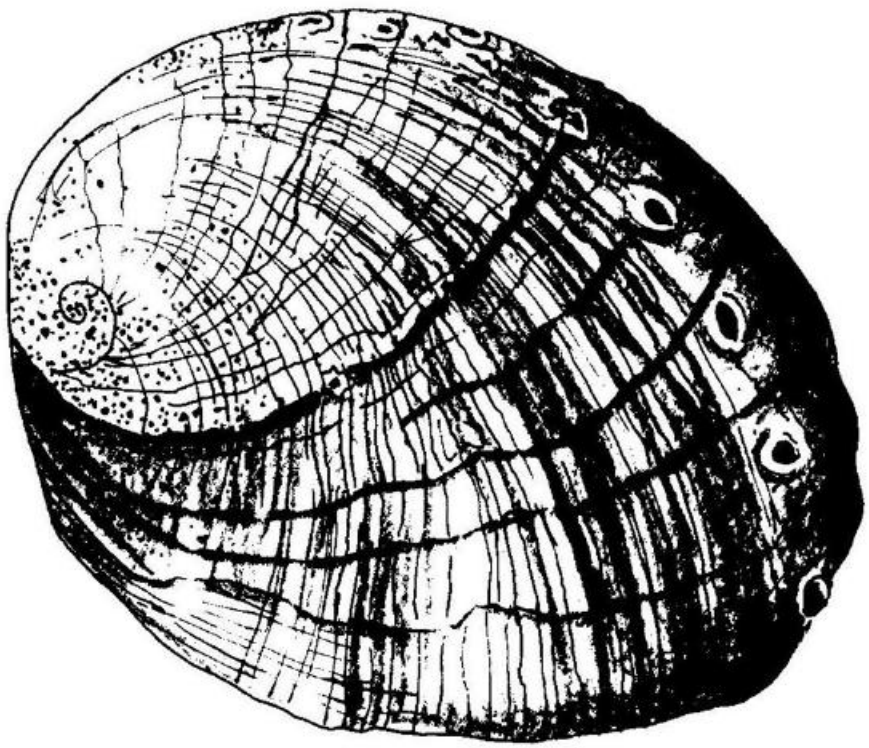
GLORIA HERNÁNDEZ FUJIGAKI. 1991. *Historia de Ocean Garden products. La marca que forjó una empresa 1957-1991.* San Diego, California.

HELGA JOSUPEIT. 1989. *The european shrimp market. Coldwater versus warmwater.* Globefish Research Programme. Vol. 3. Eurostat. Estadísticas.

LMR FISHERIES RESEARCH, LMR Shrimp market report. Inc. Vol. 21. No. 1, 2 y 8. San Diego, California.

P. EDWARDS, E.A. HUISMAN, *et al.*, 1992. *Tropical aquaculture development: Research needs.* The World Bank/UNDP/CEE/FAO. Fisheries Series. No. 151. Washington, D.C.

Abulón



La pesquería del abulón

Martín Ortiz Quintanilla
Gilberto León Carballo
CRIP-Ensenada, INP

Introducción

La pesquería de abulón, considerada como de las más antiguas del país, representa una de las actividades más importantes que se desarrollan en la costa occidental de la Península de Baja California, debido a su alto valor comercial a nivel internacional, lo cual proporciona bienestar socioeconómico a las comunidades pesqueras establecidas en la zona, así como divisas para el país. Durante más de cuatro décadas su explotación estuvo reservada en exclusiva a Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera. Recientemente, a partir de la nueva *Ley de Pesca,* emitida el 25 de junio de 1992, esta disposición fue derogada.

Actualmente existe un total de 22 cooperativas que integran una flota de aproximadamente 180 equipos abuloneros, desarrollando actividades comerciales en una porción de zona de costa concesionada para cada una de ellas.

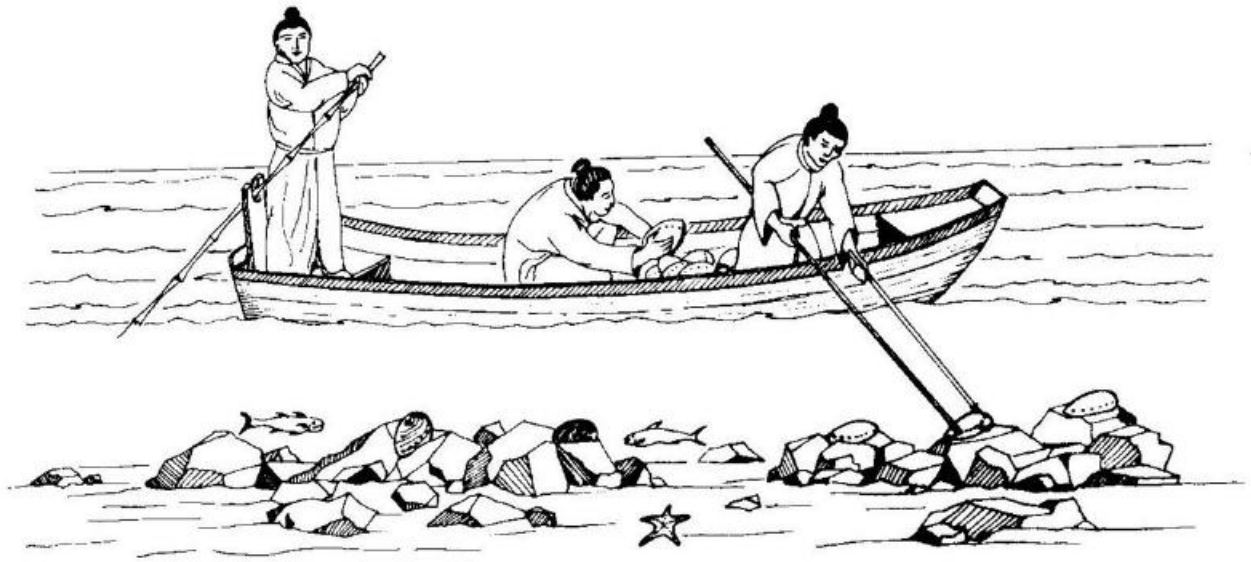
Según Cox (1962, citado por Ortiz, 1988), esta pesquería tuvo sus inicios desde el año 1860 con la incursión de los chinos, quienes tuvieron como base de operaciones San Diego, California, EUA. Estos pescadores trabajaban cerca de las rocas durante los periodos de bajamar, a bordo de pequeñas embarcaciones (juncos); utilizaban un remo largo para desplazarse, y para la captura empleaban pértigas de madera con una cuña en un extremo, con la cual desprendían el abulón de las rocas, tirando luego hacia arriba para engancharlo con un botador (Fig. 1).

Posteriormente, el lugar de los primeros pescadores chinos de abulón fue ocupado por buceadores japoneses conocidos como "buzos de los barriles de sake", nombre derivado de los barriles vacíos de esta bebida que se utilizaron como artefactos de explotación y sobre los cuales descansaban, trabajando en lugares más alejados de la orilla. Estos pescadores, desde mediados de los años veinte y hasta poco antes de la Segunda Guerra Mundial, utilizaron para la captura el buceo con escafandras (sistema de Escaphandro Denayrouze), lo cual les permitió movilizar la pesquería de lo somero a mayores profundidades, llegando a controlar la captura, industrialización y mercado.

En 1940 incursionaron los pescadores mexicanos en esta actividad, formando pequeñas villas, lo que actualmente son los poblados pesque-

Figura 1

Pescadores chinos desprendiendo abulones en las costas de California, EUA, a principios de 1800, usando una pértiga y gancho



FUENTE: Cox, 1962.

ros. Para mediados de ese año se empezaron a construir las primeras organizaciones cooperativistas.

Los primeros datos de producción se remontan al año de 1929 con una producción de 180 ton (Guzmán, 1989); sin embargo, los registros más precisos son a partir de los años cuarenta, obteniéndose el máximo rendimiento de producción en 1950 con 6 000 ton. A partir de ese año empezaron a disminuir los volúmenes capturados, llegándose entre 1956 y 1972 a la estabilización en aproximadamente 3 000 ton, para llegar a la franca declinación en el año de 1984, cuando sólo se alcanzaron cifras levemente superiores a las 400 ton lo cual representó el panorama de una pesquería colapsada. A partir de 1985 se observa una recuperación lenta pero sistemática, tanto de las poblaciones silvestres como de las capturadas, llegando en 1992 a producciones levemente superiores a las 1 000 ton.

Recurso pesquero

A nivel mundial se estiman aproximadamente 100 especies de abulón, todas ellas pertenecientes a un solo género *Haliotis spp*, del que sólo cerca de 25 son explotadas comercialmente.

Posición taxonómica

De acuerdo a Cox, *op. cit.*, la clasificación taxonómica del abulón es la siguiente:

Phyllum	Mollusca
Clase	Gasterópoda
Subclase	Prosobranchia

Orden	Archaeogastrópoda
Suborden	Zygobranchia
Superfamilia	Pleurotomareacea
Familia	Haliotidae
Género	*Haliotis*

Distribución geográfica y características morfológicas de las especies comerciales de abulón en México

Las especies de abulón se encuentran distribuidas en el hemisferio occidental, a lo largo de las costas e islas, desde Sitka, Alaska, EUA, hasta la Península de Baja California, México (Muñoz, 1976, citado por Ortiz y León, 1988), (Fig. 2).

En México, y de manera específica, el género *Haliotis* se distribuye a lo largo de la costa oeste e islas adyacentes de la Península de Baja California, desde la frontera con EUA, hasta Punta Tosca, ubicada en la parte sur de Isla Margarita, BCS (Fig. 3). Existen las siguientes especies comerciales (Ortiz y León, *op. cit.*):

Nombre científico	Nombre común
Haliotis fulgens, (Philippi, 1845)	Abulón azul
Haliotis corrugata, (Gray, 1845)	Abulón amarillo
Haliotis cracherodii, (Leach, 1817)	Abulón negro
Haliotis rufescens, (Swainson, 1822)	Abulón rojo
Haliotis sorenseni, (Bartsch, 1940)	Abulón chino

Abulón azul

Se distribuye a lo largo de la costa e islas adyacentes, desde Islas Coronado, BC, hasta la Punta Sur de Isla Margarita; BCS, con máximas concentraciones desde Isla de Cedros hasta Punta Abreojos y a profundidades que van desde la línea de bajamar hasta los 20 metros aproximadamente.

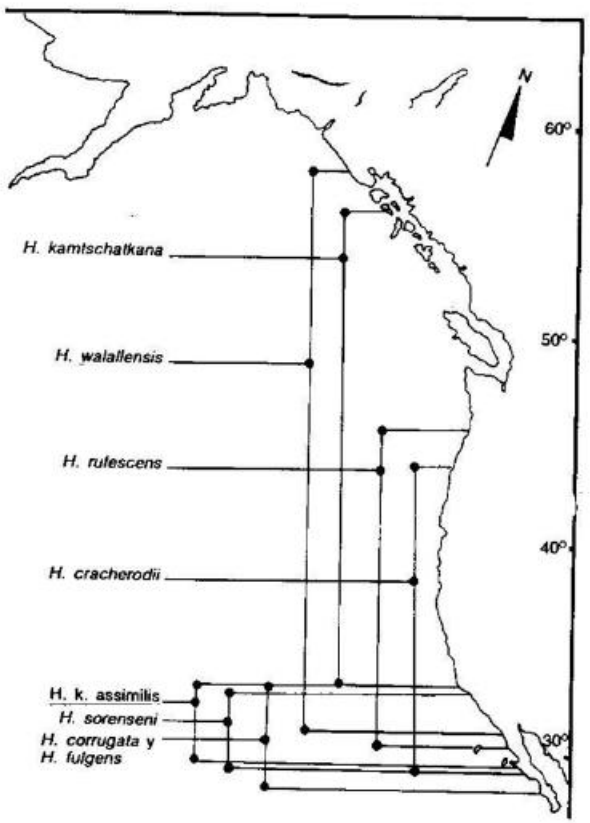


Figura 2

Distribución geográfica de las especies comerciales del género Haliotis en la costa occidental de América del Norte, según Muñoz, 1976. (Actualizado por León, Ortiz y Andrade, 1992)

Presenta la cara externa de la concha, de forma oval o redonda, poco elevada y de color café obscuro. Se caracteriza por la presencia de costillas espirales y surcos de grosor uniforme, con 5 a 7 orificios respiratorios abiertos. La cara interna es oval y su coloración varía desde el verde pálido al azul obscuro. En las capturas, esta especie ocupa actualmente el primer sitio con porcentajes por encima del 80%, alcanzando tallas superiores a los 20 cm de longitud de concha.

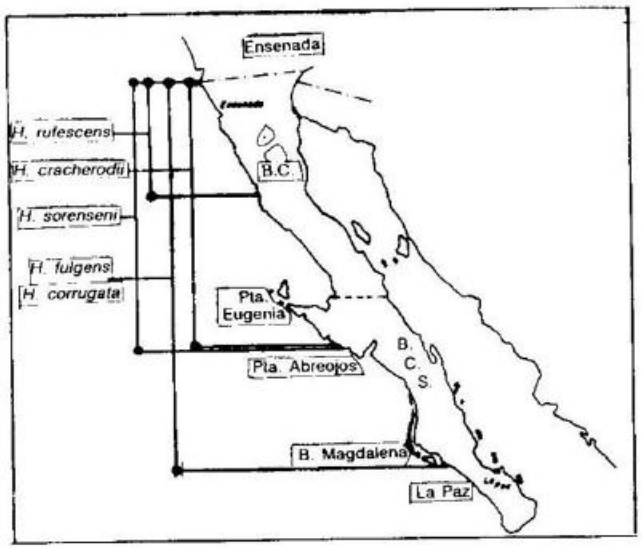


Figura 3

Distribución geográfica de las especies comerciales de abulón en la Península de Baja California, México. (Actualizado por Ortiz y León, 1992)

Abulón amarillo

Al igual que el azul, esta especie se distribuye desde Islas Coronado, BC, hasta la Punta Sur de Isla Margarita, BCS, incluyendo islas, islotes y bajos adyacentes, con máximas concentraciones desde Isla de Cedros hasta Punta Abreojos y a profundidades de 9 a 45 metros aproximadamente.

La concha es más redonda que oval, presentando la cara externa corrugada y gruesa a lo que alude el nombre de la especie, con 2 a 4 orificios respiratorios abiertos, los cuales son tubulares y altos. La cara interna, de coloración variable, va del rosado al verde pálido. En las capturas, esta especie se encuentra representada entre el 10 y 15% aproximadamente, alcanzando tallas hasta de 18 cm de longitud.

Abulón negro

Se distribuye desde Islas Coronado, BC, hasta Punta Prieta, al sur de Bahía Asunción, BCS, incluyendo islas e islotes adyacentes, con máximas concentraciones desde Isla de Cedros hasta Isla Asunción y a profundidades desde la línea de bajamar hasta 7 metros de profundidad aproximadamente.

La cara externa de la concha es de color negro a lo que alude el nombre común, aunque algunas presentan un color café obscuro. De forma oval y lisa, con 5 a 9 poros respiratorios abiertos a nivel del periostraco, y la cara interna oval y bordeada de un margen delgado negro. En las capturas, se encuentra actualmente representada entre el 1 y 3% aproximadamente, alcanzando tallas superiores a los 15 cm de longitud de concha.

Abulón rojo

Se distribuye desde Islas Coronado hasta Punta Blanca, BC, con máximas concentraciones en Bahía El Rosario, a profundidades que van desde la zona de marea más alta hasta una profundidad superior a los 100 metros. La cara externa de la concha es oval y de coloración rojo-naranja, presentando en ocasiones bandas transversales de color blanco. Tiene de 3 a 4 orificios abiertos de forma tubular y amplios. La cara interna es de color gris verdoso, limitada por un margen rojo del periostraco. En las capturas actualmente se encuentra representada en mínimos porcentajes cercanos al 1% aproximadamente, alcanzando tallas superiores a 20 cm de longitud de concha.

Abulón chino

Se encuentra desde Islas Coronado, BC, hasta Punta San Hipólito, al sur de Bahía Asunción, BCS, con máximas concentraciones desde Bahía El Rosario hasta Isla Natividad. Su distribución vertical se presenta desde los 12 metros hasta profundidades superiores a los 50 metros. Por lo general,

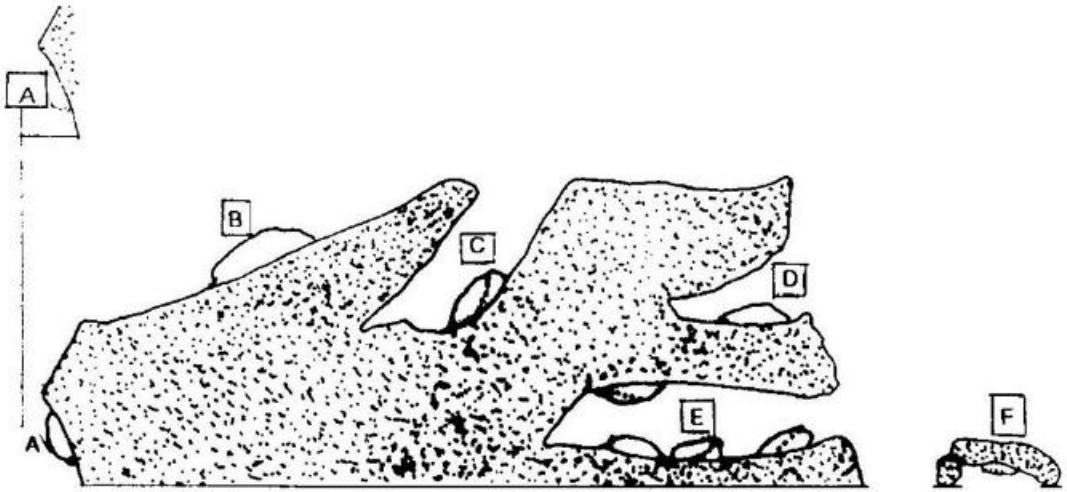


Figura 4

Características externas e internas de la concha del Abulón azul (Haliotis fulgens)

A Paredes rocosas
B Superficies rocosas expuestas
C Hendiduras o grietas
D Bordes o salientes de roca
E Cuevas o cavernas
F Bajo las rocas

la concha es alta y de color rosa pálido con variaciones hacia el rojizo y café claro, presentando la cara externa ligeramente oval y delgada, con 3 a 5 orificios tubulares abiertos y elevados. La cara interna es oval y aperlada con el labio del borde interno delgado. En las capturas se encuentra representada en mínimos porcentajes cercanos al 1%, alcanzando tallas superiores a 17 cm.

Existen otras dos especies de abulón que por lo regular no se presentan en la captura comercial:

Abulón rayado, *H. assimilis* (Dall, 1878).

Especie de abulón menos abundante. Se distribuye desde Islas Coronado, BC, hasta Bahía Tortugas, BCS. Según Muñoz (*op. cit.*), su mayor concentración se encuentra entre las 12 y 17 brazas.

- Abulón aplanado, *H. walallensis* (Stearns, 1899).

Según Cox (*op. cit.*), esta especie se distribuye desde Columbia Británica, Canadá, hasta La Jolla, California, EUA; pero Owen, *et al.* (1971), indican como límite sur de su distribución a Punta Santo Tomás, BC, México.

Hábitat y relaciones ecológicas

El abulón es un molusco gasterópodo que vive adherido a las rocas de fondos marinos, desde la zona de entremareas hasta profundidades superiores a los 100 metros, dependiendo de la especie de que se trate, correspondiendo a orillas y fondos rocosos escarpados sometidos a oleaje severo, los cuales pueden estar constituidos por rocas despedazadas, grandes peñascos o arena compactada, conocida regionalmente por los pescadores como "tepetate" (Guzmán y Ortiz, 1972), (Fig. 4).

El recurso abulonero vive estrechamente ligado a la presencia de mantos de algas pardas conocidas regionalmente como "sargazales", compuestos principalmente por los géneros *Macrocystis, Egregia, Eisenia,* etcétera, y de algas

rojas como *Gelidium* principalmente, las que en conjunto forman una compleja cadena de relaciones tróficas y de abrigo a los organismos que las pueblan, entre los que se encuentran las especies de abulón.

Es común que en algunas áreas de distribución de este gasterópodo se localicen zonas de surgencias, lo cual influye decisivamente en el ecosistema (Guzmán y Ortiz, *op. cit.*).

Alimentación

El abulón es herbívoro y su localización, como ha sido señalado, coincide dentro de las áreas donde existen algas flotantes a la deriva o vegetación sumergida.

Durante el desarrollo larvario se alimenta regularmente de diatomeas bentónicas (*Nitzchia, Navicula*, etc., entre otras) y en la etapa juvenil-adulto de macroalgas. Según Leighton y Boolootian (1963), las diatomeas bentónicas pueden continuar formando parte importante de la dieta del abulón adulto. Estos mismos autores, en un estudio sobre la dieta y crecimiento del abulón negro (*H. cracherodii*), encontraron dentro del contenido estomacal de abulones adultos, restos de algas coralinas articuladas, espinas de erizo, restos de dientes radulares de pequeños gasterópodos; hidrozoarios, espículas de esponja, briozoarios, fragmentos de concha, granos de arena, etcétera.

Ortiz (1966), en un análisis del contenido estomacal del abulón, mencionó algunas macroalgas: *Macrocystis pyrifera, Pelvetia* y algunas Gelidiales, así como también a la angiosperma *Phyllospadix sp*, como la flora más común dentro del tracto digestivo de abulones. Guzmán, *et al.* (*op. cit.*), señalan que las algas pardas gigantes y principalmente *M. pyrifera*, forman parte sustancial del hábitat y de la dieta de diversas especies de abulón, donde la presencia de alimento es suficiente para el mantenimiento de abulones y permite a éstos cierta inactividad en cuanto a la búsqueda del mismo. Los abulones adoptan una postura para la captura de algas a la deriva que llegan hasta ellos, elevando su concha y extendiendo los tentáculos del epipodio; levantando la porción anterior del pie muscular hasta atrapar la fronda del alga, que luego es llevada bajo la suela pedia, donde quedará asegurada para luego ser consumida o reservada cuando sea requerida, sobre todo durante los periodos de fuertes resacas.

Reproducción

Los abulones son dioicos y la fecundación es externa. La época de reproducción varía dependiendo de la especie y se encuentra íntimamente relacionada con la temperatura del agua, siendo el periodo óptimo durante los meses del verano, otoño e invierno, específicamente entre julio y diciembre de cada año.

Los machos presentan la gónada de color crema-beige y las hembras de color verde olivo a café obscuro.

A partir de la fertilización del óvulo, se inicia una serie de cambios graduales continuos que culminan entre los 9 y 11 días con la liberación de una larva conocida como veliger, la cual posteriormente se asienta y se fija al fondo rocoso para iniciar la vida bentónica, seguida por la formación de la concha definitiva. Aproximadamente entre 1 y 3 meses después de fijada, alcanza una longitud aproximada de 2 mm con la formación del primer orificio respiratorio, lo cual marca el principio del estadio de

abulón juvenil hasta la edad de primera madurez. Su longevidad se estima entre 18 a 20 años, dependiendo de la especie de que se trate.

El desarrollo gonádico del abulón se obtiene en el campo por simple observación visual de la glándula reproductiva y mediante cortes transversales realizados en la porción media del cono gonádico, aplicando la siguiente escala:

Indefinido	(< 100 mm) o estadio (0)
Inmaduro	gametogénesis inicial o estadio (1)
Madurando	gametogénesis media o estadio (2)
Maduro	madurez óptima o estadio (3)
Desove	desovando o estadio (4)
Desovado	en reposo o flácido o estadio (5)

Las frecuencias relativas conforme a la escala se comparan con la época de veda aplicada por zona, apoyándose en algunos casos con los resultados de determinaciones del índice gonádico de Ino y Harada (1961).

La estimación macroscópica de campo respecto al estadio de maduración de un mes determinado, es apoyada eventualmente a través del examen microscópico del tejido germinativo; máxime cuando se esté en condiciones de sostener un ciclo anual de colecta de vísceras. Para el objeto, se obtiene mensualmente un número convencional de vísceras, preferiblemente de hembras de abulón para el análisis en laboratorio; donde, además de la determinación del índice gonádico, se somete la muestra de gónada a proceso y análisis histológico. Independientemente de conocerse el ciclo reproductivo, al disponerse de muestras secuenciales, se determinan con mayor precisión los periodos tanto de maduración máxima como de desove.

Ciclo reproductivo

Zona I
(con respecto a las zonas, véase Fig. 6)

Abulón rojo y negro

En esta zona y respecto a las especies indicadas, la información sobre el ciclo reproductivo es escasa y discontinua.

En la primera especie, los datos señalaron en forma preliminar que el periodo de máxima madurez se presentó de agosto a noviembre, declinando en diciembre por efecto del desove; y esto coincidió con lo señalado por Molina (1980), quien determinó para el área de Bahía El Rosario, BC, que el mayor porcentaje de abulones maduros se presentó en septiembre. El mismo autor, en 1983, y tomando como base estimaciones de fecundidad de esta especie de la misma localidad, indicó que el ciclo reproductivo se encontró activo a partir de mayo, llegando hasta diciembre y presentando la madurez máxima en septiembre. Ortiz y González (1986), tomando la misma área de estudios, determinaron madurez, índice gonadal y fecundidad en tres especies de abulón, obteniendo, en el caso particular del abulón rojo, el índice gonadal más elevado durante diciembre. Por otro lado Boolootian *et al.*, (1962, citado por Molina, *op. cit.*), concluyeron que esta especie puede generar y expulsar gametos en cualquier época del año.

Respecto al abulón negro, solamente se dispuso de datos recavados en junio de 1982, que señalaron la presencia de individuos maduros durante dicho mes.

Con relación a la madurez sexual (en porcentaje) del abulón rojo, se dispone de observaciones

efectuadas a 458 individuos del área de Bahía El Rosario, BC, durante 1979 y 1980, donde se observó la máxima madurez (estadio 3) durante los meses de agosto en 49.2%; septiembre 60.1% y octubre 49%. Durante noviembre y diciembre, los porcentajes disminuyeron a 38 y 34.3% respectivamente, indicando la presencia del desove.

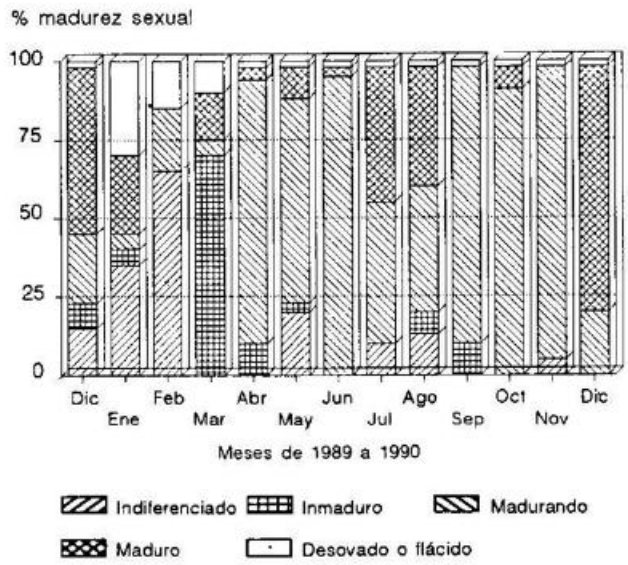
Abulón azul

En esta especie se presentó una etapa de franca madurez en los meses de noviembre y diciembre, pero observándose desde el mes de septiembre. Sevilla (1971), en el primer estudio histológico sobre el desarrollo gonádico del abulón azul (*H. fulgens*) de Isla de Cedros, BC, señaló que la mayor parte de los organismos se reprodujeron durante los meses de junio a septiembre y sólo unos cuantos lo hicieron en octubre. Esto coincidió con los resultados de Ortiz, *et al.* (1987), quienes obtuvieron a partir de estudios de fecundidad para esta misma área y durante 1984, que el máximo potencial reproductivo se presentó en septiembre. Ortiz (*op. cit.*) observó en Islas de Cedros, Benitos, Guadalupe y Bahía Todos Santos, BC, que la gónada alcanza un volumen considerable durante los meses de junio a agosto.

A partir del análisis de 570 especímenes colectados en Isla de Cedros, BC, durante 1979 y 1980, y en algunos casos con observaciones de 1982, 1984 y 1985, la máxima madurez (estadio 3) se presentó en forma significativa a partir de septiembre, con 50.1%; observándose él valor más alto durante noviembre y diciembre con 66.7%.

Recientemente, de un total de 379 organismos obtenidos durante 13 meses de muestreo (diciembre 1989 a diciembre 1990), en la costa suroeste de Isla de Cedros, BC, García y Ortiz (1991), por apreciación visual, determinaron dos modas en la época reproductiva de esta especie (estadio 3 = maduro); y en la que incluyen ambos sexos: una en invierno (diciembre, 73.3%) y la segunda en el verano (julio-agosto, 44.8 y 40.6%, respectivamente). El estadio 4 (desovando o desove), se observó en enero (29.6%); y el 5 (desovado o de reposo), durante febrero (66.7%). El análisis histológico, que cubrió un periodo de 12 meses, se encuentra en proceso (Fig. 5).

Figura 5
Madurez sexual (%) de abulón azul *(Haliotis fulgens)* en Isla de Cedros, Baja California



Abulón amarillo

En esta especie existe una aparente actividad sexual durante todos los meses del año, definiéndose

claramente el periodo de máxima madurez entre septiembre y noviembre y extendiéndose en menor escala hasta diciembre y enero, periodo en el que se puede considerar la participación con mayor frecuencia del estadio 5 (desovado). Ortiz y González (*op. cit.*), con material colectado en Islas Benitos, BC, durante enero de 1980, determinaron que la madurez máxima se presentó en un 85%, coincidiendo con los resultados antes mencionados. Sin embargo, observaron que el periodo de máxima madurez y en consecuencia el de desove en estas especies de abulón, presenta un desfasamiento hacia el mes de diciembre, en relación a la veda recomendada en 1981 para esta zona y actualmente aplicada por las cooperativas abuloneras.

El análisis de muestras procede de Isla de Cedros, BC, y de los años 1979-1980 y 1981-1982, así como algunas determinaciones realizadas durante 1984 y 1985, que definen claramente el periodo de máxima madurez en septiembre y noviembre, con 48.2 y 50.8% respectivamente, asumiéndose que en el mes de octubre ocurra un comportamiento similar.

Zona II y III

Abulón azul y amarillo

El periodo de máxima madurez para estas especies se observó de julio a diciembre. Al respecto, Andrade (*op. cit.*) determinó que la etapa crítica de madurez gonadal (madurez máxima = estadio 3), estuvo presente a mediados del verano, inclusive hasta el mes de octubre, alcanzando el máximo en septiembre, para ambas especies. El mismo autor menciona la existencia de una sola época reproductiva masiva. Doi, *et al.* (1977) consideraron para el abulón amarillo de Punta Abreojos, BCS, como época de desove, los meses de agosto y septiembre; Marín (1981), para esta misma especie, en Bahía Tortugas, BCS, determinó los meses de septiembre y octubre. Ortiz, *et al.* (1976), en un trabajo sobre fecundidad en abulón amarillo, encontraron para Bahía Tortugas, BCS, los valores máximos de madurez a finales de agosto y consideran que el periodo reproductivo comprende los meses de agosto a octubre. Turrubiates (1987) menciona que para el abulón azul de esta zona existe una etapa de reproducción desde septiembre hasta diciembre.

Los resultados obtenidos para estas zonas y en los que se menciona alta frecuencia de individuos maduros en el mes de diciembre, hacen suponer que durante el mes de enero se presenta un desove representativo. Sin embargo, el periodo de veda ejercido por las cooperativas se encuentra desfasado respecto a este último mes.

Respecto a determinaciones de madurez sexual en porcentaje, por apreciación visual en estas zonas, se dispone de los siguientes antecedentes por especie:

Abulón azul

Durante las temporadas de pesca 1981-1982 y 1984-1985, se observaron 615 organismos de Punta Eugenia, Bahía Tortugas, Puerto Nuevo, La Bocana y Punta Abreojos, BCS, definiéndose la etapa de madurez dentro del periodo comprendido de agosto a diciembre; con máximos porcentajes en octubre (93.5%); noviembre (100%) y diciembre (68.2%). Durante agosto y septiembre los valores se encontraron en 50%.

Recientemente, y tomando como base el análisis histológico preliminar de Michel, *et al.* (1992), el cual abarcó el abulón azul de cinco áreas, dentro de las zonas de captura de abulón: II, III y IV de la costa occidental de Baja California Sur,

durante 1990 y 1991, y se determinan seis estadios de madurez. La definición de estadios y resultados preliminares se presentan a continuación:

Estadio 0	Indefinido
Estadio I	Gametogénesis inicial
Estadio II	Madurando o gametogénesis media
Estadio III	Madurez óptima o gametogénesis avanzada
Estadio IV	Desovando o desove
Estadio V	Desovado o en reposo

Localidad: Punta Eugenia (Zona II)
El estadio de maduración óptima (III) abarcó el periodo julio-octubre, con porcentaje máximo en julio (80%); y el estadio del desove (IV) cubrió el periodo diciembre, enero y abril, con el máximo durante diciembre (80%).

Localidad: Bahía Asunción (Zona II)
La maduración óptima (estadio III) cubrió el periodo de agosto y septiembre con valores en 40 y 45%, respectivamente; y el estadio IV (desove), durante el periodo noviembre a enero, con porcentaje máximo en noviembre (100%); los meses de diciembre y enero se mantuvieron altos (83% en ambos casos).

Localidad: La Bocana (Zona III)
El estadio III (madurez óptima) se observó de septiembre a noviembre, con valores máximos un tanto semejantes durante septiembre y octubre (72 y 75%, respectivamente); y el estadio IV (desovando o desove) dentro del periodo de noviembre a febrero, con porcentaje máximo en diciembre (61%).

Abulón amarillo
De esta especie y en las mismas localidades correspondientes al abulón azul, se analizaron 528 individuos, cuyos resultados mostraron claramente un periodo definido de máxima madurez sexual comprendido entre agosto y diciembre, con porcentajes máximos entre noviembre y diciembre, en 100% cada uno (Lelevier, *et al.*, 1989).

Zona IV

Abulón azul y amarillo

En esta zona se observó claramente, tanto en el abulón azul como en el amarillo, un periodo de madurez máxima entre los meses de septiembre a diciembre y en menor intensidad durante enero; esto señala que el evento del desove presentó la máxima frecuencia en el mes de febrero. León, *et al.* (1980, 1983), en estudios realizados en la localidad de La Poza Grande, BCS durante 1979, 1980 y 1981, señalan que la máxima madurez se presentó de septiembre a diciembre, con porcentajes máximos en noviembre y diciembre, encontrando el desove más representativo en los meses de enero y febrero. León (1986) y León, *et al.* (1988), mencionan que el abulón azul de Bahía Magdalena, BCS, presenta un comportamiento similar al amarillo en su periodo reproductivo, coincidiendo éste con el periodo de veda recomendado en 1981.

Respecto a determinaciones de madurez sexual en porcentaje, por apreciación visual para esta zona, se dispone de los siguientes antecedentes por especie:

Abulón azul
A partir del análisis de 2 790 gónadas colectadas de esta especie durante 1980, 1981, 1982 y 1987, en las localidades de Bahía Magdalena y La Poza Grande, BCS, se derivó que existe un periodo del estadio III, comprendido entre los meses de septiembre a diciembre, cuya máxima frecuencia se presenta en octubre con 62.6%, noviembre con

57% y diciembre 65%. Durante enero se nota una franca declinación de este estadio y un incremento notable (79%) del estadio IV (desovado), durante febrero.

Abulón amarillo
Al igual que en el abulón azul, en esta especie se observó, como resultado del análisis de 836 gónadas provenientes de La Poza Grande, BCS, durante la temporada 1980-1981, que existe un periodo bastante marcado de máxima madurez durante los meses de septiembre a diciembre, presentándose las frecuencias más altas en noviembre y diciembre con 57 y 65%, respectivamente.

Similar a lo observado en el abulón azul, durante febrero se presentó el máximo porcentaje de individuos en estadio IV, en 92.4%, lo cual hace suponer que los organismos entran en etapa de reposo. El análisis de los datos para el estadio III (madurez máxima) permitió determinar que el periodo reproductivo de las especies de abulón se presenta generalmente desde los meses del verano y con mayor intensidad en el otoño e inicio del invierno.

Conforme al análisis histológico de Michel *et al. (op. cit.)*, los resultados para esta Zona y respecto al abulón azul fueron los siguientes:

Localidad: San Juanico
La madurez óptima (III) se observó en el periodo de septiembre a noviembre, con el valor máximo en septiembre (72%); el estadio IV (desove) de diciembre a febrero, con el máximo (45%) durante enero.

Localidad: Bahía Magdalena
El estadio de madurez óptima (III) cubrió el periodo de octubre a diciembre, con valor máximo en noviembre (74%); el estadio IV (desove), durante enero y febrero, y el valor máximo durante enero (82%).

Fecundidad

Resultan escasos los estudios sobre fecundidad en los Haliótidos de Baja California. Todos ellos estiman la fecundidad individual o la relativa, o ambas, mediante el método gravimétrico, a excepción del trabajo de Molina (*op. cit.*), quien utilizó el método volumétrico.

Ortiz, *et al.* (1976), obtuvieron la siguiente ecuación de fecundidad-talla para el abulón amarillo de la localidad de Bahía Tortugas, BCS.

$$F = 0.0374\ (L)^{2.1873}$$

Molina (*op. cit.*) encontró para el abulón rojo de Bahía El Rosario, BC, la siguiente relación:

$$F = 1.12 \times 10^{-8}\ (L)^{6.6}$$

González y Ortiz (1986) determinaron para el abulón negro de la Isla de Cedros, BC, la relación:

$$F = 8.31 \times 10^{-11}\ (L)^{5.119}$$

Ortiz y González (*op. cit.*) realizaron estudios de fecundidad y madurez sexual en abulón rojo, amarillo y azul en las zonas de El Rosario, Islas Benitos, BC, y Bahía Asunción, BCS, respectivamente. Encontraron para el abulón rojo la siguiente relación:

$$F = 1.605 \times 10^{-8}\ (L)^{6.92}$$

Así también presentaron los siguientes valores mínimos y máximos de ovocitos por individuo:

	mínimo	máximo
Abulón rojo	0.59×10^6	28.70×10^6
Abulón amarillo	0.55×10^6	9.50×10^6

Ortiz y González (*op. cit.*) compararon los valores estimados de fecundidad del abulón rojo de El Rosario, BC (30° latitud norte), con los reportados por Giorgi y DeMartini (1977), para Mendocino, California, EUA (40° latitud norte), encontrando mayores los valores de El Rosario que los de Mendocino. Concluyen que, aparentemente, existe un incremento en la fecundidad conforme disminuye la latitud.

Ortiz, *et al.* (*op. cit.*) estimaron la fecundidad individual de abulón azul y amarillo en la zona de la Isla de Cedros, BC, (Tabla 1).

Tabla 1
Número de ovocitos por individuo en Isla Cedros, BC.

Especie	Mínimo	Mes	Máximo	Mes
Abulón azul	0.08×10^6	Sept.	21.72×10^6	Sept.
Abulón amarillo	0.20×10^6	Sept.	19.39×10^6	Jun.

De lo anterior se desprende que estos estudios se han realizado en localidades de la Zona de pesca I y un solo caso en la Zona II. Asimismo, es necesario señalar que se consideran estimaciones preliminares, puesto que las muestras empleadas fueron pocas, además de que en algunas de éstas no se incluyeron individuos sexualmente maduros por abajo de las tallas de captura comercial.

Crecimiento

Los estudios de edad y crecimiento de abulón en la Península de Baja California han sido dirigidos hacia dos de las cuatro especies más importantes: El abulón azul, *H. fulgens* y el amarillo, *H. corrugata* y dentro de la zona geográfica comprendida entre Isla de Cedros, BC, e Isla Margarita, BCS.

En los estudios se ha descrito el crecimiento del abulón utilizando el modelo de von Bertalanffy, el cual contiene tres parámetros, a saber: $L\infty$, que es la longitud media máxima teórica que alcanzan los individuos más grandes o viejos; K, el coeficiente de crecimiento que indica qué tan rápido alcanza el organismo una longitud media máxima; y to, que determina la posición donde comienza la curva de crecimiento.

La identificación de los grupos de edad se ha hecho principalmente a partir del análisis de la distribución de frecuencias de longitud, utilizando el método de Cassie (Guzmán y Marín, 1976; Doi, *et al.*, *op. cit.*; Marín, 1981).

Por otra parte, Muñoz (*op. cit.*) propuso un método para la determinación directa de la edad, a partir del reconocimiento de los anillos de crecimiento impresos en la espira de la concha del abulón, suponiendo la periodicidad anual de los mismos. Al respecto, Turrubiates (1989) concluyó que la periodicidad de los anillos de crecimiento en el abulón azul de Bahía Tortugas, BCS, es de 1 a 1.5 años y que su formación es en los meses de otoño e invierno.

Se han utilizado experimentos de marcado-recaptura para medir tasas de crecimiento y calcular los valores de $L\infty$ y K (Ortiz, 1973; Guzmán y López, 1987; Shepherd, *et al.*, 1989; Turrubiates, *op. cit.*).

Tutschulte (1976), Prince (1988) y Turrubiates (*op. cit.*) encontraron que el crecimiento del abulón es lineal en su primer año de vida, de tal forma que éste es descrito de mejor manera por dos curvas unidas: una lineal, seguida de la curva de von Bertalanffy, la cual se ajusta aceptablemente al crecimiento del abulón durante su presencia en la pesquería (Lelevier, *et al.*, 1989).

Recientemente, Shepherd, *et al.* (1991), a partir del resultado de medición de la tasa de crecimiento y talla de madurez en *Haliotis fulgens* de Bahía Tortugas, BCS, encontraron para esta especie que la ecuación ajustada de von Bertalanffy fue: $K = 0.38$ y $L\infty = 183$ mm. Señalando además que no existe diferencia entre sexos; la longitud a la que el 50% de las muestras alcanzó la madurez sexual fue 105 mm. El rendimiento máximo ocurrió en edades de entre 4 y 7 años y los niveles de producción de huevos a la talla mínima legal (145 mm) se encontró entre 6-17%, niveles extremadamente bajos e inadecuados para mantener el reclutamiento.

Condición actual de las poblaciones

Zona I

Durante los años 1984 y 1985 se estimó para la zona de la Cooperativa Ensenada una población total de 823 745 abulones, con una biomasa total correspondiente a 200 618 kg de "callo" o músculo, compuesta en orden de importancia por: abulón amarillo, rojo, chino y negro. El stock capturable se estimó en 335 973 organismos, equivalentes a una biomasa de 136 559 kg de peso de callo. Dentro del área de la Cooperativa Rafael Ortega Cruz, se estimó un total de 476 880 abulones, que representaron una biomasa total de 80 071, principalmente de abulón negro, amarillo y azul. La población susceptible a la pesca fue de 335 973 abulones que representaron una biomasa de 43 221 kg.

En las Islas de Cedros y Benitos (Cooperativa Pescadores Nacionales de Abulón, SCL), la población total estimada durante 1984-1985 fue de 2 820 588 abulones y en 1988 de 3 823 232, obteniéndose un incremento para este último año de 35.5%. En esos mismos años, la biomasa calculada fue de 485 184 y 913 401 kg, respectivamente, y estuvo integrada principalmente por abulón azul, amarillo, y en una mínima parte, por abulón negro. Asimismo, aplicando las tallas mínimas de captura para estas especies, se estimaron un total de 939 438 y 2 270 167 abulones, que representaron en biomasa 248 688 y 671 348 kg, respectivamente (Lelevier, *et al.*, 1989).

Durante los años 1989 y 1991 se realizó la evaluación de las áreas de captura de la misma cooperativa, con los resultados que se observan en la tabla 2.

Tabla 2
Estimación de la población de abulón (Zona I)

	1989 (ton)	1991 (ton)
Población total (No. Abs.)	4 764 191	4 705 301
Pobl. Abulón azul	3 465 121	2 587 748
Pobl. Abulón amarillo	1 209 670	2 101 365
Existencias (>TML)	3 110 928	2 575 582
Biomasa total	1 247	1 201
Biomasa total (>TML)	1 024	959
Abulón azul	863	736
Abulón amarillo	147	222
Abulón negro	14	1

TML: Talla mínima legal.
FUENTE: González, *et al.* (1989, 1991).

Zona II

En Isla Natividad (Cooperativa Buzos y Pescadores de la Baja California), durante 1984-1985, la población total estimada fue de 183 601 abulones, con una biomasa total de 29 806 kg. La porción capturable fue de 78 848 abulones, que en biomasa representó 18 526 kg. En 1988 se estimó una población total de 4 543 812 abulones, que en peso de callo representó 428 338 kg. El stock capturable fue de 2 147 076 organismos, con un peso de 375 161 kg, compuesto principalmente de abulón azul y amarillo. En 1989, la estimación fue de 1 634 490 abulones, de los cuales 685 245 estuvieron por encima de la talla mínima de captura, correspondiendo a una biomasa de 225 066 kg, y presentándose disminución de la población total de abulón estimada para el año de 1989, respecto a 1988.

Durante 1984-1985, dentro de la zona de la Cooperativa La Purísima y tomando como base el área estimada de 1 158 718 m², se determinó una población total de 220 840 abulones, con una biomasa total de 38 066 kg. La fracción de la población capturable fue de 114 933 abulones, cantidad equivalente a 27 883 kg de callo. Para 1987, la población total estimada estuvo en 3 429 734 abulones, con una biomasa de 880 267 kg y un stock capturable de 2 448 258 abulones; con un peso en músculo o "callo" de 738 113 kg. El área estimada en 1989 fue de 6 579 300 m². En la zona de la Cooperativa Bahía Tortugas se realizaron dos evaluaciones, la primera en 1984-1985 y la segunda durante 1988; sólo se cubrió el 40% de la zona, lográndose estimaciones de la población total en 775 950 y de 969 435 abulones, correspondientes a biomasas de 142 506 y 265 741 kg, respectivamente y stocks capturables en 383 378 y 739 751 organismos, con biomasas correspondientes a 95 418 y 233 444 kg, respectivamente.

En la Cooperativa California de San Ignacio, la población total de abulón se incrementó, de 150 799 en 1984-1985, a 4 273 233 abulones en 1989, pasando por 581 400 en 1987; correspondiendo dichos valores a biomasas totales de 32 420; 797 021 y 118 832 kg.

Zona III

Se efectuaron evaluaciones en la zona de la Cooperativa Leyes de Reforma durante los años de 1984-1985 y 1987, lográndose estimaciones de la población total muy semejantes: 476 330 y 462 089 abulones respectivamente. El área estimada fue mayor en 1984-1985 (3 175 537 m²), que en 1987 (918 192 m²). Los stocks capturables en dichos años fueron de 264 227 y 244 625 abulones, representando en biomasa 45 780 y 75 028 kg. En La Bocana (Cooperativa Progreso), durante 1984-1985 se estimó una población total de 1 276 608 organismos, equivalentes a 127 007 kg; teniéndose un stock capturable de 319 152 organismos, con una biomasa de 66 122 kg. En 1989 se calculó una población total de 2 533 303 abulones con una biomasa en 581 869 kg y un stock capturable de 937 322 organismos, equivalentes a 215 455 kg.

Dentro de la zona de la Cooperativa Punta Abreojos, los datos de las evaluaciones realizadas durante 1984-1985 y 1988-1989, mostraron una tendencia ascendente del recurso, tanto en la población total, como en los stocks capturables; teniéndose para dichos años biomasas que van desde 19 857 en 1984-1985, 26 455 en 1988, hasta 108 015 kg en 1989.

Zona IV

Durante 1987, dentro de la zona de la Cooperativa Cadejé se estimó una población total de 350 000

organismos y una biomasa de 57 286 kg, de la cual, la porción pescable fue de 54 754 kg de peso de callo. En la zona de la Cooperativa Puerto Chale, durante 1984, se calculó una población total de 1 183 616 organismos correspondientes en biomasa a 82 262 kg y de la cual sólo 47 729 kg pertenecían a la porción capturable. En 1989 la población estimada fue de 2 366 449, equivalente a 196 977 kg de los cuales 195 771 kg fueron pescables.

En el área de la Cooperativa Pescadores de La Poza se estimó un total de 418 809 abulones, de los cuales 153 491 pertenecían al stock capturable, con una biomasa de 20 668 kg. En el área de la Cooperativa Bahía Magdalena se estimó un stock capturable en 100 687 organismos, que representaron 16 757 kg (Lelevier, *et al.*, *op. cit.*).

Densidad del recurso

Zona I

Dentro de la zona de la Cooperativa Ensenada, el valor de densidad más alto correspondió al abulón azul, en 0.2083 ind/m² y el más bajo se observó en el abulón negro, en 0.0416 ind/m². Respecto a las densidades de abulón en la zona de la Cooperativa Rafael Ortega Cruz, la más elevada fue la del abulón negro con 0.145 ind/m², y la menor para el azul con 0.055 ind/m². En la zona de la Cooperativa Pescadores Nacionales de Abulón, se contó con información de tres evaluaciones realizadas en 1984-1985, 1988-1989 y 1991, donde se encontró que la densidad de abulón amarillo tendió a la disminución con el tiempo: de 0.458 a 0.265 ind/m², mientras las estimadas para la población de abulón azul se incrementaron de 0.33 en 1984-1985 a 0.387 ind/m² en 1988, en 1991 disminuyeron a 0.284 ind/m². Cabe señalar que durante las evaluaciones realizadas en 1984, 1988 y 1989, se cubrió la franja de zona de entremareas, hasta las 10 brazas, y en 1991 se abarcó hasta la isobata de 15 brazas.

Zona II

Las densidades totales obtenidas durante 1984, 1985, 1988 y 1989 en cuatro cooperativas de esta zona, presentaron una tendencia clara a la disminución de las poblaciones de abulón amarillo, a excepción de la Cooperativa La Purísima, donde se registró un ligero incremento de 0.05 a 0.075 abulones/m² entre 1984-1985 y 1989. En el caso del abulón azul, la tendencia fue al incremento de las densidades, observándose esto en la Cooperativa California de San Ignacio, que de 0.33 abulones/m² en 1987, subió a 1.34 abulones/m² en 1989. Respecto a la Cooperativa Buzos y Pescadores de la Baja California, se presentó una disminución en las densidades de esta especie y en la Cooperativa Bahía Tortugas permaneció estable en 0.4 abulones/m² aproximadamente.

Zona III

La densidad en abulón amarillo dentro del área de la Cooperativa Leyes de Reforma, durante los años 1984-1985 y 1987, disminuyeron de 0.066 a 0.023 abulones/m² y en la Cooperativa Progreso, durante 1984-1985 a 1989, se incrementan de 0.048 a 0.092 abulones/m². En la Cooperativa Punta Abreojos, entre 1984-1985 y 1989, se obtuvieron valores de 0.166 y 0.17 abulones/m².

Respecto al abulón azul, la tendencia en tiempo de las densidades obtenidas para las mismas cooperativas, es al incremento de sus poblaciones (Tabla 3).

Zona IV

Los valores de densidad total obtenidos para abulón amarillo y azul en la zona de la Cooperativa Puerto Chale durante 1989, presentaron un incremento notable respecto a 1984, teniéndose en la primera especie valores de 0.035 a 0.060 abulones/m² y en la segunda de 0.246 a 0.838 abulones/m². Respecto a las cooperativas Pescadores de La Poza y Bahía Magdalena, donde se efectuaron evaluaciones durante 1985 y en la Cooperativa Cadejé en 1987; se obtuvo que la población más densa fue la del abulón azul con 0.07, 0.55 y 0.125 abulones/m², respectivamente. En el abulón amarillo se obtuvieron densidades de 0.011, 0.003 y 0.05 abulones/m², respectivamente (Tabla 3), (Lelevier, *et al., op. cit.)*.

Modificaciones en las poblaciones del recurso producidas por cambios ambientales y por actividades de captura

Las alteraciones producidas por el hombre, principalmente en localidades expuestas durante periodos de bajamar, al buscar abulones sin considerar la talla mínima legal y por estar dicha actividad al margen de las disposiciones oficiales, produce una modificación en el medio. Independientemente de otros factores como los cambios climático-oceanográficos que pudieran determinar fluctuaciones en la abundancia del recurso, como lo mencionan Guzmán, *et al.* (1991) en un análisis combinado de las capturas contra el comportamiento terminal de la temperatura superficial del agua y las surgencias, permite identificar el posible efecto de los cambios climáticos sobre la abundancia de las poblaciones de abulón. Al respecto, García y Ortiz (*op. cit.*) relacionaron un periodo de 13 meses de muestreos biológicos de abulón azul de Isla de Cedros, BC, con la temperatura superficial del agua, encontrando que los valores máximos de temperatura coincidían con los puntos de madurez máxima (estadio III).

Descripción de las Operaciones de Pesca

Métodos y artes de pesca

La captura de abulón se realiza mediante buceo en jornadas diurnas de trabajo denominadas "mareas". En dicha actividad intervienen tres personas: *El buzo*, encargado de la búsqueda y captura del abulón; el *cabo de vida*, que mantiene la comunicación con el buzo y recibe el producto, y el *bombero*, quien se encarga de tripular la embarcación, encender el compresor y seguir los desplazamientos del buzo.

El equipo empleado es el característico de los utilizados en la costa oeste de la Península de Baja California para la captura de este recurso, así como también para capturar otras especies como caracol, erizo o algas marinas. Éste consiste en una lancha o "panga" de madera o fibra de vidrio de 22 pies de eslora y motor fuera de borda, con potencia de 45 o más H.P., provistos con equipo de buceo semiautónomo, tipo "Hookah", compuesto por compresor, tanque de reserva de aire, de aluminio o acero inoxidable, manguera de alta presión flotante en tramos de 50 pies, y el traje completo de buceo: botas de neopreno, zapatos de hule manufacturados de botas del mismo material; además de visor, regulador de aire o "boquilla", plomos, guantes de lona y una línea de seguridad o cabo de vida.

Tabla 3

Densidad promedio de abulón (abulones/m²). Incluye abulones menores y mayores que la talla mínima legal

Zona/cooperativa	Año	Especies 1	2	3	4
I					
Ensenada	1984-85	0.1035	0.2083	0.1207	0.0416
Rafael Ortega Cruz	1984-85	0.0680	0.0550		0.1450
Pes. Nales. Abulón	1984-85	0.4580	0.3300		0.0110
	1988	0.1410	0.3870		
	1989	0.2000	0.4000		
	1991	0.2650	0.2804		0.0090
II					
Buzos y Pes. de la	1984-85	0.0227	0.7182		
Baja California	1988	1.1300	1.6000		
	1989	0.1300	0.8600		
La Purísima	1984-85	0.0500	0.1300		0.0004
	1989	0.0755	0.4200		
Bahía Tortugas	1984-85	0.2039	0.4400		0.2460
	1988	0.1000	0.4000		
Calif. Sn. Ignacio	1984-85	0.0400	0.1100		
	1987	0.0300	0.3300		
	1989	0.2500	1.3400		
III					
Leyes de Reforma	1984-85	0.0660	0.0833		
	1987	0.0230	0.4802		
Progreso	1984-85	0.0487	0.2195		
	1989	0.0924	0.4400		
Punta Abreojos	1984-85	0.1660	0.1300		
	1988	0.0600	0.2100		
	1989	0.1700	0.7600		
IV					
Cadejé	1987	0.0500	0.1250		
Puerto Chale	1984	0.0350	0.2460		
	1989	0.0600	0.8380		
Pes. de La Poza	1985	0.0110	0.0700		
Bahía Magdalena	1985	0.0030	0.5550		

1 = abulón amarillo; 2 = abulón azul; 3 = abulón rojo; 4 = abulón negro.

El arte de pesca utilizado para la extracción se conoce como "arrancador", que es un instrumento metálico con mango de madera sujeto a la muñeca del buzo, y con el cual desprende en el fondo el abulón del sustrato. Conforme a las medidas regulatorias vigentes para el control de la operación de pesca, dicho instrumento lleva señaladas las tallas mínimas legales por especie a capturar. El abulón obtenido es colocado dentro de una bolsa de malla tejida conocida como "jaba"

Áreas de operación de la flota

Las áreas de operación comercial de la flota abulonera y, conforme a la distribución norteña del recurso, idealmente debe comprender desde la frontera con los Estados Unidos de América hasta Punta Tosca, ubicada en la Punta Sur de Isla Margarita, BCS. Sin embargo, no toda la extensión llega a ser cubierta. Las principales áreas de explotación comercial abarcan: la Isla de Guadalupe, BC; la costa noroccidental de la Península, sus islas e islotes adyacentes; y desde áreas cercanas a San Quintín, BC, hasta la Punta Sur de Isla Margarita, BCS.

Situación actual y desarrollo histórico de la flota

La flota abulonera está constituida por aproximadamente 180 embarcaciones menores conocidas como "equipos abuloneros", consistentes en lanchas o pangas de madera o fibra de vidrio de 18 a 22 pies de eslora y motor fuera de borda, equipadas para el buceo semi-autónomo. El radio de acción (autonomía: 4-5 horas) de las unidades de pesca es por lo regular limitado al consumo de un promedio de 50 a 60 litros de combustible y, ocasionalmente, ampliadas estas cantidades para el alcance de buceaderos más alejados.

Actualmente son 22 las cooperativas que explotan comercialmente el recurso abulonero. Cada una autorizada mediante concesión para la explotación dentro de una porción de costa, islas y bajos. Aproximadamente 20 000 personas dependen directa o indirectamente de la explotación de este recurso (Ortiz y León, *op. cit.*).

En los principios de esta pesquería en México, los "equipos abuloneros" consistieron en lanchas de madera o pangones de 24-26 pies de eslora, acondicionados para el buceo escafandra, conocidos desde 1947 como "tuntunes", nombre que alude al sonido producido tanto por el motor estacionario como por el compresor. Las actividades se iniciaban partiendo los equipos escafandra del pontón o "barco nodriza" o desde los primeros campos pesqueros establecidos en tierra firme.

El equipo era impulsado por un motor estacionario diesel; éste poseía una polea doble utilizada también para accionar al compresor mientras el buzo trabajaba. El aire pasaba a un tanque de reserva con capacidad de 200 libras de presión; la manguera era del tipo flotante, unida por la parte posterior a la escafandra o "cabezote". El traje de buceo de lona ahulada impermeable, cerrado herméticamente en la parte superior por un yelmo (peto o pechera), al que se le atornillaba la escafandra; ésta con tres ventanas para mejor visibilidad. Dentro de la escafandra, el buzo movía la cabeza de un lado a otro para accionar las válvulas de entrada y salida de aire y, para evitarse daños por el constante movimiento, regularmente utilizaba una gorra de estambre.

Estos equipos disponían de una estufa para la preparación de alimentos y en cajas de madera guardaban los enseres de trabajo. En la cap-

tura comercial participaban: un *buzo*, como la unidad de captura, encargado de la búsqueda y extracción del abulón; el *cabo de vida*, encargado de colocar el equipo al buzo, responsable también del buen funcionamiento del suplente de aire y el que cortaba las frondas de algas flotantes que obstaculizaban la operación; el *matador*, responsable del desconchado y colocación del producto dentro de grandes bolsas de red tejida o "jabas" y el *bombero*, quien controlaba el funcionamiento de los motores y con dos grandes remos seguía los desplazamientos del buzo en el fondo y era también el encargado de la preparación de los alimentos.

Según F. López (com. per.), durante 1958, en Bahía Asunción, se empezó a utilizar el traje húmedo de neopreno, empleando cilindros con aire comprimido (equipo autónomo) para el buceo comercial de abulón; en 1960 se presentaron cambios en el sistema de buceo y en vèz de los cilindros dobles se introduce el empleo del compresor, tanque de reserva a bordo de la embarcación y manguerás (equipo semi-autónomo), el que posteriormente desplazó al de escafandra.

Actualmente un equipo abulonero está formado por tres pescadores: el buzo, el cabo de vida y el bombero.

Captura del recurso

Áreas de captura

Las áreas de mayor producción comercial de abulón se encuentran comprendidas desde la Isla de Cedros, BC, hasta La Bocana, BCS, sobresaliendo Isla de Cedros con una producción promedio de 200 toneladas/temporada, seguida por Bahía Tortugas con 150; La Bocana, 140, e Isla Natividad con 125 ton/temp. La especie mayormente explotada es el abulón azul, en porcentajes superiores al 80%, seguido por el amarillo en 10 a 15% y el 5% restante distribuido entre las demás especies, tales como el abulón negro, chino y rojo (Tabla 4).

Tabla 4
Captura de abulón (ton) por Zona de pesca durante las temporadas 1980-1981 a 1991

Temporada	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
80/81	260.163	463.250	102.680	226.802
81/82	166.365	427.640	68.170	93.901
84	75.919	233.484	72.200	62.918
85	111.911	227.717	88.584	74.016
86	135.342	273.572	92.214	67.951
87	143.011	339.175	109.512	64.337
88	174.863	417.801	147.120	45.840
89	198.000	504.000	192.000	94.000
90	251.000	481.000	222.000	73.000
91	261.000	492.000	239.000	66.000

Temporada de captura por Zona

Al disponerse de una serie de estudios terminados acerca del recurso, principalmente sobre aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros, el Instituto Nacional de la Pesca (INP) propone un nuevo régimen de pesca; éste es luego aprobado y publicado en el *Diario Oficial de la Federación* del 22 de septiembre de 1981. En dicho acuerdo se definen cuatro Zonas de explotación; así también, se establecen las tallas mínimas de captura para las diferentes especies de abulón y se amplía el tiempo de veda a cinco meses.

Zona I: Área comprendida desde Islotes Coronado, BC, a Punta Malarrimo, BCS. Periodo de veda: del 1 de julio al 30 de noviembre.

Zona II: De Punta Malarrimo al primer tercio noroeste de Bahía Asunción, BCS.
Periodo de veda: del 1 de agosto al 31 de diciembre.

Zona III: De Bahía Asunción a Punta Holcomb, BCS.
Periodo de veda: del 1 de agosto al 31 de diciembre.

Zona IV: De Punta Holcomb al Arroyo El Conejo, BCS.
Periodo de veda: del 1 de septiembre al 31 de enero (Fig. 6).

Conforme al esquema regulatorio de 1987, el periodo de captura y tallas mínimas vigentes por zona se describen en la Tabla 5.

Regulación del recurso

A partir del año de 1928 (*Diario Oficial de la Federación*, 2 de agosto de 1928), cuando se designan zonas de explotación común a favor de pescadores de Sinaloa, Nayarit y Baja California, el Gobierno Federal expidió medidas regulatorias en las que indirectamente se involucró al recurso abulón.

Esta pesquería, durante su desarrollo ha estado sujeta a diversas disposiciones regulatorias, basadas principalmente en tres aspectos: épocas de veda; tallas mínimas y cuotas de captura. Al respecto, según Ortiz, *et al.* (1989), las primeras regulaciones aplicadas al recurso en Baja California fueron sustentadas en gran parte en las consideradas para el abulón de California, EUA.

En 1946 el Gobierno Federal expide medidas regulatorias para la explotación del callo de hacha, el buceo de abulón y la captura de tiburón (*Diario Oficial de la Federación*, del 14 de marzo, 1947).

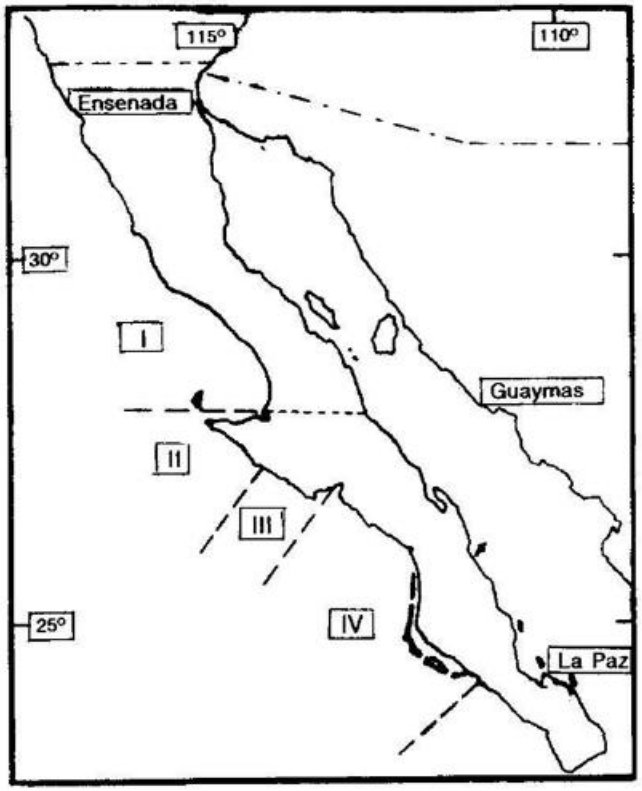


Figura 6

Localización de Zonas geográficas utilizadas en la reglamentación y explotación del abulón (Diario Oficial de la Federación *1981-1987)*

Tabla 5
Temporada de captura y tallas mínimas por zona y especie (tallas en milímetros)

Zona/temporada		Especies				
		Amarillo	Azul	Rojo	Negro	Chino
I	dic-jun	140	150	165	120	140
II	ene-jul	135	145	165	120	135
III	ene-jul	130	140	165	120	130
IV	feb-ago	110	120	165	120	110

En 1956 (*Diario Oficial de la Federación*, 27 de septiembre) se publicó un Acuerdo para la explotación de las diferentes especies de abulón existentes en el litoral occidental de Baja California, en el cual se dieron a conocer las tallas mínimas para la explotación y un periodo de veda de dos meses, comprendido del 16 de enero al 15 de marzo. Asimismo, se hizo la indicación de que el abulón fuera transportado en su concha desde los campos de extracción a las plantas industrializadoras para verificación de las tallas mínimas de captura.

En ese mismo año, el Instituto Nacional de la Pesca propone nuevas tallas mínimas legales, así como el establecimiento de cuotas de captura por cooperativa (Lluch, *et al.*, 1973).

En 1980, el Instituto Nacional de la Pesca, en base a sus investigaciones sobre el recurso, propuso un nuevo régimen de pesca para la regulación y administración del mismo, el cual fue dado a conocer en 1981 (*Diario Oficial de la Federación*, 22 de septiembre de 1981). Desde entonces la pesquería del abulón se mantiene sujeta a dicho esquema de regulación, enmarcando principalmente la determinación de cuatro zonas de explotación, aplicándose diferencialmente para cada una, periodos de veda y tallas mínimas de captura; señalándose también la entrega en planta de abulón sin desconchar. Asimismo, se contempla que, previo estudio, se establecerán límites y cuotas de captura, considerando además algunas medidas para fomento y rehabilitación. Paralelamente, las propias cooperativas han estado aplicando medidas de control interno dentro de la zona que les corresponde, principalmente en lo que respecta a autovedas de bancos o áreas, cuotas internas en número de abulones, rotación de bancos abuloneros, reducción del esfuerzo de pesca, aplicación de tallas superiores en 5 a 10 mm a las oficiales, inicio de la temporada de captura entre 15 días y 1 mes después de la apertura oficial; ajuste de cuotas de captura asignadas oficialmente, de manera equitativa y planes de consumo doméstico, incursionando gran parte de las mismas en actividades de cultivo y repoblación. Todas estas medidas en su conjunto, al ser llevadas a la práctica, a partir de 1982-1983, han permitido un incremento en las densidades y abundancia del recurso. En 1987 se revisaron y analizaron los resultados obtenidos a partir de las medidas regulatorias acordadas en 1981, no existiendo modificaciones en el contexto general, a excepción de los periodos de veda, los cuales fueron omitidos; sin embargo, en la práctica se continuaron aplicando con resultados positivos.

Esfuerzo pesquero

En términos generales, desde los años sesenta en que se iniciaron los estudios sobre el recurso, el esfuerzo de pesca aplicado en la captura ha sido referido al viaje o "marea", cuya duración es de un día y el cual es medido en base al número de viajes realizados por las unidades de pesca o "equipos abuloneros" por día/mes/temporada. Esta medida del esfuerzo se consideró la más viable hasta antes de la aplicación de cuotas de captura. A partir de 1988, el esfuerzo pesquero se ha venido registrando mediante dos indicadores: el primero consistente en el número de viajes o "mareas"/equipo/día/mes/temporada, y el segundo consistente en medir el tiempo efectivo de trabajo que tarda un buzo en desarrollar la labor de extracción, en base a una cuota diaria en número de abulones. Esto permite determinar de manera más confiable la disponibilidad del recurso. El esfuerzo diario por equipo medido en tiempo efectivo de trabajo de buceo, oscila actualmente entre 45 y 120 minutos, dependiendo de la cuota de captura determinada internamente, conforme a los

planes de producción estimados por la mayoría de las cooperativas.

El esfuerzo de pesca (Tabla 6) en la pesquería del abulón está referido al viaje o "marea" cuya duración es de un día. La Zona II ocupó el primer lugar en esfuerzo aplicado con 59 274 viajes durante los últimos 8 años, seguida por las Zonas IV, III y I. La Zona I presentó una tendencia positiva definida a partir de 1985, mientras que en las II, III y IV, el esfuerzo parece tener un comportamiento más bien cíclico, de periodo distinto entre las zonas. En todas las zonas el esfuerzo aumentó en el último año, exceptuando a la Zona IV donde éste disminuyó en casi 10 000 "mareas".

En la Tabla 7 se muestra el rendimiento por "marea" en cada una de las zonas de pesca. De las cuatro, sólo la Zona III mostró una tendencia definida de aumento sostenido, que se dio a partir de 1985. En el resto de las zonas la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se comportó de manera cíclica, siendo esto más definido en la Zona IV, con periodos de un año. La Zona I presentó la mayor CPUE promedio de las cuatro zonas, seguida de las Zonas II, III y IV; esta última presentó la menor variación, considerando los valores observados a partir de la temporada 1981-1982.

Desembarques de las capturas

Las capturas efectuadas en Isla de Guadalupe, BC, son transportadas desde ese apartado lugar en embarcaciones, o por avión para su procesamiento en Ensenada, BC. En El Rosario, BC, se recibe la producción lograda en buceaderos de la Bahía del mismo nombre o más alejados incluyendo la de Isla San Jerónimo; así como la producción de localidades cercanas a Santa Rosalita, BC. En Isla de Cedros, BC, se entrega la producción, tanto procedente de campos pesqueros de la misma isla, como de Islas San Benitos, BC.

En 1992 entró en operación la planta procesadora de la SCPP "Buzos y Pescadores de la Baja California", SCL en Isla Natividad, BCS, recibiéndose en dicha planta la producción lograda en los

Tabla 6
Esfuerzo (viajes o "mareas" x 100) por zona de pesca durante las temporadas 1980-1981 a 1991

Temporada	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
80/81	44.89	95.81	34.51	31.95
81/82	31.97	116.99	32.58	34.65
83	15.86	64.30	19.46	30.93
84	13.26	67.62	23.04	20.01
85	17.95	65.21	26.70	30.28
86	17.95	58.55	19.76	25.99
87	19.75	54.37	17.70	29.65
88	29.11	69.89	22.79	19.03

Tabla 7
Captura por unidad de esfuerzo (kg/equipo/marea) por zona de pesca durante las temporadas 1980-1981 a 1991

Temporada	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
80/81	57.950	48.350	29.730	70.990
81/82	52.040	36.550	20.920	27.100
83	57.300	38.610	34.100	24.820
84	57.250	34.530	32.640	31.440
85	62.340	34.920	33.720	24.440
86	75.400	46.720	46.670	26.150
87	72.410	62.380	61.870	21.700
88	60.070	59.180	64.550	24.010

FUENTE: (Lelevier, *et al., op. cit.*).

buceaderos aledaños a la citada isla. En Bahía Tortugas confluye la producción de tres Sociedades Cooperativas ("La Purísima"; "Bahía Tortugas" y "Emancipación"); en Bahía Asunción, la producción de dos Sociedades Cooperativas ("California de San Ignacio" y "Leyes de Reforma"; cada una con su correspondiente planta procesadora). En la planta de La Bocana se recibe la producción de una cooperativa, (SCPP "Progreso", SCL) y en la planta de la SCPP "Punta Abreojos", SCL, la producción de la cooperativa del mismo nombre.

La planta procesadora de la SCPP "Bahía Magdalena", SCL, recibe, además de su propia producción de abulón, las capturas de las siguientes SCPP: "Puerto Chale", "Pescadores de La Poza", "Puerto San Carlos" y "Melitón Albañez", SCL.

Descripción de las capturas

A partir de la aplicación de cuotas de captura durante 1988, en los últimos tres años las tallas reclutadas a la pesquería se han venido manteniendo constantes, tanto para la especie de abulón azul, como de amarillo, con ligeras tendencias al incremento en algunas de las áreas de mayor productividad, tales como: Islas de Cedros, Natividad, esta última ubicada dentro de la Zona II, donde inciden las capturas de cuatro cooperativas.

Partiendo del análisis de los datos de la longitud de concha de las más importantes especies comerciales de abulón (azul y amarillo), durante los años 1990 a 1992 es posible destacar lo siguiente:

- En la Zona I, dentro del periodo indicado, la longitud promedio en abulón azul observada en las capturas se mantuvo entre 155.7 y 167.4 mm; y en el abulón amarillo, entre 141.5 y 151.5 mm.

  Las tallas promedio en abulón azul correspondientes a la Zona II se mantuvieron entre 162.4 y 177.1 mm y en el amarillo de 141.1 a 156.1 mm.

- En la Zona III, las tallas promedio en abulón azul estuvieron entre 157.0 y 168.6 mm. En el amarillo, entre 136.5 y 142.6 mm.

- Finalmente, en la Zona IV, las tallas promedio en abulón azul se mantuvieron entre 138 y 154 mm; en abulón amarillo, de 122.0 a 132.4 mm.

Composición específica

La composición por especie en la Zona I, entre el año de 1984 y 1985, en el área de pesca de la SCP "Ensenada", estuvo caracterizada por la presencia de cinco especies, siendo el abulón amarillo el que presentó mayor proporción (37.4%), y en menores, el abulón negro (0.25%) y chino (5.55%), manteniéndose las poblaciones de abulón rojo y azul en porcentajes muy cercanos a 29.1% y 27.7%, respectivamente (Lelevier, *et al., op. cit.*). Durante los años 1991-1992, la composición por especie fue como sigue:

En el área de pesca de la SCPP "Rafael Ortega Cruz", la proporción estuvo representada por tres especies, dominando el abulón negro con 48.3%, seguido del amarillo en 28.5% y, por último, el abulón azul en 23.2% (Lelevier, *et al., op. cit.).*

La composición de la población natural de abulón en el área de la SCPP "Pescadores Nacionales de Abulón", durante 1984 a 1988 presentó cambios

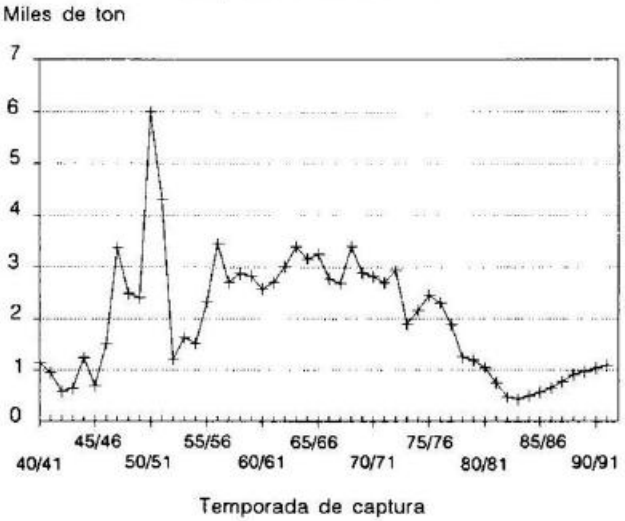
en la composición de las especies y en los que el abulón amarillo dominó durante 1984 con 53.8% y, posteriormente, el abulón azul en 1988 con porcentaje de 73.3. La presencia del abulón negro en la captura comercial representó en 1984-85 el 1.5% del total (Lelevier, *et al., op. cit.*).

Durante los años 1989 y 1991, la composición por especies en la misma área estuvo igualmente integrada por el abulón azul en mayor proporción (71.5% y 51.3%), seguido por el amarillo (26.2% a 48.0% en 1991) y en proporción más baja el negro (2.3%; 0.7%), (Tabla 8).

Volumen de producción

Pese a que los registros del desembarque comercial (peso desconchado) datan de los años cuarenta, se sabe que la extracción del abulón de manera comercial se remonta a la segunda mitad del siglo pasado. Según Croker (1931), citado por Cox (*op. cit.*), en 1923 se exportaron a California 3.8 millones de libras (1 727 ton) de abulón seco, aumentando esta cantidad en 1929 a 7.4 millones de libras (3 364 ton). La disminución que se observa en los registros del periodo 1940-1946 es atribuible a los efectos que sobre el mercado tuvo la Segunda Guerra Mundial. Las capturas aumentaron en los primeros años de la posguerra, llegando a registrarse 5 993 ton en la temporada de pesca 50/51, cifra que hasta hoy no ha sido superada. A partir de dicha temporada y hasta la temporada 56/57, las capturas oscilaron entre las 1 525 y 3 462 ton; a partir de la temporada 57/58 y hasta la temporada 75/76 las capturas fluctuaron alrededor de las 2 803 ton, sin llegar nunca a ser menores a las 2 000 ton. Este último periodo de 19 años puede considerarse como el correspondiente a una fase de estabilización, es decir, aquél en el cual las capturas varían moderadamente sin mostrar aumentos o disminuciones que indiquen cambios bruscos en las mismas (Tabla 9, Fig. 7).

Figura 7
Producción de abulón desconchado en la Península de Baja California (1940-1992)



A partir de 1976 se identifica una tercera fase que duró hasta la temporada 83/84, caracterizada por una disminución sostenida de las capturas. En este periodo las capturas pasaron de 2 313 ton a 444 ton, disminuyendo a ritmo promedio de 267 ton por año. En estos últimos años, de la temporada 1985-1986 en adelante, se observa una tendencia positiva, aunque moderada, en las capturas (69.5 ton/año), sin que se logren aún capturas similares al periodo de estabilización de la pesquería.

En total son 22 cooperativas las que han explotado al abulón. Sin embargo, actualmente sólo 18 de ellas participan en la pesquería, distribuidas en número de cuatro cooperativas por zona reglamentaria de pesca (Tabla 10).

Tabla 8
Composición (%) de especies de abulón en algunas localidades pesqueras de la costa occidental e islas de la Península de Baja California

Zona	Localidad	Año	Especies 1	2	3	4	5
I	El Rosario	1984-85	37.40	27.75	29.10	0.25	5.5
	S. Rosalita	1984-85	28.50	23.20		48.30	
	I. Cedros	1984-85	53.80	44.70		1.50	
	I. Cedros	1988	26.71	73.29			
		1989	26.20	71.50		2.30	
		1991	48.00	51.30		0.70	
II	I. Natividad	1985	2.70	97.93			
		1988	9.47	90.52			
		1989	14.00	86.00			
	Pta. Eugenia	1991	24.87	75.13			
		1984-85	69.46	30.32			
		1989	16.13	84.77			
		1990	32.89	67.11			
	B Tortugas	1991	33.85	66.15			
		1984-85	65.87	30.45		3.67	
		1988	20.00	80.00			
		1990	16.74	83.26			
		1991	23.71	76.28			
	B. Asunción	1984-85	26.66	73.33			
		1987	9.85	90.15			
		1989	16.05	83.54			
		1990	15.65	84.35			
		1991	21.93	78.07			
III	P. Pta. San	1984-85	44.44	55.55			
	Hipólito	1987	4.60	95.40			
		1990	29.23	70.77			
		1991	34.07	65.93			
	La Bocana	1984-85	18.18	81.82			
		1989	17.40	82.60			
		1991	28.70	71.30			
	Pta. Abreojos	1984-85	55.60	44.40			
		1988	16.00	84.00			
		1989	15.02	80.58			

Tabla 8
(continuación)

Zona	Localidad	Año	Especies 1	2	3	4	5
		1990	50.26	49.74			
		1991	51.74	48.26			
IV	Z. Delgadito	1987	28.60	71.40			
		1990	73.33	26.66			
	Sn. Juanico	1984	25.40	74.60			
		1989	6.70	93.30			
		1990	13.19	86.81			
		1991	15.05	84.95			
	La Poza Gde	1985	12.80	87.20			
		1990	3.00	97.00			
	I. Magdalena-	1985	1.50	98.50			
	Margarita	1990	0.72	99.28			
		1991	1.97	98.03			

1 = Abulón amarillo, *Haliotis corrugata*; 2 = Abulón azul, *H. fulgens*; 3 = Abulón rojo, *H. rufescens*; 4 = Abulón negro, *H. cracherodii*; 5 = Abulón chino, *H. sorenseni*.

Durante las temporadas 80/81 a 88, la captura global (todas las zonas) varió de 1 053 ton a 786 ton, con una media de 656 ton por temporada de pesca. La captura disminuyó hasta 1984 y comenzó a aumentar a partir de 1985, sin que se haya logrado superar hasta la fecha la captura de la temporada 80/81 que, por otra parte, tuvo una duración de 10 meses (septiembre 1981 a junio 1982). De 1985 en adelante se mantuvo una tasa absoluta de incremento promedio de 88 ton por año.

En este mismo periodo, el esfuerzo de pesca (número de viajes o "mareas") disminuyó de 21 619 en 81/82 a 14 082 en 1988, manteniendo un promedio de 15 026 mareas por temporada de pesca. De 1983 a 1988, el esfuerzo anual se mantuvo en niveles inferiores al promedio. Por su parte, el rendimiento por marea o captura por unidad de esfuerzo (CPUE) disminuyó a partir de la temporada 81/82 y empezó a recuperarse a partir de 1985 a razón de 6.64 kg/equipo/marea por temporada de pesca (Tabla 7).

El comportamiento de la captura es similar a las distintas zonas de pesca; disminuye hasta 1984 y a partir de 1985 comienza a incrementarse. De las cuatro zonas, la Zona II es la que más aporta al volumen total de captura (alrededor del 50% anual), seguido por las Zonas I y III.

Costos de operación

Al considerar que la totalidad de las cooperativas pesqueras que explotan este recurso intervienen no solamente en ésta, sino también en otras actividades extractivas como captura de langosta,

Tabla 9
Producción de abulón (ton de abulón desconchado) en la Península de Baja California e islas adyacentes, durante los años 1940 a 1991

Temporada	Captura	Temporada	Captura
40/41	1 143.9	65/66	3 251.0
41/42	951.5	66/67	2 778.0
42/43	590.5	67/68	2 691.0
43/44	647.9	68/69	3 404.0
44/45	1 236.4	69/70	2 894.0
45/46	698.1	70/71	2 819.0
46/47	1 515.1	71/72	2 693.0
47/48	3 372.7	72/73	2 935.9
48/49	2 492.3	73/74	1 894.0
49/50	2 406.6	74/75	2 160.0
50/51	5 993.0	75/76	2 460.2
51/52	4 309.5	76/77	2 313.4
52/53	1 220.4	77/78	1 885.9
53/54	1 626.5	78/79	1 251.7
54/55	1 524.9	79/80	1 191.7
55/56	2 323.4	80/81	1 052.9
56/57	3 461.0	81/82	756.1
57/58	2 711.8	82/83	482.3
58/59	2 875.2	83/84	444.5
59/60	2 835.6	84/85	502.2
60/61	2 576.5	85/86	569.1
61/62	2 707.2	86/87	656.0
62/63	3 010.9	87/88	830.0
63/64	3 397.3	88/89	988.0
64/65	3 165.4	89/90	1 027.0
		90/91	1 058.0
		91/92	1 116.0

FUENTE: Chapa, 1962; Ortiz, 1966; Guzmán y Ortiz, 1972; Turrubiates, *et al.*, 1986; Proyecto Abulón. CRIP Ensenada, BC y La Paz, 1992.

Tabla 10
Sociedades cooperativas de producción pesquera que explotan abulón en la Península de Baja California

Zona	Sociedad cooperativa
I	Abuloneros y Langosteros de la Baja California
	Ensenada
	Bahía Falsa
	Rafael Ortega Cruz
	Pescadores Nacionales de Abulón
II	Buzos y Pescadores de la Baja California
	La Purísima
	Bahía Tortugas
	Emancipación
	California de San Ignacio
III	Leyes de Reforma
	Progreso
	Punta Abreojos
IV	Laguna de San Ignacio*
	19 de Septiembre*
	Cadejé*
	San José de Gracia*
	Puerto Chale
	Pescadores de La Poza
	Bahía Magdalena
	Puerto San Carlos
	Melitón Albañez

* Vedadas a la explotación desde 1989, debido a que la zona se encuentra en proceso de recuperación.

caracol panocha, algas marinas, pesca de escama, etc., en sus diversos periodos reglamentarios de captura y en los que deben de establecerse la distribución de gastos, costos fijos y variables de captura e industrialización específicamente considerados para el abulón, resulta compleja la determinación de los costos de operación, principalmente por la versatilidad de uso de los componentes de cada una de estas pesquerías, que en muchos de los casos no pueden tratarse por separado y, en consecuencia, no permite mostrar satisfactoriamente la rentabilidad de una pesquería en particular.

Fase de industralización

Casi el 100% de la producción de abulón se destina al proceso de enlatado, con una presentación en envase metálico litografiado, con capacidad de 454 gramos (libra alta), lo cual está estrechamente relacionado con la demanda del mercado, tanto nacional como internacional.

Actualmente existen establecidas en la Península de Baja California, un total de 14 plantas industrializadoras de abulón localizadas de la siguiente manera: Ensenada (2); El Rosario (1); Santa Rosalita (1); Isla de Cedros (2); Isla Natividad (1); Bahía Tortugas (1); Bahía Asunción (2); La Bocana (1); Punta Abreojos (1); Puerto A. López Mateos (1) y Puerto San Carlos (1). A excepción de las plantas de Santa Rosalita y Puerto A. López Mateos, las restantes se encuentran operando regularmente (Fig. 8).

El procesamiento industrial del abulón se inicia en la planta con la recepción del abulón entero y vivo. Una vez verificadas las tallas y obtenido el peso total entero, se inicia el desconche del mismo, colocándose el producto (músculo o "callo")

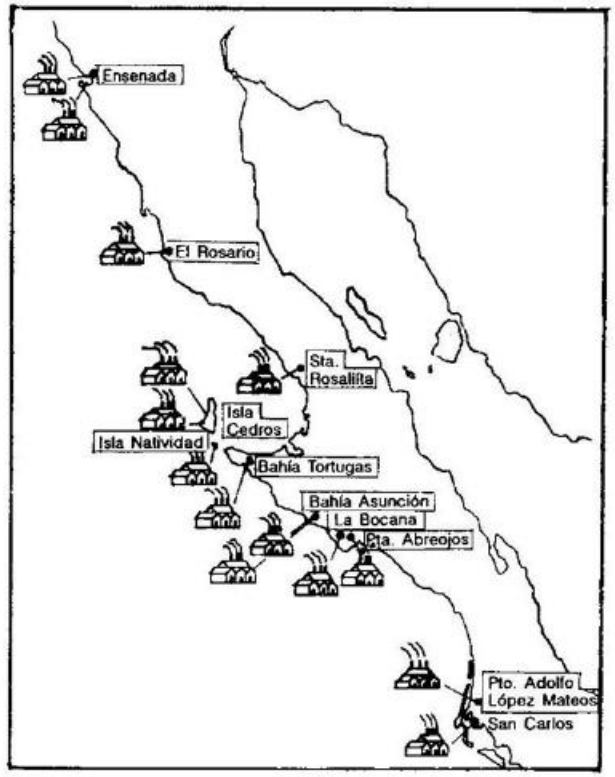


Figura 8

Localización de las principales plantas procesadoras de abulón en la Península de Baja California

en tinas con agua de mar donde permanecen entre 4 y 6 horas, para posteriormente ser colocados en una lavadora para eliminación del mucus y de la pigmentación obscura que recubre parte del músculo y epipodio. Este lavado se realiza con agua de mar y salmuera. Posteriormente se efectúa la operación de recorte y clasificación, eliminando cabeza y "olanes" (manto). Seguidamente son llenadas las latas, procediendo a la precocción durante aproximadamente 19 minutos, a una temperatura de 185°F.

Una vez terminado el proceso anterior, se continúa con el cierre de latas (engargolado), para colocar-

las en transportadores especiales e introducirlas luego dentro de autoclaves (retorta) durante un tiempo aproximado de 80 minutos, a una temperatura de 237°F, para la esterilización. Finalmente, el producto terminado se deja enfriar limpiándose con aceite mineral para protegerlo de la oxidación. Se toman muestras para el examen de la calidad, empacándose posteriormente en cajas de 48 latas cada una. Dichas cajas son colocadas dentro de un almacén para cumplir el periodo de cuarentena y posteriormente salir a la venta.

Respecto a las normas de calidad a que debe sujetarse el recurso procesado, no existe una reglamentación sobre el particular. Sin embargo, éste debe ser sometido a las normas de calidad establecidas para el procesamiento de pescados y mariscos y a las normas del manual de procedimientos de abulón enlatado editado por Ocean Garden Products, Inc. Dichas normas son las siguientes:

Antes del procesamiento

- La concha debe cubrir la talla mínima legal establecida por especie.
- El músculo o "callo" no debe estar dañado o "picado".
- El músculo o "callo" no deberá contener restos de concha, vísceras u otros.

Especificaciones del producto terminado

Características físicas:

- Tamaño de la lata 301 x 411, con capacidad de 16 onzas.
- Contenido neto: una libra o 454 g.
- Peso drenado mínimo de 255 g, para tipo "A" y 227, para tipo "B" o "C".
- Vacío mínimo de 7 pulgadas de mercurio.
- Espacio libre de 4 a 6 pulgadas.
- Traslape de 45% como mínimo.
- No debe existir corrosión externa.
- Corrosión interna, completamente prohibida.
- No debe existir rayado del barniz.
- No deben existir señales de golpes en la lata; en caso de presentar golpes, se permiten 1 a 2 muy leves y que no fracturen el barniz interior y la presentación externa del producto.
- Cloruros (NaCl) en por ciento, en líquido de cobertura y músculo, con un máximo de 1 a 1.5%.

Características organolépticas

- La textura del producto debe ser firme y elástica.
- Olor y sabor agradables; característico del abulón cocinado en salmuera.
- Color claro y brillante, característico del abulón cocinado.
- El producto deberá estar libre de partículas extrañas, vísceras, tejido obscuro o parásitos.

Características microbiológicas

Valores máximos permisibles:

Determinación	Valor
Mesófilos aerobios	Negativo
Mesófilos anaerobios	Negativo
Termófilos aerobios	Negativo
Termófilos anaerobios	Negativo

La vida de anaquel o útil como máximo para este producto es de tres años en buenas condiciones, después de haber pasado la prueba de cuarentena.

Considerando las características del abulón enlatado que produce la planta de la SCPP "Pes-

cadores Nacionales de Abulón", SCL, la descripción es como sigue:

Producto:	Abulón en salmuera
Presentación:	Libra alta
Lata:	Recubierta de esmalte especial epoxifenólico
Peso:	Peso neto 454 g
	Peso drenado 254 g
Número de piezas:	1 a 3
Clasificación:	A.A. (Abulón amarillo/Abulón azul)
	A.N. (Abulón negro)
Porcentaje de sal:	De 1 a 1.5%
Líquido de cobertura:	De color ámbar gris cristalino, sin partículas en suspensión, con un volumen aproximado de 220-240 ml

Fase de comercialización

En principio las cooperativas abuloneras fueron solamente proveedoras de materia prima a la industria establecida y, consecuentemente, la comercialización del abulón hasta antes de que las cooperativas establecieran sus propias plantas industrializadoras estuvo a cargo de la empresa paraestatal Productos Pesqueros Mexicanos, S.A. de C.V., la que a su vez lo comercializaba a través de la Compañía Ocean Garden Products, Inc. A raíz de la creación de plantas procesadoras, propiedad de Sociedades Cooperativas, y a los intentos de éstas por diversificar mercados a través de otras empresas, resultó que la mejor opción en cuanto a precios y condiciones continuaba siendo la compañía antes mencionada.

Mercado

Actualmente la producción de abulón obtenida en nuestro país se destina a exportación casi en un 97%, comercializándose a través de la Compañía Ocean Garden Products, Inc., la cual se encarga de venderla y distribuirla en Estados Unidos de América y en especial a los países de Oriente, cuyas demandas se concentran principalmente durante las festividades del "Año Nuevo Chino", en el mes de febrero y el "Festival de La Luna", en septiembre. El costo de la caja de 48 latas de abulón de primera es vendido por el sector productor a un costo aproximado de $1 200 dlls. La demanda a nivel nacional es relativamente escasa, puesto que es un producto con un alto valor comercial, destinando al mismo la producción de abulón en trozo, el cual se vende a menor costo ($650 a 850 dlls/caja de 48 latas) y en ocasiones se comercializa abulón de primera cuando existen solicitudes especiales.

Independientemente de la demanda a nivel nacional e internacional del abulón enlatado, la concha de las especies que conforman el recurso abulonero son también requeridas por ambos mercados para su procesamiento artesanal y trabajos de joyería.

Los precios por tonelada de concha de abulón son semejantes en ambos mercados y manejados también en divisa estadounidense. En cuanto a demanda y precio, la tonelada de concha de abulón negro de primera calidad se cotiza en aproximadamente $11 100 dlls, seguido por la concha del abulón azul de primera en $7 600 dlls y la de abulón amarillo de primera calidad en $2 600 dlls/ton, (precios de la Fedn. Reg. de Socs. Coops. "Baja California", FCL, durante 1991).

Tomando como base una producción promedio de 1 000 ton para 1991 y considerando que de cada tonelada se obtenga un promedio de 44 cajas, conteniendo 48 latas de 1 libra cada una y el valor promedio de cada una en el mercado sea de aproximadamente $1 150 U.S. dlls, la pro-

ducción sería alrededor de 44 000 cajas, con un valor aproximado a $50 600 000 dlls. Respecto a la venta de la concha, aproximadamente un promedio de 650 toneladas de concha de primera por temporada a un costo promedio de venta en el mercado de $6 000 U.S. dlls/ton, serían alrededor de $3 900 000 dólares adicionales. En resumen, el valor estimado aproximado de esta pesquería oscila alrededor de los $54 500 000 U.S. dólares.

Alternativas para la administración de la pesquería

En la medida en que se asegure el seguimiento continuo de las investigaciones pesqueras sobre esta importante pesquería, se podrán evitar limitaciones en la información que en este o en otros trabajos puedan advertirse. De esta forma, los compromisos programáticos estimados anualmente, todos ellos encaminados hacia la correcta administración de este recurso, podrán ser cumplidos oportunamente.

Los volúmenes de captura, tradicionalmente han estado basados en toneladas de abulón desconchado y sobre éstos se han estimado las recomendaciones anuales. Pese a que dentro de las medidas reglamentarias para la administración de este recurso se indica la entrega del abulón entero y vivo a las plantas procesadoras (medida de un gran significado para la administración de esta pesquería), al igual que el respeto a las tallas mínimas legales, por especie y por zona, en algunos casos se advierten porcentajes elevados de capturas no registradas, por ser producto de prácticas ilegales.

Como una opción adicional en la regulación de la explotación del recurso abulonero, es necesario instrumentar un sistema de cuotas de captura que contemple también el número de abulones susceptibles de extraer: por temporada, por especie, zona de pesca y concesionario.

Cabe señalar la necesidad de intensificar tanto la inspección, como la vigilancia hacia la explotación del recurso, dentro y fuera de la temporada de captura comercial, principalmente por quienes lo usufructúan.

Antecedentes de investigación sobre el recurso y situación actual

Los primeros estudios en México sobre el recurso, se inician en los años sesenta, tratándose aspectos descriptivos de la pesquería y sobre su biología. Posteriormente se realiza el estudio de las poblaciones naturales a través de censos directos (evaluaciones).

En los últimos 15 años, los estudios se han enfocando principalmente hacia la biología, dinámica poblacional y censos poblacionales sobre las especies de abulón azul y amarillo. Sin embargo, las investigaciones sobre aspectos de ecología de las poblaciones juveniles y adultas, cultivos en las fases experimental y comercial; dispersión larval, engorda, repoblamientos masivos, etc., apenas se inician de manera integral a partir de finales de los años sesenta y principios de los ochenta, contándose con la participación del sector oficial, social cooperativo, académico y de investigación.

Desde 1988 se viene llevando a cabo un programa en forma coordinada con el Sector Social, para la evaluación de bancos abuloneros explotados comercialmente por las cooperativas pes-

queras, determinándose anualmente, en base a los resultados obtenidos, las cuotas de captura aplicables para cada temporada regular de pesca.

A partir de 1992, con apoyo del mismo Sector, se desarrollan estudios dirigidos hacia la localización, prospección y evaluación de bajos o áreas alejadas de la costa, con perspectivas de diversificar las localidades tradicionales de explotación de los recursos: abulón, langosta y caracol panocha.

Los conocimientos adquiridos aún resultan parciales y limitados hacia algunas zonas de distribución del recurso, así como también algunas etapas del desarrollo, por lo que resulta necesario que todos los sectores interesados en su estudio, consideren aquellas líneas de investigación sobre las que resultaría necesario profundizar.

El Cultivo del Recurso Abulonero

Margarita Muciño Díaz
CRIP-La Paz, BCS

Análisis cronológico del cultivo

Hace más de dos décadas México, junto con Australia y Japón, llegó a ser uno de los principales productores de abulón del mundo, llegando a aportar hasta el 37% de la captura total (FAO, 1977, 1980).

Debido a la sobrepesca que existió en la década de los sesentas sobre esta pesquería, se registraron agotamientos de las existencias naturales de abulón en las principales zonas productoras

A fin de buscar una solución a esta problemática y recuperar esta pesquería, los sectores oficial, social y en los últimos siete años, el académico, se han planteado diversas alternativas dentro de las cuales destaca la acuacultura.

En los años sesenta fueron extraídos de Isla de Cedros, BC, más de 2 000 abulones adultos y sembrados en varios sitios de Bahía de los Angeles, BC. Ocho meses después de la siembra, el registro fue de 52 ejemplares vivos en la Isla del Piojo; el resto de ellos al parecer murieron (Ortiz Quintanilla, 1966). El intento de introducir la especie a otra localidad geográfica fue el inicio de una serie de acciones con la intención de incrementar el recurso en el país, pero fue hasta 1970 en la Estación de Biología Pesquera de El Sauzal, BC, cuando se efectuaron los primeros desoves de abulón rojo *Haliotis rufescens* y abulón azul *H. fulgens*, utilizando como inductores el shock térmico y el estímulo con esperma en el medio. Asimismo, en 1972, en este centro se inició el primer programa de cultivo de abulón, que consistió en la producción de semillas en el laboratorio para repoblar zonas sobreexplotadas (Félix Cota, 1972), en el cual se pretendía producir anualmente 100 000 juveniles de 30 mm de longitud. Félix Cota (1973) registró sobrevivencias del 1% del total de las larvas fijadas; este programa culminó con la liberación de más de 10 000 juveniles de *H. rufescens*, mayores de 20 mm de longitud.

Ortiz (1974-1980) buscó otras alternativas para incrementar las poblaciones naturales de abulón, realizando lo que se denominó "mareas de cría". Éstas consistieron en exponer machos y hembras de abulón al sol durante una hora y hacerlos desovar; después, fertilizar los óvulos en una cubeta y colocarlos en una bolsa de plástico, que el buzo baja al fondo para liberar.

En 1975, a través de un programa de cooperación técnica entre los gobiernos de México y Japón, en El Sauzal, BC, dos expertos japoneses en cultivo de abulón iniciaron la capacitación en el uso de las técnicas de cultivo japonesas. La falta de infraestructura no permitió el cumplimiento total de los objetivos.

En 1978, la Secretaría de Pesca presentó un estudio de factibilidad de cultivo de abulón para producir un millón de juveniles anualmente en el laboratorio de Eréndira, BC. De esta forma se proponía dotar de semilla a cooperativas pesqueras para repoblar bancos naturales y que fuera recuperada tres o cuatro años después (Ortiz y Medina, 1978). En 1981 y 1982, en ese mismo laboratorio se realizaron desoves y se produjeron algunos cientos de semillas de abulón; fue hasta 1983, cuando a través de un convenio entre la Secretaría de Pesca y la Federación de Sociedades Cooperativas se inició lo que se consideró como el segundo programa de producción de semilla de abulón con fines de repoblamiento. Para el efecto, se trabajó en el laboratorio de Eréndira, BC y en Bahía Tortugas, BCS. En este programa, que duró más de dos años, se aplicaron principalmente las técnicas japonesas. La producción anual por laboratorio fluctuó entre 2 000 y 5 000 semillas. La mayor parte de la semilla producida fue liberada por los buzos de las cooperativas (Salas Garza y Searcy Bernal, 1989).

En 1984, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California, inició un proyecto con el objetivo de complementar los esfuerzos anteriores. Una primera etapa (1984-1986) se enfocó a la determinación y evaluación de alternativas para el uso de la semilla, que se produciría en los laboratorios, y en una segunda etapa (1986-1988) los estudios se centraron en diversos aspectos relacionados con la producción de semilla en laboratorio (Searcy Bernal y Salas Garza, 1990).

En 1985, la misma Institución experimentó como alternativa el cultivo en cautiverio. El experimento se realizó en la Bahía de Todos Santos, BC, con semilla de *H. rufescens*. Después de 18 meses sobrevivieron más del 80% (Salas Garza y Searcy Bernal, 1987). En este mismo año, la Cooperativa Bahía Falsa, con asesoría del IIO, inició el primer cultivo piloto comercial en el país con *H. cracherodii* y, actualmente, con asesoría de la Secretaría de Pesca, continúa el cultivo con *H. rufescens, H. fulgens y H. corrugata* (con semilla producida en California, EUA) en la Isla San Martín, BC (Salas Garza y Searcy Bernal, 1989).

Con estos antecedentes la Secretaría de Pesca, a través de la Dirección General de Administración de Pesquerías, realizó en 1987 cambios en su estrategia proponiendo "destinar las semillas y juveniles de abulón producidos en los centro de acuacultura, al cultivo y no para repoblación" (Secretaría de Pesca, 1987).

En 1986, la Cooperativa Progreso construyó un laboratorio de producción de semilla de abulón en La Bocana, BCS, el cual entró en operación en ese mismo año, pretendiendo producir 50 000 semillas anuales, produciendo, sin embargo, alrededor de 65 000 semillas durante el periodo 1986-1989, no habiendo producción en 1990. A partir de junio de 1990, se llevó a cabo un Programa de Asistencia Técnica por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), con el objeto de impulsar el proyecto denominado "Biotecnología para el cultivo de abulón", el cual se elaboró por el Instituto Nacional de la Pesca, a través del Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz (CRIP), desarrollándose en convenio con la Sociedad Cooperativa Progreso de Produc-

ción Pesquera, SCL. Derivado de este proyecto, y pese a las limitaciones de los materiales, equipos y recursos humanos, en 1990-1991, se produjeron 81 000 semillas de talla promedio 12 mm, de las cuales 10 000 se destinaron para su engorda y el resto se trasplantó en su zona. En 1991, y hasta marzo de 1992, se cultivaron 141 000 juveniles entre 5 y 7 mm de talla, de los cuales 121 000 fueron sembrados en esa misma zona.

En 1989, inició sus operaciones el laboratorio de cultivo de abulón de Punta Eugenia, BCS, el cual es financiado por siete cooperativas pertenecientes a la Federación Regional de Sociedades Cooperativas Baja California. Sus metas de producción en los próximos tres años son de 50 000, 100 000 y 200 000 juveniles engordados en pilas hasta una talla de 70 a 80 mm de longitud para su cosecha y comercialización.

En 1991, la Cooperativa Emancipación concluyó la construcción de una granja abulonera en Puerto Nuevo, BCS, contemplando en su proyecto original la engorda, hasta talla juvenil de 70 a 80 mm, de semilla proveniente del laboratorio de Punta Eugenia para destinarlas al repoblamiento de sus bancos naturales. En ese mismo año, la Cooperativa inició su operación y decidió obtener en sus propias instalaciones la semilla, contando con la asesoría de un experto de los Estados Unidos de América.

Áreas potenciales de cultivo

El área potencial de cultivo de abulón en Baja California es inmensa. Para desarrollar los cultivos en suspensión se deben aprovechar los lugares protegidos y semiprotegidos, lo cual involucra una menor inversión. Aquellas sociedades cooperativas que no disponen de áreas con estas características, tienen la alternativa de recurrir al cultivo en estanques de concreto, los cuales se ubican en tierra; para ello hay que tomar en cuenta la temperatura del agua que es suministrada, los costos de energía que se requieren para su bombeo y la disponibilidad del alimento (Uki, 1989).

Este tipo de cultivos se realizan con gran éxito a escala comercial en Japón, y en menor grado en los EUA. El sistema requiere de una elevada inversión. Sin embargo se tiene un mayor control del cultivo y se facilita su manejo (Salas Garza y Searcy Bernal, 1990).

Métodos de cultivo

Las etapas del proceso para la producción de semilla, en condiciones de laboratorio, abarcan principalmente desde el desove hasta un tamaño de 30 a 40 mm de longitud. En algunas ocasiones, se incluye la etapa de maduración y se lleva a cabo el acondicionamiento de reproductores.

Obtención de reproductores

Existen tres opciones para obtener reproductores maduros: la primera es colectarlos del medio natural e inducirlos al desove; la segunda es criarlos varios meses antes de la época de desove con flujo de agua constante y buena alimentación; la tercera opción es hacer el acondicionamiento en un estanque con flujo constante, controlando el fotoperiodo, la dieta y la temperatura. Estos parámetros se han usado con éxito en Japón en *H. discus hannai* (Kikuchi y Uki, 1974, 1975; Uki y Kikuchi, 1984). En el caso de las dos primeras, la obtención de organismos maduros se limita a la época de desove natural; en cambio, en la tercera opción se pueden obtener reproductores maduros en cualquier época del año.

Este último método permite realizar una producción planificada; sin embargo, su costo de producción es más elevado en comparación con los otros dos, ya que se requiere de un aparato termoregulador del agua de mar.

Por lo general, hay pocos problemas en las actividades de producción si se consiguen reproductores maduros por las dos primeras opciones. Los laboratorios de Bahía Tortugas, Punta Eugenia, Puerto Nuevo, La Bocana, BCS y Eréndira, BC, cuentan con un stock permanente de reproductores de abulón azul *H. fulgens*. Esta especie es la de mayor interés debido a su abundancia e importancia comercial. El IIO cuenta con un stock de reproductores de *H. rufescens*, del cual se ha intercambiado parte con la Federación de Sociedades Cooperativas (Salas Garza y Searcy Bernal, 1990).

Inducción al desove

La rápida elevación de la temperatura del agua y la exposición de los organismos, causada por el régimen de mareas, son fenómenos naturales que estimulan la liberación de espermas y óvulos. Estos factores, shock térmico, secamiento, etcétera, han sido utilizados como un estímulo artificial de desove, pero no siempre los efectos son satisfactorios. En años recientes se han desarrollado otros métodos para inducir el desove del abulón, tales como la utilización de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) y agua de mar irradiada con luz ultravioleta.

Actualmente en México se aplican diferentes métodos para inducir el desove del abulón: shock térmico (Bahía Tortugas); agua de mar irradiada con U.V. (La Bocana, Punta Eugenia) y peróxido de hidrógeno (IIO/UABC). Éstos se han utilizado con éxito. Sin embargo, ocurren problemas de sincronización entre sexos. Esto último afecta la fertilización y por consiguiente el porcentaje de larvas a obtener.

Fertilización

Los óvulos desovados se colocan en un acuario y se agregan los espermas para llevar a cabo la inseminación. Una alta densidad de espermas para fertilizar los huevos disuelve la membrana de éstos e impide el desarrollo normal de los cigotos; en cambio, una baja densidad ocasiona una baja tasa de fertilización. Por otro lado, la fertilidad de los huevos y espermas declina a medida que transcurre el tiempo, por lo que hay que realizar la inseminación en un tiempo determinado después del desove. En general, los porcentajes de fertilización que se obtienen son altos, aunque no se ha logrado obtener el 100%.

Después de la fertilización se realiza el lavado de huevecillos por el método de decantación, con el objeto de eliminar el exceso de espermas sobrantes y huevos defectuosos. Existe otro método para el lavado de huevos con flujo constante, pero es recomendable aplicar el método de decantación una o dos veces para eliminar los huevos defectuosos.

Cultivo de larvas

La tasa de desarrollo embrionario y larval cambia en función de la temperatura del agua y bajo un rango determinado de la misma, ya que, cuanto más alta se presenta ésta, tarda menos tiempo en llegar a la eclosión y/o a la metamorfosis después del momento de fertilización. Por lo tanto, se puede controlar la tasa de desarrollo hasta cierto nivel, regulando este parámetro.

Al terminar el lavado de huevos, los cigotos se dejan en un cuarto con temperatura constante para

la incubación. Las larvas eclosionadas se cultivan en un acuario limpio y, cuando es necesario, se cambia el agua de crianza, utilizando agua de mar filtrada y esterilizada con U.V. Actualmente, en otros laboratorios, la cría de larvas se desarrolla con un flujo constante.

Asentamiento (metamorfosis)

Las larvas de abulón tienen la capacidad de asentarse con el desarrollo del músculo del pie cuando ha formado un par de protuberancias, las cuales van a ser una parte de la proboscis. Las larvas que presentan esta característica se pueden utilizar en el asentamiento, y son capaces de iniciar la metamorfosis cuando han formado el tercer túbulo sobre el tentáculo cefálico.

El tipo de material que se utiliza como colector sobre el cual se asientan las larvas metamórficas, se selecciona según el sistema de producción. Hay diferentes tipos de materiales tales como: tubo de plástico común y corriente, estanques circulares de fibra de vidrio, láminas onduladas o planas de cloruro de vinilo o policarbonato, etc. En los laboratorios de La Bocana y Punta Eugenia, se utiliza la lámina ondulada de cloruro de vinilo. En todos los casos, previamente se cultivan las microalgas sobre la superficie del colector antes de asentarse las larvas, las cuales ya metamorfoseadas comienzan a alimentarse de ellas como alimento inicial. Cabe mencionar que en el caso de contar con juveniles previo al asentamiento, las larvas metamórficas se asientan particularmente sobre la huella de mucosidad del pie de los mismos.

El IIO ha realizado experimentos con diferentes inductores químicos y naturales (GABA = Ácido Gamma Aminobutírico, KCl, mucus del abulón y diatomeas bentónicas) para evaluar la respuesta de la larva al asentamiento y metamorfosis.

Cultivo de juveniles (hasta 5 mm de longitud)

Las conchas de los juveniles menores de 5 mm son frágiles y ellos mismos no tienen la suficiente vitalidad contra el tratamiento del desprendimiento. Por lo tanto, la actividad rutinaria más importante en esta etapa es la de mantener el medio de cría estable y en buenas condiciones. La fauna que aparece en las láminas tiene estrecha relación con el crecimiento y sobrevivencia de los juveniles.

Cultivo de juveniles (hasta 25 mm de longitud)

En esta etapa, al igual que en la anterior, la actividad rutinaria importante es la de mantener el medio de cría estable y en buenas condiciones y, además, realizar el cultivo de microalgas como alimento.

La tasa de alimentación de los juveniles se incrementa en la medida en que crecen. Cuando la cantidad de microalgas que proliferan sobre las láminas en donde pastorean no es suficiente para el consumo de los mismos, éstas se van cambiando por otras (láminas), previamente cultivadas en otro estanque.

También en esta etapa, como una actividad importante, se lleva a cabo el desprendimiento de los juveniles para la selección de tamaño y el control de densidad de los individuos.

Cultivo intermedio (hasta 45 mm de longitud)

En esta etapa, dado que la tasa de alimentación de los juveniles aumenta tanto que las microalgas son insuficientes para satisfacerlos, se cambia el

método de alimentación de microalgas a macroalgas, así como también el sistema de crianza de láminas a contenedores. Lo importante en esta etapa es generar las condiciones en las que se pueda optimizar el potencial de crecimiento de los juveniles al 100%. Para ello, se alimentan con macroalgas de alta calidad nutritiva y se propicia un ambiente de cría favorable.

Este es el procedimiento para la producción de semillas de abulón en condiciones de laboratorio hasta una talla de 30 a 40 mm.

Posteriormente, el destino de estas semillas puede ser desarrollarlas hasta alcanzar el tamaño medallón (70 a 80 mm), ya sea en estanques de concreto o en cultivos en suspensión, para su comercialización o el repoblamiento de la semilla en bancos naturales.

Producción del recurso cultivado

En los primeros años la semilla de abulón obtenida en laboratorio fue destinada para el repoblamiento de los bancos naturales. En la actualidad la producción, aparte del repoblamiento, se canaliza al cultivo a tamaño medallón en suspensión (canastas, tibores, jaulas) en el medio natural o en estanques.

La producción de semilla de abulón en los distintos laboratorios, ya sean del sector federal o social, ha sido baja en relación a sus metas planteadas, debido en parte a la falta de una biotecnia adecuada para la producción de semilla.

En la Tabla 1, se muestra la producción obtenida en los diferentes laboratorios y el destino de la semilla.

Comercialización y financiamiento

Anteriormente, la producción obtenida en los laboratorios en México se destinaba al repoblamiento de los bancos naturales, puesto que no existía una comercialización. Actualmente, los laboratorios están encauzando su producción hacia el cultivo de tamaño medallón.

En Estados Unidos existe mercado para el abulón cultivado (70-80 mm). En 1984 el abulón cultivado en California se vendió a un precio aproximado de $70.00 dólares por kilogramo. Se desconoce el tamaño del mercado, pero ha rebasado ya al del estado de California y la demanda sobrepasa varias veces la oferta. Es importante no descuidar este renglón, ya que puede llegar a restringir la magnitud de los cultivos. El producto es enviado directamente a los restaurantes, de manera que se realiza la cosecha sobre pedido. Además del mercado norteamericano, que aparentemente posee un buen potencial, se deben explorar los mercados europeos y asiáticos, ya que también puede ser una alternativa viable. Por ejemplo, Japón tiene una producción anual de 5 000 toneladas de peso entero (Uki, 1984). Esto no es suficiente para cubrir la demanda interna calculada en 10 000 toneladas.

Estrategias de regulación del cultivo

El propósito de realizar actividades acuaculturales desde los años setenta fue con fines de repoblamiento de los bancos naturales. Esto se vio como una alternativa para recuperar la producción del recurso.

Actualmente el desarrollo del cultivo ha tomado otros caminos: además de la siembra de semilla

Tabla 1
Laboratorios de cultivo de abulón en México

Laboratorio	Etapa Funcional	Actividad	Metas de Producc.	Producción Total	Destino
CRIP Ensenada, BC	1970-1976	Producción de semillas	100 000	>10 000	Repoblamiento
Eréndira, BC	1981-1982	Producción de semilla	100 000	>15 000	Repoblamiento
	1984-1988				
Bahía Tortugas, BCS	1983-1991	Producción de semilla	250 000	>25 000	Repoblamiento
La Bocana, BCS	1986-1989	Producción de semilla	70 000	65 000	Repoblamiento
	1991			70 000	Repoblamiento
				10 000	Engorda
	Marzo 1992			120 000	Repoblamiento
				20 000	Cultivo
Punta Eugenia, BCS	1989	Producción de semillas y engorda	50 000		Cultivo
			100 000		
			200 000		
Puerto Nuevo, BCS	1991	Producción de semilla	50 000		Cultivo
			*100 000		
Bahía Falasa, BC**	1985-1989	Engorda		1 ton de concha	
IIO-UABC	1987-1989	Investigación			

* A partir del cuarto año.
** Granja de engorda.

en bancos naturales, se ha canalizado a la engorda, ya sea en estanques en tierra o cultivos en suspensión.

A la fecha, ningún laboratorio en México ha alcanzado el cultivo de abulón hasta la talla que se comercializa como tamaño medallón, que es desde 50 a 80 mm.

Como medidas de regulación es necesario considerar:

- La obtención de reproductores maduros fuera de la temporada será mediante un permiso de la Secretaría de Pesca, donde se indicará la(s) especie(s), el número de abulones y la talla mínima. Una vez que se ha logrado el objetivo, es decir, obtener gametas, los reproductores deberán ser transplantados en el medio natural.

- Es necesario reglamentar la talla de cosecha del abulón cultivado. En los Estados Unidos lo comercializan entre los 70 a 80 mm.

- En el caso de que se cultive abulón al tamaño medallón, ya sea en estanques o cultivos en suspensión, informar a la Secretaría sobre el

origen de la semilla, la especie, la cantidad y el tamaño promedio de la semilla.

- Si la semilla es de especie no nativa, proporcionar copia de la factura del vendedor. Asimismo, se deberá expedir un certificado de sanidad de los organismos.

Agradecimientos

Los aspectos aquí reunidos parten del esfuerzo desempeñado por un grupo de investigadores y técnicos del Proyecto Abulón y del Proyecto Cultivo de Abulón de los Centros Regionales de Investigación Pesquera de Ensenada, BC, Bahía Tortugas y La Paz, BCS. Equipo de trabajo continuador de las labores de aquellos primeros investigadores, como los biólogos Héctor Chapa Saldaña, Carlos Sosa Romero, Adolfo González Castilla, Margarita Lizárraga Saucedo, Amín Zarur Menéz, Joaquín Díaz Garcés, Thalía Castro Barrera, Temístocles Muñoz López; Ocean. José M. Robles Pacheco, Fernando López Salas, Don José León, Don Nicolás Winkler Lucero, José Luna Franco, Ignacio Félix Cota, Ing. Agapito Martínez Tovar; Técn. Carlos Castro Aguirre, Técn. Pes. Jesús Camacho Acosta; Bióls. Jorge Pineda Barrera, Sergio A. Guzmán del Proo, Victoria Marín Aceves, Daniel Lluch Belda, María Luisa Sevilla, René L. Aguilar Vázquez, entre muchos otros, y a quienes les tocó realizar los trabajos iniciales en esta apasionante labor de investigación sobre los abulones en gabinete, en laboratorios y en el campo; a ellos se agradece primeramente su esfuerzo.

Nuestro reconocimiento a los compañeros del Proyecto Abulón/Langosta del CRIP Ensenada: Arturo L. Lelevier, José G. González A., Fidelia Caballero A., Alma Rosa García J. y Francisco Salgado H.; y del CRIP La Paz: Armando Vega V., José R. Turrubiates M., José Luis Gutiérrez, Miguel A. Reinecke R. y Esperanza Michel G., por todo el esfuerzo desempeñado, gracias al cual fue posible este trabajo. De igual forma a Fernando López Salas y Ricardo Flores Rosales, por los dibujos que ilustran el texto. En la misma forma a Carlos Castro Aguirre por el excelente apoyo y orientación computacional.

Los autores agradecen al Sector Cooperativista Pesquero de la Península de Baja California, involucrados en la pesquería del abulón, el firme apoyo dispensado para el buen logro de las actividades. Asimismo, hacemos patente nuestro agrado porque se ha podido lograr, a raíz de la convivencia, una excelente interacción de intereses comunes, que han culminado con la amistad.

Bibliografía

AGUILAR VÁZQUEZ, R.L., 1981. *La explotación comercial de abulón (Haliotis spp) en Isla de Cedros, BC.* Informe de la temporada de pesca 1979-80, 1980-81. INP CRIP-Ensenada, Proyecto Abulón/Langosta. (Documento interno).

ÁLVAREZ, U.M. y A. FERRUSQUIA V., 1973. Abulón. Departamento de Estudios Económicos. En: *Comercio Exterior*: 174-182.

ANDRADE P., M.L., 1971. *Algunos aspectos sobre madurez gonadal en Haliotis fulgens y Haliotis corrugata (Phyllum Molusca, clase gasterópoda) por observación directa.* Esc. Sup. Cienc. Mar., UABC. Ensenada, BC. Tesis profesional. 52 p.

ANDRADE P.M.L., G.G. ROMERO A., J.R. FRANCO S., F. ESPINOZA M. y J.A. GARCÍA. 1988. *Evaluación cuantitativa de abulón en la zona económica de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores Nacionales de Abulón*, SCL. Fedn. Reg. de Socs. Coops. de la Ind. Pes. Baja Calif., FCL. Dpto. Admón. Pesquerías. (Documento interno); 49 p.

BEVERTON, R.J.H. y HOLT, S.J., 1957. On the dymanics of exploited fish populations. *Fish. Invest. (London), Ser.* 2(19): 1-532.

BOOLOOTIAN, R.A., A. FARMANFARMAIAN y A.C. GIESE, 1962. On the reproductive cycle y breeding habits of two western species of *Haliotis Biol. Bull.:* 122: 183-193.

BREEN, P.A., 1980. Measuring fishing intensity an annual production in the abalone fishery of British Columbia. *Canad. Technl. Rep. of Fish. an Aquatic Sci.* No. 947, 49p.

CABALLERO, A.F., 1987. Notas preliminares sobre flora y fauna asociada a bancos abuloneros de Baja California. *VII Congr. Nal. Oceanog.* Ensenada, Baja California. México.

COX, K. W., 1962. California abalones, family Haliotidae. *Calif. Fish and Game. Fish Bull.* 118: 133 p.

DEPARTAMENTO DE PESCA. 1980. *Análisis de la pesquería de abulón en Baja California. Fundamentos biológicos para un nuevo régimen de explotación del recurso* (Diagnosis). INP. 86 p.

DIARIO OFICIAL. 1947. *Acuerdo sobre disposiciones reglamentarias para el buceo de diversas especies de abulón en la aguas del litoral occidental de Baja California.* (*D.O.* marzo 14 de 1947).

DIARIO OFICIAL. 1956. *Acuerdo sobre disposiciones reglamentarias para el buceo de diversas especies de abulón en la costa occidental de Baja California.* (*D.O.* sept. 27 de 1956).

DIARIO OFICIAL. 1981. *Acuerdo mediante el cual se establecen medidas de regulación para la extracción del abulón.* (*D.O.* sept. 22 de 1981).

DIARIO OFICIAL. 1987. *Acuerdo que establece medidas de regulación para la extracción de abulón.* (*D.O.* jun. 29 de 1987).

DIARIO OFICIAL. 1992. *Ley de Pesca.* (*D.O.* jun. 25 de 1992).

DIXON, J.W. y F.J. MASSEY. 1985. *Introducción al análisis estadístico.* N., Mc Graw-Hill de México. 489 p.

FAO. 1977. *Year book of fisheries statistics.* Vol 42 United Nations Food Agricultural Organization. Rome, Italy.

FAO. 1980. *Year book of fisheries statistics.* Vol 48 United Nations Food Agricultural Organization. Rome, Italy.

FÉLIX COTA, I., 1972. Programa recurso abulonero. *Boletín Informativo. Centro de Promoción Pesquera de El Sauzal.* II: 1-6

FÉLIX COTA, I., 1973. Primeros resultados del cultivo de abulón en Baja California. *Boletín Informativo. Centro de Promoción Pesquera de El Sauzal;* X: 1-8.

GARCÍA JUÁREZ, A.R. y M. ORTIZ Q., 1991. Madurez sexual en abulón azul, *Haliotis fulgens* (Mollusca:Gastropoda) de Isla de Cedros, Baja California. *Taller México-Australia sobre Reclut. de Recs. Mar. Bents. de la Pen. de B. Cfa.*; La Paz, BCS., México.

GIORGI A.E. y J.D. DEMARTINI. 1977. A study of the reproductive biology of the red abalone, *Haliotis rufescens* Swainson, near Mendocino, California. Calif. *Fish. and Game* 63(2): 80-94.

GUZMÁN DEL PROO, S.A. y M. ORTIZ Q., 1972. *Descripción y diagnóstico de la pesquería de abulón.* INP; Progr. Invest. y Fom. Pes. México/PNUD-FAO. Pp. 227-258.

GUZMÁN DEL P. S.A., S. DE LA CAMPA y J. PINEDA B. 1972. Flora macroscópica asociada a los bancos de abulón (*Haliotis spp*) en algunas áreas de la costa occidental de Baja California. *Mems. IV Congr. Nal. Ocean.* Pp. 257-263.

GUZMÁN DEL PROO, S.A. y V. MARÍN A., 1976 . Resultados preliminares sobre crecimiento de abulón amarillo y azul (*Haliotis corrugata y H. fulgens*) en Punta Abreojos, BCS. *INP/SC*:17; 11p.

GUZMÁN DEL PROO, S.A., V. MARÍN A., y C.E. CASTRO A., 1976. Estructura y abundancia de la población de abulón (*Haliotis Spp*) de Baja California en los años 1968/1970. Volumen especial sobre abulón/langosta. *Memo del Primer Simp. Nal. de Rec. Pesq. Mas. de México.* Pp. 219-278.

GUZMÁN DEL P. S.A. y F. LÓPEZ S., 1987. Crecimiento de *Haliotis fulgens y H. corrugata* en Bahía Asunción, BCS. *Simp. sobre Invest. en Biol. y Oceanogr. Pes. en México.* La Paz, BCS. Abril 1987.

GUZMÁN DEL PROO, S.A., 1989. Una revisión sobre la biología y pesquería del abulón (*Haliotis spp*) en México. *Primer Symp. Intl. de Abulón, Biología, Pesquerías y Cultivo.* La Paz, BCS, México.

GUZMÁN DEL PROO, S.A., D. LLUCH BELDA, D.B. LLUCH COTA, S. HERNÁNDEZ y C.A. SALINAS ZAVALA. 1991. Efecto de cambios climáticos en la abundancia del abulón en la costa Pacífica de la Península de Baja California. *Taller México-Australia sobre reclutamiento de recursos marinos bentónicos de la Península de Baja California.* IPN.

INO T. y K. HARADA. 1961. On the spawning of abalone in the vicinity of Ibargy Prefecture. *Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Bull.* 31: 274-282.

KIKUCHI, S. y N. UKI. 1974. Technical study on artificial spawning of abalone, genus *Haliotis*. I. Relation between water temperature and advansing sexual maturity of *Haliotis discus hannai* Ino. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.* 33: 69-78.

KIKUCHI, S. y N. UKI. 1975. Technical study on artificial spawning of abalone, *genus Haliotis.* VI. On sexual maturation of *Haliotis gigantea* Gmelin under artificial conditions. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.* 35: 85-90.

LEIGHTON, D.L. y R.A. BOOLOOTIAN. 1963. Diet and growth in the black abalone, (*Haliotis cracherodii*). *Ecology* 44(2): 227-238.

LELEVIER GRIJALVA A.L., J.G. LEÓN C., M. ORTIZ Q., J.R. TURRUBIATES M., J.G. GONZÁLEZ A. y M.A. REINECKE R., 1989. *Análisis biológico pesquero del stock de abulón en la Península de Baja California durante las temporadas de pesca 1981-1988. Evaluación y diagnóstico.* Sría. de Pesca; INP, CRIP-Ensenada/La Paz. (Documento interno).

LEÓN C.C., C. CASTRO y N. WINKLER. 1980. *Informe de temporada de explotación 1978-79 de la Soc. Coop. de Prod. Pesq. "Pescadores de la Poza"*, SCL.; INP, CRIP-LP. (Documento interno).

LEÓN C. J.G., 1982. *Análisis de la pesquería de abulón (Haliotis corrugata), Gray, 1828 y (H. fulgens) Philippi, 1845 en las áreas de explotación de la Soc. Coop. Pescadores de la Poza, SCL, Baja California Sur.* INP, CRIP-La Paz. (Documento interno).

LEÓN C.J.G., 1983. *Análisis de la pesquería de abulón (Haliotis corrugata) Gray, 1828 y (H. fulgens) Philippi, 1845 en las áreas de explotación de la Soc. Coop. Pescadores de La Poza, SCL.* (Tesis Lic., en revn.)

LEÓN C.G., y N. WINKLER. 1983. *Análisis de la pesquería de abulón (Haliotis corrugata) Gray, 19828 y (Haliotis fulgens) Philippi, 1845 en las áreas de explotación de la Soc. Coop. de Prod. Pesq. Pescadores de la Poza, SCL. Baja California Sur.* Sría. de Pesca; INP, CRIP-LP. (Documento interno), 83 p.

LEÓN C.J. G., 1986. *Evaluación cuantitativa de los bancos abuloneros comprendidos de Punta Santo Domingo a Punta Redonda en Isla Margarita, Costa Occidental de Baja California Sur.* INP, CRIP-LP. (En prensa).

LEÓN C.J.G. y N. CESEÑA, E., 1988. Análisis biológico pesquero de la temporada de pesca 1987 de abulón. Zona de explotación de la SCPP. Bahía Magdalena, SCL. INP, CRIP-LP. *Bol. Pesq.* 1:16p.

LEÓN CARBALLO, J.G., 1992. *Panorama regional sobre la explotación de abulón.* UABC, Fac. Cien. Mar., Resumen de examen Prof., 18 p.

LLUCH B.D., S.A. GUZMÁN, V. MARÍN y M. ORTIZ Q., 1973. La pesquería de abulón en Baja California. Un análisis de su desarrollo y perspectivas futuras SIC. INP/51:16, 26 p.

MARÍN A.V., 1981 Parámetros poblacionales y diagnóstico de la pesquería de abulón amarillo (*Haliotis corrugata*) en Bahía Tortugas, BCS. *Ciencia Pesquera* 1(2): 67-69.

MICHEL GUERRERO, E., J.G. ASTUDILLO y A.G. LUNA. 1992. *Aspectos reproductivos del abulón azul Haliotis fulgens en cinco áreas de la Costa Occidental de Baja California Sur, durante el periodo de enero a diciembre de 1991.* INP, CRIP-La Paz, BCS. (Docto. Técn. Int.).

MOLINA M.J., 1983. Estimaciones de fecundidad en *Haliotis fulgens* de El Bajo, Bahía Rosario, Baja California. *Ciencia Pesquera* 4: 77-95.

Muñoz López, T., 1976. Clave artificial, diagnosis de la especie e híbridos de *Haliotis* spp (*Mollusca: Gastropoda*) en Baja California, México. *1er. Simp. Nal. Recs. Pes. Mas. de México.* Ensenada, BC. Pp. 81-130.

Ortiz Quintanilla, M., 1966 Informe preliminar de las investigaciones sobre la Biología y Pesca del abulón comercial de las Islas de Cedros, Benito y Guadalupe, BC. SIC. Dirección General de Pesca e Industrial conexas: Inst. Nal. de Invest. Biológicas Pesqueras. *Serie de Trabajos de Divulgación.* IX(109):43 pp.

Ortiz Q.M., 1973. Crecimiento y mortalidad relativa de abulones marcados en Islas Benitos, Baja California. Operaciones de mercado: 5-9 noviembre de 1967 y 1-5 de abril de 1968. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* XXXIV: 319-326.

Ortiz Quintanilla, M., 1974. Algo nuevo por el abulón. *Técnica Pesquera* 20: 20-26.

Ortiz Q.M., J. Camacho A. y T. Muñoz L., 1976. Notas sobre fecundidad en abulón amarillo (*Haliotis corrugata*). SIC. *1er. Simp. Nal. Recs. Pesq. Masivos de México*, Ensenada, BC.

Ortiz Quintanilla, M., 1980. Un sistema para inducir el desove de abulón en los campos pesqueros de Baja California. México. *Memorias del 2o. Simposium Latinoamericano de Acuacultura.* Vol. I. México. Pp. 871-881.

Ortiz Quintanilla, M. y Medina, I., 1978. *Proyecto para la construcción de laboratorio productor de juveniles de abulón en BCS.* Dirección General de Acuacultura. Departamento de Pesca. 134 p.

Ortiz Q.M. y J.G. González. 1986. Notas sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en tres especies de abulón *Haliotis* spp (Mollusca: Gasteropoda) a partir de colectas en el Rosario, Islotes Benitos y Bahía Asunción, Baja California: INP, CRIP-Ensenada: *Contrib. Biol. y Tecn. Pesq. Dcto. Tec. Inf.* 1: 17-41.

Ortiz Q. M., García J. y F. Salgado H., 1987. Madurez, índice gonadal y fecundidad en dos especies de abulón *Haliotis* spp. (Mollusca: Gasteropoda) de la Isla de Cedros, Baja California. *Mems. VII Congreso Nacional de Oceanografía*, Ensenada, BC.

Ortiz Quintanilla, M. y G. León Carballo. 1988. Recursos pesqueros de México y sus perspectivas. Recurso Abulón (*Haliotis* spp) En: *Recursos pesqueros del País.* Sría. de Pesca. INP. Pp. 11-51.

Ortiz Q. M., G. León C., M. A. Reinecke R., A. Lelevier G., J.R. Turrubiates M. y J.G. González A., 1989. *Proceso reproductivo de las especies de abulón (Haliotis spp) en la costa occidental e islas adyacentes de la Península de Baja California y su influencia en los mecanismos regulatorio-pesqueros.* Sría. de Pesca; INP, CRIP-Ensenada, La Paz, Bahía Tortugas. (Documento interno).

Owen, R., J.H. McLean y R.J. Meyer. 1971. Hibridization in the Eastern Pacific abalones (*Haliotis*). *Bull. of the Los Angeles County Mus. of Natur. Hist.: Science* 9; 37 p.

Prince, J.D., T.L. Sellers, W.B. y S.R. Talbot. 1988. A method for ageing the abalone *Haliotis rubra* (*Mollusca:Gastropoda*). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 39: 167-175.

Salas Garza, A. y Searcy Bernal, R., 1989. Desarrollo y estado actual del cultivo de abulón en México. *Primer Simposium Internacional de Abulón, Biología, Pesquerías y Cultivo.* La Paz, BCS.

Salas Garza, A. y Searcy Bernal, R., 1990. Problemas y alternativas del cultivo de abulón en México. *Serie Científica, UABCS*, México, 1 (No. Esp. 1 AMAC): 44-50.

Searcy Bernal, R. y Salas Garza, A., 1990. Investigaciones sobre el cultivo de abulón en la Universidad Autónoma de Baja California, México. *Serie Científica, UABCS*, México, 1 (No. Esp. 1 AMAC).

Secretaría de Pesca. 1987. *Esquema de regulación propuesto para la administración de la pesquería de abulón.* Dirección General de Administración de Pesquerías. 80 p.

Sevilla H. M.L., 1971. Desarrollo gonádico del abulón azul *Haliotis fulgens fulgens* Philippi. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* XXXII: 129-139.

SHEPHERD, S.A., S.A. GUZMÁN, J.R. TURRUBIATES y J. BELMAR. 1989. *Natural mortality and growth of the abalone (Haliotis fulgens) in Baja California.* (En prensa).

SHEPHERD, S.A., S.A. GUZMÁN, J. TURRUBIATES, J. BELMAR, J.L. BAKER y P.R. SLUCZANOWSKI. 1991. Growth, size at sexual maturity, and egg-per-recruit analysis of the abalone *Haliotis fulgens* in Baja California. *The Veliger* 34(4): 324-330.

TURRUBIATES M., J.R., M. ORTIZ Q., F. LÓPEZ S., R. AYALA M. y B. GÓMEZ A., 1986. *Informe de la temporada de pesca 1985-1986 de abulón Haliotis spp. en la costa occidental de la Península de Baja California.* INP. CRIP-Ensenada. (Informe técnico interno).

TURRUBIATES M., J.R., 1987 *Aspectos reproductivos de los Haliotidos de la región de Bahía Tortugas,* BCS. Sría. de Pesca. INP. Est. Inv. de Bahía Tortugas, BCS. (Documento interno). 32 p.

TURRUBIATES M., J.R., 1988 Composición de la captura, producción y esfuerzo de la pesquería de abulón (*Haliotis* spp) durante la temporada de pesca 1987 en la región de Bahía Tortugas, BCS. México. *Boletín Pesquero. Contribución técnica* No. 1 CRIP La Paz, SEPESCA, INP. 17-26.

TURRUBIATES M., J.R., R. AYALA M. y B. GÓMEZ A., 1985. *Informe de la temporada de captura comercial de abulón Haliotis spp. Región de Bahía Tortugas, BCS.* INP Estación de Investigación Bahía Tortugas. (Informe interno).

TURRUBIATES, M., J.R., R. AYALA M., B. GÓMEZ A. y R. ZAMARRÓN D'S., 1987. *Evaluación del potencial pesquero de abulón, caracol panocha y sargazo rojo, en la zona concesionada a la Soc. Coop. de P.P. California de San Ignacio,* SCL. INP.

TURRUBIATES, M., J.R., R. AYALA M., R. ZAMARRÓN D'S. y GÓMEZ A., 1987. *Evaluación del potencial pesquero de abulón, caracol panocha en el área del Delgadito, BCS., correspondiente a la Soc. Coop. de P.P. Ejidal Cadejé,* SCL. INP. Estación Bahía Tortugas (CRIP-La Paz). (Informe interno).

TURRUBIATES M., J.R., R. AYALA M., A. PIÑUELAS P., A DEL VALLE M. y R. GÓMEZ A., 1988. *Composición de la captura, producción y esfuerzo de la pesquería de abulón (Haliotis spp.) durante la temporada de pesca 1987 en la región de Bahía Tortugas, BCS. Méx.* SEPESCA, INP. CRIP-La Paz. (Informe interno).

TURRUBIATES M., J.R., R. AYALA M., A. PIÑUELAS P. y BERNARDO GÓMEZ A., 1988. *Evaluación del potencial pesquero de abulón y caracol panocha en la zona concesionada a la Soc. Coop. de P.P. Punta Abreojos* SCL. INP. Estación de Investigación Bahía Tortugas (CRIP-La Paz). (Informe interno).

TUTSCHULTE, T.C., 1976. *The comparative ecology of three sympatric abalones.* Univesity of California, San Diego Ph. D., Ecology. 335 p.

TUTSCHULTE, T. y J.M. CONELL. 1981. Reproductive biology of three species of abalones (*Haliotis*) in Southern California. *The Veliger* 23(3): 195-206.

UKI, N., 1984. Abalone culture in Japan. En: *Proceeding of the Ninth and Tenth U.S. Japan meetings on aquaculture.* Pp. 83-88. NOAA Tech. Rep. NMFS 16.

UKI, N. y KIKUCHI, S., 1984. Regulation of maturation and spawning of an abalone. *Haliotis* (Gastropoda) by external environmental factors. *Aquaculture* 39: 247-261.

UKI, N., 1989. Abalone seedling production and its theory 3. *Int. J. Aq. Fish. Technol.* 1: 224-231.

Ostión



La pesquería del Ostión

Sergio García Sandoval
CRIP-Tampico, INP

Ramón de Lara Andrade
Dirección de Análisis de Pesquerías, Área Central, INP

Beatríz Paredes Cruz
Delegación Federal de Pesca, Tamaulipas

René Rodríguez Castro
Carlos Cortez Cantera
CRIP-Tampico, INP

Antecedentes

El ostión constituye uno de los recursos pesqueros más importantes del país. Es cierto que en Sonora una gran extensión de bancos declinó a causa de los drásticos cambios ambientales provocados por el represamiento de sus ríos y por la inmoderada explotación comercial. Este hecho se menciona preliminarmente porque en el país fue ampliamente conocida la fama del ostión de Guaymas, como después se hacía referencia al ostión de Tamiahua, Ver., y hoy llama la atención el ostión de Baja California Sur.

Como dato interesante se hace referencia a que Vázquez del Mercado, ya en 1963, señala los problemas que influían en las pesquerías de México, incluidas entre éstas al ostión. Ramírez y Sevilla, en 1965, publican el primer manual acerca de las ostras de México. En 1970, López Gutiérrez, *et al.* hacen referencia sobre el desarrollo de las comunidades rurales. En varios aspectos fundamentales aquellas premisas todavía son parte de objetivos a cumplir, principalmente en lo concerniente a la infraestructura urbanística de esas comunidades rurales que son parte de la pesquería del ostión.

En 1978, Cifuentes se refiere a la necesidad de atender la problemática de la industria pesquera con adecuados recursos humanos que atiendan la base de los sistemas; recursos pesqueros; extracción (unidad de pesquería y unidad de pesca); el semiproceso o elaboración (unidad de operación, manipulación, transporte, almacenamiento y venta).

Sepesca, en 1978-1980, publica trabajos sobre las pesquerías de México. Dentro de esas aportaciones están las de Rodríguez, Polanco, Arriaga-Rangel, y García-Orbe. La mayoría son compilaciones de una numerosa cantidad de trabajos que los biólogos han generado en ambos litorales, principalmente en el noroeste del país. Es menester señalar que hoy existen recursos humanos técnicamente preparados para confrontar los múltiples problemas que la pesquería del ostión tiene esencialmente en el Golfo de México.

Recurso pesquero

Especies que conforman el recurso

	Nombre común	Nombre científico
Litoral del Golfo	ostión del Golfo, de placer o americano	*Crassostrea virginica*
	ostión de mangle	*Crassostrea rhizophorae**
Litoral del Pacífico	ostión de placer	*Crassostrea corteziensis*
	ostión de roca	*Crassostrea iridescens*
	ostión japonés	*Crassostrea gigas***

* Se discute que puede ser solamente una hibridación de *C. Virginica*.

** Especie exótica, traída en semilla de Estados Unidos de Norteamérica, en 1969, al norte de México (SEPESCA, 1988).

Distribución geográfica y ubicación ecótica

El ostión del Golfo (*Crassostrea virginica)*, en la República Mexicana se distribuye desde Laguna Madre, Tamaulipas norte, hasta Celestún, Yucatán. Es la especie que aporta el mayor porcentaje del mercado nacional. Generalmente se le localiza en estuarios y lagunas costeras y sólo esporádicamente en aguas marinas, pero cercanas a las bocabarras.

Su mejor desarrollo se logra en aguas estuáricas donde hay casi constante turbulencia y regular turbiedad. Con fondos macizos pero de conchilla, limo y poca arena, las congregaciones de ostras, llamadas bancos y que tienen mejor calidad, se localizan a profundidades de medio metro a dos metros.

El ostión de placer (*Crassostrea corteziensis),* en México, se localiza en las zonas estuarinas existentes desde Baja California Sur hasta Nayarit.

El ostión de roca (*Crassostrea iridescens),* vive adherido a las rocas, expuesto a mar abierto en la costa del Pacífico. Es la especie ostrícola de mayor importancia comercial de este litoral, en Guerrero principalmente.

El ostión japonés (*Crassostrea gigas*), recientemente se engorda en la Península de Baja California y Sinaloa (SEPESCA, 1988), principalmente en las bahías someras con predominio marino.

Hábitat y relaciones ecológicas

Ramírez (1965) realiza un estudio básico sobre el conocimiento técnico orientado hacia la producción ostrícola en nuestro país.

Los ostiones generalmente habitan típicamente los esteros, bocabarras, desembocaduras de ríos importantes y afluentes menores, que descargan en lagunas costeras, muy numerosas en México. Estas áreas son, precisamente, lugares en donde la mezcla de agua marina y dulce producen esas especiales características de un estuario, aun cuando hay otras donde predomina ambiente marino. Sin embargo, también se requiere el tipo de sustrato específico, inclusive para la cantidad y tipo de ostión, porque de ello depende la fijación, crecimiento y engorda del ostreido. Se tiene el caso de lagos y esteros donde la baja salinidad predomina y en consecuencia no hay ostiones. Por ejemplo: Tres Palos, Coyuca de Benítez, Gro.; Estero Tres Bocas, Nautla, Ver.; y otros más.

Sigue habiendo multitud de lugares en ambos litorales, con sus especies nativas, en que se dan condiciones inmejorables para el buen desarrollo

de bancos, tanto en el bentos como en suspensión.

Factores primordiales que rigen la distribución natural y abundancia relativa de los ostiones son: la temperatura, la salinidad, o.d., tipo y condiciones del fondo, dinámica del agua, ph, transparencia (substancias contaminantes), enfermedades, competencia intra e interespecífica, depredación, nutrición y recambios genéticos periódicamente. Asimismo, la presencia de oligoelementos, fundamental para la fisiología normal del ostión.

Temperatura

Especie	Función	T°C	Autor
Crassotrea virginica	Desarrollo y Reproducción	20-32	Galtsoff (1964)
Crassostrea virginica	Fijación	20*	Hopkins (1937)
Crassostrea corteziensis	Desarrollo y Reproducción	20-31	Sevilla (1965)
Crassostrea gigas	Desarrollo normal Desarrollo larval	15-30 23	— —

* Con excepciones en 17°C.

Por esa razón, en ambos litorales hay condiciones adecuadas para un desarrollo ostrícola excelente.

Salinidad

Es otro importante factor que actúa sobre la fisiología y prosperidad de los ostiones. Su variación es continua por la propia dinámica ambiental, evaporación, lluvia, aporte fluvial, mareas. Tiene un efecto directo sobre la fijación, crecimiento, reproducción y engorda. En niveles extremos se causan serios daños al ostión, incluso la muerte. Galtsoff-Butler (1954), Galtsoff (1964), Davis (1958), Hopkins (1929), han contribuido al conocimiento de cómo se comporta el ostión a diferentes gradientes y todos concuerdan en señalar la importancia del factor.

Oxígeno disuelto (O.D.)

Su importancia estriba en la utilización para llevar a cabo los procesos respiratorios. De aquí que las oscilaciones bruscas y muy prolongadas de este factor resulten letales para la población (SEPESCA 1988), como suele pasar cuando los rezumos azolvan los bancos. Hezelhoff (1938) menciona que en la mayoría de los casos, menos del 10% disponible del O.D. es removido del agua. Loosanof (1963) indica el rango de tolerancia al O.D. Fuera del cual no pueden sobrevivir por cese de la actividad respiratoria, siendo de 3 a 9.5 p.p.m.

Tipo y condiciones del fondo

Las características del fondo tienen un rango de cualidades para el buen desarrollo del ostión. Las áreas con lodo y arena, sujetas a desplazamientos, no son adecuadas. En cambio, la mezcla de lodo, arcilla y arena firme es donde se da el crecimiento ideal. Cuando el piso o fondo no tiene estabilidad, puede ser desplazado por ciclones o tormentas tropicales, cubriendo total o parcialmente los bancos.

Sin embargo, hay posibilidad de que las ostras se adapten al fondo lodoso donde se observan agregados sucesivos, "piñas" de ostión vivo a expensas de fijarse en la concha de ostión muerto. Este crecimiento es diferente al mostrado en fondos ideales, tanto de estero como de laguna; de aquí derivan formas de ostión muy caracterizadas

por los ostioneros, a las cuales denominan "bolita", "huarache", "casco de burro" y "normal".

Dinámica del agua

Las corrientes que se presentan en las lagunas, estuarios y bahías son de primera importancia en la biología ostrícola. Los generadores del movimiento, como son la marea, las avenidas, los vientos dominantes y fuertes, también tienen mucha influencia sobre la dinámica del ostión. En 1948, Galtsoff afirmó: "la oscilación de las mareas en la costa es pequeña y el nivel del agua en las bahías es influido grandemente por el viento".

Desde 1962, Ramírez Hernández lo constató en las lagunas del norte de Veracruz. Las corrientes favorecen el transporte de nutrimentos y larvas, pero también desplazan los factores negativos como competidores, parásitos, contaminantes y otros.

En el Pacífico hay una diferencia entre las porciones norte y sur. En la primera, las bahías son más abiertas y sus aguas son más salinas, en tanto que hacia el sur acontece el fenómeno contrario: lagunas costeras más cerradas y sometidas intensamente a la influencia del agua dulce. Por ello se determina la distribución de las especies de ostras. En Acapulco y Manzanillo no hay ostiones de esteros, sino de roca en mar abierto y la misma situación existe aparentemente en Oaxaca, Chiapas y Michoacán (Ramírez y Sevilla, 1965).

Los ostiones sobreviven desde la intermarea hasta profundidades de 40 metros, pero prosperan mejor en aguas poco profundas. Galtsoff (1931) menciona que en estos sitios someros se forman los llamados bancos, cabezos y arrecifes de ostión. Estos agregados tienen tendencia a extenderse como franjas angostas a través de las bahías (lagunas costeras) en ángulos rectos con las orillas. Su existencia o equilibrio inestable está determinado por la velocidad de azolve, la de propagación y crecimiento de las ostras.

pH (potencial hidrógeno)

El pH tiene efecto en el consumo de oxígeno. Cuando hay un pH de 6.5, dicho consumo decrece hasta un 50% del rango normal y baja aún más, al 10%, cuando el pH es de 5.5. También se ha observado que cuando el pH de 8.1 desciende a 7.0, sólo un pequeño porcentaje de huevecillos son capaces de ser fertilizados. El rango del pH para alimentación es de 6 a 8.5. Fuera de éste, el ostión deja de alimentarse y si la modificación es más severa se presenta la muerte por incapacidad metabólica, (Galtsoff, 1964).

Transparencia

Este factor ambiental está en relación con los sólidos del agua en suspensión, cuyo origen puede ser natural (terrígenos continentales) o artificial, producto de las descargas de aguas residuales o municipales que provocan un fuerte incremento en la turbiedad.

Asimismo, la variación diurna es influenciada por las mareas y vientos reinantes que provocan turbulencia de bentos.

Se considera como 5 cm el valor mínimo en transparencia, medida cpn del Disco de Secchi.

Contaminación

En 1965 se empezaron a sentir los estragos de este grave problema en la región de mayor riesgo en el Golfo, precisamente en el norte de Veracruz, resultado de desechos industriales (petroleros) y por descargas municipales regionales. García

(1969) indicó el daño provocado al recurso ostrícola de Laguna Tamiahua y Rodríguez (1967), la contaminación doméstica en Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, con perjuicio para el ostión. Posteriormente, Ramírez plantea un panorama gris para la pesquería ostrícola, que hoy se confirma y preocupa a todos los interesados en esa rama productiva.

Recientemente se han reportado situaciones problemáticas en varias lagunas de importancia ostrícola como Tamiahua, Pueblo Viejo, Ver., Tampamachoco, Ver., Mecoacán, Tab., Términos, Camp. Bayardi (1985) informó sobre la presencia de plomo y mercurio en el ostión de Laguna de Términos; sentenció que "urge encontrar la o las fuentes emanadoras de la contaminación de la zona". Hasta hoy no ha bajado la producción ostionera de la zona, pero no debe esperarse a que esto suceda, porque entonces podrá ya no existir remedio. Bayardi concluyó: "no es posible tomar a la ligera la pesquería de *Crassostrea virginica* (ni cualquier otra), por ser fuente importante de ingresos de tantas familias del área (de miles en el país), además de tratarse de un alimento del pueblo mexicano."

Las ostras y almejas, por su sistema de alimentación mediante filtración del agua que los rodea, concentran y retienen todo tipo de microorganismos presentes en ella, entre los que se pueden encontrar bacterias y virus patógenos al hombre.

Ambos hechos precisan de una mayor atención en su producción y manejo comercial, en relación a otros productos del mismo origen cuyos procesos de cocción disminuyen los riesgos de alguna infección intestinal para el consumidor.

Fue durante 1966, cuando la entonces Dirección General de Pesca tuvo la intención de promover la exportación del ostión crudo hacia los EUA. Los trabajos realizados al respecto mostraron que las aguas de cosecha cubrían ampliamente las normas bacteriológicas que en aquella época exigía la "Food and Drug Administration" (FDA) de aquel país. Las cargas bacterianas muy elevadas que se presentaron en el ostión sin concha en el mercado nacional fueron debidas al manejo y conservación poco higiénicos (Rodríguez y Fernández, 1968). El propósito de la exportación quedó en eso, debido en parte a que además de la calidad intrínseca del producto y de las áreas de cosecha, el país exportador debería signar un programa de certificación de áreas y zonas aledañas, libres de contaminación fecal o de otro tipo. Esta condición quedaba fuera de las facultades de la entonces Secretaría de Industria y Comercio, a la cual pertenecía la Dirección General de Pesca.

En cuanto a contaminación química se refiere, Cárdenas Luna, *et al.*, (1991) informan de la presencia de cobre, zinc, plomo y cadmio en tres especies de peces y en el agua de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. Ellos afirman que en ambos especímenes (productos y agua), las concentraciones de esos metales pesados están muy por arriba de los niveles permisibles para peces comestibles y que en el agua también exceden los límites tolerables para mantener una biota normal en ecosistemas costeros. Es de suponer que esos contaminantes se encuentran en otras especies además del ostión.

Durante estos 25 años anteriores, la población humana ha crecido en forma explosiva y por necesidad (medio de vida), mucha de ella se ha asentado en las riberas de estas lagunas. Como característica de nuestro medio rural, la inmensa mayoría de ella carece de drenaje sanitario. Más aún, los centros urbanos de la región (haciendo

referencia a la zona de producción del norte de Veracruz) con ese servicio, están utilizando al Río Pánuco como vía de desalojo de sus aguas negras sin previo tratamiento alguno, lo que ha convertido a ese río en la cloaca de las Huastecas.

En el puerto comercial de Tampico, Tamps. existe el llamado "muelle de metales", a través del cual se hace la exportación de minerales. No teniendo conocimiento de otra posible fuente de contaminación de ese tipo, se infiere que por derrames propios de las maniobras de carga, éste sea el origen de los metales pesados detectados en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. El Río Pánuco conecta con esta laguna.

Por la pandemia del cólera que ha invadido a nuestro país, en la actualidad se ha manejado insistentemente la necesidad de instalar plantas de tratamiento de aguas negras de estas poblaciones conurbadas, aunque desconocemos las plazas.

El INP, en coordinación con otras dependencias oficiales, en estos momentos (julio 1992) está realizando un estudio sanitario microbiológico de la Laguna de Pueblo Viejo, con la finalidad de precisar el grado de riesgo por el consumo de ostión crudo e interaccionar con las autoridades competentes a efecto de actuar en consecuencia, dentro del Plan Nacional de Contingencia contra aquel terrible mal.

Las normas oficiales mexicanas establecen que para que una área sea aprobada sin restricción para la captura y venta directa de ostión para consumo en crudo, sus aguas no deberán exceder de un número más probable de coliformes fecales de 14/100 ml. Ahora bien, la excreta directa diaria por persona requiere de un volumen de 222 000 m^3 para que por efecto de dilución no rebase ese limite de coliformes fecales (Programa Mexicano de Sanidad para Moluscos Bivalvos, 1989).

Consideraciones generales

Habremos de aceptar que los asentamientos humanos en las márgenes de los embalses son una necesidad a falta de una mejor opción; que dichos asentamientos por lo general son irregulares; que como tales no son sujetos de catastro n de impuestos prediales; en consecuencia, no se les suministra el servicio de drenaje sanitario porque contravendría disposiciones legales o bien porque hacerlo equivaldría a regularizar dichos asentamientos; y que sus desechos en forma directa y sin tratamiento alguno constituyen un riesgo para el consumidor de los productos acuáticos.

Por ello podríamos concluir que el desalojo de esa población conllevaría a ofrecerles una mejor opción de vida y que difícilmente se podrían evitar nuevos asentamientos en los mismos sitios, por lo que se recomienda:

1. Reconocer que el agua puede ser receptor de desechos humanos a condición de que no se dañe el ecosistema ni se exponga la salud del consumidor de sus productos.
2. En consecuencia, se proponga algún sistema de tratamiento individual o modular (para 4-5 familias) de las excretas humanas, que cumpla con las condiciones anteriores.
3. Se organice algún sistema administrativo para verificación de dicho "tratamiento" con cargo a los usuarios.

Relaciones ecológicas

De acuerdo con Sevilla (1977), que hace una división cómoda respecto a las relaciones interespecífi

cas, en una comunidad ostrícola se presentan organismos que actúan en antibiosis, como los hongos que suelen ser altamente destructivos; por ejemplo, el *Dermocystidium marinum* y *Labyrintomyxa sp.*, o los que funcionan como excluidores y que impiden el sano desarrollo del ostreido como las rodofitas pterocladias, los parásitos como *Stylochus sp.*, una planaria que también ha estado dañando las poblaciones de ostión en la zona norte de Veracruz.

En el grupo de los competidores, por diversos requerimientos comunes como, por ejemplo, alimento, luz, espacio para el desarrollo, etc., cabe indicar que la división entre comensalismo y parasitismo es más bien de índole didáctica, más no esencialmente natural sino artificiosa, porque hay muchos casos donde el comensal se comporta como un depredador y éste como un parásito. Por ejemplo, los balanidos como *Balanus spp.*, cuya competencia impide la vida del ostión tanto en estado larvario como juvenil y adulto.

Entre los depredadores se consideran a los siguientes grupos:

Peces: *Archosargus probatocephalus* (Sargo)
Pogonias cromis (Tambor)
Crustáceos: *Callinectes* spp. (Jaibas)
Menipe mercenaria (Cangrejo Moro)
Moluscos: *Melongena* spp. (Caracol)
Eupleura sp. (Caracol Perforador)

Factores ambientales relacionados con la productividad

Considerándose como un todo, el ambiente acuático está relacionado con los factores que influyen sobre el ambiente terrestre como son temperatura, iluminación y precipitación pluvial; además de otros factores, como drenaje y características topográficas de la zona en general. Por ello, los factores temperatura, penetración de la luz, gases disueltos, nutrimientos y salinidad tienen primordial influencia en el recurso ostrícola, de tal manera que su estudio es básico para el desarrollo de planes de producción extensiva e intensiva.

Existen las lagunas donde el valor de productividad es bueno porque la producción ostrícola así lo refleja, destacándose las lagunas de Tamiahua, Machona y Mecoacán. La de Pueblo Viejo representa una de las mejores lagunas para la fijación de larvas, aun cuando recientemente se ha resentido el descenso de la densidad de población en la temporada reproductiva 1992.

Reproducción, crecimiento y engorda

Desde 1965 (Ramírez y Sevilla) se han explicado las características del ciclo reproductivo. Recientemente, Arriaga y Juárez (1988), Palacios, *et al.* (1988) incluyen a *Crassostrea gigas* como especie introducida. Se ha inducido la reproducción en forma intensiva en laboratorio tomando los pies de cría de los parques o granjas de engorda.

Someramente se indica que los ostiones son organismos dioicos, sin dimorfismo sexual, de elevada fecundidad, con alternancia de sexos; en la primera generación, posiblemente debido al grado de temperatura, nacen más número de machos que de hembras; posteriormente, invierten su sexo a hembras (protoginea) (Bahr y Lanier, 1981). Cuando las gónadas alcanzan su madurez, según la temperatura, por encima de 25°C como óptimo, un cambio brusco de ésta, combinada con la variante en salinidad, provoca la emisión de esperma y su combinación de hormonas y demás

componentes químicos estimulan a las hembras que inmediatamente liberan los óvulos. La fertilización es externa, formándose una densa nube de huevecillos que rápidamente cambian hacia el estado larvario, donde comienza el estadío planctónico, el cual dura como término medio 15 días, que es cuando la larva debe encontrar un sustrato limpio y macizo, que generalmente contenga calcio (carbonatos). A esa fase le denominan larva veliger o larva umbada. Al adherirse, el pie se reabsorbe y rápidamente se cubre la larva con la concha o valva derecha que inmediatamente se endurece.

Desde la etapa de larva hasta la fase adulta, su alimentación se basa en microalgas (según la especie predominante en la zona y temporada); así también su nutrición la logran comiendo detritus orgánicos disueltos.

Crecimiento

De acuerdo al sitio en que se fijó la larva (en vida silvestre) o el artefacto donde se expondrá esa semilla (larva fijada), será el tamaño de la tasa de crecimiento. Generalmente, en los primeros tres meses, el ritmo de crecimiento es de 10 mm por mes; posteriormente se reduce la velocidad. En término de 11 a 18 meses pueden alcanzar de 80 a 110 mm de longitud.

Engorda

Cuando se ha llegado a la talla de mercado, en algunos sitios se utiliza exponer a los ostiones a un exceso de alimento y con ello acelerar su acumulación de material energético (glucógeno). Sin embargo, en México todavía no se aplica este proceso, ni siquiera al natural, cuando el ostión se protege de la temporada de frío y se prepara hacia la maduración en los meses de finales del otoño a principios de la primavera.

Como es de comprenderse, esa época es diferente según la latitud de la zona, principalmente en el Golfo de México, porque siendo *C. virginica* la principal especie, su comportamiento somático es distinto. Por ello la época de engorda se inicia primero en Campeche-Tabasco, le sigue Veracruz y culmina en Tamaulipas (entre septiembre-octubre y febrero-marzo).

Es de considerar que todo proyecto ostrícola en lo sucesivo debe tomar en cuenta las épocas de siembra y cosecha para entrar al mercado sin dañarse mutuamente, así como coadyuvar para consolidar la oferta del producto.

Condiciones actuales de las poblaciones silvestres de ostión

En el Golfo de México (que aporta el 92.1% del total nacional, 1989), la distribución de frecuencia porcentual de tallas muestra una tendencia negativa porque la clase modal está desplazándose hacia los tamaños de 70 y 60 mm, cuando hasta hace 10 años la clase modal estaba en 90 y 80 mm de longitud. Asimismo, la densidad por área mínima se ha reducido de 350 ostiones/m² a 210 ostiones/m² en promedio. Dramáticamente han sido agotados los bancos de las principales áreas productoras como Tamiahua, Laguna de Tampamachoco y Pueblo Viejo, en Ver. Laguna de Términos, prácticamente depende sólo de Atasta como área productora, y en la Barra del Tordo y Laguna de San Andrés, Tamps., también han sido diezmados los bancos de ostión.

Los recientes estudios en los CRIP de Ciudad del Carmen, Alvarado y Tampico, aportaron infor-

mación para un diagnóstico, que aunado al realizado por la Dirección General de Acuacultura, dejaron en claro que era negativa la tendencia del índice de abundancia (densidad/área mínima). Se anexan algunos ejemplos de estas distribuciones.

En el Pacífico los informes indican una tendencia positiva, aun cuando se considera que su índice de abundancia es bajo todavía, por ejemplo en las zonas ostrícolas de Sonora y Sinaloa. Las de Guerrero indican que *C. iridescens* soporta muy bien la explotación silvestre.

La explotación comercial está orientándose a los semicultivos, tomando como referencia las granjas de crecimiento y engorda de ostión exótico de las entidades de Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur. Por esa razón las existencias silvestres de *C. corteziensis* serán manejadas con criterios racionales, porque la especie *C. gigas* se considera que potencialmente puede soportar la mayor parte de la producción.

Como una muestra de la distribución de tallas en clases de longitud del ostión en algunos sectores ostrícolas en el noroeste del Golfo, se observa en la tabla 1 cómo hay cierta variable y cómo las clases modales se ubican entre las tallas 30/39 y 70/79 mm, siendo notable la baja proporción en las clases 80/89 en adelante.

Descripción de las operaciones de explotación

En la pesquería de los sectores donde recientemente los técnicos están guiando los procesos de producción, se utiliza el término de cosecha para iniciar el procedimiento de extracción, limpieza y venta. En cambio, donde se continúa explotando las existencias silvestres, o donde se practica el extensionismo se denomina pesca, extracción, saque, etcétera.

En este proceso se utiliza la "gafa", artefacto de madera con dos peines que tienen 16 clavos de 15 cm en cada peine y una embarcación de madera o fibra de vidrio de 20 a 28 pies de eslora, propulsados con motor fuera de borda o remos. Hay sectores donde se continúan utilizando las manos desnudas para sacar los ostiones, obviamente caminando sobre los propios bancos, como lo hacía el hombre hace 2 000 años. Es de pensarse que el método es el menos productivo. Los actuales resultados negativos así lo demuestran: Tampamachoco, Pueblo Viejo, cierto porcentaje en San Andrés y Barra del Tordo, así como en las Guásimas, Son., y Laguna de Términos y Machona-Mecoacán.

En los semicultivos, la unidad de producción está constituida de estantes de madera, palangres, y módulos de flotación, donde se cuelgan las cajas, lámparas o canastas de tela tipo ciclón, de malla de 1 a 3 cm; se le denomina tipo Niester (patentada).

SEPESCA (1988), Arriaga y Rangel (1988), Rodríguez (1988) describen detalladamente lo que Palacios, *et al.* (1987) y Polanco, *et al.* (1987) señalan como métodos de semicultivo y cultivo de ostión en suspensión, que son adaptaciones a los métodos empleados en países pioneros en ostricultura como Japón y EUA.

Recientemente en Sonora y Veracruz se están desarrollando proyectos de engorda de ostión en canastas o lámparas. Pronto se conocerán los resultados de la productividad de estos planes.

Tabla 1
Distribución de frecuencia porcentual de longitud (mm) en bancos ostrícolas

0/19	20/29	30/39	40/49	50/59	60/69	70/79	80/89	190/99	100/109
Localidad: Laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Ver. Sept/91									
Tamaño de la Muestra: 20 Bancos									
—	2.9	18.3	28.2	39.2	10.6	0.5	—	—	—
Localidad: Laguna Tamiahua, Sector "Pesc. de Cabo Rojo". Oct/91									
Tamaño de la Muestra: 18 Bancos									
1.6	19.3	32.2	16.1	14.5	11.2	1.6	1.6	—	1.6
Localidad: Lag. Tamiahua, Sector "Huasteca Veracruzana" Ago/91									
Tamaño de la Muestra: 11 Bancos									
—	0.4	15.8	28.2	30.7	16.8	5.8	0.9	0.4	0.4
Localidad: Lag. Madre, Tamps. Sector "Los Caudillos". Oct/91									
Tamaño de la Muestra: 3 Bancos									
—	—	0.65	2.63	16.28	23.68	26.31	17.58	8.38	4.43
Localidad: Río Carrizales, El Tordo, Tamps. Área "La Isleta". May/90									
Tamaño de la Muestra: 3 Bancos									
3.0	6.0	5.5	8.0	11.0	19.5	18.0	13.0	10.0	6.0
Localidad: Lag. Madre, Barrancón, Tamps. Sector "La Nadadora". Jun/90									
Tamaño de la Muestra: 2 Bancos									
9.0	10	17.6	12.0	11.0	11.5	11.2	9.0	8.3	—
Localidad: Lag. Pueblo Viejo, Ver. Sector "21 de Marzo". May/92									
Tamaño de la Muestra: 35 Bancos									
0.5	2.2	11.6	27.0	26.0	17.0	8.0	3.6	1.7	1.5
Localidad: Lag. Pueblo Viejo, Ver. Sector "Única Regional". May/92									
Tamaño de la Muestra: 75 Bancos									
—	—	1.7	4.0	20.0	26.0	22.0	18.1	4.1	4.0

Extracción del recurso

Áreas de explotación

Actuales

Predominan las áreas someras de lagunas costeras en el Golfo, donde se engorda el ostión tanto bentónica como en suspensión (Tabasco, principalmente). Mientras que en el Pacífico sucede en zonas con más profundidad: en bahías.

Potenciales

En el Pacífico, cuando ya se domine más la productividad, se emplearán la bahías profundas como las de Sinaloa y Sonora.

Temporada de explotación

En el ámbito nacional la extracción del ostión siempre estuvo dependiendo de la demanda del mercado. Durante todo el año se consume, aun cuando durante el principio del invierno y mediados de la primavera su extracción se incrementa debido a la facilidad que representa el manejo del producto a menores temperaturas, principalmente en el mercado del centro y altiplano de la República Mexicana.

Situación actual

La entrada nuevamente al país del "cólera", desde 1991, vino a dañar la comercialización por la baja demanda del mercado, principalmente del ostión fresco. Sin embargo, paulatinamente se ha venido recuperando. Sólo en localidades muy regionalizadas el problema continúa, como en el noreste de México. En condiciones normales se está induciendo a que la época máxima de explotación o cosecha sea cuando el ostión presenta el más alto factor de condición, precisamente del final del otoño al principio de la primavera (noviembre-marzo).

Reordenación del recurso

Antecedentes

Para el ostión del Golfo de México, desde 1960, la autoridad del ramo tenía como esquema de regulación la veda ubicada del 16 de mayo al 31 de julio, con aplicación de franquicias a las cooperativas que proporcionalmente manejaran actividades de fomento a las existencias silvestres, toda vez que después de las lluvias los desfogues de los ríos dañan las poblaciones de ostión en diversos grados.

Anualmente se organizaba la campaña ostrícola, que permitía sostener la explotación aun en la llamada época de veda, cubriendo la demanda del ostión para todo el año y abasteciendo el mercado nacional, porque todavía no se había introducido el "ostión japonés" en el Pacífico y la oferta del ostión nativo apenas llegaba al mercado local.

En la década de los ochentas se empezó a utilizar el término cuota de explotación, aun en época fuera de veda, tratando de regular la explotación. Sin embargo, las campañas de fomento fueron olvidándose, y con ello la mortalidad por pesca superó la tarea de reclutamiento al área en casi toda la zona del Golfo. Sólo en Tabasco aplicaron un acertado sistema de regulación que consistió en incrementar la engorda de ostión en suspensión, bajar la talla mínima reglamentaria, con tendencia de volvería a utilizar cuando las poblaciones silvestres se incrementaran. Al principio, esto fue espectacular porque su producto llenaba el mercado principal, desplazando en precio al ostión de Veracruz y Tamaulipas. Sin embargo, sucedieron eventualidades que no permitieron

continuar con ese plan y actualmente la productividad debe reordenarse. Por esa razón, en 1991 SEPESCA realizó una investigación para actualizar la información y así contar con un diagnóstico que permitiera precisamente reordenar la pesquería del ostión en el Golfo de México.

Marco de regulación y prácticas productivas por extensionismo en los estados de Tamaulipas y Veracruz

Se recomienda diferenciar en primera instancia la procedencia del ostión, ya sea éste de cultivo en artes intensivas, específicamente diseñadas para la engorda, o de manejo en bancos ostrícolas, naturales o creados artificialmente.

En este sentido se entenderá por artes de cultivo intensivos el uso de: sartas en empilotados, estantes o líneas de palangre, canastas o lámparas, camas o costales. Todos estos métodos de cultivo controlados, con abastecimiento de semillas del medio natural.

Los bancos ostrícolas naturales o creados artificialmente deberán de estar sujetos a la aplicación de actividades de manejo acuícola que permitan su sostenimiento y aprovechamiento sin detrimento del recurso.

Las tareas de manejo para el aprovechamiento económico-pesquero deberán de considerar:

- Acondicionamiento de los pisos (fondos) para la ampliación de los bancos con concha seca, previo a la época de fijación o siembra de semilla según sea el caso.
- La concha verde o fresca, que tiene cría adherida, para sembrarla cotidianamente sobre pisos acondicionados.
- Uso de gafas o rastrillos para la extracción del ostión, desechando la extracción manual.
- Despicado o selección del ostión en los propios bancos en explotación.
- Construcción de las granjas de fijación para la captación de la semilla y sembrado en los bancos.
- Elaboración e instalación de los collares, sartas o costales con concha, necesarios para la obtención de semilla suficiente para repoblar los bancos.

Sobre la talla de extracción del ostión procedente de bancos, se recomienda que la talla mínima sea de 7 cm, con lo que se garantiza la reproducción de estos organismos al menos dos veces antes de ser cosechados. Para el ostión procedente de cultivos con sistemas intensivos, no existirá talla mínima de cosecha.

El abasto de semilla para los bancos y los sistemas de cultivo intensivos será a partir de la captación de semilla del medio silvestre, para lo cual se establecerán "bancos semilleros", en los cuales se permitirá el desarrollo de reproductores y a los cuales se asociará el establecimiento de la "granjas de fijación".

Los "bancos semilleros" estarán sujetos a una explotación parcial, de acuerdo con las indicaciones que SEPESCA determine anualmente para cada uno de ellos; la talla mínima en éstos será de 9 cm. Con esto se permitirá la renovación del *stock* de reproductores y se permitirá su sano desarrollo.

La captación de semilla en las granjas de fijación se realizará de acuerdo con las necesidades de cada grupo productor, encargándose cada uno de éstos de la instalación de las sar-

tas o collares que requiera para el proceso de engorda.

De acuerdo con lo anterior, y con el objeto de garantizar el óptimo aprovechamiento del recurso ostrícola en bancos, se sugiere que con base en las evaluaciones que realice el Instituto Nacional de la Pesca, se defina anualmente la duración de la temporada de extracción y el establecimiento de un periodo de suspensión de extracción para la reproducción y la realización de las labores de construcción de granjas de fijación; este periodo de suspensión de actividades será aplicable al aprovechamiento de bancos, en tanto que la explotación de cultivos intensivos podrá continuar sus actividades productivas.

Considerando los aspectos técnicos anteriormente mencionados, las concesiones o permisos que se otorguen para el aprovechamiento del ostión en bancos, serán solamente sobre las áreas que ocupen los bancos a explotar; su renovación y vigencia se condicionará al cumplimiento de las acciones necesarias para realizar un óptimo aprovechamiento de los mismos, así como a la presentación de un cronograma de actividades y los informes correspondientes al desarrollo de los mismos. Para cumplir con esto, se sugiere la contratación de un técnico por cada grupo productor, que sea responsable de estas operaciones.

Asimismo, en la tabla 3 se detallan las aportaciones surgidas en cuatro épocas diferentes, que datan desde 1965, para reordenar el uso o beneficio de la pesquería.

Esfuerzo pesquero: captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Involucra únicamente el número de pescadores y el volumen de producción-extracción-año. La información obtenida se maneja matemáticamente y se aplica el modelo más simple pero significativo y apropiado. Se emplea como un esquema representativo en la zona norte de Veracruz, por ser esta región la que en la actualidad registra una producción media más alta a nivel nacional. Los datos indican que la tasa de producción más baja se registra en la Cooperativa Pescadores de Cabo Rojo, siendo, por el contrario, la tasa anual de producción más alta (27.2) la correspondiente a la Sociedad Cooperativa "21 de Marzo".

En las figuras (1-14) se ve la distribución de CPUE por año durante el periodo 1978-1990, observándose la propia tendencia de la producción sin importar que el número de pescadores sea el mismo.

Relación entre el volumen de extracción y el esfuerzo aplicado: al tener únicamente el número total de pescadores y considerando que no varía su participación en forma significativa durante el año, la diferencia de volúmenes registrados depende de las propias existencias y demanda de mercado entre los principales factores de la producción. De ese modo puede verse en general que la tendencia es negativa en la oferta de ostión.

Composición del sector social que participa en cooperativas pesqueras en el país

Miranda (1978) presenta una relación entre las entidades litorales del país y el recurso humano pesquero organizado en cooperativas, de las cuales una parte significativa participa en la pesquería del ostión sobre todo en el Golfo. En la relación de esta misma composición puede observarse la evolución que ha sufrido el Sector Social entre 1978 y 1988 (Tabla 2).

Tabla 2
Relación de entidades y el recurso humano pesquero organizado

Entidad	Núm. de cooperativas		Socios ostioneros		Población aprox.*	
	1978	1988	1978	1988	1978	1988
B. Calif.**	78	3	30	120	150	600
B. Calif. S.	—	7	—	245	—	1 225
Campeche	16	1	100	60	500	300
Guerrero**	25	12	24	N.d.	120	N.d.
Michoacán**	14	N.d.	12	N.d.	60	N.d.
Nayarit	4	1	150	450	750	2 250
Oaxaca**	40	N.d.	18	N.d.	90	N.d.
Sinaloa**	99	3	161	578	804	2 890
Sonora	69	18	72	308	360	1 540
Tabasco	15	6	157	978	785	4 890
Tamaulipas	28	7	1 173	357	800	1 785
Veracruz	63	25	3 769	380	18 845	19 010
Total	451	83	5 666	6 898	23 264	34 490

* Cinco miembros por cada socio en promedio.
** Es poco significativa la población que se dedica al ostión.
*** Sólo ostioneros.
N.d. No disponible.

Tabla 3
Captura de ostión a nivel mundial (miles de ton)

País	Año						
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Corea	189	218	212	255	269	303	299
Japón	250	253	257	251	252	259	271
EUA	315	307	284	260	234	218	168
Francia	97	109	112	140	146	138	131
China	N.d.	36	41	51	55	66	74
México	35	37	43	43	42	51	56
Filipinas	19	11	15	15	17	16	16
Australia	8	8	8	8	8 e/	8 e/	9 e/
Nueva Zelanda	11	12	10	10	7	6	8
Canadá	3	4	5	5	5	6	7
Italia	N.d.	5	5	5	5	5	5
España	1	1	3	3	3	3	3 e/
Cuba	3	2	3	3	3	2	2
Grecia	N.d.	1	2	2	2	1	1
Tailandia	6	5	6	5	1	1	1
Otros	37	32	36	32	27	27	43
Total	974	1 041	1 042	1 088	1 076	1 110	1 094

FUENTE: FAO (1988).
N.d. = No disponible.
e/ = Estimadas por FAO.

Volumen de producción y análisis de la pesquería de ostión en México (1982-1989)

En consideración al tipo de operación que debe hacerse para obtener los ostiones que se mandan al mercado, en este inciso se trata de un proceso de *extracción del producto* de los propios bancos y después de semiprocesado se registra estadísticamente como captura o producción.

En la semblanza de los registros, dentro del ámbito mundial se presentan los volúmenes de captura (miles de ton) manifestadas por diferentes países (Tabla 3).

El escenario mundial

SEPESCA (1992) señala que, con excepción de México, el resto de los países productores llegaron al límite de su carga en aguas productivas.

Dichas áreas de cultivo están muy contaminadas y sus costos de producción son altos. En este grupo se encuentran Corea, Japón, EUA, Francia. En Corea las aguas también están contaminadas, pero sus costos de producción son bajos. Con respecto a China, se desconoce su situación al respecto.

México ofrece, en cambio, a excepción del noroeste del Golfo, aguas más productivas y limpias, además de bajos costos de producción, lo cual representa una ventaja al potencial inversionista.

En las tablas 4 y 5, se presentan la producción o "captura" de ostión en peso vivo, en el ámbito nacional, por entidades en el periodo 1979-1989 y la distribución de registros de producción, respectivamente.

El registro anual de la captura o producción entre el ostión y el total de los recursos pesqueros durante el periodo 1976-1991, visto de forma comparativa, se proporciona en la tabla 6.

A manera de ejemplo, el volumen de la producción porcentual de ostión registrada en diferentes periodos y entidades se muestra en las tablas 7-11.

Tabla 4

Producción nacional de ostión en el periodo 1979-1989 (toneladas)

Año	Total	Guerrero	Tamaulipas	Veracruz	Tabasco	Campeche	Otras
1979	38 554	828	3 800	20 859	8 876	2 510	1 681
1980	43 915	847	3 635	26 185	11 036	450	1 762
1981	41 950	1 102	4 141	20 213	11 426	1 926	3 142
1982	34 906	2 126	3 221	17 301	8 492	1 384	2 382
1983	36 544	1 018	2 870	19 123	10 149	1 364	2 020
1984	42 807	671	2 381	23 112	13 945	1 572	1 126
1985	42 667	575	4 291	17 164	14 765	3 161	2 711
1986	42 375	981	3 128	21 303	10 551	3 470	2 942
1987	50 715	1 169	4 029	32 328	8 256	1 712	3 221
1988	56 118	1 162	3 336	40 505	6 392	1 794	2 929
1989	56 599	1 371	2 730	33 292	14 786	1 393	3 097

Otras: Las Baja Californias, Sonora y Sinaloa.

FUENTE: SEPESCA (*Anuarios Estadísticos*).

Tabla 5
Distribución de los registros de producción nacional de ostión (ton), 1940-1989

Año	Volumen
1940	8 042
1962	14 710
1963	20 000
1964	24 000
1965	30 000
1966	24 900
1967	28 800
1968	35 000
1969	42 000
1970	32 500
1971	29 000
1972	26 000
1973	25 000
1974	27 000
1975	26 000
1976	28 000
1977	30 000
1978	27 800
1979	39 000
1980	44 000
1981	43 000
1982	31 195
1983	28 620
1984	39 425
1985	37 325
1986	42 400
1987	43 400
1988	50 715
1989	56 599

$y = -1546938.2 + 779.86\ (x)$

$r = 0.79$

Tabla 6
Registro anual de captura o producción comparativa entre el ostión y el total de recursos pesqueros durante el periodo 1976-1991

Año	Recurso Ostión	(miles de toneladas) % Ostión	Total
1976	33.8	5.3	628.6
1977	30.4	4.5	673.8
1978	35.3	4.3	818.5
1979	38.5	3.8	1 002.9
1980	43.9	3.5	1 257.1
1981	41.9	2.7	1 565.4
1982	34.9	2.6	1 356.5
1983	36.5	3.4	1 075.4
1984	42.8	3.7	1 134.6
1985	42.6	3.4	1 255.9
1986	42.4	3.1	1 357.0
1987	50.7	3.5	1 464.8
1988	56.1	4.2	1 394.2
X anual Periodo	40.7		

FUENTE: SEPESCA, 1991 (*Anuarios Estadísticos*).

Tabla 7
Volumen de producción porcentual mensual del ostión, durante el periodo 1989

1989	Ostión %	Especie Total especies* %	Ostión miles tons.
Enero	9.0	91.0	5.1
Febrero	10.5	89.5	5.9
Marzo	10.4	89.6	5.8
Abril	9.8	91.2	5.5
Mayo	8.5	91.5	4.8
Junio	6.6	93.4	3.7
Julio	7.9	92.1	4.3
Agosto	7.9	92.1	4.3
Septiembre	6.3	93.7	3.6
Octubre	6.7	93.3	3.8
Noviembre	8.0	92.0	4.5
Diciembre	8.8	92.2	5.0

* En general, de todos los recursos pesqueros. Temporada ostrícola, de noviembre a abril.

Tabla 8
Producción en Veracruz de tres de los principales recursos. 1979-1991

Año	Toneladas Camarón	Lisa	Ostión
1979	2 625	507	20 859
1980	2 927	800	26 185
1981	3 306	499	20 213
1982	2 441	867	17 301
1983	2 562	1 260	19 123
1984	2 779	1 593	23 112
1985	2 012	842	17 164
1986	1 744	843	21 303
1987	1 891	689	32 328
1988	1 788	620	40 505
1989	1 645	551	33 292
1990	1 539*	423*	33 443*
1991	1 397*	251*	34 914*

* calculados.
y = 284517 - 142.2 (x)
r = −0.85

y = 343101.8 - 172.2 (x)
r = −0.85

y = 2894244.5 - 1471.2 (x)
r = 0.64

Tabla 9
Distribución porcentual de la captura ostrícola por litoral y entidad federativa (periodo 1970-1986)

Entidad	Promedio anual (ton)	Distribución Porcentual
Total Nacional	53 500	100.00
Litoral Pacífico	3 381	6.32
Baja California	133	0.25
Baja California Sur	578	1.08
Sonora	102	0.19
Sinaloa	396	0.74
Nayarit	385	0.72
Jalisco	128	0.24
Colima	16	0.03
Michoacán	262	0.49
Guerrero	1 327	2.48
Oaxaca	53	0.10
Litoral del Golfo	50 149	93.68
Tamaulipas	4 023	7.52
Veracruz	27 809	51.98
Tabasco	15 696	29.34
Campeche	2 589	4.84

FUENTE: SEPESCA 1970-1986, (*Anuarios Estadísticos*).

Tabla 10
Distribución porcentual media de la captura nacional de ostión por litoral y entidades (1987)

Entidad	Litoral %	Nacional %
Baja California	8.83	0.76
Baja California Sur	14.83	1.27
Sonora	7.19	0.62
Sinaloa	8.32	0.71
Nayarit	10.68	0.92
Jalisco	4.75	0.41
Colima	0.23	0.02
Michoacán	10.82	0.93
Guerrero	30.34	2.61
Oaxaca	5.83	0.50
Total lit. Pacífico	100.00	8.75
Tamaulipas	9.01	8.75
Veracruz	56.43	51.56
Tabasco	29.08	26.57
Campeche	5.46	4.99
Total lit. Golfo	100.00	91.25
Total Nacional	55 049.00	

Tabla 11
Distribución porcentual de la captura nacional y por entidades de ostión (1989)

Entidad	Litoral Ton	Litoral %	Nacional %
Baja California	527	11.79	0.930
Baja California Sur	207	4.63	0.360
Sonora	488	10.92	0.860
Sinaloa	515	11.52	0.900
Nayarit	611	13.67	1.070
Jalisco	127	2.84	0.220
Colima	4	0.08	0.007
Michoacán	571	12.77	1.008
Guerrero	1 371	30.68	2.422
Oaxaca	47	1.05	0.083
Litoral Pacífico	4 468		7.894
Tamaulipas	2 730	5.23	4.823
Veracruz	33 292	63.86	58.820
Tabasco	14 786	28.36	26.124
Campeche	1 323	2.53	2.337
Litoral Golfo	52 131		92.106
Total Nacional	56 599		

FUENTE: SEPESCA, (*Anuarios Estadísticos*).

De acuerdo a la tabla 11, del total nacional de 56 599 toneladas de ostión en peso vivo, 56 213 toneladas correspondió al volumen en peso desembarcado para el mismo año. Asimismo, la totalidad de la producción de ostión en peso vivo correspondió al sector social.

Cabe hacer mención que, de acuerdo al *Anuario Estadístico de Sepesca* (1989), la pesquería del ostión ocupó un importante lugar entre las pesquerías que presentaron mayor volumen de producción para el año de 1989 (Tabla 12).

Tabla 12
Pesquerías con mayor volumen de producción

Pesquería	Producción (miles de tons)
Sardina	511
Túnidos	148
Anchoveta	105
Mojarra	85
Camarón	75
Ostión	57
Algas y sargazos	55
Tiburón y cazón	30
Producción pesquera nacional	1 519 882 toneladas

Fase de comercialización

Fases de procesamiento comercial

Arriaga y Rangel (*op. cit.*) citan claramente los procedimientos del esquema comercial que sigue haciéndose con el ostión: "el producto en fresco es el predominante". Actualmente, en algunas regiones donde por problemas sanitarios se canceló provisionalmente el mercado de ostión fresco, no se ha procedido a buscar una nueva presentación que garantice su aceptación en el mercado.

En otras regiones, el ostión ahumado queda circunscrito al consumo local. El mercado internacional (de Japón-Corea) está ofreciendo ostión ahumado, ocupando el espacio que un producto nacional debería tener desde hace tiempo.

La procedencia del ostión está relacionada con la presentación del mismo. En el Golfo de México el ostión fresco con concha se vende en la arpilla; de aquí pasa al oferente, quien lo expende por docena como "ostión en concha". El ostión del Pacífico, regionalmente se ofrece en "racimos". Sólo el ostión individual tiene mejor presentación e incluso es el que se exporta.

El empaque se hace en cajas de madera y se etiqueta con todos los datos de identificación del producto.

Para el mercado nacional también se utiliza la arpilla, que contiene de 35 a 40 kg de ostiones (en racimos o individuales).

Precio

Puesto en playa, el ostión tiene precios variables según la región de la entidad federativa (Tabla 13).

Fase de industrialización

SEPESCA (1989) manifiesta en cuanto al proceso de industrialización: 9 433 ton de materia prima y 947 de producto envasado (incluye 860 ton de producto en frasco).

De estas 9 433 toneladas de materia prima procesada por entidades federativas del Golfo y del Caribe, corresponden a Tamaulipas y Tabasco 865 y 8 568, siendo el producto obtenido de 87 ton y 860 ton, respectivamente.

Asimismo, el valor (precio puesto en playa $71.50 kg) y volumen obtenido de la producción ostrícola en ese año de 1989 (en toneladas-millones de pesos) fue para el consumo humano directo de ostión de 40 206 y 56 213, respectivamente.

Tabla 13
Precios del ostión alcanzados durante 1991

Entidad	Precios (miles de pesos)/presentación				Observaciones
	Arpilla Ostión c/c	Bolsa Ostión s/c	Ostión Individual c/c	s/c	
N. de Veracruz	22-70	35-57	55-106	87	350-500 ost./arp.
	47	—	117	120	
Tabasco	—	30	—	60	500 ost./bolsa
Tamaulipas Sur	30	—	60	—	500 ost./arp.
Pacífico Norte	28	40	—	—	350-400 ost./arp.
					500 ost./bolsa

NOTA: La comercialización de segunda mano se presenta en bolsas y frascos (plástico o vidrio) c/50-100 ostiones.

Aspectos del mercado ostrícola mundial

El mercado ostrícola mundial está constituido en 90% por los países productores y los países consumidores:

Productores	Consumidores
Corea del Sur	EUA
Japón	Japón
EUA	CEE
Francia	Corea
China	China
México	Taiwán
Filipinas	México
	Filipinas
	Canadá

Nuestro país consume el 95% de la producción nacional que procede de sistemas extensionistas de baja productividad (por los volúmenes actuales que se aplican).

Breve diagnóstico de la pesquería y situación de la investigación científica

Arriaga y Rangel (1988) diagnosticaron acerca de la ostricultura, después de un acucioso estudio de las principales regiones ostioneras donde la pesquería es vital para el desarrollo de actividades económicas de los pescadores, concluyendo que: "las condiciones ambientales características del litoral del Pacífico y Golfo de México hacen que las formas de cultivo de ostión más apropiadas sean muy diferentes entre ambas regiones. Por tanto, la problemática a la que se enfrentan los productores de dichos litorales es diferente en varios aspectos, así como las recomendaciones generales para su atención".

En el litoral del Pacífico la actividad ostrícola atraviesa por una etapa de acelerado desarrollo que requiere de una planeación adecuada para que los sectores involucrados en esta actividad se vean beneficiados directamente.

Concluyen lo siguiente:

- La biotecnología está en gran desarrollo.
- Debido al incremento acelerado de los costos de producción, las cooperativas no cuentan con financiamientos apropiados para su desarrollo.
- Las evaluaciones sanitarias, debido a una larga tramitación de dependencia de instancias centrales, es poco eficiente.
- El funcionamiento de los laboratorios productores de semilla enfrentan una deficiente operación administrativa.
- La comercialización del producto la llevan a cabo intermediarios acaparadores que impiden un mayor beneficio a los productores.

En cuanto al Golfo de México, Arriaga y Juárez (*op. cit.*), indican concretamente:

- Establecer zonas reservadas para la actividad ostrícola.
- Establecer un programa de saneamiento ambiental regional encaminado a mejorar las condiciones ambientales para la ostricultura.
- Poner en operación el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos para la región, así como las instalaciones destinadas al procesamiento.

Parte de lo anterior también lo incluyen Mazón, Palacios, Peralta, *et al.* en 1987. Asimismo, Rodríguez (1988) hace una relación de las principales características del recurso-pesquería del ostión, significándose su sencillez (Tabla 14).

Al considerar que las entidades de Tamaulipas y norte de Veracruz tienen problemas graves que deben ser atendidos prioritariamente, y conociéndose que en toda la zona, desde Tampamachoco, Ver., hasta Laguna Madre, Tamps., el recurso tiene condiciones precarias, es urgente la aplicación de los mecanismos regulatorios bajo las siguientes premisas:

1. Caracterizar las condiciones ambientales.
2. Reconocer la situación de los parámetros biológicos en cuanto al ciclo reproductor.
3. Conformación del calendario de actividades técnicas.
4. Cumplimiento de las actividades de fomento, previa investigación, para rehabilitar e incrementar las existencias silvestres y controladas que permitan sostener los aumentos en la producción comercial.
5. La producción de ostión deberá estar cumpliendo con los lineamientos del esquema regulatorio de la explotación de los recursos ostrícolas silvestres (talla, peso, calidad sanitaria y presentación final).
6. Todas las actividades de mantenimiento y producción semicontrolada, apoyadas con investigación biológico-pesquera, tienen que estar consideradas presupuestalmente por cada cooperativa. Las interrelaciones operativas las deben tramitar los encargados de cada organismo oficial.
7. La situación del mercado debe conocerse para actuar en consecuencia. Todavía está en riesgo la zona con la potencial presencia de la bacteria del cólera. La campaña preventiva, por parte del Sector Salud, sigue en vigor.

El consumo regional y nacional se contrajo aun cuando la oferta está restringida por la sobreexplotación. El Sector Social, que carece de otros recursos aparte del ostión, está atravesando por

Tabla 14
Características del recurso-pesquería de ostión (diagnóstico)

Ambiente:	*Laguna-Bahía*
Recurso:	
• Conocimiento de su biología	• inestable-estable
• Hábitos	• bueno
• Limitaciones ambientales	• bentónicos-sesiles
• Comportamiento	• aparentemente ninguna
• Densidad de la población	• gregario
• Distribución	• baja-moderada
• Zonas naturales de protección	• templado-tropical
	• ninguna
Dinámica de la población:	
• Tamaño de la población	• baja-moderada
• Fecundidad	• elevada
• Tasa de crecimiento	• rápida
• Edad de 1a. captura	• menos de un año
• Variabilidad del reclutamiento	• últimamente inestable; mediante cultivo, estable
• Porcentaje del periodo de crecimiento que se extiende después del reclutamiento	• nulo
• Duración de la fase de premadurez	• relativamente breve
• Mortalidad total	• muy alta en general
• Vulnerabilidad al aumento intenso de la explotación	• muy alta
• Patrón de abundancia de las clases anuales	• alta
• Edad de reclutamiento	• 9 meses, en condiciones óptimas
• Longevidad promedio	• 3 años
Pesquería:	• monoespecífica por zona
• Tasa de captura (cpue)	• alta
• Principales artes empleados	• gafas-buceo-cajas-lámparas
• Profundidad en las zonas de captura	• 0.80-3.0 metros aprox.
• Tipo de pesquería	• artesanal-industrial
• Uso de las capturas	• alimentación
• Explotación por parte del sector	• cooperativa y recientemente privado
• Posibilidad en expansión	• muy altas mediante cultivo integral
• Calidad y valor del producto	• moderado-alto
• Tipo de proceso	• en crudo, cocido, salmuera
• Mercado	• nacional-internacional (poco significativo actualmente)
Perspectivas pesqueras generales:	• las poblaciones silvestres una vez en descenso, sobre todo en el Golfo, y en ascenso, después de una reordenación, sí se apoyan en actividades de cultivos extensivo e intensivo.

FUENTE: Rodríguez (1988).

momentos críticos que deben ser aliviados con la administración de recursos financieros de los llamados "blandos"; solicitar a Promoción Pesquera que la campaña de consumo de ostión sea orientada, a partir de que la oferta se amplíe, con base en existencias producidas y nunca más con las silvestres, que venían soportando la explotación comercial hasta mediados de 1991.

La oferta del producto ostión en el mercado nacional debe orientarse principalmente para que cumpla con la normatividad sanitaria y reglamentaria de la Secretaría de Pesca, evitando con ello la competencia desleal entre los oferentes establecidos y los ambulantes (que generalmente ofertan producto de dudosa calidad y origen).

APÉNDICE: EL CULTIVO DEL OSTIÓN

Análisis cronológico

Después de 1955, en la zona noroeste del Golfo de México, de Buen planteó bases para actividades de semicultivo: fijación en acumulaciones de concha cerca de los bancos silvestres y crecimiento y engorda en pisos acondicionados. Ramírez H. y Ramírez G., en 1960, en la misma zona, introdujeron los primeros aditamentos para la fijación de larvas en suspensión (canastas de tela ciclón llenas de conchas y suspendidas en postes de palma). Después García, en 1963, adopta el collar de concha colocado en tendederos de estacas de mangle, con el mismo sistema de crecimiento. Se desarrolla un intenso trabajo en todo el Golfo, desde Laguna de Términos hasta Laguna de Pueblo Viejo, Ver.

En Tamaulipas, la subexplotación se debe a la falta de vías de comunicación, con pocos niveles de comercialización. Sin embargo, esporádicamente se efectuaban tareas de extensionismo en relación a los volúmenes de explotación que las cooperativas (sólo dos en aquel entonces) ejercían en toda la entidad.

En el Pacífico eran conocidos los ostiones de las Guásimas, de Guaymas, Son., y de Teacapan, Sin. En 1965, Sevilla y Ramírez iniciaron investigaciones acuaculturales sobre el ostión *Crassostrea corteziensis,* seguidos de Lizárraga e Iruegas, para buscar rehabilitar los bancos de Guásimas que habían sido diezmados gravemente por la sobreexplotación y las plagas de caracoles.

Paulatinamente se van sumando las investigaciones cuyos objetivos primordiales fueron sentar bases sólidas para el manejo acuacultural.

Así es como a fines de 1987, SEPESCA compila valiosa información, a través de la Dirección de Administración de Pesquerías, de los investigadores dispersos en ambos litorales y pertenecientes al Instituto Nacional de la Pesca, así como de algunas instituciones académicas.

Las principales áreas de producción en el Golfo son: las lagunas de Machona y Mecoacán, Tabasco; en Veracruz, Lagunas Camaronera, parte de Tamiahua, Pueblo Viejo; en Tamaulipas, ciertas áreas de Laguna de San Andrés, parte de las Barras del Tordo, Ostionales, San Vicente y en Laguna de Morales. Algunas partes de Laguna Madre, sobre todo en sitios cercanos a desembocaduras de afluentes de aguas continentales (tan escasos en esa albufera).

En el Pacífico: las bahías y esteros de los estados de Baja California y Baja California Sur. En Sonora existen 24 localizaciones importantes cuyas perspectivas son bastante positivas y que al sumarse plenamente a la producción, abastecerán la de-

manda cautiva del noroeste de la república (SEPESCA, 1988). Así también, en Sinaloa hay zonas donde la calidad del agua garantiza el crecimiento y engorda en suspensión del ostión, principalmente del japonés; entre éstas sobresalen: bahías de Santa María, Topolobampo, San Ignacio, Altata, Ensenada Pabellón y de Ceuta. Entre los esteros y lagunas del sur del estado pueden citarse a Caimanero, Agua Brava y Teacapan.

Entre Nayarit y Oaxaca existen los centros productores que actualmente aportan mayor porcentaje de ostión nativo, principalmente *C. iridescens* en Guerrero. Pero conociendo los resultados de trabajos experimentales o modulares con ostión exótico, puede señalarse que en estos sitios los proyectos de producción comercial representan éxito en sus inversiones, sobre todo en las costas de Guerrero cercanas a los centros de consumo como Zihuatanejo y Acapulco.

Como lo indica SEPESCA (1988), en lo que se refiere a producción intensiva de ostión semilla, se requiere reordenación en los laboratorios de Sonora y Nayarit. Posiblemente, después de los estudios respectivos, se alcancen las metas para los que fueron proyectados. Es menester recordar que el cuello de botella surge del financiamiento con tasas variables de interés. Así también cabe indicar que la mayoría de los proyectos de ostión tienen alta rentabilidad, siempre y cuando se hagan considerando las condiciones reales del recurso y medio natural del desarrollo, sobre todo en lo que respecta a la calidad del agua.

En Sonora y Baja California existen experiencias muy importantes y dignas de tomarse en cuenta en esta incipiente actividad económica.

El documento al que se alude señala también: "por ser el cultivo del ostión a escala comercial una actividad incipiente, la disponibilidad de información para determinar las especificaciones de las normas es limitada, razón por la cual algunas de las normas sólo se formulan como indicaciones". En otra parte del presente trabajo se indican estas normatividades para las operaciones de cultivo, sobre todo en el Golfo de México.

Discutiendo la problemática existente, diversos autores indican:

- Debe haber un suministro oportuno de semilla controlada en su calidad.
- Certificación previa de aguas para crecimiento y engorda.
- Financiamiento oportuno, preferentemente del tipo de primer piso o de desarrollo social.
- Capacitación adecuada y disponible periódicamente para el dominio y actualización de las biotecniâs mundialmente conocidas.
- Apoyos oficiales en la promoción de los mercados de consumo, primeramente en el nacional y paralelamente en el internacional.
- Ordenamiento costero que permita la convivencia armónica de los distintos sectores productivos.

Sobre el semicultivo extensivo se manifiesta:

- Rehabilitación ambiental de los principales centros productivos del Golfo de México.
- Planificación para aplicar la metodología de captación de semilla.
- Aplicar cuidadosamente la administración de las áreas de crecimiento y engorda en los nuevos términos de concesión, tanto a cooperativas como a particulares, dejando claramente establecidas las reglas normativas.
- Inmediatamente apoyar las acciones de fomento de mercado para rescatar la confianza del

consumidor a medida que se recupera la oferta de los principales centros productores. También investigar novedosas presentaciones del producto en el mercado (ostión cocido, por excelencia) que garanticen al público que el producto sale a la venta cumpliendo las normas sanitarias en vigor.

Identificación de áreas o sistemas lagunares costeros con vocación para la ostricultura

Dentro de ese esquema de regulación, Rodríguez (1988) enfatiza sobre aspectos muy importantes acerca de las vedas y tallas mínimas de comercialización (que no se han respetado). Para la zona del Pacífico, la veda requiere de una investigación para justificarla. Acota que: "es necesario establecer como una medida de ordenación el purgado del ostión".

Recomienda, asimismo, un estudio genético de *C. virginica* para apoyar su cultivo. También se refiere al estudio de mercado nacional para detectar la demanda existente y establecer programas de cultivo rentables, así como definir volumen excedente para exportación.

En 1991 SEPESCA promovió el acuerdo para fijar un marco normativo de regulación de la pesquería del ostión (explotación y cultivo) en el que se menciona la ejecución de un estudio de mercado. Pero dado el problema sanitario microbiológico que afecta gran parte de la cuenca del noreste de Veracruz, dicho mercado se derrumbó, por lo que se hace necesario reiniciar una investigación paralela a los trabajos de rehabilitación biológico-pesquera del recurso y su ambiente.

Para lo anterior es necesario, apoyando lo publicado por Arriaga y Juárez (1988), que el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos se instrumente plenamente en cada entidad donde existe el recurso ostión y que su actividad sea descentralizada bajo la rectoría del programa de aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros.

Bibliografía

ARAIZA, G.J., GARCÍA, E. J. y J. A. BUENROSTRO. 1988. *Situación actual del cultivo de ostión japonés (Crassostrea gigas) en el NO de México.* SEPESCA. México.

ARRIAGA, B. E. y D.C. RANGEL. 1988. *Diagnóstico de la situación actual y perspectivas del cultivo de ostión en México.*

CÁCERES M.C. y B.S. GARCÍA. 1992. Cultivo piloto de ostión *Crassostrea gigas* (T) en costales sobre estantes en la zona intermareal en la Bahía Magdalena BCS. Influencia de la densidad sobre el crecimiento. *Memorias VII Congreso Nacional de Oceanografía.* Ensenada, BC. Pp. 269-278.

CÁRDENAS, LUNA, P.S., MÉNDEZ, B.L., PÉREZ, H.M.A. y C.I. RAMÍREZ. 1991. Determinación de la acumulación de metales pesados en tres especies ícticas de la Laguna Pueblo Viejo, Ver. *II Congreso Nacional de Ictiología.* Resúmenes, 2-42. México.

CIFUENTES, L.J.L., 1978. *La organización de recursos humanos para la actividad pesquera nacional.* (Vigésima serie de Mesas Redondas; Panorama Pesquero Nacional. Análisis de tres lustros.) Inst. Mex. Recs. Nats. Renovables.

CONTRERAS, F., 1988. *Las Lagunas Costeras Mexicanas.* SEPESCA. Centro de Ecodesarrollo. México.

GARCÍA, S.S., 1964. Principios de ostricultura en las lagunas costeras del noroeste del Golfo de México. Secretaría de Industria y Comercio. Insti-

tuto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. *Serie Trabajos de Divulgación* 12 (112) 1: 1-11.

García, S.S., 1969. *Mortalidad ostrícola en la Laguna de Tamiahua, Ver., y sus relaciones con las perforaciones petroleras.* 1965-1966. Tesis Profesional. ENCB, IPN.

García, S.S., 1971. Manual del ostionero. *Rev. Tec. Pesq.* (marzo). IV-38: 10-12.

García, S.S., 1981. *La pesquería del ostión del norte de Veracruz y sur de Tamaulipas (Situación actual y perspectivas).* CRIP-Tampico. 8 p.

García, S.S y A. Orbe. 1988. Maricultivo. Algunos aspectos de la ostricultura en México. *XXV Aniversario del INP. Los recursos pesqueros del país.* SEPESCA.

Juárez, P.J.R., 1986. *El Programa Nacional de Acuacultura. Desarrollo Pesquero Mexicano.* 1985-1986. SEPESCA. México.

Lizárraga, S.M., 1974. Técnicas aplicadas en el cultivo de moluscos en América Latina. *Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina.* Vol. 2.

Palacios, F.M. *et al.*, 1988. *Manual técnico para la operación de Centros Acuícolas productores de ostión.* SEPESCA. México. Manuel Diego Peralta, Puerto Ceiba, Tab.

Palacios, F.M.R., 1990. *Estado actual del manejo de existencias silvestres de ostión, en la zona norte del estado de Veracruz.* Acuacultura, Tuxpan, Ver. Mecanografiado.

Polanco, J.E., *et al.*, 1987. Esquema de regulación propuesto para la administración de las actividades de cultivo de ostión en el noroeste de México. *Pesquerías mexicanas: estrategias para su administración.* SEPESCA. México.

Ramírez, F.D., Chávez, V.J. y C.M. Cortez. 1992. Cultivo de ostión en costales sobre estantes en la zona intermareal en la Bahía de la Paz, BCS. (Estudio comparativo de crecimiento y resistencia con el cultivo en suspensión). *Memorias VII Congreso Nacional de Oceanografía.* Ensenada, B.C. Pp. 257-258.

Ramírez, G.R y H.M.L. Sevilla. 1965. *Las ostras de México (Datos biológicos y planeación de su cultivo).* INIBP, SIC, CNCP. Pub. 7. 100 p.

Rodríguez, C.R., 1967. *Estudio bacteriológico de la calidad sanitaria del ostión.* Tesis profesional. ENCB-IPN. México.

Rodríguez, De La C.M.C., 1988. La maricultura, medio para contribuir al desarrollo pesquero nacional. *Segunda Reunión Plenaria de la Comisión Nacional Consultiva de Pesca.* México.

Rodríguez, L.A., 1962. *Programa integral para el desarrollo de la industria pesquera en México.* Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México.

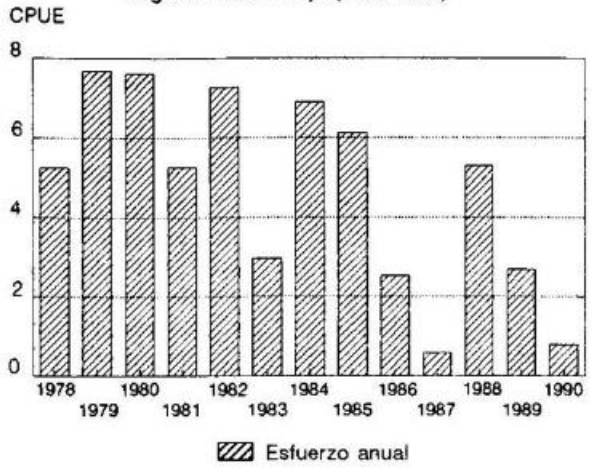
Ruiz, D.M.F., 1976. Estudio fotomicrográfico del ciclo gonádico de varias especies de ostión. *Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina.* Vol. 2.

Secretaría de Pesca. 1986. *Desarrollo Pesquero Mexicano (1985-1986)* Tomo II. México.

Secretaría de Pesca. 1991. *Esquema de regulación para la explotación de existencias silvestres de ostión del Litoral del Golfo de México.* Acuacultura-Administración de Pesquerías. INP. México. Mecanografiado.

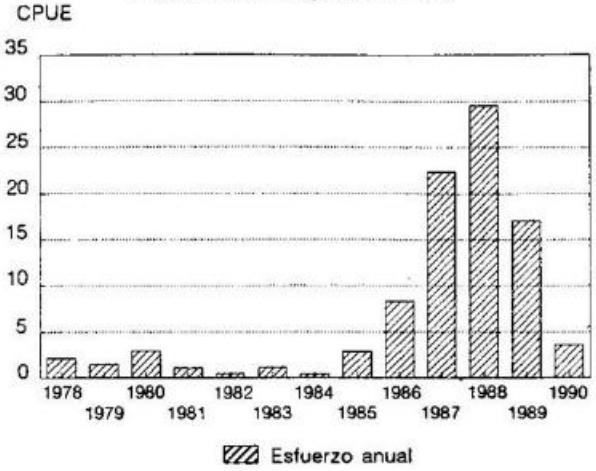
Vázquez, Del M.A., 1963. *Necesidad de una política pesquera.* (Contribución a las mesas redondas sobre problemas de la Industria Pesquera). Ins. Mex. Recs. Nats. Renovables. México.

Figura 1
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



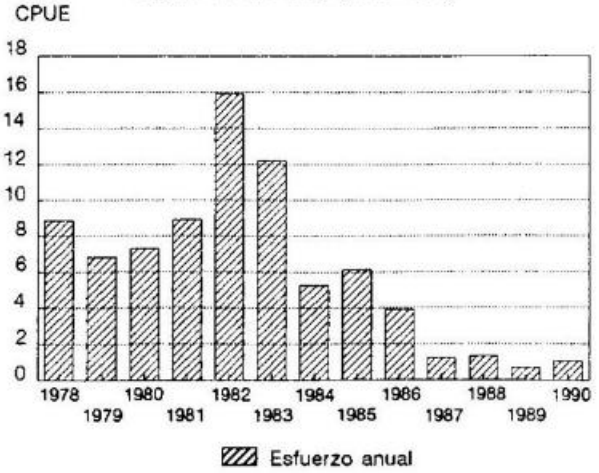
FUENTE: SCPP, Tamiahua.

Figura 2
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



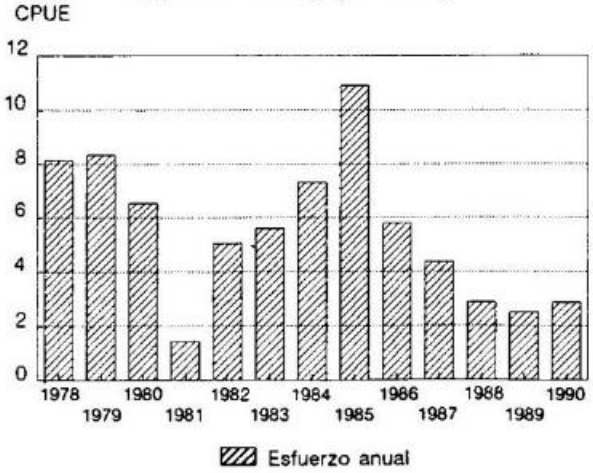
FUENTE: SCPP, Pesca de Tamiahua.

Figura 3
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



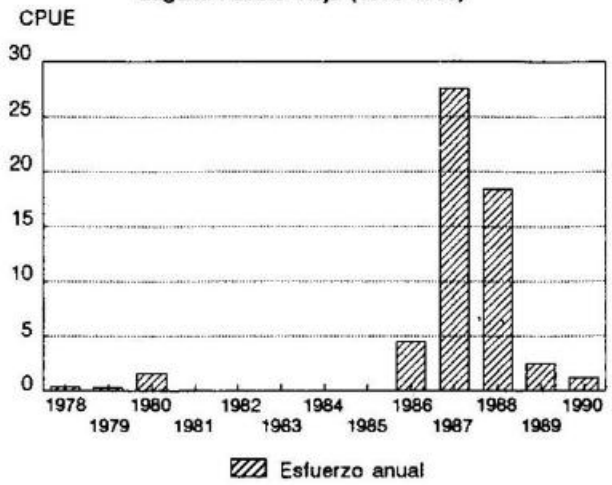
FUENTE: SCPP, Santiago de la Peña.

Figura 4
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



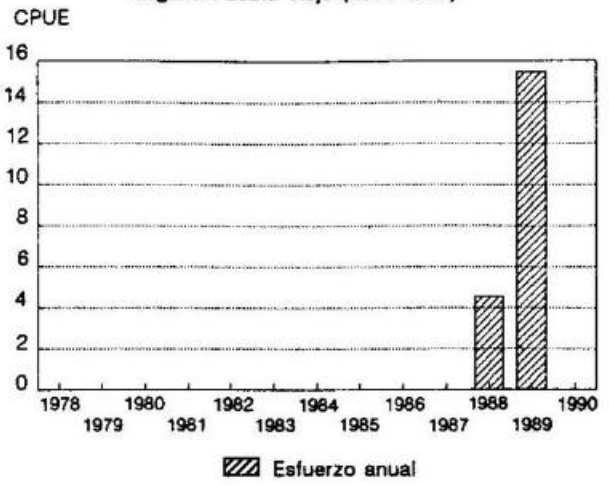
FUENTE: SCPP, Pesca de Tuxpan.

Figura 5
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



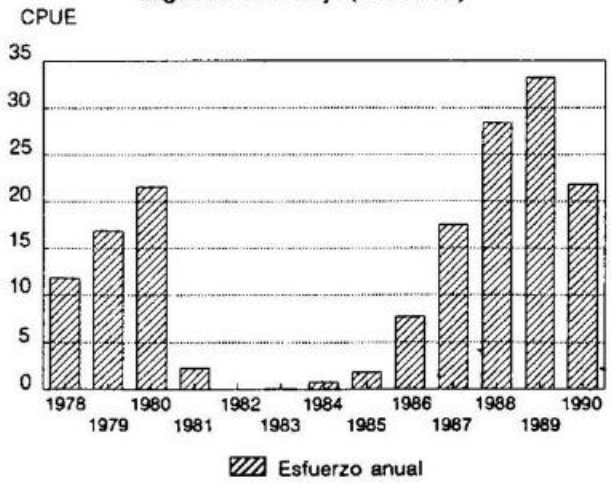
FUENTE: SCPP, Saladero.

Figura 6
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



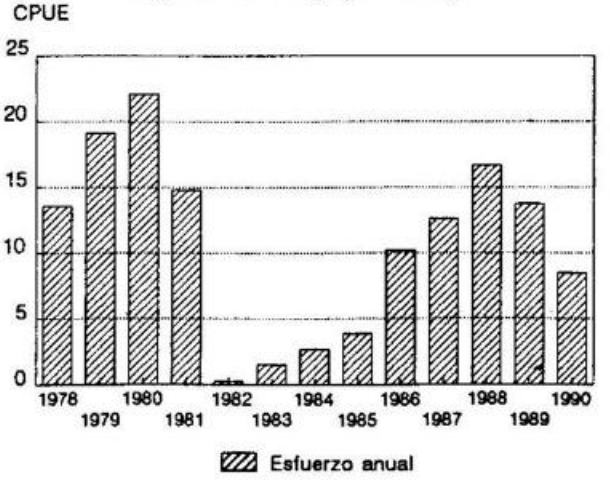
FUENTE: SCPP, Eusebio Cruz.

Figura 7
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



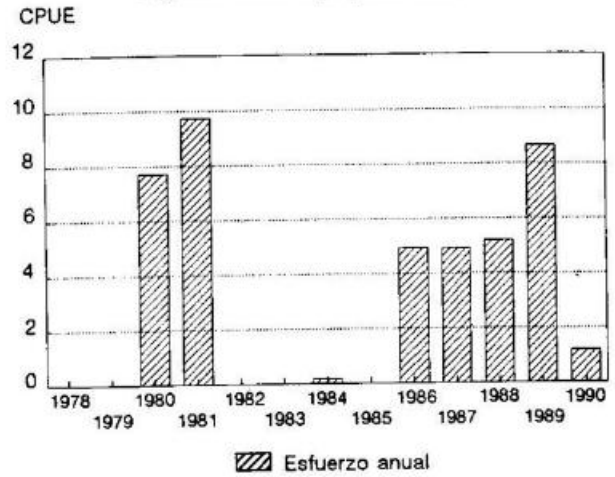
FUENTE: SCPP, Ostioneros del Sur.

Figura 8
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



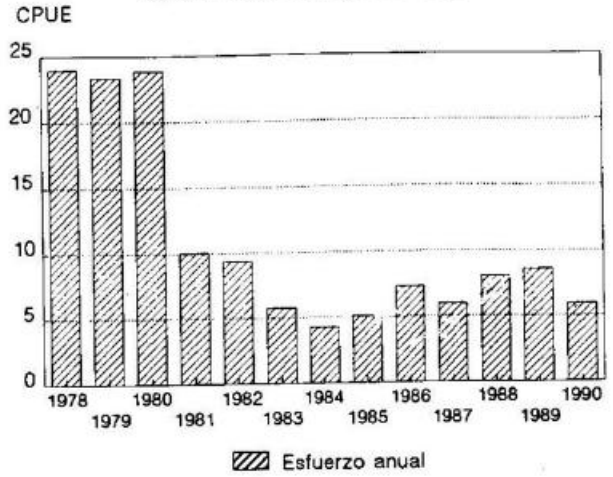
FUENTE: SCPP, Huasteca Veracruzana.

Figura 9
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



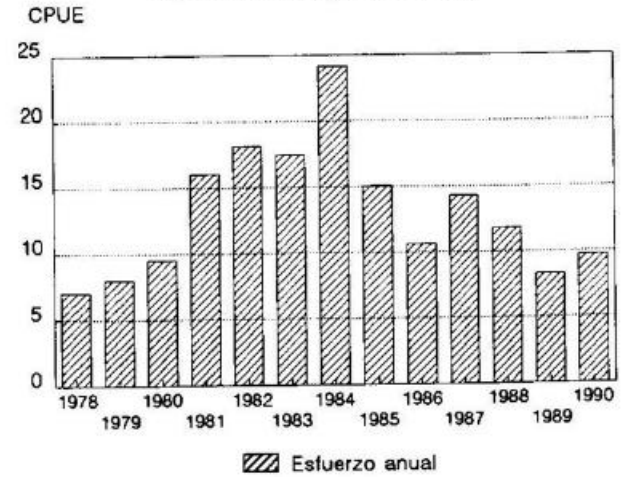
FUENTE: SCPP, Cabo Rojo.

Figura 10
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



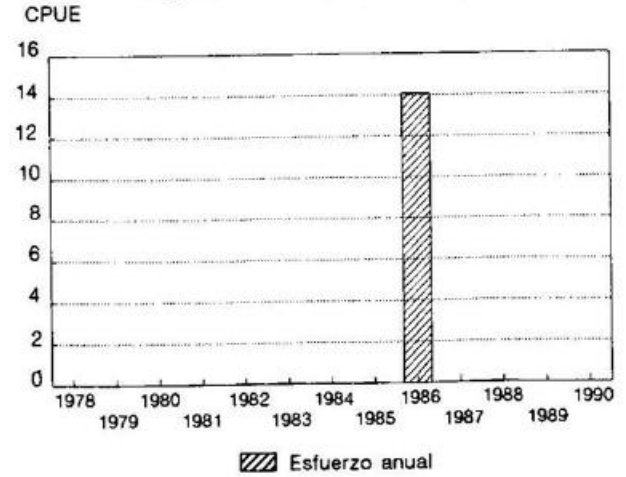
FUENTE: SCPP, Ribera de Tampico Alto.

Figura 11
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



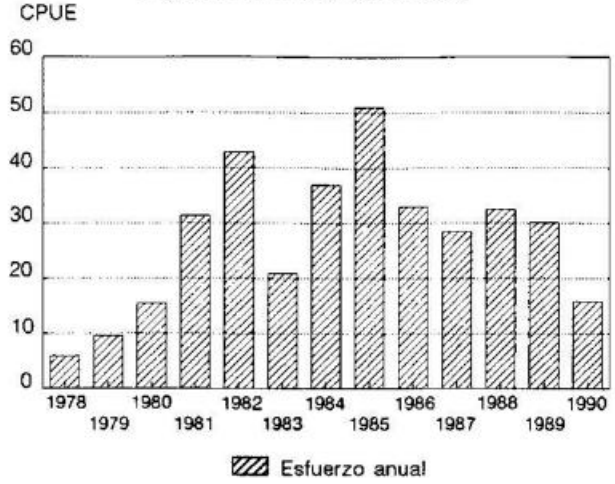
FUENTE: SCPP, Mata de Chávez.

Figura 12
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



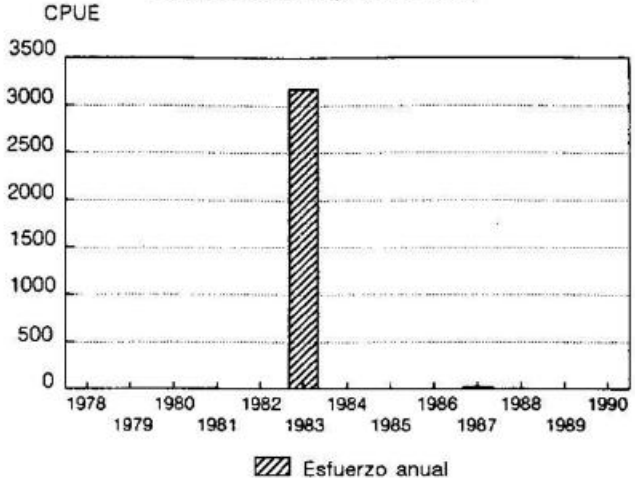
FUENTE: SCPP, Única regional.

Figura 13
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



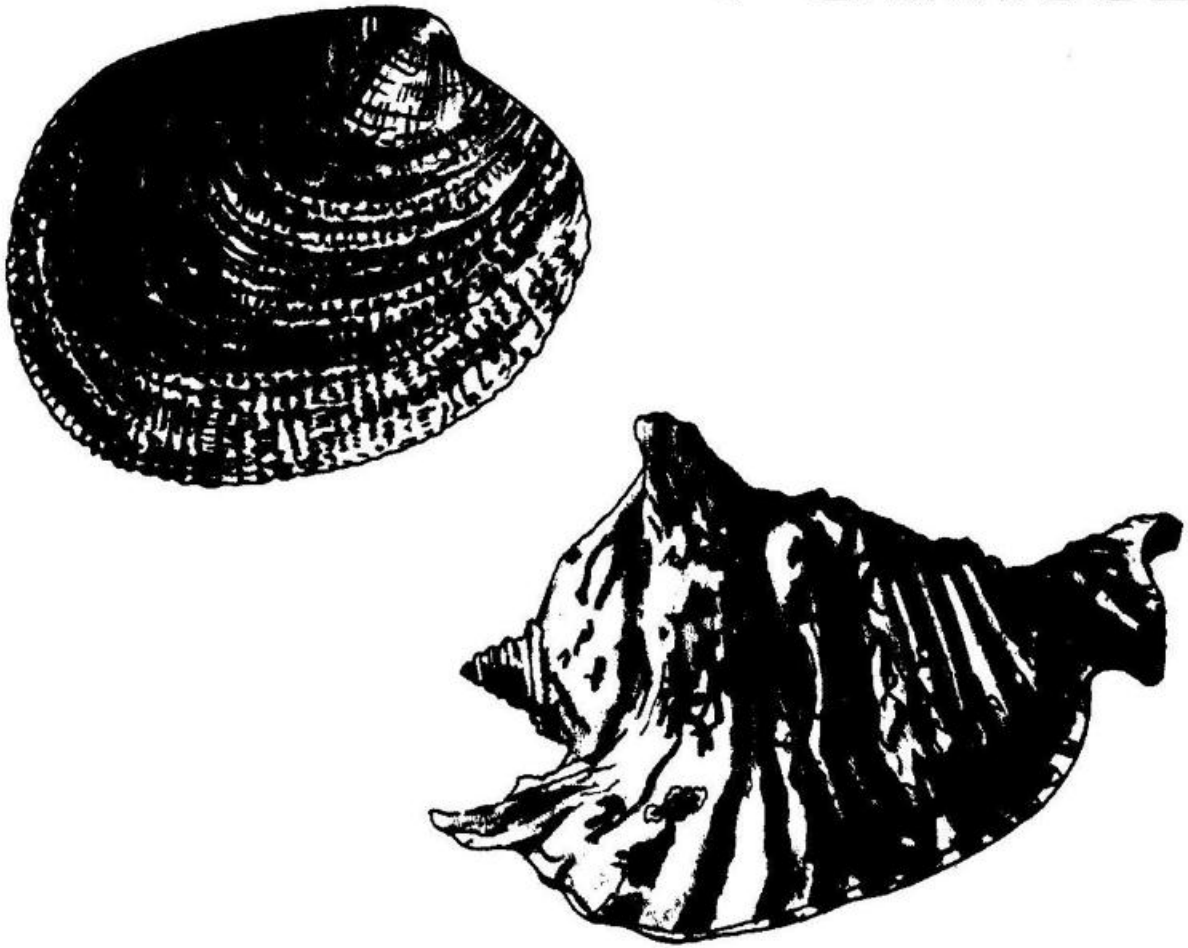
FUENTE: SCPP, 21 de Marzo.

Figura 14
Esfuerzo aplicado sobre el ostión
Laguna Pueblo Viejo (1978-1990)



FUENTE: SCPP, Pesca de Tampico.

ALMEJA
Y CARACOL



PRINCIPALES RECURSOS MALACOLÓGICOS DE BAJA CALIFORNIA SUR

José Antonio Massó Rojas
José Alfonso Vélez Barajas
María del Carmen Fajardo León
Jaime Singh Cabanillas
CRIP-La Paz, INP

Recurso pesquero

Antecedentes

Dentro de las actividades pesqueras que se realizan en el estado de Baja California Sur, la explotación de moluscos pelecípodos y gasterópodos representa una de las mayores fuentes de ingresos para el pescador; esto se debe al elevado precio que han alcanzado algunas especies en el mercado nacional y en el mercado norteamericano (EUA), como es el caso de la almeja Catarina.

Consecuentemente, esto ha motivado que tanto el sector social como privado hayan incrementado en los últimos 15 años el esfuerzo pesquero para la extracción de algunas de las especies. En este caso sobresale la especie *Argopecten circularis*, conocida vulgarmente como almeja Catarina, ya que en los últimos cinco años se impulsó su extracción de la siguiente manera: de 23 permisos en 1987 a poco más de 280 en 1992.

Lo anterior ha provocado la sobrexplotación de algunas especies y/o áreas anteriormente ricas en esta clase de productos marinos, como es el caso de la Ensenada de La Paz, Laguna de San Ignacio y Guerrero Negro, entre otras.

La gran relevancia social y económica de estas pesquerías para el estado de Baja California Sur motivó a la Secretaría de Pesca para que, a través del Instituto Nacional de la Pesca, instrumentara un proyecto de Investigaciones Biológico Pesqueras que proporcionara la información básica para el manejo ordenado de sus pesquerías, creándose en septiembre de 1977 el Proyecto Almeja Caracol del Pacífico Norte, con sede en la ciudad de La Paz, Baja California Sur. A partir de entonces, se han realizado estudios de prospección y evaluación de las especies comerciales y potenciales más importantes en ambos litorales del estado; asimismo se han realizado estudios de biología y dinámica poblacional en varias especies de almejas como son; la Catarina, la Pata de Mula, la Roñosa, la Indio, la Mano de León, la Pismo, la Chocolata y la Burra. En cuanto a los caracoles, se han hecho estudios similares en el Caracol Chino Rosa, el de Uña y el Caracol Panocha. Actualmente se están haciendo estudios de diná-

mica poblacional en el Callo de Hacha y en Pepino de Mar.

Estos estudios han permitido identificar ritmos de crecimiento, épocas de reproducción, tallas de madurez gonádica y niveles de reclutamiento, con los cuales se han hecho propuestas para reglamentar su pesquería.

Aspectos generales del Phylum Mollusca y nivel de conocimiento de las especies comerciales en el estado de Baja California Sur

El Phylum Mollusca, segundo en importancia dentro de los metazoarios con más de 100 000 especies descritas, sólo es superado en diversidad por los artrópodos. Evolutivamente presentan una radiación adaptativa muy amplia; por ello, en los océanos se les localiza desde las zonas de intermarea hasta las fosas más profundas, existiendo también especies de agua dulce e incluso terrestres en donde se distribuyen hasta la línea de las nieves perpetuas (Weisz, 1971). De las siete clases en que se encuentra dividido el Phylum (Keen, 1971), los que presentan mayor diversidad son las clases Pelecypoda (Bivalva o Lamellibranchia), conocidas vulgarmente como almejas y la clase Gastrópoda que comprende a los caracoles y al abulón. En general, los organismos de la clase Pelecypoda se caracterizan por ser organismos bentónicos sésiles o semisésiles, no así los gasterópodos, los cuales suelen presentar movimientos migratorios.

Hablar del ciclo de vida del recurso, considerando que la pesquería la componen especies de las dos clases con mayor diversidad en el Phylum, implicaría por sí mismo la realización de un extenso trabajo, ya que si bien existen algunas similitudes en cuanto al nombre de las fases larvarias más representativas, como son la *trocófora* y la *véliger*, los cambios morfofisiológicos y el número de estadios es muy variable, de tal forma que en las almejas la fase larvaria termina con la formación del *umbo* (larva umbonada), los gasterópodos presentan una torción en el estadio de véliger hasta completar los 180, posteriormente aparece el primordio de la concha y la formación de la fase juvenil. Por otro lado, existen especies de ciclo de vida corto como la almeja Catarina (Baqueiro, 1981) y otras de ciclo de vida largo como la almeja Pismo y la almeja Chocolata roja (Baqueiro y Stuardo, 1977). Lo mismo ocurre con los caracoles como el de *Uña* que presenta un ciclo de vida más corto que el del caracol Panocha.

Con respecto a su reproducción, el grupo presenta una amplia gama de posibilidades: así, por ejemplo, los Pelecípodos pueden ser hermafroditas como la almeja Catarina (Baqueiro, 1981), hermafroditas facultativos (organismos con ambos sexos que alternan a lo largo de su vida, siendo funcional sólo uno a la vez) como en el caso de la almeja Roñosa (Baqueiro, 1981), o bien, heterosexuales (con sexos separados) como la almeja Pismo, el Callo de Hacha y la almeja Pata de Mula (Baqueiro, 1982). La fecundación se realiza en el medio acuático por medio de la expulsión masiva de gametos femeninos y masculinos. Por lo que respecta a los gasterópodos, éstos generalmente tienen sexos separados y algunos presentan órganos copuladores externos por lo que su fecundación es interna y a través de puestas de muy variada forma, como las del caracol Chino Rosa y Negro (Baqueiro, 1981). En otras, la puesta de la hembra es fecundada posteriormente por el macho, como ocurre con el caracol de Uña. Existen otros que desovan masivamente en el medio acuático, donde se realiza la unión de los gametos, como en el caso del caracol Panocha.

Los hábitos alimenticios que presentan estas dos grandes clases taxonómicas es muy variado, ya que mientras las almejas son organismos básicamente filtradores y se alimentan de fito y zooplancton, los caracoles pueden ser detritívoros como el caracol de Uña, las Olivas y otras especies que consumen arena del fondo aprovechando la materia orgánica; otros son carnívoros como el caracol Chino Rosa o Negro, los cuales se alimentan de almejas y por último pueden ser herbívoros como el caracol Panocha que se alimenta de sargazo y otras algas pardas.

De las 800 especies de almejas y 2 430 especies de caracoles que reporta Myra Keen (1971), muchas se encuentran en ambas costas del estado pero sólo 48 de ellas son de importancia comercial o potencial en Baja California Sur (Baqueiro, 1981). En algunas de ellas como la almeja Catarina, la almeja Roñosa, almeja Pata de Mula, almeja Pismo, almeja Chocolata y la almeja Indio, se han realizado estudios biológicos y de dinámica poblacional, que han permitido hacer las sugerencias técnicas para el manejo de sus pesquerías. Estudios similares se han hecho con el caracol Chino Rosa, caracol de Uña y caracol Panocha. En forma parcial (por no haber concluido un ciclo anual de muestreos), están la almeja Burra, almeja Mano de León, Concha Nácar y caracol Burro. Actualmente se está realizando el estudio del Callo de Hacha. Como se puede observar, existen aún muchas especies que requieren de este tipo de estudios para dar las bases técnicas necesarias para el aprovechamiento racional de estos recursos.

Otra actividad relevante desarrollada por el proyecto a lo largo de 15 años de operación, es la referente a prospección y evaluación de poblaciones silvestres de recursos comerciales y potenciales en ambos litorales del estado de Baja California Sur (informes internos de prospección y evaluación de los diferentes recursos). Hasta ahora, se ha cubierto aproximadamente un 90% de la línea costera y la totalidad de las aguas interiores (bahías, lagunas y ensenadas). Esto ha permitido contar con un inventario de las especies comerciales y potenciales más importantes para el estado, así como con datos de abundancia relativa y/o absoluta que permiten hacer las sugerencias técnicas que requiere la Delegación Federal de Pesca, para una adecuada administración pesquera de los recursos.

Con excepción de los recursos que requieren de evaluación previa para determinar el esfuerzo pesquero y volúmenes a extraer, como es el caso de la almeja Catarina, el Callo de Hacha y otras especies de gran demanda por el sector productor, tanto social como privado, el resto de las especies se autorizan con base en la información con que cuenta el Proyecto, en lo referente a distribución y abundancia de cada uno de los recursos después de 15 años de monitorear sus poblaciones silvestres, respaldando estos conocimientos con los resultados de los estudios biológicos y de dinámica poblacional que se han realizado en algunas de las especies.

Sin embargo, el crecimiento continuo y acelerado del sector productor, hacen cada vez más necesaria la revaluación de algunas áreas y recursos que hasta ahora se venían condicionando únicamente al respeto de tallas mínimas y suspensión temporal de la captura durante la época de reproducción, que indican los resultados de los estudios poblacionales de dichas especies. Asimismo, se ha tratado de evitar un crecimiento explosivo en el esfuerzo pesquero dedicado a la extracción de recursos secundarios como son; las dos especies de almeja Chocolata (*Megapitaria squalida* y *M. aurantiaca*), la almeja Roñosa (*Chione undate-*

lla y *Ch. californiensis*), la almeja Pata de Mula *(Anadara tuberculosa)* y otras especies que son capturadas en forma esporádica o como pesquerías de subsistencia por la población ribereña.

Por otro lado, el estado cuenta con algunas especies potenciales como la almeja Indio (*Glycymeris gigantea*), la almeja Botijona (*Laevicardium elatum*), el caracol de Uña compuesto por dos especies (*Strombus gracilior y Strombus granulator*). Estas especies se localizan en muchas ensenadas y bahías del litoral oriental del estado (Golfo de California), siendo capturadas y consumidas por el pescador ribereño. Pese a que cuentan con grandes volúmenes de biomasa explotable, éstas aún no se han cuantificado, pues para incorporarse a las especies comerciales se requiere de estudios previos para su manejo e industrialización, así como de estudios de mercado que permitan definir la demanda potencial de cada especie.

Especies que conforman el recurso

A continuación se presenta una relación con los nombres comunes y científicos de las principales especies que integran la pesquería del recurso en Baja California Sur. Posteriormente se dan por separado algunos aspectos relevantes de cada recurso. Asimismo, se indican las principales áreas de distribución en el estado, y un mapa con el nombre de las áreas más relevantes que se citan en el texto (Fig. 1), así como las densidades observadas y potencialidad de cada una de las especies que conforman la pesquería.

Almeja Catarina

Argopecten circularis Sowerby, 1835.
Sinonimia. *Pecten tumidus* Sowerby, 1835; *Pecten ventricosus* Sowerby, 1842; *Pecten inca* Orbigny,

Tabla 1
Naturaleza del recursos en Baja California

Nombre común	Nombre científico
Especies que se comercializan en la actualidad	
Almeja Catarina	*Argopecten circularis*
Almeja Mano de León	*Lyropecten subnodosus*
Hacha Larga	*Pinna rugosa*
Hacha Botijona	*Atrina maura*
Hacha Lisa Negra	*Atrina sp.*
Almeja Chocolata Negra	*Megapitaria squalida*
Almeja Chocolata Roja	*Megapitaria aurantiaca*
Almeja Pata de Mula	*Anadara tuberculosa*
Almeja Roñosa o Chirla	*Chione undatella* y *Chione californiensis*
Almeja Pismo	*Tivela stultorum*
Ostión de Roca	*Crassostrea fisheri* y *Crassostrea iridescens*
Caracol Chino Rosa	*Hexaplex erithrostomus*
Caracol Chino Negro	*Muricanthus nigritus*
Caracol Panocha	*Astraea undosa* y *Astraea turbanica*
Caracol Burro del Golfo	*Strombus galeatus*
Caracol Burro del Pacífico	*Melongena patula*
Especies potenciales	
Almeja Voladora	*Pecten vogdesi*
Almeja Indio o Peluda	*Glycymeris gigantea*
Almeja Botijona	*Laevicardium elatum*
Almeja Blanca	*Dosinia ponderosa*
Caracol de Uña	*Strombus gracilior* y *Strombus granulatus*
Especies sobrexplotadas o sujetas a protección especial	
Madre Perla	*Pinctada mazatlanica*
Concha Nácar	*Pteria sterna*
Almeja Burra	*Spondilus calcifer*
Almeja Burra China o Picuda	*Spondilus princeps*

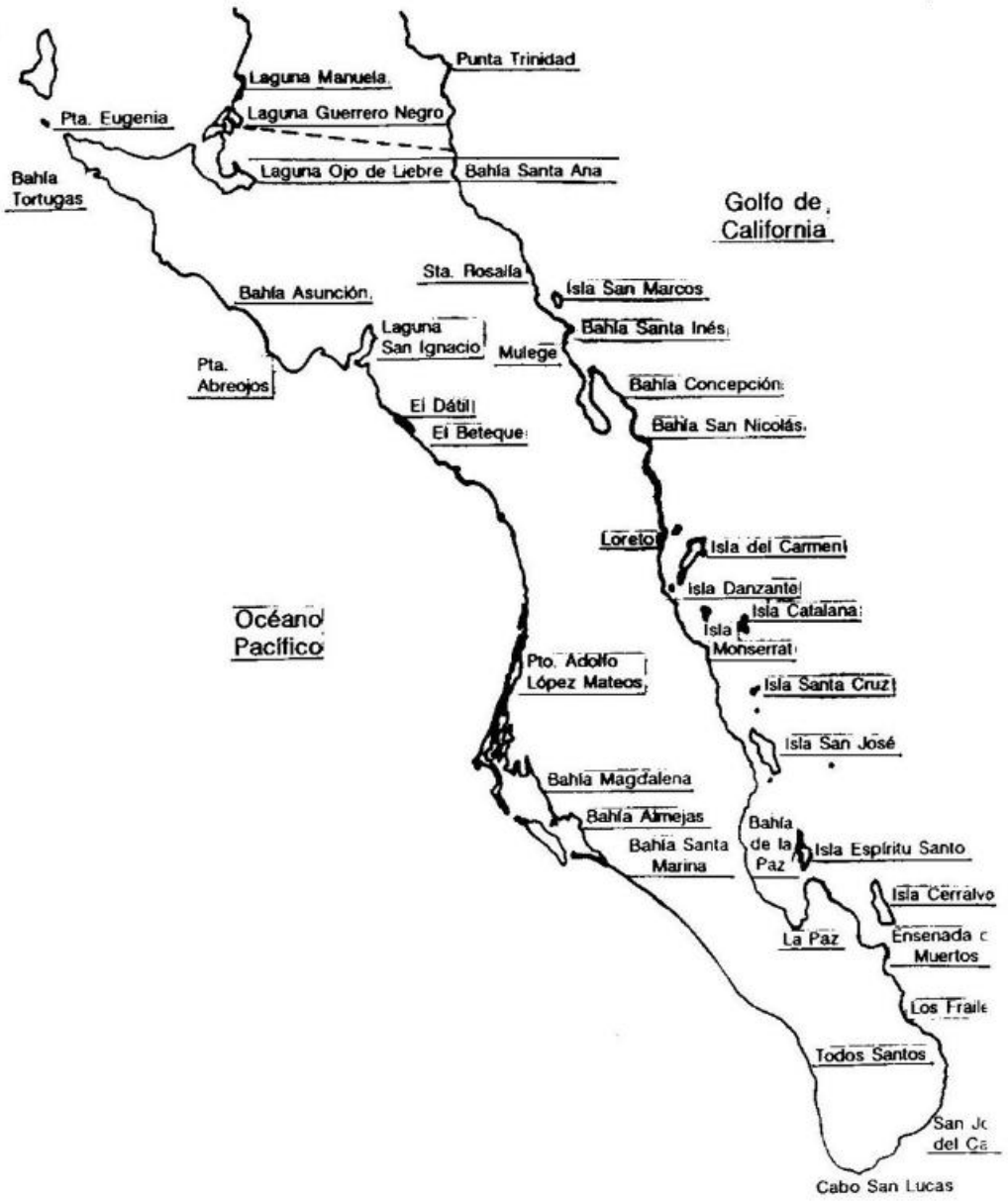


Figura 1

Toponimia de Baja California Sur

1846; *Pecten solidulus* Reeve, 1853; *Pecten filitextus* Li, 1930.

Vulgarmente la especie también fue conocida en algunas partes del estado como almeja Voladora; de igual forma a la almeja Mano de León también le han aplicado el calificativo de voladora, ya que una de las característica de la Familia Pectinidae es su gran facilidad de desplazamiento por medio de poderosas contracciones del músculo aductor o "callo". En el mercado estadounidense el recurso se conoce como Bay Scallop, el cual cuenta con gran aceptación y demanda.

Según Myra Keen (1971), la especie se distribuye desde la Isla de Cedros, BC, todo el Golfo de California hasta la Paita en Perú. Habita desde las zonas de intermarea hasta los 135 metros de profundidad. En Baja California Sur la especie suele formar extensos bancos en aguas protegidas como bahías, lagunas y esteros, hecho que ha favorecido su explotación comercial, misma que se ha realizado en ambas costas del estado. Por el lado del Golfo de California se ha capturado comercialmente en La Ensenada de La Paz y en Bahía Concepción; en tanto que en la costa occidental la especie se ha explotado en el complejo Bahía Almejas-Magdalena desde la Bahía de Santa Marina, al sur, hasta el complejo de esteros de Puerto López Mateos, al norte. También se ha capturado en el Estero "El Cardón", Laguna de San Ignacio y estero "El Coyote", así como en el complejo lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro y en el estado de Baja California en Laguna Manuela.

Situación actual y desarrollo histórico de su pesquería

La captura comercial organizada de esta especie se remonta a finales de la década de los cincuenta. Al principio, su extracción fue para satisfacer las demandas del mercado local, pues la elaboración de cocteles con el músculo aductor o "Callo de almeja" formaban parte de los platillos tradicionales que ofrecía la capital del estado de Baja California Sur a sus visitantes. Por ello, durante casi 25 años su captura fue de baja intensidad pero continua. Sin embargo, al introducirse en el mercado nacional y sobre todo al de los Estados Unidos de Norteamérica, su extracción comercial se fue haciendo cada vez más intensiva, incrementado sus registros anuales de captura de 550 toneladas de peso entero fresco en 1973 (55 toneladas de callo), a poco más de 55 000 toneladas de peso fresco entero en 1989 (5 500 toneladas de callo), (Fig. 2 y.3). Esto se debió principalmente a un aumento explosivo en el número de permisos y por ende del esfuerzo pesquero dedicado a la captura y comercialización de la especie.

Figura 2

Producción de callo de almeja Catarina de 1973 a 1991

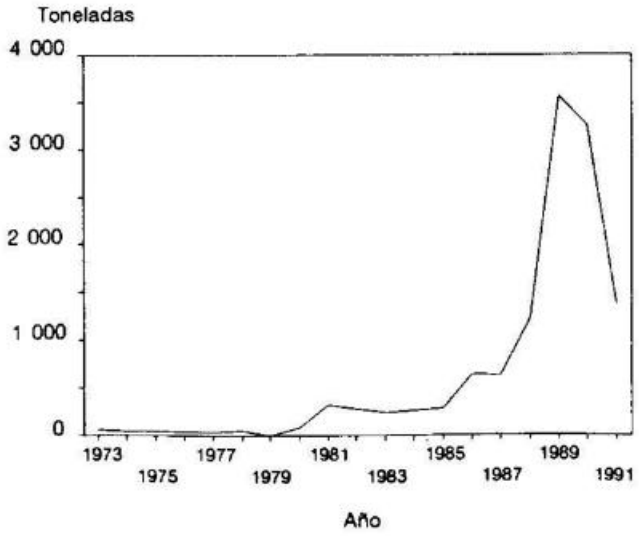
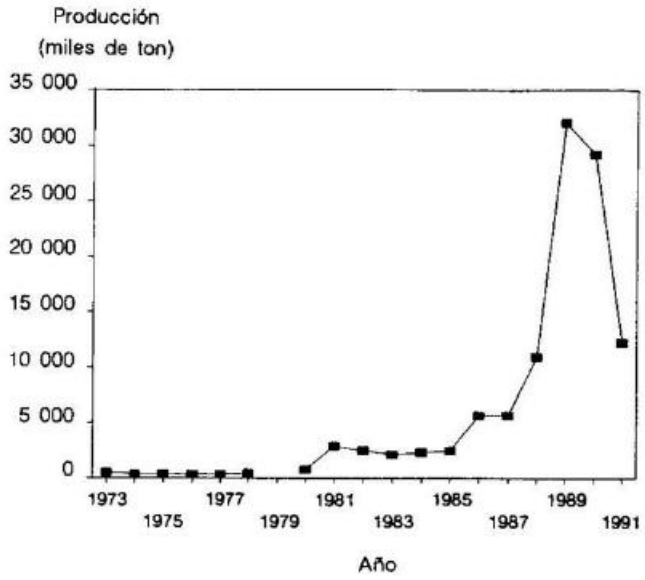


Figura 3
Producción de almeja Catarina. Peso fresco con concha



Hasta 1986, el otorgamiento de permisos para la extracción comercial de la especie estaba sujeta a la opinión técnica emitida por el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, por lo que el aumento en el número de permisos y esfuerzo aplicado fue gradual, ya que siempre se dio en forma administrada, de tal manera que la biomasa disponible fuera extraída con continuidad por periodos mínimos de tres meses. Esto permitía monitorear durante evaluaciones subsecuentes el reclutamiento de organismos juveniles a las tallas comerciales, hecho que permitía que la actividad extractiva se realizara a lo largo de todo el año.

De esta forma, de 1978 a 1986, el número de permisos oficiales creció de 12 a 23, en tanto que el número de equipos por usuario fue variable pues se daba en función de la biomasa disponible en los diferentes cuerpos de agua. Sin embargo, la concentración masiva de este esfuerzo en algunas de estas zonas de distribución, en lugar de una distribución equitativa del esfuerzo pesquero basado en la disponibilidad de recurso por zona, motivaron el agotamiento paulatino de las áreas productoras de este recurso. Así, después de agotarse en 1978 los bancos almejeros de la Ensenada de La Paz, los permisionarios se trasladaron primero al extremo norte de Bahía Magdalena y posteriormente a la Laguna de San Ignacio en donde permanecieron hasta mediados de 1984, cuando por sobrexplotación la zona tuvo que ser cerrada a la captura comercial.

Si bien desde 1978 ya se tenían detectados extensos bancos de almeja Catarina en el complejo lagunar Guerrero Negro-Ojo de Liebre, la presencia de un ñemátodo enquistado en el músculo aductor o "callo", no permitió la apertura inmediata de estas áreas, hasta no contar con información sobre la posible toxicidad del parásito en el ser humano, ya que existían antecedentes de que una especie similar que parasita diversas especies de molusços en el Japón sí era patógena para el hombre. Por lo anterior, en 1981 se firmó un acuerdo con la Universidad Autónoma de Baja California Sur, para desarrollar una investigación conjunta tendiente a determinar la especie del ñemátodo, sus hospederos definitivos y el posible grado de patogenicidad en mamíferos (ratones, gatos y perros), que pudieran servir de indicadores sobre el riesgo de consumo en el ser humano (Gómez del Prado, 1984). En esta última etapa se contó con la participación de la Secretaría de Salubridad tanto estatal, como central, a través de investigadores del Instituto de Enfermedades Tropicales.

Por ello, en 1984, cuando los resultados observados en los animales de laboratorio llevaron a la conclusión de que el ñemátodo que parasitaba

la almeja no representaba riesgo para la salud humana, y ante el agotamiento de los bancos silvestres de almeja Catarina en Laguna de San Ignacio, se autorizó la apertura de las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro. Sin embargo, nuevamente la facilidad de acceso y zonas de atraque para las embarcaciones, hicieron que todo el esfuerzo pesquero se concentrara en una sola área (Laguna de Guerrero Negro), por lo que, para septiembre de 1985 la zona había sido sobrexplotada. Por ello, la Delegación Federal de Pesca en el estado, decidió suspender las actividades extractivas en dicho cuerpo de agua, con lo que se dio inicio a un nuevo desplazamiento de los campamentos pesqueros a la Laguna Ojo de Liebre, ya que para ese entonces era la única zona con densidades poblacionales que permitían una extracción comercial de la especie.

La captura de almeja Catarina en Laguna Ojo de Liebre duró muy poco tiempo, ya que cuando apenas se estaban montando los campos pesqueros desmantelados de la Laguna de Guerrero Negro, las poblaciones de almeja realizaron, por causas aún desconocidas, un movimiento poblacional masivo que hizo desaparecer prácticamente a la especie de todas las áreas de distribución en el interior de la laguna. Por lo anterior, en 1986 se suspendió toda actividad extractiva en la costa noroccidental del estado. Sin embargo, en marzo de 1986 se detectaron bancos silvestres de almeja Catarina en el interior de Bahía Concepción, mismos que, una vez evaluados, permitieron reiniciar la extracción comercial del recurso en dicha zona.

Hasta este año, la problemática más relevante de la pesquería estaba dada por la inadecuada distribución del esfuerzo pesquero, con relación a la potencialidad real de cada zona, esto es a la biomasa explotable sostenida en función de los niveles de reclutamiento a lo largo de cada ciclo de captura. Sin embargo, los excelentes rendimientos (núm. de almejas por kilogramo de callo) que se empiezan a observar con la almeja extraída de Bahía Concepción, traen un alza en los precios del producto en el mercado internacional, lo que aunado a las devaluaciones de nuestra moneda frente al dólar, hacen que la especie empiece a ser codiciada por permisionarios y cooperativas, debido a las altas utilidades que genera su venta y la gran facilidad de captura y procesamiento del producto.

Lo anterior empieza a provocar un notable crecimiento en el número de solicitudes para obtener el permiso de captura comercial de la especie; no obstante, los reducidos valores de biomasa explotable estimada para las temporadas 1986-1987, permitieron controlar un poco la incorporación masiva de permisos para la captura comercial de la especie. Sin embargo, el agotamiento parcial o total en algunas de sus áreas de distribución natural en ambos litorales del estado, motiva a la Dirección General de Administración de Pesquerías, para la elaboración de una serie de documentos tendientes a reglamentar la extracción comercial de diversas especies, entre ellas la almeja Catarina, por lo que: el 1o. de julio de 1987, se publica en el *Diario Oficial de la Federación* el Acuerdo que regula la explotación de almeja Catarina (*Argopecten circularis*) en aguas litorales del estado de Baja California Sur.

No obstante que el acuerdo de julio de 1987, establece una serie de condiciones para tener acceso a la captura comercial de la especie, entre las que sobresale la de respetar una talla mínima de 60 mm de diámetro y el de presentar un programa de desarrollo acuícola que garantice la recuperación del recurso en las zonas de extracción, con objeto de evitar el agotamiento de las

áreas, así como limitar el crecimiento del esfuerzo empleado para su captura, la autorización de una gran cantidad de permisos que generó la penetración masiva de juveniles ocurrida en agosto-septiembre de 1988 en el interior de Bahía Magdalena, hacen que se pierda el control en la aplicación adecuada del acuerdo del 87, ya que, el esfuerzo pesquero autorizado no daba seguridad a la continuidad de la pesquería, hecho que se refleja en los registros de producción, ya que de acuerdo con los datos de la Oficina de Administración de Pesquerías de la Delegación Federal de Pesca, se extrajeron cerca de 7 000 toneladas de callo de almeja durante los años 1989 y 1990, de las cuales poco más de 4 500 toneladas corresponden a lo capturado en 1989 en Bahía Magdalena y Bahía Concepción.

Esta alta productividad que registró Bahía Magdalena no se reflejó en la retención y reclutamiento de juveniles en su interior; por ello, una vez que las poblaciones que penetraron a partir de 1988 llegaron a término de vida y murieron, la pesquería se colapsó al perderse el área más productiva de almeja Catarina que ha tenido el estado desde que se inicio la extracción comercial de esta especie.

Lo anterior trajo como consecuencia que el gran crecimiento que se registró en el número de permisionarios (tanto del sector social como de iniciativa privada), en 1989 y 1990, motivada por la gran producción que se obtuvo de Bahía Magdalena y el no contar con nuevas zonas de producción que permitieran mantener con cierta estabilidad la fuente de empleo para cerca de 7 000 familias, motivó que la problemática de la pesquería se tornara más de tipo socio-político que de carácter biológico, como quedó demostrado en Bahía Concepción cuando después de un periodo de captura en la que se extrajeron poco más de 1 000 toneladas de callo de almeja (según los propios productores), no se quiso autorizar un segundo periodo de extracción, con objeto de proteger los remanentes de la población adulta y las semillas depositadas en la zona como resultado de la captación de larvas de programas individuales y globales para el manejo acuícola de la especie, implementado en marzo de ese año.

Sin embargo, en septiembre de 1991, cuando ocurrió la mortandad masiva de diversas especies de moluscos en Bahía Concepción, a causa de altas temperaturas y materia orgánica acarreada por las lluvias, lo cual provocó un proceso de descomposición acelerado y un ambiente anóxico en la parte terminal de la bahía, el sector productor habló de la pérdida de cientos de toneladas y la correspondiente derrama económica que su captura hubiera dejado a la población. Sin embargo, los datos de evaluación de organismos muertos y vivos nunca reflejaron un problema de la magnitud que se quiso aparentar en cuanto a la pérdida de recurso con talla para explotación, mientras que, se ignora qué ocurrió con los juveniles que debieron de haberse encontrado, considerando los grandes depósitos de semilla hechos tres meses atrás.

A finales de 1990, se empiezan a detectar importantes reclutamientos de organismos juveniles en el interior de Laguna Ojo de Liebre, evaluándose parte de sus poblaciones en marzo de 1991. Sin embargo, al haberse decretado la zona como parte de la Reserva de La Biósfera del Vizcaíno, la extracción comercial de una parte de sus poblaciones silvestres no se pudo realizar sino hasta noviembre del mismo año, después de haberse concertado acuerdos entre la Secretaría de Pesca y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, como responsable del cuidado de estas zonas. En esa ocasión se autorizó la captura de aproximadamente un 20% de la población evaluada, con-

servándose un 80% como población reproductora para el desove de invierno-primavera. Asimismo, esta población representaba la biomasa potencial para la captura comercial de 1992.

Sin embargo, cuando se autorizó la extracción de la especie en mayo de 1992, después de haberse evaluado las poblaciones silvestres, gran parte de la biomasa estimada había muerto o se había desplazado a otras zonas, lo que provocó graves problemas sociales y económicos por el desplazamiento masivo de gente que se requiere para la captura y aprovechamiento de este recurso, siendo necesaria la intervención del gobierno estatal y federal para el traslado y alimentación de familias completas que se habían desplazado a Guerrero Negro para emplearse como buzos y matadores.

Actualmente el estado cuenta con tres áreas potenciales para próximas temporadas, los remanentes poblacionales de juveniles que permanecieron en Laguna Ojo de Liebre y algunas poblaciones juveniles detectadas en Laguna de Guerrero Negro, así como las captaciones de semilla que se lograron con el programa de manejo acuícola conjunto para la recuperación de la Bahía Concepción, algunos de cuyos esquemas lograron buenos niveles de captación por unidad de colecta, lo que de alguna manera asegura que la zona puede volver a producir para la temporada de 1993.

Por ello, el futuro pesquero de este importante recurso debe quedar sujeto a la realización de, como en el pasado, estudios de monitoreo bimestral o trimestral que permitan con oportunidad detectar irregularidades ambientales o patrones de conducta que afecten los resultados que se obtienen en las evaluaciones. Por lo que respecta a la captación, preengorda y depósito de juveniles de los programas de manejo acuícola, es necesario crear conciencia entre los productores para que, en tanto esta actividad dependa de los ciclos y condiciones naturales, se respeten los patrones de conducta de las poblaciones silvestres y, de esta forma, se eviten problemas como el ocurrido el año pasado en Bahía Concepción (Fig. 4).

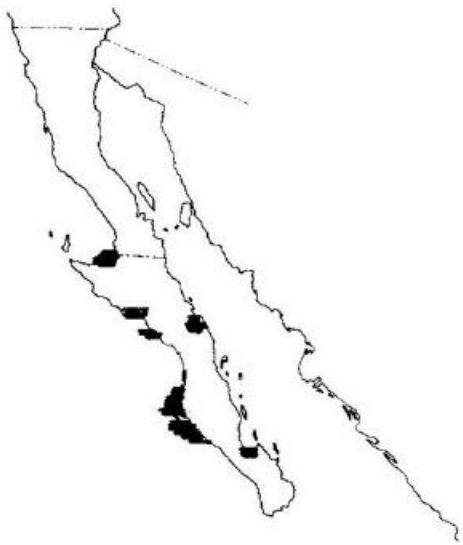


Figura 4

Zonas de distribución de almeja Catarina

Almeja Mano de León

Lyropecten (*Nodipecten*) *subnodosus* Sowerby, 1835.
Sinonimia. *Lyropecten intermedius* Conrad, 1867.

Vulgarmente conocida en algunas partes del estado como almeja Voladora, es la especie más grande de la Familia Pectinidae en aguas tropicales del oeste americano. Según Keen (1971), su

distribución va de Laguna Ojo de Liebre al Perú; sin embargo, los resultados de prospección y evaluación que ha realizado el Proyecto Almeja-Caracol indican que la especie se distribuye más al norte, pues también existe en la Laguna de Guerrero Negro. La talla más grande observada en Laguna Ojo de Liebre fue de 225 mm de longitud.

En los últimos diez años la captura comercial de la especie ha sido intensiva pero inconstante, ya que, por las tallas que alcanza, no suele agruparse como otras especies de la misma Familia. Generalmente habita en el borde de los canales o en zonas donde las corrientes marinas sean intensas. Esto ha hecho que su extracción comercial en algunas áreas sea de alto riesgo para el buzo. Por ello, y aun cuando la especie tiene gran demanda en los mercados nacional e internacional (EUA), su producción es limitada pues sólo se captura en las lagunas de Guerrero Negro, Ojo de Liebre y parcialmente en Laguna de San Ignacio.

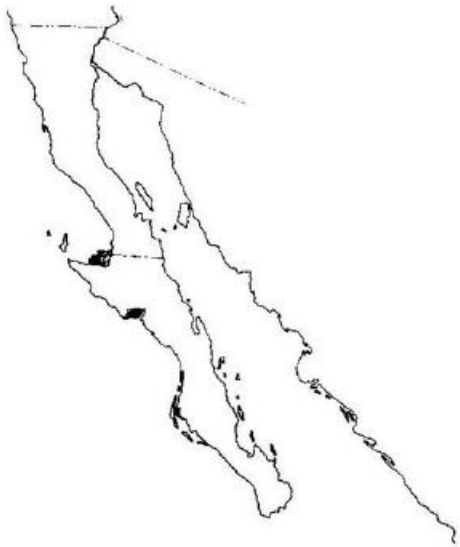


Figura 5

Zonas de distribución de almeja Mano de León

La especie usada como símbolo del estado de Baja California Sur, también se localiza en el Golfo de California, desde la Isla Espíritu Santo hasta la Isla Ángel de la Guarda, en el estado de Baja California. Si bien las densidades tan bajas que se han observado en la costa oriental, hacen poco rentable una extracción comercial permanente, la fijación de larvas en los colectores empleados para la captación de semilla de almeja Catarina, sugieren que el futuro de una pesquería estable pudiera darse a través de esquemas acuaculturales (Fig. 5).

Hacha Larga

Pinna rugosa Sowerby, 1835.

Es una de las especies conocidas vulgarmente como Callo de Hacha. El músculo aductor o "callo" de esta especie tiene buena aceptación en el mercado nacional, aun cuando no se compara con el callo conocido como "media luna" del género *Atrina*, el cual tiene mayor demanda y mejor precio.

En la década de los sesenta la especie se encontraba en bahías y esteros de ambas costas, formando grandes bancos en áreas someras de 1 a 5 metros de profundidad, hecho que favoreció una explotación intensiva que produjo en poco tiempo el agotamiento total de muchas de sus zonas de distribución, al extraerse indiscriminadamente organismos jóvenes y adultos.

En los últimos cinco años la captura comercial de esta especie ha quedado restringida a cinco zonas: Bahía Almejas, Bahía Magdalena, Laguna de San Ignacio y Laguna Ojo de Liebre en la costa

occidental del estado, en tanto que del lado del Golfo de California su extracción se realiza sólo en la Bahía Concepción, en donde se han evaluado bancos con densidades hasta de 40 organismos por metro cuadrado. Sin embargo, la gran demanda y autorización de permisos para su captura, al cual se suman la extracción ilegal que se realiza todo el año en las diferentes zonas de distribución natural, han provocado el agotamiento casi total de la especie en las bahías Almeja y Magdalena, así como en las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio.

En la actualidad, la mayor parte de las áreas de captura han sido sobrexplotadas; sin embargo, debido a la importancia que tiene este recurso en las pesquerías ribereñas del estado, se están realizando los estudios de dinámica poblacional de la especie en el área de Bahía Concepción, por lo que en poco tiempo se contará con información biológica para sustentar medidas regulatorias que permitan reglamentar captura.

La captación de larvas umbonadas (semillas), por medio de colectores similares a los empleados con la almeja Catarina en el área de Bahía Concepción, sugieren que, en un futuro inmediato, la pesquería de esta especie puede resurgir aplicando técnicas acuaculturales en la recuperación de los bancos naturales y en los diferentes cuerpos de agua que en algún tiempo fueron importantes productores de este recurso (Fig. 6).

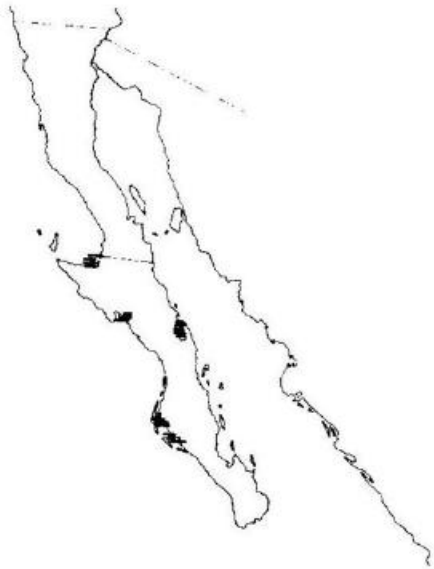


Figura 6

Zonas de distribución de Hacha Larga

Hacha Botijona

Atrina maura Sowerby, 1835
Sinonimia. *Pinna lanceolata.*

Localmente, la especie también es conocida como Hacha China y Hacha de Riñón. Este último nombre se lo debe a la forma del músculo aductor o "callo". Al igual que *Pinna rugosa*, la captura comercial de esta especie se ha intensificado en los últimos cinco años, debido a la demanda que tiene la especie en el mercado nacional.

Presenta una distribución más amplia que el Hacha Larga. Según Keen, 1971, la especie se distribuye desde Baja California hasta el sur de Perú. De acuerdo con los resultados de prospección y evaluación que ha realizado el Proyecto Almeja-Caracol desde 1978, el recurso se ha localizado en ambas costas: en el litoral occidental, en las lagunas de Guerrero Negro, Ojo de Liebre, San Ignacio, en los esteros El Dátil, El Bateque y San José de Gracia, así como en las bahías Magdalena, Almejas y Santa Marina; por el litoral oriental en la bahía y ensenada de La Paz, canal de San Lorenzo, isla San José, Puerto Escondido, Bahía Concepción y Bahía de Santa Inés. Según

comentarios de algunos permisionarios y buzos, anteriormente la especie también fue explotada en otras localidades del estado.

A diferencia del Hacha Larga, esta especie suele encontrarse a mayores profundidades (de 2 a 45 metros), habita en llanuras de arena fina o areano limosas y no suele agruparse en densidades tan altas como *Pinna rugosa*, ya que las máximas observadas por evaluación indican valores de 7 a 9 organismos por metro cuadrado, no obstante suelen presentar bancos más amplios que el género *Pinna*.

Debido a que su captura se realiza tanto legal como ilegalmente, y en forma más intensiva que la del Hacha Larga, hasta la fecha no ha sido posible realizar los estudios de biología y dinámica poblacional de la especie, los cuales son básicos para definir las medidas regulatorias para una captura racional del recurso.

Aun cuando no se cuenta con información referente a la captación de semillas por medio de colectores o de su producción en laboratorio, las posibilidades futuras de recuperar y mantener una extracción comercial continua, dependen de obtener tecnologías acuaculturales para la obtención de semillas (Fig. 7).

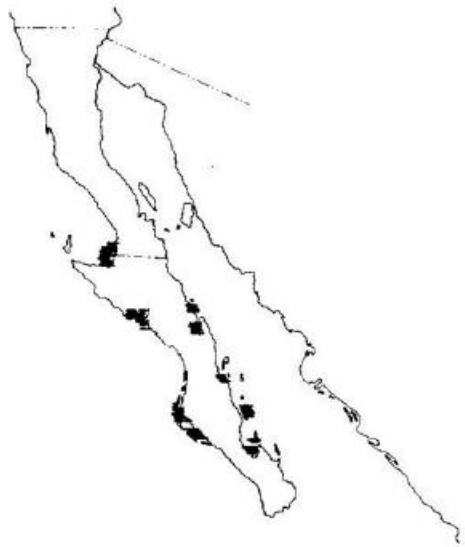


Figura 7

Zonas de distribución de Hacha Botijona o China

Hacha Negra

Atrina sp.

La especie conocida vulgarmente como Hacha Negra o Hacha Lisa, sólo se ha encontrado y explotado comercialmente en el interior de Bahía Magdalena y en mar abierto, frente a la Isla Magdalena, por lo que, hasta el momento, se le considera una especie endémica de la porción media occidental del estado. Por su forma triangular y las tallas observadas en los muestreos de evaluación y en la captura comercial, la especie presenta algunas similitudes con *Atrina oldroydii* Dall, 1901, de acuerdo con la descripción de Keen, 1971; no obstante, la coloración café grisácea y una fina ornamentación en la parte externa de las conchas que aparecen ilustrando el texto, no corresponden con la especie explotada comercialmente en los últimos cuatro años.

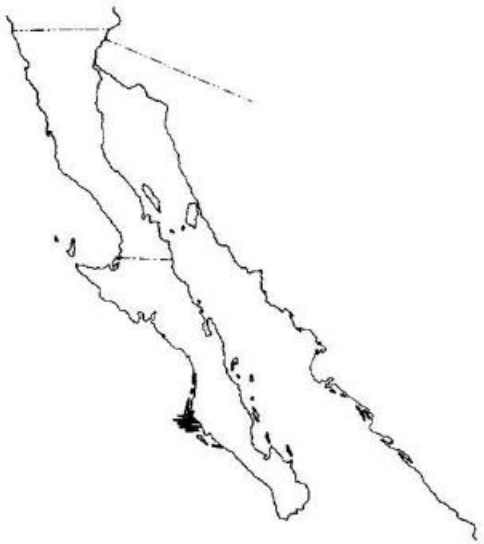
Sin embargo, en la descripción de Keen, 1971, para la especie *Atrina oldroydii se* reporta que la distribución de ésta, es en la parte externa de Baja California y hasta el sur de Bahía Magdalena, por lo que es considerada como una especie de la Provincia Panámica, lo que sugiere que la especie que se captura en Baja California Sur pudiera ser una subespecie y que por condiciones ambienta-

les haya sufrido modificaciones que no corresponden con la descripción original.

Lo antes expuesto, hace necesaria la realización de estudios de biología, taxonomía y dinámica poblacional que permitan, en principio, la definición de la especie y los aspectos más importantes de su ciclo de vida, de donde se deducirán medidas regulatorias de su pesquería (Fig. 8).

Figura 8

Zonas de distribución de Hacha Lisa Negra



Almeja Chocolata Negra

Megapitaria squalida Sowrerby, 1835.
Sinonimia. *Chione biradiata* Gray, 1838; *Cytherea chionaea* Menke, 1847.

Según Keen, 1971, la especie se distribuye desde la Laguna Ojo de Liebre en la costa occidental y en todo el Golfo de California, hasta Ecuador. Habita en fondos de arena fina; frecuentemente se le encuentra asociada con *Dosinia ponderosa*, aun cuando llega a formar grandes bancos por sí sola, observándose densidades que van de 1 a 16 organismos por metro cuadrado.

En Baja California Sur, la especie ha sido explotada desde hace varias décadas. Sin embargo, en los últimos siete años, ha visto intensificada su captura, pasando de 125 toneladas en 1985, a más de 400 toneladas en 1988 (Singh, 1991). Por su importancia comercial en los litorales del Pacífico mexicano, la especie ha sido objeto de diversos estudios como el de Baqueiro (1976), en la Bahía de Zihuatanejo; Baqueiro y Stuardo (1977), en la misma zona; Singh y colaboradores (1991), en la costa occidental de la Bahía de La Paz.

En el estado la especie se ha explotado comercialmente en ambos litorales: en la costa occidental, en las localidades de San Ignacio, El Cardón, El Bateque y en el complejo Bahía Magdalena-Almejas; mientras que en el Golfo de California la especie se ha capturado al norte de Santa Rosalía, Bahía de Santa Inés, Bahía Concepción y en el área de Loreto, en las localidades conocidas como Notri, Juncalito, Ensenada Blanca y Ligüi. También se han capturado en las Islas San José y Espíritu Santo y en la Ensenada y Bahía de La Paz.

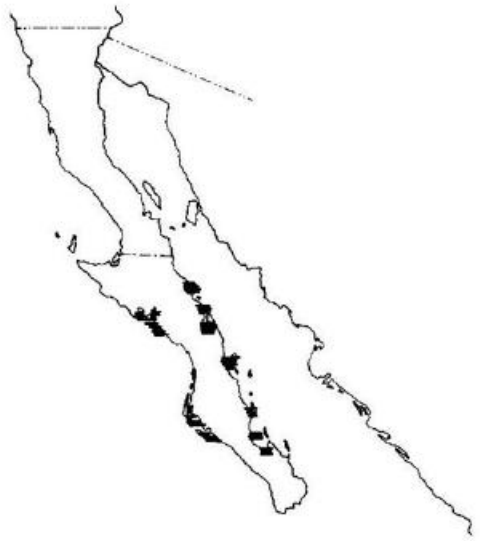
Como resultado del estudio poblacional de la almeja Chocolata en Punta Coyote, en la costa occidental de la Bahía de La Paz, de febrero de 1987 a enero de 1988, se pudo constatar que los ritmos de crecimiento en los grupos juveniles es de aproximadamente 5 mm mensuales, que son valores similares a los observados por Baqueiro (1976) en las poblaciones de esta especie, en el área de Zihuatanejo. Su reproducción la realiza

todo el año, con un máximo en los meses de agosto a octubre, por lo que se recomendó instrumentar un periodo de veda oficial durante esos meses para proteger su reproducción y asegurar la recuperación de las zonas de captura.

Si bien la talla mínima de reproducción no pudo ser definida con exactitud, se sugirió la de 60 mm como talla provisional, en tanto se logren hacer estudios complementarios que permitan ratificar o rectificar la misma (Fig. 9).

Figura 9

Zonas de distribución de almeja Chocolata Negra



Almeja Chocolata Roja

Megapitaria aurantiaca Sowerby, 1831.
Sinonimia. *Cytherea aurantia*. "Hanley", Sowerby, 1851.

La especie es conocida también como almeja Roja de Zihuatanejo. En la entidad se le ha explotado en ambas costas. Forma bancos con densidades variables que van de 4 a 7 organismos por metro cuadrado. Habita en fondos de arena gruesa, a profundidades de 3 a 45 metros. Según Keen, 1971, la especie se distribuye desde Laguna Ojo de Liebre, en la costa occidental de Baja California Sur y todo el Golfo de California, hasta Ecuador.

De acuerdo con los resultados de prospección y evaluación, la especie se ha encontrado en las lagunas Guerrero Negro, Ojo de Liebre y San Ignacio, en la costa occidental del estado; mientras que en el Golfo de California la especie se ha localizado desde Santa Rosalía hasta Loreto, incluyendo Bahía Concepción. También se le encuentra en las Islas Del Carmen, Danzante, Monserrat, Catalana, San José, La Partida, Espíritu Santo y Cerralvo, así como en las localidades conocidas como La Ventana, El Sargento, Canal de San Lorenzo, El Coyote y en la Ensenada y Bahía de La Paz.

La especie ha sido explotada con mayor intensidad que *Megapitaria squalida*, debido a que forma parte de los platillos regionales que ofrece el estado a sus visitantes. Ésta se sirve en estado natural con limón y salsa o bien empapelada y cocida a las brasas. Esta situación ha provocado la sobrexplotación de algunas áreas de distribución, ya que también se captura para el mercado nacional (Guadalajara y México, D.F.), donde se comercializa en estado fresco en concha.

Actualmente el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), viene realizando pruebas de laboratorio para la producción controlada de semilla, por lo que el desarrollo futuro para incrementar la producción de este recurso pudiera darse a través de la acuacultura (Fig. 10).

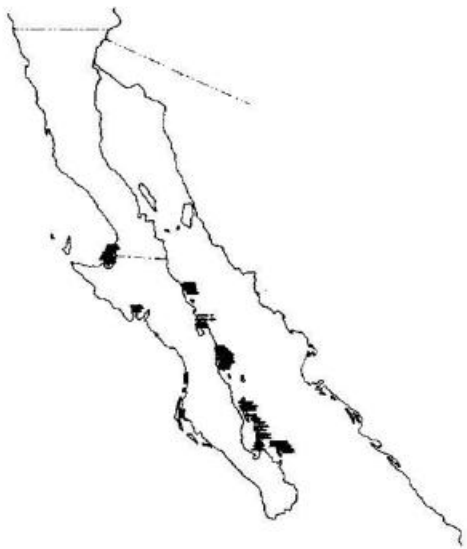


Figura 10

Distribución de la almeja Chocolata Roja

Almeja Pata de Mula de Mangle

Anadara tuberculosa, Sowerby, 1833.

Recurso de gran demanda en el mercado local y regional, sobre todo en los estados de Sonora y Sinaloa, así como en Tijuana, Baja California. Desde ahí se introduce ilegalmente a los Estados Unidos, donde cuenta con gran demanda de la población latina de la frontera. Su captura en el estado de Baja California Sur se ha intensificado a raíz de la sobrexplotación que sufrió la especie en los estados de Sonora y Sinaloa. La almeja Pata de Mula, *Anadara tuberculosa*, ha formado parte de la dieta de grupos humanos costeros de México desde tiempos prehispánicos (Lorenzo, 1955; Kelly, 1960; Stuart, 1972). La especie es muy abundante a lo largo de toda la Provincia Panámica, recibiendo diferentes nombres vernáculos en cada región.

Debido a que la especie se encuentra semienterrada en las raíces del mangle, con frecuencia su extracción genera la destrucción parcial o total de parte de los manglares, lo que con el tiempo ha provocado un abatimiento no sólo de la pesquería de esta especie, sino también de muchas otras que utilizan estos ecosistemas como zonas de protección para su desarrollo en fases juveniles. Éste es el caso del camarón y diversas especies de escama.

Por su importancia, la especie se estudió desde el inicio del proyecto en 1978, cubriéndose el estudio poblacional de la especie en bancos localizados en la Ensenada de La Paz, Baqueiro, 1982. El estudio mostró un desove constante con picos máximos en los meses de abril, agosto y enero, observándose un constante reclutamiento de juveniles; se observó que la actividad gonádica inicia desde los 38 mm de longitud. Sin embargo, se recomienda la talla de 60 mm como mínima legal para asegurar, al menos, dos ciclos reproductores antes de su captura comercial.

En Baja California Sur, la especie se ha localizado en Laguna de San Ignacio, en los esteros El Cardón, El dátil y El Bateque, que son áreas cercanas a San José de Gracia, así como en casi todos los esteros del complejo Bahía Magdalena-Bahía Almejas. En el Golfo de California se ha observado en la zona de manglar de Bahía Concepción, Loreto, Isla San José, Bahía de La Paz y La Ribera, cerca de Los Cabos. En las evaluaciones realizadas en la costa occidental, en los años 1980-1981, se observaron densidades de 1 a 18 organismos por metro cuadrado, por lo que, con base en esta información se autorizaron permisos para la extracción comercial del recurso.

Actualmente su explotación es intensiva y constante, sobre todo en el complejo Magdalena-Almejas. Sin embargo, el desconocimiento de las biomasa actual y la composición de tallas, hacen necesaria una revaluación de las zonas productoras para contar con elementos técnicos que permitan sugerir las medidas regulatorias para la explotación comercial de la especie (Fig. 11).

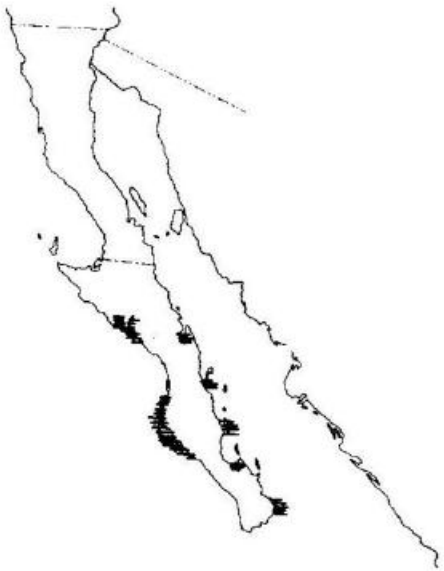


Figura 11

Distribución de la almeja Pata de Mula

Almeja Roñosa (varias especies)

Chione undatella Sowerby, 1835.
Sinonimia: *Venus neglecta* Sowerby, 1835; *Venus entobapta* Jonas, 1845; *Cytherea sugillata* Jonas, 1846; *Venus perdrix* Valenciennes, 1846; *Venus simillima* Sowerby, 1853; *Venus excavata* Carpenter, 1857; *Venus bilineata* Reeve, 1863; *Chione undatella taberi* Parker, 1949.
Chione californiensis Broderip, 1835.
Sinonimia: *Venus succincta* Valenciennes, 1827; *Venus leucodon* Sowerby, 1835; *Venus nuttalli* Conrad, 1837; *Chione gealeyi* y *C. durhami* Parker, 1949.

Otras especies que conforman el recurso:

Chione cortezi Carpenter, 1864.
Chione fluctifraga Sowerby, 1853.
Chione (*Chionopsis*) *gnidia* Broderip y Sowerby, 1829.
Chione (*Chionopsis*) *pulicaria* Broderip, 1835.
Chione (*Chionopsis*) *purpurissata* Dall, 1902.

El recurso es de bajo valor comercial, pero de muy fácil acceso. Es explotada intensivamente cuando existe demanda en el mercado nacional, ya que se le emplea en la elaboración de la paella o simplemente con arroz. Sin embargo, la extracción no es continua pues compite con la producción del género *Mercenaria* del Atlántico mexicano. Se distribuye desde Isla de Cedros y Golfo de California hasta Perú; habita en fondos arenosos y limo-arenosos, desde la zonas de intermarea hasta los 90 metros de profundidad.

En Baja California Sur la especie es también explotada intensivamente por el turista nacional y extranjero, ya que forma bancos en aguas someras con densidades hasta de 130 organismos por metro cuadrado. De acuerdo con los resultados de prospección y evaluación, el recurso se ha encontrado en Laguna Ojo de Liebre, Estero el Coyote, en Punta Abreojos, en Laguna de San Ignacio, en los esteros El Dátil, El Cardón y El Bateque, en el área de San José de Gracia, en diversos esteros del Complejo Bahía Magdalena-Bahía Almejas, desde Puerto San Carlos hasta Bahía de Santa Marina. En el Golfo de California la especie se ha colectado al norte de Santa Rosalía, en

Bahía Concepción, en las inmediaciones de Loreto, en las islas Monserrat, Danzante, del Carmen, San José, La Partida y Espíritu Santo, así como en la bahía y Ensenada de La Paz.

Si bien la pesquería de este recurso no puede ser considerada dentro de los recursos importantes del estado, su extracción para el turismo y su captura comercial han agotado algunas zonas de distribución. Por ello, la especie fue objeto de estudios biológicos y de dinámica poblacional que permitieron dar las medidas regulatorias de la especie (Baqueiro, 1981), encontrándose que su reproducción se realiza durante todo el año, con un pico máximo de julio a septiembre, por lo que se sugirió a la Dirección General de Administración Pesquera la implantación de una veda oficial que cubriera dicho periodo. Asimismo, los resultados observados en las tallas y madurez de gónadas, fueron variables en función de las zonas y características del sustrato, recomendándose una talla mínima de 45 mm, misma que, junto con el periodo de veda, complementan las medidas regulatorias para la extracción comercial del recurso (Fig. 12).

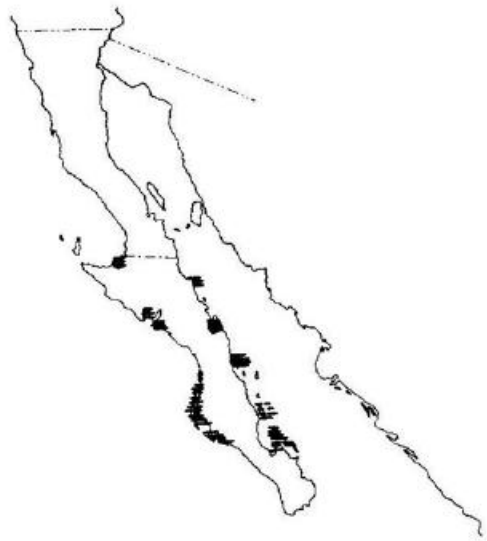


Figura 12

Distribución de la almeja Roñosa

Almeja Pismo

Tivela stultorum Mawe, 1823.

Esta especie, junto con los ostiones y el abulón, eran los únicos moluscos reservados a las cooperativas. La gran demanda que tiene en el estado de Baja California y en el sur de los Estados Unidos (USA), ha motivado explotaciones cada vez mayores en las costas de Baja California Sur.

Se le localiza únicamente en el Pacífico occidental, desde Oregon, EUA, hasta Bahía Magdalena, en Baja California Sur, México. Habita en playas arenosas de oleaje fuerte, presenta una distribución desde la zona intermareal hasta los 25 metros de profundidad. En Baja California Sur el recurso es extraído fundamentalmente durante las bajamares, en playas aledañas a los campos pesqueros de las sociedades cooperativas, ya que la especie se encontraba reservada para su uso exclusivo.

De acuerdo con los resultados observados en la prospección y evaluación de esta especie, se han observado densidades que van de 1 a 20 organismos por metro cuadrado. Las principales zonas de producción se localizan desde Bahía Tortugas, hasta San José de Gracia, aun cuando también se le extrae en menor volumen por la parte externa de Bahía Magdalena.

Aun cuando el CRIP del Zauzal, BC, envió una propuesta de reglamentación elaborada por el

Ocean. Guadalupe González Avilez, los estudios de dinámica poblacional y ciclo reproductor realizados por el Proyecto Almeja Caracol en la zona de Punta Abreojos, señalan algunas divergencias. Asimismo, el análisis del ciclo reproductor señala un periodo de máxima intensidad durante el ciclo invierno-primavera, ubicándolo entre diciembre y abril, por lo que, para la población del estado de Baja California Sur, se sugirió dicho periodo para la implementación de una veda oficial que proteja el ciclo reproductivo de la especie.

En lo que respecta al estado de Baja California, el desfasamiento que existe en la reproducción de otros moluscos como el abulón, sugieren se contemple para dicho estado la propuesta del Ocean. González, la cual contempla el periodo del 1o. de septiembre al 31 de diciembre.

En lo que respecta a las tallas mínimas de captura, los estudios realizados en los bancos de Punta Abreojos, sugieren se recomiende la talla de 100 mm de longitud para las poblaciones de Baja California Sur, ya que de acuerdo al trabajo de Vélez, 1987, la estructura de tallas y la talla del primer periodo de madurez se ubica en los 75 mm de longitud. En lo que respecta a Baja California, los trabajos de González indican una talla mínima para esa zona de 110 mm, por lo que se recomiendan tallas diferenciales, ya que al igual que el periodo de reproducción, el crecimiento puede verse afectado por las condiciones ambientales locales (Fig. 13).

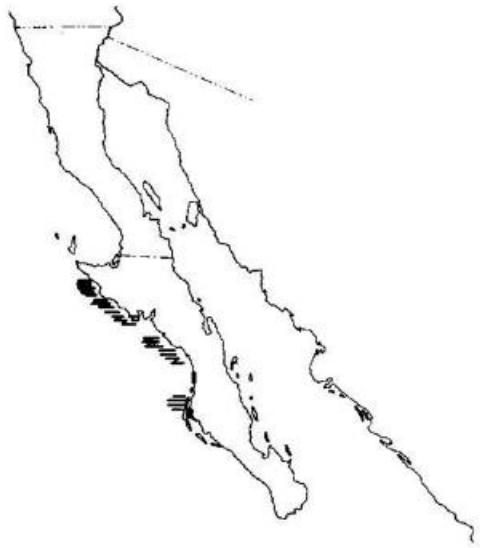


Figura 13

Distribución de la almeja Pismo

Ostión de Roca (dos especies)

Crassostrea fishery Dall, 1914.
Crassostrea iridescens Haley, 1852.

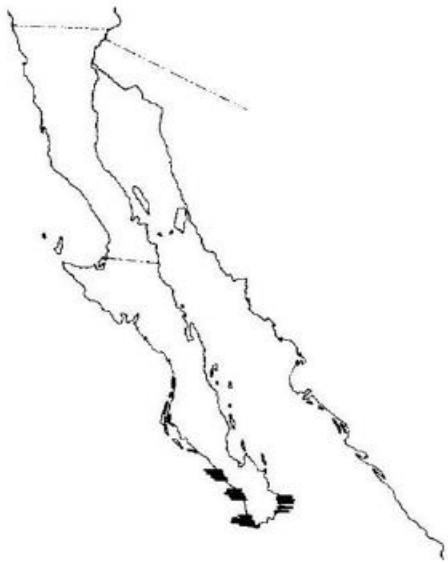
Ambas especies se distribuyen desde la parte sur de la costa occidental del estado y Golfo de California, hasta el norte de Perú. Habitan fijos a las rocas en zonas de oleaje fuerte, distribuyéndose desde la zona intermareal hasta los 25 metros de profundidad.

En Baja California Sur la especie es explotada por algunas cooperativas del sur del estado. Su extracción es semintensiva, ya que sólo la realizan para satisfacer las demandas del mercado local y regional. Generalmente, su captura la realizan mediante buceo libre o semiautónomo con compresor tipo Hooka, empleando una barra metálica para desprenderlos de las rocas, por lo que en su explotación se extraen tanto organismos jóvenes como adultos, ya que al estar adheridos unos a otros sobre las rocas no es posible la selección de tallas.

Por lo general, lo reducido de las zonas de distribución hacen que las cooperativas que se dedican a capturar la especie realicen rotación de zonas, lo que ha permitido regular niveles de explotación sin agotar las zonas de distribución. Sin embargo, los registros de producción son poco confiables, ya que una parte importante de la captura se comercializa directamente en restaurantes y puestos ambulantes, por lo que los registros oficiales no reflejan la producción real de este recurso en el estado (Fig.14).

Figura 14

Distribución del ostión de Roca



Caracol Chino Rosa

Hexaplex erythrostomus Swainson, 1831.
Sinonimia: *Murex bicolor* Valenciennes, 1832; *Murex rhodocheilus* King, 1832; *Murex hippacastanum* Philippi, 1845.

Especie de hábitos carnívoros, suele estar asociada con otros moluscos como la almeja Chocolata o la almeja Blanca, por las cuales tiene cierta preferencia. Por los mismos hábitos alimenticios suelen agruparse dos o tres organismos sobre una sola almeja, aun cuando también suelen hacerlo en forma individual. Por esta situación su distribución es muy heterogénea, dificultando la evaluación real de sus poblaciones. Durante los estudios de dinámica poblacional y ciclo reproductor de la especie, realizado en la zona de Bahía Concepción entre marzo de 1979 y septiembre de 1980, se realizó el marcaje de organismos (Baqueiro, 1983) con dos finalidades: conocer los ritmos de crecimiento reales y estimar las poblaciones de la zona por la relación estadística de recuperación de marcas.

La especie tiene una amplia distribución en la Provincia Panámica, desde el Golfo de California hasta el Perú. En el estado la especie se ha localizado desde el norte de Santa Rosalía hasta San José del Cabo, en el extremo sur. Su explotación comercial se ha realizado más intensamente en Bahía de Santa Inés, Bahía Concepción, Bahía de San Nicolás, Juncalito y Ensenada Blanca, al Sur de Loreto.

Dentro de los aspectos relevantes que se obtuvieron con el estudio de dinámica poblacional de la especie, está el del periodo reproductor que inicia desde el mes de mayo y se prolonga hasta finales de julio, observándose que su reproducción es por fecundación interna de la hembra, la cual posteriormente produce unas cápsulas que adhiere a la concha de otros organismos de la misma especie. En esta cápsula, los huevos fecundados pasan por las diferentes fases larvarias hasta la formación de la concha, por lo que, cuando abandonan la protección de la cápsula los orga-

nismos ya presentan casi todas las características de los organismos adultos.

Por lo antes expuesto, la captura comercial de la especie en época de reproducción, los hace doblemente vulnerables, ya que el extraerlos al inicio evita el apareamiento y cuando se extraen con las puestas (cápsulas) pegadas en la concha, se interrumpe el ciclo de desarrollo de la especie. Por lo anterior, la reglamentación de una veda oficial de mayo a julio es fundamental para sostener la pesquería del recurso, sin riesgo de sobrexplotación por falta de reclutamiento de nuevos grupos de edad.

Otro aspecto importante que se concluyó del estudio de la especie fue su rápido crecimiento y buenos niveles de reclutamiento, si se mantienen al menos un 40% de organismos arriba de la talla mínima propuesta de 90 mm, ya que, aunque inician la actividad gonádica desde los 45 mm, la reproducción no se lleva a cabo hasta que los organismos no alcanzan al menos los 70 mm, por lo que de acuerdo con los ritmos de crecimiento observados a través de marcaje y recaptura de organismos, la talla de 90 mm aseguraría una protección de los tres meses que dura el pico máximo de la reproducción.

En el estado la extracción comercial es integral, ya que se comercializan tanto el músculo o callo como la concha, la cual se vende limpia para la elaboración de artesanías (Fig. 15).

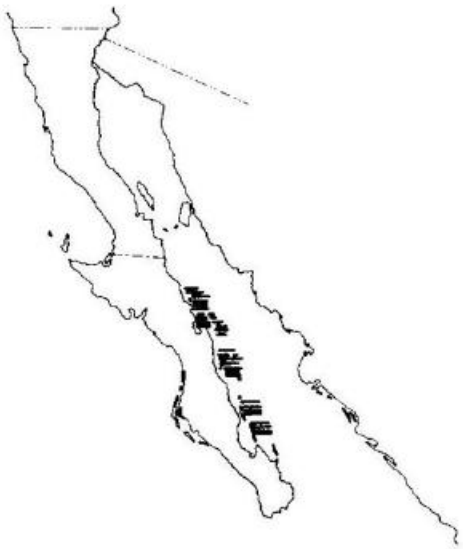


Figura 15

Distribución del caracol Chino Rosa

Caracol Chino Negro

Muricanthus nigritus Philippi, 1845.

La especie presenta una distribución mayor que la del caracol Chino Rosa, ya que ésta abarca toda la costa occidental del estado y el Golfo de California hasta Ecuador. En la captura comercial del caracol Chino Negro también se captura la especie *Muricanthus radix* Gmelin, 1791, ya que ambas especies presentan una distribución muy amplia.

En Baja California Sur la especie se ha encontrado en la costa occidental, desde Laguna Ojo de Liebre hasta Bahía Almejas, mientras que en el Golfo de California se han colectado ejemplares desde el norte de Santa Rosalía hasta la Isla Cerralvo. Las zonas donde se han realizado capturas comerciales significativas han sido en el litoral occidental, al extremo norte de Bahía Magdalena, en las localidades conocidas como Los Prados, Las Vacas y Santo Domingo, y en el litoral oriental, en el Canal de San Marcos, San Marcos Tierra, Bahía de Santa Inés, Bahía Concepción, en las islas del Carmen, Monserrat, San Idelfonso, La Cata-

lana, Las Ánimas, San José, Espíritu Santo y Cerralvo.

Sus hábitos alimenticios son de tipo carnívoro, al igual que el caracol Chino Rosa, por lo que sus densidades y distribución son igualmente variables. Durante los estudios de dinámica poblacional de *Hexaplex erythrostomus* en Bahía Concepción, se colectaron también ejemplares de *Muricanthus nigritus*, constatándose que el periodo de reproducción y ritmo de crecimiento son similares, por lo que se sugirió a la Dirección General de Administración de Pesquerías, que las medidas regulatorias propuestas para el caracol Chino Rosa se aplicaran en ambas especies.

Sin embargo, para las poblaciones de la costa occidental, es necesario corroborar si los periodos de madurez y desove que se observaron en el Golfo de California son similares, o bien, si es necesaria la implantación de medidas regulatorias distintas a las encontradas en las poblaciones estudiadas (Fig. 16).



Figura 16

Distribución del caracol Chino Negro

Caracol Panocha (dos especies)

Astraea undosa Wood, 1828.
Astraea (Megastraea) turbanica Dall, 1910.
Sinonimia: *Astraea petrothauma* Berry, 1940; *Astraea rupicollina* Stohler, 1959.

Ambas especies presentan una distribución restringida a la Provincia Subtropical de California. La primera se localiza desde San Diego e islas Coronado hasta Punta Abreojos en Baja California Sur, en tanto que la segunda se distribuye hasta cerca de Bahía Magdalena. En el estado su captura comercial recae principalmente en la especie *Astraea undosa*. Ésta la realizan fundamentalmente las cooperativas pesqueras de la región noroccidental, debido a la asociación de este recurso con las poblaciones de abulón. Al inicio de la captura comercial del recurso, en algunas localidades como Bahía Asunción, se registraron densidades de 1 a 7 organismos por metro cuadrado.

La extracción comercial de este recurso es relativamente nuevo, ya que hasta principios de la década de los ochenta, su captura se realizaba para emplearlo como carnada de trampas langosteras. Sin embargo, al disminuir la producción de abulón, algunas cooperativas empezaron a enlatar el producto para introducirlo al mercado nacional, teniendo una buena aceptación. Ello motivó a las cooperativas para que, aprovechando los canales de comercialización del abulón, el nuevo producto fuera introducido al mercado de Estados Unidos de Norteamérica, donde también tuvo buena aceptación. El aumento en la demanda dio inicio a la extracción intensiva del recurso, provocando en

poco tiempo una considerable disminución en las poblaciones de este recurso.

Esta potencialidad del caracol Panocha como un recurso complementario en la extracción del abulón, fue señalada por Baqueiro en 1982. Ello motivó que la especie fuera seleccionada para realizar estudios de biología y dinámica poblacional que permitieran dar los criterios para su manejo, dando inicio una serie de muestreos mensuales en donde además de los datos morfométricos y muestreo de gónadas, se marcaban y regresaban, en un área predeterminada conocida como "La Lobera", en la zona económica de la Cooperativa Punta Abreojos, un total de 75 ejemplares mensuales.

Sin embargo, y aun cuando había un acuerdo con los directivos de esta cooperativa para que los buzos de la misma no extrajeran organismos marcados, la poca recuperación de marcas y la revisión de los conchales de la captura comercial en donde se encontraron algunos pedazos con la etiqueta plástica que se empleó para el marcaje, motivaron la pérdida de información básica para un manejo adecuado del recurso.

No obstante lo anterior, la información captada permitió sugerir una talla mínima de 90 mm de diámetro basal. Alcanza la talla de primera madurez a los 43 mm en las hembras y 50 mm en los machos y presenta periodos de desove parciales, ubicándose el primero en los meses de abril-mayo y el segundo en noviembre-enero. Por ser de mayor intensidad este último, se sugiere la suspensión temporal de su captura durante el periodo comprendido del 1o. de noviembre al 31 de enero. Asimismo se observó que su alimentación, al igual que la del abulón, la constituyen diferentes tipos de macroalgas y que su reproducción la realizan expulsando los gametos en el medio, por lo que la fecundación se realiza en el agua. Por ello, es necesario mantener en las zonas de captura suficientes organismos adultos que garanticen la recuperación de las poblaciones extraídas en la captura comercial del recurso (Fig. 17).

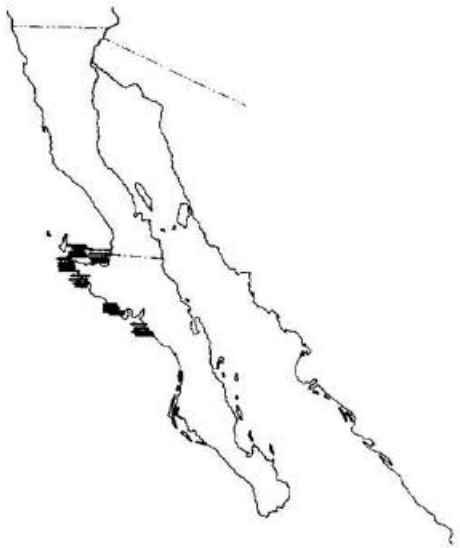


Figura 17

Distribución del caracol Panocha

Caracol Burro (del Golfo)

Strombus (*Tricornis*), *galeatus* Swainson, 1823.
Sinonimia: *Strombus crenatus* Sowerby, 1825; *Strombus galea* Wood, 1828.

Esta especie se distribuye del Golfo de California a Ecuador. Es la más grande del género en la costa noroccidental del Pacífico, alcanzando tallas de 190 a 210 mm de largo (Keen, 1971). Por su gran tamaño es fácilmente detectado por el buzo comercial, por lo que es altamente vulnerable; habita en fondos de arena y areno rocosos;

presenta migraciones estacionales, por lo que su acceso a la captura comercial es de marzo a septiembre. Se desconoce si la especie efectúa su reproducción durante el verano, como muchas otras especies de caracoles del Golfo de California.

Recurso de gran demanda local y regional, fue intensamente explotado en la década de los sesenta y principios de los ochenta, desde Mulegé hasta la Bahía de La Paz, incluyendo las islas, lo que provocó un considerable abatimiento en sus poblaciones que se reflejó en una drástica disminución en los registros de captura. Por lo anterior, se sugirió a la Delegación Federal de Pesca que ya no se autorizaran permisos para su extracción comercial, hasta en tanto no se recuperaran los niveles de producción que existían a finales de la década de los sesenta. Asimismo, se aconsejó realizar los estudios biológicos y de dinámica poblacional que permitieran dar las recomendaciones técnicas para una adecuada administración de su pesquería.

Sin embargo, estas medidas, lejos de propiciar la recuperación de la especie, generó una extracción ilegal del recurso a gran escala, perdiéndose además los registros de captura que servían de indicadores para determinar la magnitud de las poblaciones silvestres del recurso. Por ello, ante la imposibilidad de realizar muestreos mensuales a lo largo de todo el año, ya que la especie se pierde de octubre a febrero, se determinó en marzo de 1991, junto con las autoridades de la Delegación Federal, una apertura oficial de la pesquería para identificar los niveles actuales de producción y las áreas más importantes de captura; para poder realizar estudios de marcaje que permitieran estimar las poblaciones de la especie e identificar los patrones de conducta (migraciones), así como el muestreo de gónadas que definieran el periodo reproductivo del recurso.

Hasta antes de suspender las captura en 1983, las zonas productoras más importantes del estado eran Bahía de Santa Inés, Bahía Concepción y las islas del Carmen, San Idelfonso, San José, Espíritu Santo y Cerralvo, observándose en algunas áreas como las Islas San José y Cerralvo, densidades de 2 a 3 organismos por cada 5 metros cuadrados (Fig. 18).

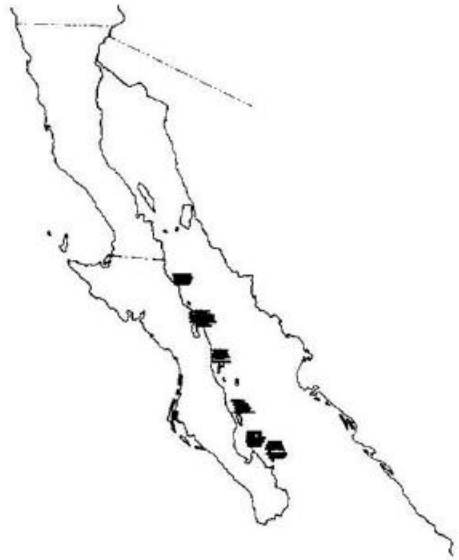


Figura 18

Distribución del caracol Burro del Golfo

Caracol Burro (del Pacífico)

Melongena patula Broderip y Sowerby, 1829.

Especie menos abundante que la anterior, habita en fondos lodosos, principalmente en lagunas y esteros. Según Keen, 1971, su distribución comprende la costa occidental de la Península de la Baja California y Golfo de California hasta Panamá. En el estado de Baja California Sur, la es-

pecie se ha encontrado únicamente en el litoral occidental, desde Boca de la Soledad hasta Bahía de Santa Marina, al sur de Bahía Almejas.

La concha, de color café con bandas amarillas, alcanza tallas hasta de 250 mm de longitud, aun cuando las tallas más abundantes son de alrededor de 150 a 200 mm de longitud. El músculo o callo es de color amarillo con puntos cafés. En Baja California Sur su extracción comercial es de menor intensidad que *Strombus galeatus*. Sin embargo, presenta un aprovechamiento más integral ya que su captura se realiza para la obtención de alimento y por la concha, mientras que, para el caracol Burro del Golfo la concha es fragmentada para obtener el pie, que es la parte muscular que se comercializa como callo de caracol.

Con densidades menores de un organismo por cada 10 ó 20 metros cuadrados, la especie es explotada esporádicamente durante las bajamares en diversos esteros del complejo de bahías Magdalena-Almejas. Hasta la fecha no se han hecho estudios sobre la biología y dinámica poblacional de la especie, por lo que no existen datos técnicos que permitan sugerir medidas regulatorias en la pesquería del recurso (Fig. 19).

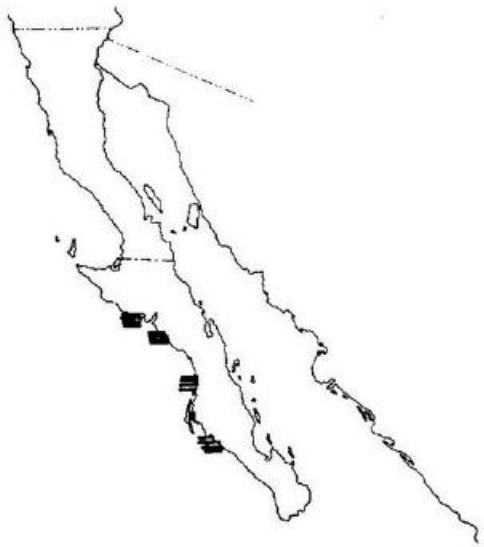


Figura 19

Distribución del caracol Burro del Pacífico

Almeja Voladora

Pecten (*Oppenheimopecten*) *vogdesi* Arnold, 1906. **Sinonimia**. *Pecten dentatus* Sowerby, 1835; *Pecten excavatus* Anton *et al.*, 1839; *Pecten cataractes* Dall, 1914.

Según Keen, 1971, su distribución comprende desde Punta Eugenia y todo el Golfo de California hasta Panamá. Es común encontrarla en dragados hasta de 155 metros de profundidad. En Baja California Sur, en diferentes cruceros de prospección de recursos bentónicos por medio de dragas, es común encontrar a esta especie en profundidades de 20 a 30 brazas, esto es, mayores de 35 metros.

El recurso fue intensamente explotado en el estado durante 1971 y 1972, debido a que formó grandes bancos en zonas poco profundas, desde el sur de Mulegé hasta el norte de Santa Rosalía, llegando incluso hasta la isla Ángel de La Guarda, que fue el último lugar en que se explotó. Sin embargo, las grandes profundidades y fuertes corrientes marinas motivaron la muerte de varios buzos, por lo que fue necesario suspender la extracción comercial de este recurso. Sin lugar a dudas, el área más importante donde se capturó la especie fue la zona del Canal de San Marcos.

Su explotación comercial fue de gran intensidad debido a la gran demanda del músculo aductor o "callo" en la Unión Americana (EUA), alcanzando precios sumamente elevados para esos tiempos, ya que algunos buzos obtenían hasta $1 000.00 al día por la venta del producto. Sin embargo, las condiciones antihigiénicas con que se manejaba el producto, provocaron el cierre de la frontera, lo que generó la suspensión de la captura al no contar con un mercado que absorbiera las altas producciones que se venían capturando.

Por ello, cuando las autoridades federales lograron por medios diplomáticos la apertura de la frontera a la exportación del producto, la especie ya se había desplazado a zonas más profundas, que hicieron imposible recuperar los niveles de producción que se registraron antes de suspender su extracción.

En Baja California Sur, la especie se localiza en zonas profundas, desde el norte de Santa Rosalía hasta Loreto, por lo que se considera un recurso potencial ya que, al parecer, por condiciones aún desconocidas, realiza migraciones a zonas poco profundas, hecho que se pudo constatar al norte de Santa Rosalía en septiembre de 1982, cuando nuevamente la especie se estaba reclutando en grandes cantidades, a profundidades de 5 a 12 metros, observándose densidades hasta de 32 organismos por metro cuadrado. Sin embargo, al estarse realizando la evaluación de estas poblaciones ocurrió una precipitación pluvial muy intensa en la zona, que arrastró grandes cantidades de basura y materia orgánica de la población de Santa Rosalía, lo que indujo a que el recurso se desplazara nuevamente a zonas profundas, sin que hasta la fecha se haya registrado una nueva migración en áreas someras que permitan la explotación comercial de la especie (Fig. 20).

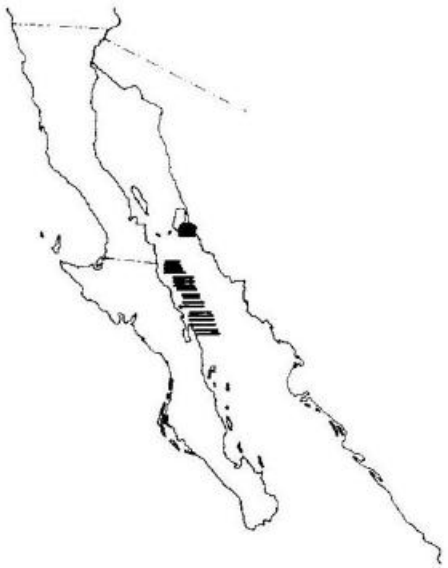


Figura 20

Distribución de la almeja Voladora

Almeja Indio

Glycymeris gigantea Reeve, 1843.

La especie se ha localizado en los estudios de prospección a todo lo largo del litoral del Golfo de California. Según Keen, 1971, la especie se haya confinada al Golfo de California, aun cuando también se distribuye en la parte oceánica desde Bahía Magdalena hasta Acapulco, Guerrero. Es común en dragados de más de 15 metros de profundidad.

Habita en fondos de arena fina, formando bancos con densidades de 1 a 16 organismos por metro cuadrado, lo que le confiere una gran potencialidad como recurso pesquero. En el estado, la extracción eventual de la especie, más que pa-

ra uso alimenticio, es porque la concha se emplea como ornato.

En 1988, como parte de un convenio entre la Universidad Autónoma de Baja California Sur, el sector productor y el CRIP La Paz, para buscar el aprovechamiento de recursos potenciales, se hicieron pruebas para la industrialización de la especie, obteniéndose cuatro presentaciones de producto enlatado, en salmuera, ahumada entera, ahumada desviscerada y en escabeche. Los resultados de las pruebas organolépticas y de gustación realizadas por la UABCS, mostraron una gran aceptación de estos productos. Sin embargo, las pruebas piloto para introducirlas en el mercado nacional nunca pudieron concretarse, pero los resultados observados sugieren que el recurso cuenta con buenas posibilidades para iniciar una extracción comercial.

Por su amplia distribución y potencialidad como recurso pesquero, en 1979-1980 se realizaron los estudios de biología y dinámica poblacional de la especie, en los cuales se encontró que el periodo de reproducción más intenso se realiza de septiembre a diciembre, observándose, además, que apoyados en las tallas de primera madurez gonádica, la talla mínima de captura es de 67 mm de longitud. Antes de iniciar una captura comercial intensiva de este recurso, ya se cuenta con información técnica para regular su extracción (Fig. 21).

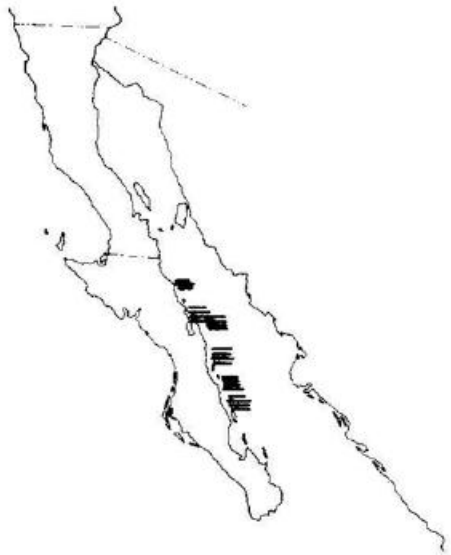


Figura 21

Distribución de la almeja Indio

Almeja Botijona

Laevicardium elatum Sowerby, 1833.

Especie muy común en el Golfo de California, suele formar bancos con densidades de 1 a 3 organismos por metro cuadrado. Según Keen, 1971, se distribuye de Laguna de Guerrero Negro y Golfo de California hasta Panamá. Habita en fondos de arena fina o areno-limosos. En Baja California Sur la especie se ha colectado desde Bahía de Santa María, al norte de Santa Rosalía, hasta la Isla Espíritu Santo. De acuerdo con los resultados observados en la prospección y evaluación de recursos bentónicos, las zonas donde existe mayor abundancia de esta especie son: Bahía Concepción, Bahía de Santa Inés y la ensenada sur de Punta Mariscal.

En el estado, la extracción de esta especie se realiza fundamentalmente por la concha, ya que su coloración amarilla con manchas cafés y la talla que llega a alcanzar (hasta de 150 mm de longitud), la hacen sumamente atractiva a los coleccionistas malacológicos. Por su tamaño, cuentan con una masa visceral abundante, la cual sólo es consumida esporádicamente en las comunida-

des ribereñas. Sin embargo, buscando alternativas de industrialización como las realizadas con la almeja Indio, la especie representa un recurso potencial y una alternativa para diversificar la captura (Fig. 22).

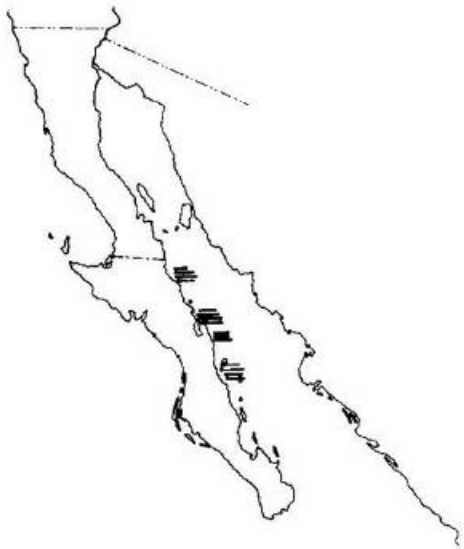


Figura 22

Distribución de la almeja Botijona

Almeja Blanca

Dosinia ponderosa Gray, 1838.
Sinonimia. *Venus cycloides* Orbigny, 1845; *Cytherea* (*Artemis*) *gigantea* Philippi, 1847.

Según Keen, 1971, la especie se distribuye de la Laguna de Guerrero Negro en la costa occidental de Baja California Sur y todo el Golfo de California hasta el Perú. Habita en fondos de arena fina o areno-limosos; suele encontrarse asociada con *Megapitaria squalida*, aunque también suele formar bancos por sí sola como los observados en el área de Loreto, en las localidades conocidas como Agua Verde y Ensenada Blanca, en las cuales se encontraron densidades de 5 a 6 organismos por metro cuadrado.

En el estado la especie es considerada como potencial, ya que sólo se explota esporádicamente para consumo casero. Sin embargo, en algunas entidades de la República Mexicana, como en el estado de Guerrero, la especie se extrae comercialmente, Baqueiro (1976), por lo que buscándole mercado, esta especie potencial representa una buena alternativa para diversificar la captura y permitir la recuperación de aquellas que han sido sobrexplotadas.

Los resultados de prospección señalan que el recurso se encuentra en ambos litorales de Baja California Sur. En la costa occidental se ha colectado en Laguna Ojo de Liebre, Laguna de San Ignacio, Bahía Magdalena y Bahía Almejas. En el Golfo de California la especie se ha encontrado en el área de Santa Rosalía, en las localidades conocidas como Bahía de Santa María y Punta Gorda; en el Canal de San Marcos; en Bahía de Santa Inés, en Bahía Concepción; en Loreto, en las localidades conocidas como Nopoló, Notri, Juncalito, Ligüi, Ensenada Blanca y Agua Verde. También se ha encontrado en las islas Danzante, Monserrat, San José, y Espíritu Santo. En las inmediaciones de La Paz se le encuentra en la Ensenada de La Paz, Balandra, canal de San Lorenzo y Punta Coyote (Fig. 23).

Caracol de Uña (dos especies)

Strombus (*Strombus*) *gracilior* Sowerby, 1825.
Strombus (*Lentigo*) *granulatus* Swainson, 1822.

Ambas especies se conocen como caracol de Uña o chivitas. Se distribuyen del Golfo de California

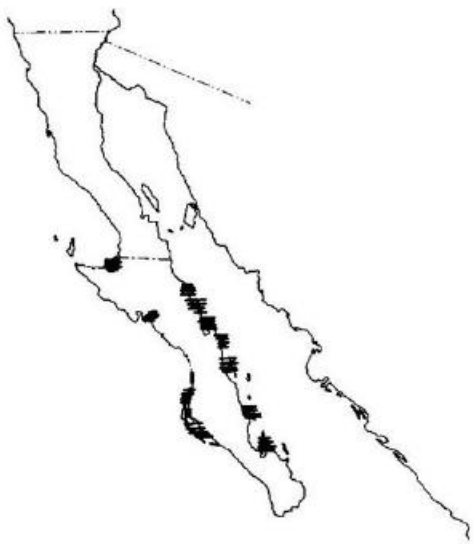


Figura 23

Distribución de la almeja Blanca

al Perú. En Baja California Sur son abundantes en bahías y ensenadas a lo largo del litoral oriental. Habitan de la zona sublitoral hasta los 45 metros de profundidad. Se les localiza sobre el fondo marino o enterrados superficialmente, en sedimentos de tipo arenoso o limo-arenoso.

Aun cuando es explotada esporádicamente por pescadores ribereños, la especie es considerada potencial por su amplia distribución y elevadas densidades, que van de 5 a 25 organismos por metro cuadrado, siendo más abundante el *S. gracilior*, mientras que el *S. granulatus* se detecta en aguas más profundas.

El hábitat propio del recurso, lo enmarca dentro de las especies altamente vulnerables. Dada su disponibilidad y accesibilidad, la especie presenta migraciones verticales, localizándose en aguas someras durante el verano y en aguas profundas durante el invierno.

Por su abundancia y la importancia potencial que guarda el recurso, de marzo de 1979 a septiembre de 1980, se llevó a cabo el estudio poblacional y el del ciclo reproductor. El análisis del ciclo gonádico, indicó que la reproducción en su fase de desove es durante la última parte del verano y durante todo el otoño, abarcando de septiembre a diciembre, por lo que se recomienda una veda de tipo reproductor para este periodo. La talla de primer desove se detecta a los 40 mm de longitud, y se recomienda la talla de 64 mm de longitud como una talla mínima de captura comercial, permitiendo dos desoves antes de la captura del recurso.

El aprovechamiento del recurso se lleva a cabo utilizando el pie o músculo, procesándolo en la modalidad de "escabeche", incluido en vinagre y legumbres (Fig. 24).

Madre Perla

Pinctada mazatlanica Hanley, 1856.
Sinonimia. *Avicula barbata* Reeve, 1857.

La especie fue muy abundante en ambos litorales del estado de Baja California Sur, sobre todo en el Golfo de California donde se explotó las últimas décadas del siglo pasado y las primeras del presente. Según Keen, 1971, ésta fue una de las especies más depredadas en la Península de Baja California por la extracción de las perlas que producía. Su distribución comprendía ambos litorales de la Península, desde el extremo norte de la costa occidental, todo el Golfo de California, hasta el sur de Perú.

Muy codiciada por las perlas que producía, influyó mucho en la economía de algunos asenta-

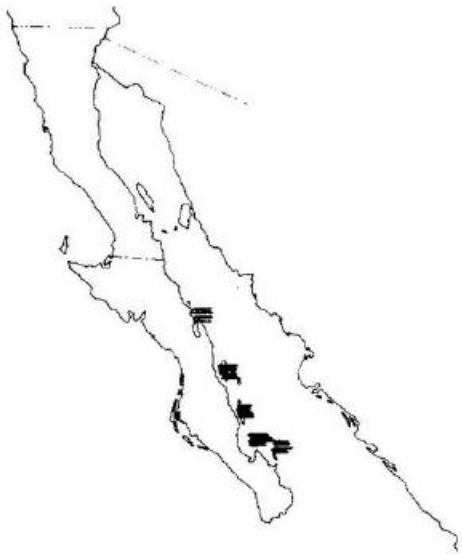


Figura 24

Distribución del caracol de Uña

mientos humanos que, con su florecimiento, dieron vida a ciudades como La Paz, capital del estado. Fue tal su abundancia e importancia como recurso pesquero que, junto con la concha Nácar, fueron las primeras especies de moluscos que contaron con reglamentos específicos para su captura, la cual data de 1872, cuando por iniciativa presidencial se modifica la Ley de Pesca; posteriormente, el 21 de abril de 1874, se expide el primer reglamento para el buceo de la concha de perla, estableciéndose zonas y épocas de captura, así como sancionándose la captura fuera de temporada y de organismos juveniles. Este reglamento es complementado en 1894 por decreto del entonces Presidente de la República, Porfirio Díaz.

No obstante estas medidas regulatorias, la explotación intensiva que realizaban las "Armadas" fueron abatiendo gradualmente las poblaciones al introducir los equipos de buceo con escafandra. De tal forma que la sobrexplotación de bancos perlíferos y factores ambientales que aún no han sido determinados, provocaron una mortandad masiva de las dos especies que se explotaban para la obtención de perlas, por lo que en 1939, por decreto presidencial, ambas especies fueron decretadas en veda permanente.

En Baja California Sur, el recurso "Madre Perla" aún no ha dado muestras de recuperación, ya que la especie sólo se ha localizado en forma aislada en gran parte de las localidades con fondos rocosos. En la década de los ochenta el Departamento de Acuacultura de la Delegación Federal de Pesca realizó varios intentos para el cultivo de la especie. Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con resultados positivos al respecto. En al actualidad el Centro de Investigaciones Biológicas, está realizando estudios para la obtención de semillas en sus laboratorios, así como en poblaciones silvestres del Canal de San Lorenzo. Sin embargo, la extracción de ejemplares por el turismo y los propios pescadores están agotando las poblaciones en estudio (Fig. 25).

Concha Nácar

Pteria sterna Gould, 1851.
Sinonimia: *Avicula fimbriata Dunker*, 1852; *Avicula peruviana* Reeve, 1857; *Avicula vivesi* Rochebrune, 1895; *Pteria viridizona* Dall, 1916; *Pteria beiliana* Olsson, 1961.

Esta especie, al igual que la Madre Perla fue intensamente explotada en ambos litorales del estado. Según Keen, 1971, presenta una distribución igual que *Pinctada mazatlanica* localizándose a lo largo de toda la costa occidental de la Península y Golfo de California, hasta el sur de Perú.

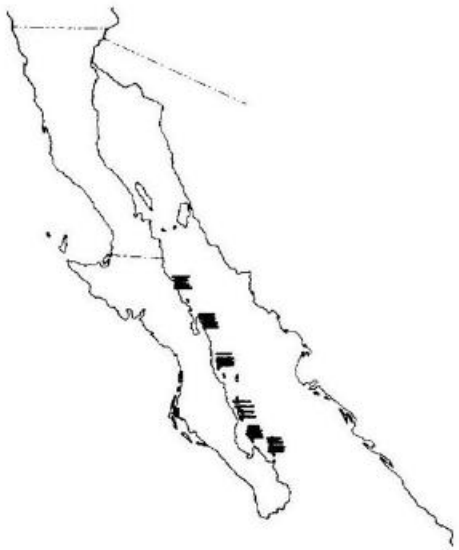


Figura 25

Distribución de la Madre Perla

Por ser un recurso en veda permanente, los pescadores de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, han adoptado el nombre vulgar de Callo de Árbol para conseguir los permisos de captura comercial de la especie, misma que se ha estado explotando intensamente durante los últimos dos años, en los litorales de esos estados.

Si bien la especie ha dado muestras de una recuperación en zonas que en el pasado fueron importantes en la producción y captura de la especie, también es cierto que la captura ilegal de esas poblaciones, no ha permitido hacer los estudios de biología y dinámica poblacional que permitan generar la información técnica para una apertura oficial de la pesquería, ya que como está vedada por decreto presidencial, por encontrarse en peligro de extinción, hacen necesaria la elaboración de documentos con el suficiente respaldo técnico, que permita a las autoridades derogar y modificar el decreto de 1939 en el que se establece la veda permanente de la especie.

En Baja California Sur se han observado zonas donde la especie ha mostrado signos de recuperación, ubicándose principalmente en el Golfo de California, desde el paralelo 28° hasta Punta Chivato, en las islas del Carmen, Monserrat y Danzante y en el Canal de San Lorenzo, en la localidad conocida como El Coyote; en la costa occidental se ha localizado en el interior de Bahía Magdalena y en la parte externa de la Isla Magdalena.

En 1982 y 1986 se intentaron hacer los muestreos mensuales que requieren los estudios de dinámica poblacional. Sin embargo, ambos estudios fueron suspendidos por la captura irracional de que fueron objeto las poblaciones en estudio, ya que al quinto o sexto mes de iniciados los muestreos, ya era imposible colectar los 75 ejemplares que normalmente se colectan para estos estudios y, cuando se colectaban los organismos aislados que quedaban de la extracción comercial, la información obtenida no permitía constatarla con la información inicial.

Ahora bien, como el decreto de 1939 veda en forma permanente las "conchas de perla", sin especificar las especies que conformaban el recurso, se hace necesaria una nueva legislación que en forma específica señale los nombres científicos y vulgares que adoptan las dos especies en la República Mexicana, de tal forma que su veda sea real y permita con las nuevas sanciones que estableció el Ejecutivo Federal, llevar a cabo los estudios técnicos que fundamenten la extracción regulada del recurso (Fig. 26).

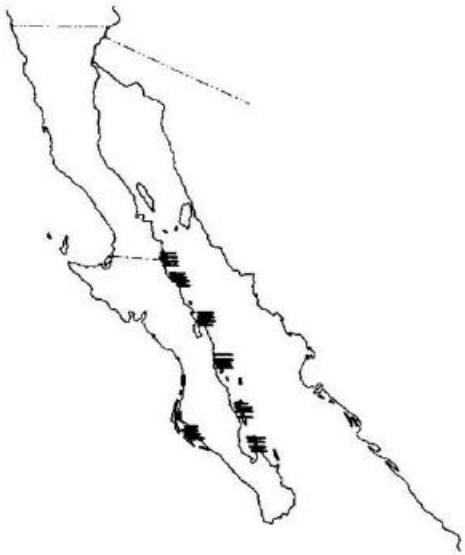


Figura 26

Distribución de la concha Nácar

Almeja Burra

Spondylus calcifer Carpenter, 1857.
Sinonimia: *Spondylus limbatus* Sowerby y Reeve, 1856; *Spondylus radula* Reeve, 1856; *Spondylus smithi* Fulton, 1915.

Especie sumamente codiciada por permisionarios y pescadores libres, debido al alto valor y gran demanda que tiene su músculo aductor o "callo". Esto hace que el recurso se encuentre actualmente sobrexplotado a lo largo del Golfo de California. Su gran demanda y el desconocimiento biológico de la especie, fue motivo para que en 1980 se iniciaran los estudios de dinámica poblacional de la especie.

Debido a que la mayoría de los organismos de esta especie, suelen tener una de sus valvas adherida totalmente al sustrato rocoso (lo que impide la extracción total del organismo), y ante la necesidad de realizar el marcaje de los ejemplares para identificar ritmos de crecimiento real, se elaboraron marcas de gran tamaño que se amarraban alrededor del organismo después de ser medidos bajo el agua.

Sin embargo y no obstante el haber delimitado con boyas un área localizada frente a Isla San Marcos, conocida como San Rafael, así como el haber acordado en la Delegación Federal de Pesca, con los permisionarios de la zona, que los buzos comerciales no extrajeran organismos marcados, al agotarse el recurso de las zonas aledañas al área de muestreo, los buzos comerciales extrajeron la totalidad de organismos marcados a lo largo de once meses, ya que el tamaño y coloración de las marcas plásticas que se emplearon para facilitar la recuperación de las mismas, facilitó igualmente la labor del buzo comercial, quien después de extraer el organismo arrancaba la marca, perdiéndose de esta forma un año de trabajo y toda la información que hubiera permitido dar las bases técnicas para la extracción regulada del recurso.

Hasta el momento, no se ha observado una recuperación de las áreas donde se capturó comercialmente la especie, observándose sólo ejemplares aislados que sobrevivieron a la extracción comercial de la especie. Por lo antes expuesto, esta especie fue propuesta para una veda permanente que permita la recuperación de las zonas y la realización de los estudios que requiere la administración pesquera para regular la extracción comercial de los recursos (Fig. 27).

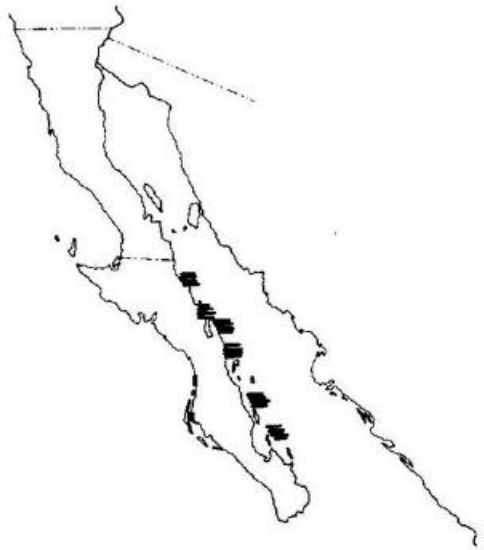


Figura 27

Distribución de la almeja Burra

arena gruesa o parcialmente fija a las rocas. Su extracción comercial se realiza por buceo semiautónomo y en los arrastres camaroneros suele salir como parte de la fauna asociada.

En el estado, la especie se ha localizado en el canal e Isla de San Marcos, Mulegé, Bahía Concepción y en las áreas rocosas de las islas Danzante y del Carmen, así como en el complejo de islotes que se encuentran frente a Loreto, existiendo algunos reportes de captura en las islas San José y Espíritu Santo, en el canal de San Lorenzo y en la Isla Cerralvo. También se ha reportado su extracción en arrastres camaroneros a profundidades de más de 40 metros, desde el paralelo 28° hasta San José del Cabo.

En la actualidad, su extracción se realiza a baja escala, pues se requiere de personal capacitado para buceo de profundidad (Fig. 28).

Almeja Burra China o Picuda

Spondylus princeps Broderip, 1833.
Sinonimia: *Spondylus dubius* y *S. leucacantha* Broderip, 1833.
Subespecies. *Spondylus princeps princeps* Broderip, 1833. *Spondylus princeps unicolor* Sowerby, 1847.

Su extracción comercial en el estado se venía realizando más por la concha que por la obtención del músculo aductor o "callo". Sin embargo, al verse disminuidas las poblaciones de *Spondylus calcifer*, actualmente su captura se realiza tanto por su concha como por su callo.

Se distribuye a todo lo largo del Golfo de California hasta Ecuador (Keen, 1971). Habita en zonas profundas, se le encuentra suelta sobre fondos de

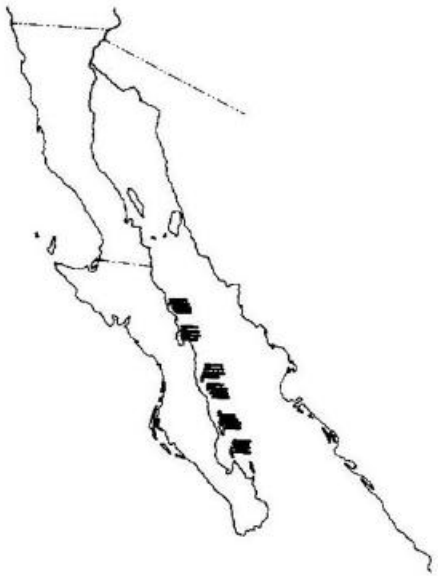


Figura 28

Distribución de la almeja Burra China o Picuda

Descripción de las operaciones de pesca

Métodos y artes de pesca

La extracción comercial de moluscos se realiza básicamente por medio de buceo libre o semiautónomo. En el estado de Baja California Sur, la captura de diversas especies de moluscos como alimento de las poblaciones ribereñas data de tiempo inmemorial, ya que se han encontrado conchales en diversas partes del estado, mismos que forman parte de los rastros antropológicos dejados por las tribus nómadas que habitaron la Península.

Hasta poco antes de concluir el siglo XIX, la extracción comercial de recursos como la Madre Perla se realizaba por medio de buceo libre, esto es, sin ningún elemento artificial; posteriormente, a finales del siglo pasado y principios del actual, los ingleses y franceses introdujeron los equipos de tipo escafandra, que de hecho fueron los primeros equipos de buceo semiautónomo que existieron.

En la actualidad, la captura comercial de las diversas especies de moluscos se realiza por medio de buceo semiautónomo tipo Hooka, denominación que se le da al compresor y manguera que proporcionan un flujo continuo de aire al buzo, por lo que desde el punto de vista técnico, la metodología no ha cambiado; los que se han modificado son los trajes y la operación de los compresores que proporcionan el aire al buzo, así como la eficiencia de los equipos, ya que antiguamente el equipo escafandra lo componían un compresor de operación manual, un traje de lona impermeabilizada que mantenía seco al buzo, zapato y pechera de plomo y un casco o cabezote metálico que sellaba herméticamente. Este equipo era muy pesado, lo que hacía torpes los movimientos y desplazamiento del buzo en el fondo marino. En la actualidad, el equipo empleado consta de un compresor operado por una planta de gasolina, una manguera de alta presión, un traje húmedo de neopreno, visor y un cinturón de plomo para mantener al buzo en el fondo. Este equipo da mayor autonomía y facilidad de desplazamiento, por lo que ha dado mayor eficiencia en la extracción de los recursos.

En Baja California Sur la mayor parte de los moluscos (almejas y caracoles) se extraen mediante buceo semiautónomo. Sin embargo, existen algunas almejas como la Pata de Mula, la Roñosa y la Pismo, que se extraen manualmente durante las bajamares, aun cuando las dos últimas también pueden ser extraídas por buceo.

En la década de los ochenta se intentó la captura de especies carnívoras como el caracol Chino, por medio de trampas similares a las "nasas" que se emplean para la captura de la jaiba. Sin embargo, el costo de las trampas y el número de organismos capturados en ellas las hacían poco rentables al compararlas con las capturas por buceo, por lo que el empleo de estos sistemas nunca prosperó.

En algunos países económicamente desarrollados como Estados Unidos de Norteamérica (EUA), Japón, Inglaterra y Francia, se emplearon durante algún tiempo sistemas mecánicos para la extracción de moluscos; entre ellos, las dragas hidráulicas operadas por potentes chorros de agua que removían los fondos, permitiendo que la cuchilla o peine de la draga colectara los organismos, que posteriormente pasaban a la red colectora. Otros sistemas fueron los de succión: potentes chupones que como aspiradoras subían hasta las

embarcaciones, organismos y sedimentos que se tamizaban y seleccionaban, conservando sólo los de carácter comercial o de ornato. Otros sistemas de arrastre que se emplean son las dragas de peine, las cuales penetran en el fondo, extrayendo los organismos enterrados superficialmente y los que se localizan arriba del lecho marino. Por último, se emplean redes similares a las que se usan en la captura del camarón y que sólo colectan los organismos que se encuentran en la superficie del fondo marino.

De los sistemas antes descritos, los hidráulicos y los de succión han sido prohibidos en los países desarrollados, por el gran daño ecológico que genera su empleo en los fondos marinos. Sin embargo, países como Japón los siguen empleando en los litorales de otras partes del mundo, pues en los mares del Japón ya no se permite su uso. Con relación a los sistemas de arrastre mecánico, como los descritos al final del párrafo anterior, todavía se emplean en la extracción de organismos a profundidades que no son accesibles por medio de buceo, por lo que su uso sólo está prohibido en zonas someras y aguas interiores como bahías y lagunas costeras, por ser éstas áreas de protección para el desarrollo de larvas y juveniles de muchas especies comerciales.

En México, aún no existe una legislación para el empleo de estos sistemas de captura. Sin embargo, la importancia socioeconómica que tiene la extracción comercial de estos recursos en el estado, el agotamiento sufrido por muchas áreas de distribución ribereñas (incluyendo lagunas, bahías y esteros), y la inminente firma del Tratado de Libre Comercio, han motivado que algunos permisionarios locales hayan iniciado pruebas con dragas de arrastre y redes especiales para la extracción de estos recursos, previendo en un futuro inmediato, la posible introducción de barcos con este tipo de sistemas de captura por parte de la flota estadounidense o de la canadiense, los cuales ya tienen experiencia en el empleo de estos artes de pesca.

Áreas de operación de la flota

Hasta el presente año, la extracción comercial de estos recursos recae sobre poblaciones ribereñas de las diferentes especies de almejas y caracoles que conforman la pesquería en el estado. Por ello, la diversidad y amplia distribución que tienen algunas de éstas, hacen que la flota constituida hasta el año de 1991, exclusivamente de embarcaciones menores con motor fuera de borda, se distribuya a lo largo de los litorales del estado.

Por otro lado, la introducción masiva de equipos para la extracción comercial de recursos altamente rentables como la almeja Catarina, producen grandes desplazamientos de personal y equipo a las áreas de captura, por lo que esta conducta, un tanto nómada, no permite la definición concreta de una flota por pesquería o área de operación, ya que también se ve afectada por los volúmenes disponibles de cada una de las especies en las diferentes zonas de producción.

Situación actual y desarrollo histórico de la flota

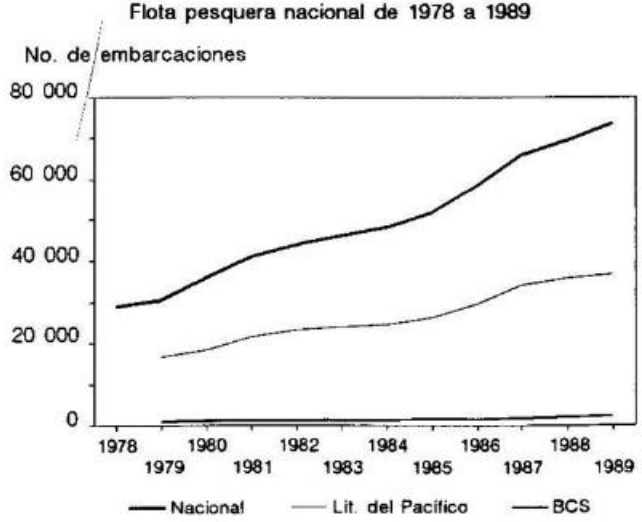
Del análisis de la información contenida en los *Anuarios Estadísticos de Pesca*, de 1978 a 1989 (Tabla 2), se obtuvieron los siguientes resultados.

El número de embarcaciones que constituyen la flota pesquera nacional se ha incrementado gradualmente de 28 794 a 73 686 embarcaciones de 1978 a 1989, respectivamente, lo que indica un incremento en 12 años de aproximadamente el 250%.

Tabla 2
Flota pesquera mexicana, registrada de 1978-1989
(en número)

Año	Nacional	Lit. del Pacífico	BCS	Pesc. Ribereña BCS
1978	28 794			
1979	30 418	16 772	787	
1980	36 041	18 266	1 075	
1981	41 147	21 410	1 097	1 037
1982	43 957	23 147	1 231	1 149
1983	46 196	23 899	1 335	1 243
1984	48 422	24 659	1 375	1 298
1985	51 903	26 138	1 425	1 347
1986	58 292	29 668	1 547	1 471
1987	66 044	34 103	1 762	1 681
1988	69 631	35 771	2 027	1 955
1989	73 686	36 904	2 258	2 186

Figura 29
Flota pesquera nacional de 1978 a 1989

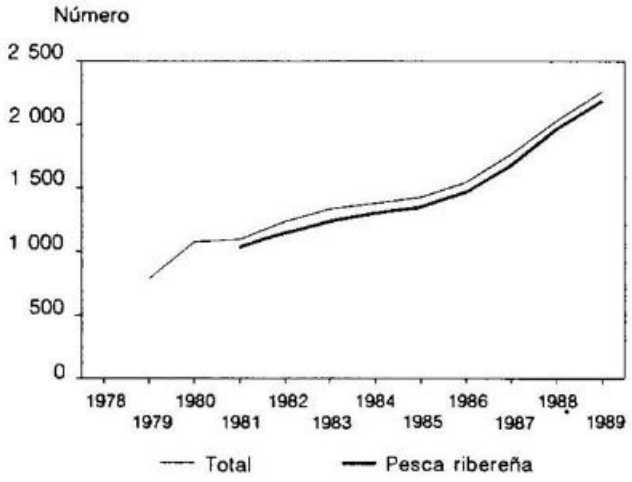


Con respecto a la flota del litoral del Pacífico, ésta representa el 55% de la flota nacional, la cual también ha tenido un incremento paulatino de 16 772 a 23 899 embarcaciones de 1979 a 1989. Esto representa un incremento en 11 años de aproximadamente el 100%, es decir, un incremento menor con respecto al incremento de la flota nacional.

La flota pesquera de Baja California Sur representa aproximadamente el 5% de la flota del litoral del Pacífico y el 3% de la flota nacional (Fig. 29). El incremento en la flota pesquera del estado es gradual de 1979 a 1985, cuyo incremento fue de 787 a 1 425 embarcaciones. Esto representa un incremento de 638 embarcaciones en seis años, mientras que de 1986 a 1989 el incremento mayor de 1 471 a 2 186 embarcaciones representó un aumento de 711 embarcaciones en tres años. El notable aumento en el número de embarcaciones de 1978 a 1989 es de aproximadamente el 300%. De esto se deduce que el incremento en el número de embarcaciones que constituyen la flota pesquera del estado, es mayor que el incremento en el número de embarcaciones de la flota del litoral del Pacífico y nacional en el mismo periodo, 1978 a 1989 (Fig. 29).

Aproximadamente el 95% de la flota pesquera del estado de Baja California Sur está constituida por embarcaciones menores (< 3 ton), lo que refleja que la actividad pesquera en el estado es principalmente ribereña. En la figura 30 se aprecia que la curva que define el número de embarcaciones de pesca ribereña sigue casi de manera puntual a la curva del número de embarcaciones del estado; la misma muestra un incremento paulatino en el número de embarcaciones ribereñas de 1981 a 1985, en el que el número de embarcaciones aumentó de 1 037 a 1 471, un incremento de 434 embarcaciones en seis años; y de 1986 a 1989 ocurre

Figura 30
Flota pesquera en BCS de 1978 a 1989



un incremento notable de 1 471 a 2 186, esto es, un aumento de 505 embarcaciones en 4 años.

Por lo anterior, se sugiere la necesidad de establecer límites a la cantidad de embarcaciones que pueden participar en la explotación pesquera de estos recursos.

Eficiencia operativa de la flota

Como se indicó en el apartado correspondiente a los métodos y artes de captura, los avances tecnológicos en los equipos de buceo semiautónomo y el diseño de embarcaciones acordes con las áreas de extracción, así como motores fuera de borda de mayor caballaje, han hecho que la flota ribereña empleada para la extracción del recurso sea cada vez más eficiente.

Este aumento en la eficiencia de los equipos, aunado a un incremento en el esfuerzo pesquero para la extracción de algunas especies altamente rentables como la almeja Catarina, han provocado el agotamiento parcial o total de las áreas productoras de estos recursos. Por ello, la Secretaría de Pesca, a través del Instituto Nacional de la Pesca y la Dirección General de Administración Pesquera, han empezado a instrumentar políticas regulatorias y normatividades específicas que permitan el desarrollo pesquero sin afectar la estabilidad natural de las áreas productoras de estos recursos.

Captura del recurso

Áreas de captura

Como ya fue señalado en párrafos anteriores, la variedad de especies y amplia distribución de algunas de ellas, dan como resultado que las áreas de captura sean prácticamente la totalidad de los litorales del estado de Baja California Sur, ya que su explotación se realiza en aguas protegidas como bahías, esteros o lagunas y en toda la franja costera sobre sustrato arenoso o rocoso. En el mapa (Fig. 1) del estado que se presenta en la primera parte del trabajo, se indican los nombres de las localidades más importantes que se citan en el texto descriptivo de cada especie, como áreas de distribución o captura de cada uno y que al final integran las áreas de captura del recurso.

Temporada de captura

Debido a la diversidad de especies que conforman la pesquería del recurso, muchos de los cuales presentan ciclos reproductores distintos, se hace posible que la extracción comercial de las distintas almejas y caracoles se realice durante todo el año, por lo que sólo a nivel específico existe una temporalidad en su extracción comercial. No obstante, desde el punto de vista oficial, sólo la al-

meja Catarina cuenta con medidas regulatorias definidas, como talla mínima y época de veda. En el resto de las especies las medidas regulatorias son de carácter local, pero no obligatorias, por no estar publicadas; por ende, no son susceptibles de sanciones administrativas lo suficientemente enérgicas como para que impidan la extracción ilegal de los recursos.

Regulación del recurso

Como se indica en el punto anterior, no existe una regulación oficial en la mayor parte de las especies que integran el recurso, ya que sólo la almeja Catarina cuenta con medidas regulatorias oficiales. Sin embargo, desde noviembre de 1989, se presentó y analizó, conjuntamente con la Dirección General de Administración de Pesquerías, una propuesta para legislar la captura de diversas especies que cuentan ya con estudios suficientes para reglamentar su captura. Sin embargo, hasta la fecha, esta reglamentación no se ha oficializado.

Asimismo, a nivel local se ha enviado a la Delegación Federal de Pesca un cuadro de vedas y tallas mínimas propuestas a nivel central para diferentes especies comerciales, las cuales cuentan con estudios técnicos para sustentar dichas propuestas.

Volumen de producción

La información presentada en los *Anuarios Estadísticos,* publicados por la Secretaría de Pesca de 1978 a 1989 (Tabla 3), no permite el análisis del comportamiento de la captura de los moluscos por especie, por lo que el análisis del grupo lo componen los registros de captura de las almejas, ostiones y caracoles (bivalvos y pelecípodos).

La producción nacional se incrementó notablemente de 1978 a 1981 donde se alcanzó la mayor captura registrada, la cual fue de 1 565 465 ton. A partir de este año los volúmenes de captura descendieron hasta 1 075 547 ton en 1983, que es el valor de producción más bajo registrado hasta el momento. A partir de este año la producción se incrementó de manera notable hasta 1987, con una producción de 1 464 841 ton, mientras que en 1988 la producción cae ligeramente, y a partir de 1989 se registra un nuevo aumento (Fig. 31). De esta producción general, la correspondiente a las almejas y caracoles, representó aproximadamente el 5%, la cual se incrementó gradualmente de 42 532 a 57 743 ton de 1978 a 1985, respectivamente, sufriendo un incremento notable de 62 062 a 90 924 ton de 1986 a 1989 (Fig. 32).

Figura 31
Volumen de captura de 1978 a 1989

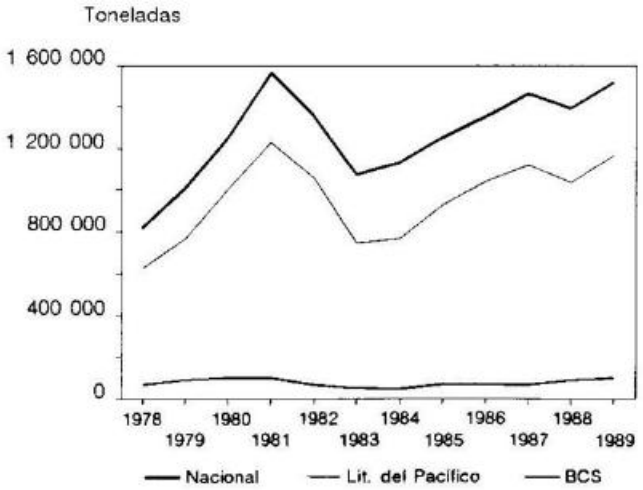
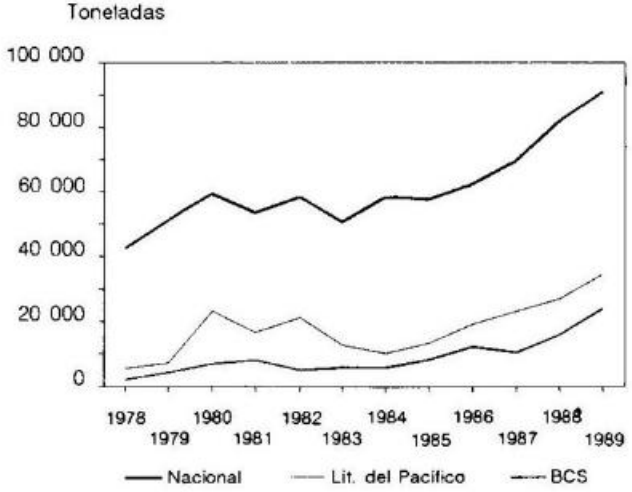


Tabla 3
Volumen de captura de 1978a 1989

Año	Producción nacional (ton)					Producción litoral del Pacífico					Producción en BCS				
	Total	Almeja	Caracol	Ostión	Total de almejas y caracoles	Total	Almeja	Caracol	Ostión	Total de almejas y caracoles	Total	Almeja	Caracol	Ostión	Total de almejas y caracoles
1978	818 511	7 201	—	35 331	42 532	626 916	5 493	—	—	5 493	69 704	2 028	—	—	2 028
1979	1 002 925	7 989	4 729	38 554	51 272	769 255	6 030	1 189	—	7 219	89 472	2 742	907	598	4 247
1980	1 257 146	11 429	3 856	43 914	59 199	1 005 725	19 068	1 503	2 606	23 177	101 884	5 875	1 126	—	7 001
1981	1 565 465	10 964	677	41 950	53 591	1 232 587	8 905	3 578	4 244	16 727	101 733	5 117	2 035	905	8 057
1982	1 356 305	12 769	10 648	34 906	58 323	1 054 143	10 347	6 401	4 509	21 257	67 574	2 220	1 688	999	4 907
1983	1 075 547	8 957	5 109	36 544	50 610	747 233	6 949	2 660	3 038	12 647	50 847	4 575	882	401	5 858
1984	1 134 592	9 550	5 926	42 807	58 283	767 074	7 053	1 391	1 797	10 241	49 350	4 767	827	248	5 842
1985	1 255 888	9 383	5 693	42 667	57 743	925 396	7 615	2 503	3 286	13 404	67 140	5 471	2 189	579	8 239
1986	1 357 000	14 458	5 229	42 375	62 062	1 039 695	12 640	2 624	3 923	19 187	67 166	9 893	1 999	338	12 230
1987	1 464 841	13 661	5 119	50 715	69 495	1 118 019	—	—	—	23 073	69 351	8 330	2 021	229	10 580
1988	1 394 175	20 684	5 185	56 118	81 987	1 038 372	20 057	2 812	4 091	26 960	90 281	14 018	1 843	194	16 055
1989	1 519 882	27 583	6 742	56 599	90 924	1 168 187	26 667	3 560	4 468	34 695	101 871	21 795	2 127	207	24 129

Figura 32
Producción de almejas y caracoles de 1978 a 1989



La producción del litoral del Pacífico representa aproximadamente el 75% de la producción nacional (Fig. 31). El volumen de producción en el litoral del Pacífico fluctuó de 626 916 a 1 168 187 ton de 1978 a 1989. En la misma figura se aprecia que la curva de producción del litoral sigue casi de manera puntual a la curva que define la producción nacional, esto es, registrándose la máxima producción en 1981 con 1 232 587 ton y la mínima en 1983 con 747 233 ton. De esta producción, las almejas-caracoles representan el 2% de la captura.

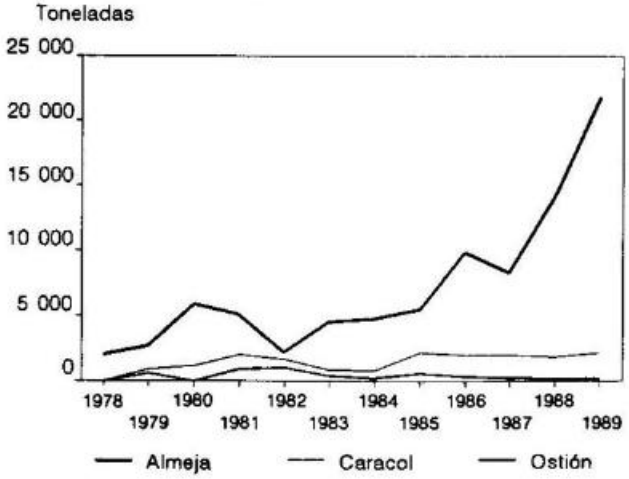
La producción de almejas-caracoles del litoral del Pacífico representa aproximadamente el 35% de la producción de almejas-caracoles a nivel nacional (Fig. 32). En la misma figura se aprecia que las fluctuaciones en la captura

son similares a las que se presentan a nivel nacional.

La producción del estado de Baja California Sur, se incrementó de 69 704 a 101 871 ton de 1978 a 1989, respectivamente. Ésta representa alrededor del 5% de la producción nacional y el 8% con relación a la producción del litoral del Pacífico (Fig. 31).

La producción de almejas-caracoles en el estado se incrementó gradualmente de 2 028 a las 10 580 ton de 1978 a 1987. A partir de esta fecha el aumento es más acelerado. De 1978 a 1988 representó aproximadamente el 15% de la producción del estado y en 1989 este porcentaje se incrementó un 25%, del cual las almejas contituyeron aproximadamente el 80%, caracoles el 18% y los ostiones el 2% (Fig. 33). La producción de ese recurso en el estado representó en 1989 el 30% de la producción nacional y el 70% del litoral del Pacífico (Fig. 32).

Figura 33
Producción de almejas y caracoles en BCS de 1978 a 1989



Fase de industrialización

Salvo el proceso de enlatado que realizan las plantas de diferentes sociedades cooperativas con especies como la almeja Pismo y el caracol Panocha, el resto de las especies que conforman el recurso se comercializan en fresco entero, como callo enhielado o enmarquetado, por lo que una fase de industrialización, propiamente, no existe. Sin embargo, la alternativa que presentan algunas especies potenciales como la almeja Indio y el caracol de Uña, pudiera estar dada precisamente en buscar procesos industriales para su introducción al mercado tanto nacional como internacional.

Por ello, las plantas procesadoras y congeladoras con que cuenta tanto el sector social como la iniciativa privada, sólo realizan funciones de maquila, sobre todo en el enmarquetado de aquellas especies cuyo producto final es el músculo aductor o "callo", como es el caso de la almeja Catarina y las diferentes especies de Callo de Hacha.

Fase de comercialización

Mercado interno

De acuerdo con la información proporcionada por diversos permisionarios y algunos representantes del sector social, prácticamente todas las especies que se capturan en los litorales del estado, son comercializadas a los grandes mercados nacionales como el Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey. Indicando por ejemplo que las almejas que mayor consumo tienen son: la Catarina, las Chocolatas, la Pata de Mula, las diversas especies de Hacha, la Roñosa y la Pismo, en tanto que de los caracoles se comercializan el Chino, el Panocha y el Burro.

De acuerdo con esta información, aproximadamente un 30% de la producción de almeja Catarina se destina al mercado nacional, un 60% de la producción de Pata de Mula se envía a los estados de Sonora, Sinaloa y Distrito Federal. Algunos recursos como la Concha Nácar, sólo se comercializan en el mercado local de Sinaloa, ya que su dureza, similar a la del Callo de Hacha (media luna o riñón), lo hacen un recurso muy codiciado en el dicho estado.

El resto de las especies son comercializadas a nivel local y en los grandes mercados nacionales. Sin embargo no se tiene idea de los porcentajes que absorbe cada uno, pues su demanda es muy variable, ya que influyen muchos factores, desde los de tipo religioso (Cuaresma, Semana Santa, Navidad, etcétera), hasta los de disponibilidad del recurso, ya que la escasez de una especie en ocasiones aumenta la demanda de otras similares con menos mercado.

Mercado externo

De las diferentes especies que se producen en el estado, las únicas que cuentan con una demanda internacional son:

a) La almeja Catarina. De este recurso se canaliza aproximadamente un 70% de la producción al mercado estadounidense; parte de éste, posteriormente se envía a otros países como Francia y Japón.
b) Almeja Mano de León. La gran demanda que tiene este recurso en la Unión Americana y los bajos valores de producción que tiene esta especie, debido a que es un recurso escaso y de difícil acceso para el buzo comercial, hacen que prácticamente el 100% de la producción se destine al mercado de exportación, pues sólo una pequeña cantidad se deja para el mercado local.
c) Almeja Pata de Mula. Aunque introducida ilegalmente, pues el consumo de esta especie es en fresco entero y por consiguiente requiere estudios de certificación de áreas y producto, cuenta con una gran demanda por parte de la comunidad hispanoamericana radicada en las zonas fronterizas. Por ello y pese a que su introducción se realiza en lo que han denominado "operación hormiga" (pues se introducen entre 2 y 3 costales por vehículo), se estima que un 40% de la producción estatal es absorbida por este mercado.

En el caso de la almeja Catarina, los primeros antecedentes de exportación datan de los años sesenta (según comentarios de algunos permisionarios). Sin embargo, su comercialización en el extranjero se consolida entre 1985 y 1987, que es cuando se empiezan a capturar mayores volúmenes, primero en la Laguna de Guerrero Negro y posteriormente en Bahía Concepción, en donde se observa una mejor calidad del producto por los excelentes rendimientos que alcanza. En la actualidad es el recurso que cuenta con mayor demanda en el mercado estadounidense, exportándose aproximadamente el 70% de la producción total del estado.

Alternativas para la administración de la pesquería

La gran vulnerabilidad que han mostrado tener a la acción extractiva las diferentes especies que conforman la pesquería del recurso, hacen cada vez más necesarios los estudios biológicos y de evaluación que permitan, con apoyo en sus resultados, hacer las recomendaciones

técnicas para un manejo adecuado de su pesquerías.

Por ello, es necesario que aquellas especies que ya cuentan con estudios sobre su biología y dinámica poblacional, que permiten respaldar medidas regulatorias como talla mínima y época de veda, sean reglamentadas a la brevedad en forma oficial. De esta manera, al brindarles una protección fundamentada en el comportamiento biológico de las especies, permitiremos una recuperación gradual de áreas y recursos que por una extracción intensiva, han visto mermadas sus poblaciones naturales y disminuidas sus áreas de distribución a niveles no rentables de explotación.

Otra alternativa es la realización de estudios que permitan la reglamentación de sistemas de arrastre en mar abierto, de tal forma que al incorporar a la producción, las diferentes especies comerciales y potenciales que se encuentran en la plataforma continental, permitan no sólo mantener o incrementar los actuales niveles de producción en el estado, sino también brindar un tiempo de descanso a las zonas ribereñas tradicionalmente explotadas, para una recuperación más rápida de sus especies.

Diagnóstico de la pesquería y situación de la investigación científica del recurso

Actualmente la pesquería del recurso en el estado de Baja California Sur es crítica, debido fundamentalmente a dos factores: el primero de ellos fue el crecimiento explosivo de permisos para su extracción comercial; el segundo fue la pérdida gradual de áreas productoras de recursos masivos como la almeja Catarina, ya que sólo especies de ciclo de vida corto y rápida recuperación, permiten la incorporación de un gran número de equipos para su captura.

En los últimos dos años, la situación extractiva del recurso se colapsa al perderse por razones naturales la zona de Bahía Magdalena, que fue el área productora más importante. Esto provoca una explotación muy intensiva en el resto de las áreas productoras como son Bahía Concepción y Laguna Ojo de Liebre, las cuales además de soportar una extracción masiva de sus poblaciones adultas, se ven afectadas por diversos factores ambientales que reducen aún más las poblaciones naturales de la especie, en parte causándoles la muerte o bien produciendo el desplazamiento de los organismos a zonas más estables, que la mayor parte de las veces se refleja en una pérdida de la biomasa explotable, como ocurrió el presente año en el área de Laguna Ojo de Liebre.

Esta última reducción en los niveles de producción, que se observó en Laguna Ojo de Liebre a causa de eventos naturales y acciones humanas, ocasionó no sólo el desplome total de la producción estatal del recurso, sino también graves problemas sociales y económicos por los costos que involucra el gran desplazamiento de equipos y personal que participa en la extracción y proceso de esta especie, trayendo como consecuencia una grave descapitalización del sector productor tanto social como privado.

Posteriormente, en una búsqueda inútil por recuperar las inversiones que generó la frustrada temporada de almeja Catarina, el sector productor enfila sus baterías sobre otras especies menos abundantes y con índices de recuperación más lentos, como el Callo de Hacha, el caracol Chino (que estaba iniciando sus procesos reproducto-

res) y el caracol Burro. Esta situación, lejos de beneficiar a la pesquería de estos recursos, puede ser de graves consecuencias en un futuro inmediato al verse afectadas especies con bajos niveles de recuperación, en algunos de los cuales aún no se han hecho estudios suficientes para dar las bases técnicas que conlleven a regular sus pesquerías.

Por ello, la investigación científica que demanda la administración pesquera para regular la extracción comercial de los recursos, debe salir del aletargamiento en que ha caído durante los últimos años, motivada por un crecimiento demasiado acelerado del sector productor, que al demandar con mayor frecuencia el conocimiento de las biomasas explotables de las diferentes especies, ha provocado que el proyecto de investigaciones adopte sólo un papel de evaluador de recursos, descuidando por completo los estudios biológicos que aún requieren especies tan importantes como el Hacha China o Botijona, el Hacha Lisa Negra, la almeja Chocolata Roja, la almeja Burra, el caracol Burro, así como el de aquellas especies en veda permanente como es el caso de la Concha Nácar. Esta última ha presentado buenos niveles de recuperación en los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur, las cuales en muchos casos son extraídas nuevamente hasta agotar los bancos, debido al desconocimiento biológico que permita dar las sugerencias técnicas para la administración de su pesquería.

Por último, es importante señalar la necesidad de concertar acuerdos con el sector productor para que no sólo apoyen económicamente los estudios de evaluación, sino también aquellos de tipo biológico que permitan dar las bases para una extracción ordenada y regulada de las diferentes especies que conforman el recurso. Asimismo, es importante crear conciencia en el pescador para que respete las poblaciones en estudio y permita, en una acción conjunta, alcanzar resultados en el corto y mediano plazos.

APÉNDICE

EL CULTIVO DEL RECURSO

Por la importancia socioeconómica que tiene para el estado de Baja California Sur, la pesquería de moluscos ha motivado la realización de investigaciones tendientes al cultivo comercial de algunas de las especies que lo conforman. Por ello, el Sector Oficial, a través de la Secretaría de Pesca, y varias de sus Direcciones Generales, han promovido y participado en actividades que conduzcan a un conocimiento cada vez mayor de las posibilidades reales para el cultivo y manejo acuícola de las especies cuyas pesquerías son más representativas para el estado.

Estas acciones se han visto reforzadas con estudios de las diferentes instituciones de enseñanza a nivel medio y superior, como el Centro Tecnológico del Mar, con la Carrera de Técnico en Acuacultura. Asimismo, la Universidad Autónoma de Baja California Sur ha participado, a través de proyectos de investigación, materias para la carrera de Biología Marina y la participación de instituciones de investigación como el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C.

Análisis cronológico del cultivo

- De 1977 a 1981, el Departamento de Acuacultura de la Delegación Federal de Pesca, realizó actividades de monitoreo y captación de semilla en colectores y su posterior engorda en suspensión y fondo, en la Ensenada de La Paz.
- En 1980-1981, se instala una compañía particular denominada "Cultivos Marinos", que realizó actividades de captación de semilla de almeja Catarina, así como la engorda en suspensión y fondo de 2 400 000 organismos, en la Ensenada de La Paz, cerrando sus operaciones al terminarse las poblaciones silvestres que proveían la semilla.
- En 1982, la Sociedad Cooperativa Acuacultural "Boca de la Soledad", introdujo 5 000 colectores dentro de la Ensenada de La Paz, con resultados muy bajos de fijación.
- En 1984-1985, el Departamento de Acuacultura realizó trabajos de cultivo en suspensión en la zona norte de Bahía Magdalena.
- En 1985-1986, el Departamento de Acuacultura inicia trabajos de monitoreo de larvas y captación de semilla de almeja Catarina en las Lagunas San Ignacio, Ojo de Liebre y Guerrero Negro.
- En 1986, la Universidad Autónoma de Baja California Sur inicia trabajos experimentales para la captación de semilla de almeja Catarina y su posterior engorda en suspensión, así como cercos prefabricados para el cultivo de fondo, en el área de Bahía Falsa.
- En 1986-1987, el permisionario Aníbal López Bustos con asesoría técnica del Departamento

de Acuacultura, realizó trabajos de captación y engorda en suspensión de almeja Catarina en las localidades de Santa Elena y San Vicente, al norte de Bahía Magdalena.

- En 1987, el Departamento de Acuacultura inicia estudios de monitoreo para la captación de semilla de almeja Catarina en el área de Bahía Concepción. También brinda asesoría técnica al permisionario Anibal López para iniciar la captación semintensiva de semilla de almeja Catarina en el área de Bahía Concepción.

- En 1987, el Centro de Investigaciones Biológicas A.C. (CIB), realiza experimentos para la obtención de larvas de almeja Catarina en sistemas controlados. En noviembre del mismo año, a través del Comité Técnico de Moluscos, se logró la concertación de un acuerdo entre la iniciativa privada y el CIB, para la producción intensiva a nivel comercial de semillas de almeja catarina, para su posterior engorda en el medio natural, seleccionando la localidad de Rancho Bueno, localizada en el extremo sur de la Bahía de Santa Marina.

- En 1987, con fecha 1o. de julio, es publicado un Acuerdo que regula la explotación de almeja Catarina, el cual establece en su Artículo Noveno, que el acceso al recurso queda condicionado a la implementación de programas de desarrollo acuícola.

- En 1988-1990, el Departamento de Acuacultura, para dar cumplimiento al Acuerdo de 1987, realiza proyectos para la captación semintensiva de almeja Catarina en Bahía Concepción, instrumentando el denominado "Plan global", el cual es financiado por el sector productivo que participa en la extracción comercial del recurso.

- En 1988, se instrumentan cinco proyectos individuales para la captación de semilla de almeja Catarina y engorda en fondo, en el interior de Bahía Concepción. Dos de los proyectos son asesorados por el Departamento de Acuacultura.

- En 1989, el Departamento de Acuacultura reinicia los estudios de monitoreo y captación de semillas de almeja Catarina en las Lagunas San Ignacio, Ojo de Liebre y Guerrero Negro. En agosto de este año, dan inicio los trabajos de monitoreo para la captación de semillas en Bahía Magdalena, con objeto de poder instrumentar esquemas semintensivos como los que operan en Bahía Concepción (Plan global).

- En 1989, en las instalaciones del Laboratorio de Acuacultura en Bahía Magdalena se logran producir 12 000 000 larvas de almeja Catarina, hasta la fase previa a la fijación, las cuales se pierden por no contar con elementos suficientes para el aclareo, fijación y engorda en sistemas de suspensión.

- En 1989-1990, se instrumenta y autoriza un Proyecto de riesgo compartido entre la iniciativa privada y CONACyT, para continuar con los estudios de producción de semilla en los laboratorios del CIB, cuya meta es la construcción de un laboratorio para la producción comercial de semillas de almeja Catarina, creándose la compañía "Cultivos Técnicos del Mar Sudcaliforniano".

- En 1990, se autoriza la introducción de siete proyectos individuales para captar y engordar semilla de almeja Catarina en Bahía Concepción y uno en Bahía Magdalena.

- En 1991, la Dirección General de Acuacultura autoriza la introducción de sistemas de capta-

ción de semilla de almeja Catarina en Bahía Concepción a todos aquellos usuarios que deseen realizar actividades de manejo acuícola con la especie, aumentando a 14 el número de proyectos y lográndose una captación récord de 350 000 000 organismos.

- En 1992, las Direcciones Generales de Acuacultura y Administración de Pesquerías, publican una convocatoria abierta a todo el sector productor que quiera participar en proyectos acuaculturales en Bahía Concepción, condicionándolos a cubrir una serie de requisitos que permitan elaborar un padrón de usuarios que termine con las capturas silvestres y que conduzca al parcelamiento de una parte de la Bahía Concepción para la operación de proyectos individuales. Todo esto con el fin de poder normar su captura y acabar con la sobrexplotación de la especie en sus áreas de distribución natural.

Áreas potenciales del cultivo por litorales

Hasta ahora todos los esfuerzos de investigación y extensionismo para el cultivo, han recaído en la especie *Argopecten circularis*, conocida vulgarmente como almeja Catarina, por lo que las áreas potenciales para realizar actividades acuaculturales, coinciden con aquellas zonas donde la especie se ha distribuido de manera natural; esto es: la Ensenada de La Paz y Bahía Concepción en el litoral oriental del estado, así como el complejo de Bahías Magdalena-Almejas y las lagunas San Ignacio, Ojo de Liebre y Guerrero Negro en el litoral occidental.

No obstante, la distribución general de esta especie señalada por Keen (1971), sugiere que este tipo de actividades en sistemas controlados, pudieran extenderse a otras zonas de los litorales sudcalifornianos. Sin embargo, hacen falta estudios y ensayos preliminares con cultivos piloto, que permitan sugerir las características que deben de reunir estas zonas.

Métodos de cultivo

Como se puede observar en el punto 1 del presente Apéndice, la mayor parte de las actividades de investigación para el cultivo de especies como la almeja Catarina, se han encaminado al aprovechamiento de los eventos reproductores naturales en las zonas donde se distribuye la especie, ya que la tecnología para producir las semillas en laboratorio a partir de la inducción al desove de organismos adultos, se ha logrado a nivel experimental, pero aún no alcanza niveles rentables para su producción comercial.

Con relación a la producción de "semillas" de almeja Catarina en condiciones controladas, se cuenta con la tecnología para el acondicionamiento gonádico de los reproductores, por medio de sobrealimentación. Las larvas se han logrado producir tanto en sistemas abiertos, empleados en los laboratorios del CIB, como en sistemas cerrados, empleados en los laboratorios de acuacultura de Bahía Magdalena. Sin embargo, la obtención masiva de semillas todavía presenta algunos problemas con la producción y control de los cultivos de fitoplacton empleados para su alimentación, así como la fijación y transporte de los organismos a las zonas de engorda.

En la actualidad los laboratorios del CIB han venido experimentando también con la producción controlada de otras especies de importancia comercial como la almeja Chocolata y la almeja

Blanca, así como con dos especies que fueron de gran importancia como son la Concha Nácar y la Madre Perla. Por otro lado, el laboratorio de Bahía Magdalena del Departamento de Acuacultura, ha venido experimentando con el Hacha Lisa Negra y el Hacha China, así como con la producción de ostión Japonés.

Por lo que respecta a la captación de semillas del medio natural, aprovechando los picos de máxima intensidad de los desoves naturales de la almeja Catarina, éstos se realizan en colectores hechos con costales cebolleros y algún elemento de fijación en su interior, amarrándose de tres a cuatro costales en un cabo de polipropileno (chorizo), que a su vez es colocado en una línea con boyas, conocida como línea madre.

En años anteriores, los colectores permanecían en suspensión un promedio de 35 a 45 días, después de lo cual los organismos colectados se desprendían y enviaban al fondo marino. Actualmente la normatividad establecida por la Dirección General de Acuacultura, señala que la semilla deberá permanecer en suspensión hasta la talla de 2.5 cm antes de su depósito en el fondo.

Al igual que en el laboratorio, la fijación de otras especies en los colectores de monitoreo del Departamento de Acuacultura, han dado buenos resultados en la captación de larvas de Callo de Hacha, almeja Mano de León, Concha Nácar y Madre Perla entre otras especies, por lo que las posibilidades de realizar policultivos en diversos cuerpos de agua del estado, es cada vez más viable.

Producción del recurso cultivado

A pesar de que la captación y engorda de semilla en la almeja Catarina se ha venido realizando desde hace poco más de tres años en el área de Bahía Concepción, hasta la fecha no se cuenta con registros reales de producción por la actividad acuícola ya que muchas de las siembras o depósitos se han realizado cerca o sobre bancos naturales, mezclándose las poblaciones del reclutamiento silvestre con los de las captaciones. Por otro lado, la falta de seguimiento en las poblaciones depositadas en el medio natural sin barreras físicas que impidan la entrada o salida de organismos dentro de las áreas de cultivo, hacen imposible un dimensionamiento real de los volúmenes de producción alcanzados por medio de las actividades acuícolas de la especie.

Estrategias de regulación del cultivo

Como se ha podido observar, todos los esfuerzos de cultivo que realizan actualmente tanto las dependencias oficiales, como las de investigación y el propio sector productor, son dirigidas fundamentalmente a la especie *Argopecten circularis*, conocida vulgarmente como almeja Catarina. Sin embargo, la demanda de millones de juveniles que requiere el sector pesquero para mantener e incrementar la producción del recurso, hacen poco probable que su obtención se realice en laboratorios, por lo menos en el corto y mediano plazos.

Lo anterior trae como consecuencia que el desarrollo y crecimiento de las actividades acuaculturales, dependan casi en su totalidad de la obtención de semillas del medio natural, aprovechando los picos de máxima actividad reproductora de la especie, en sus diferentes áreas de distribución. De aquí la necesidad de mantener vigentes las medidas regulatorias como son las tallas mínimas y la época de veda, factores indispensables para mantener en cada una de las

zonas poblaciones reproductoras la magnitud y densidades poblacionales que se requieren para lograr la captación masiva de semilla que demanda el sector pesquero.

Por otro lado, es necesario crear conciencia en el sector productor, tanto social como privado, para que las actividades de manejo acuícola se realicen directamente en el fondo marino sin alterar los patrones de conducta que presentan las poblaciones silvestres y para que la actividad respete las condiciones del medio natural como son la temperatura, salinidad, oxígeno, productividad primaria, etcétera, que son las que más influyen en su comportamiento.

Bibliografía

BAQUEIRO, C.E., 1976. *Observaciones sobre la biología y ecología de las "almejas roja, negra y blanca" (Megapitaria aurantiaca, M. squalida y Dosinia ponderosa) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla de Ixtapa, Gro., México.* Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM.

BAQUEIRO, C.E. y J. STUARDO. 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sow, 1831), *M. squalida* (Sow, 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla de Ixtapa, Gro., México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. UNAM* 4(1): 161-208.

BAQUEIRO, C.E., I. PEÑA y J.A. MASSÓ. 1981. Análisis de una población sobrexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, BCS, México. *Ciencia Pesquera* I(2): 57-65.

BAQUEIRO, C.E., J.A. MASSÓ y H. GUAJARDO. 1982. Distribución y abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur. *Serie de Divulgación* (INP) No. 11.

BAQUEIRO, C.E., M. MUCIÑO y R. MERINO. 1982. Análisis de una población de Pata de Mula *Anadara tuberculosa*, sujeta a explotación intensiva en la Bahía de La Paz, BCS, México. *Ciencia Pesquera*. (3): 75-82.

BAQUEIRO, C.E., J.A. MASSÓ y A. VÉLEZ. 1983. Crecimiento y reproducción de una población de Caracol Chino *Hexaplex erythrostomus* (Swainson, 1831), de Bahía Concepción, BCS, México. *Ciencia Pesquera* (4): 19-31.

BAQUEIRO, C.E. y J.A. MASSÓ. 1981. Variaciones poblacionales y reproducción de dos poblaciones de *Chione undatella* (Sowerby, 1835) bajo diferentes regímenes de pesca en la Bahía de La Paz, BCS, México. *Ciencia Pesquera* (6): 51-67.

GÓMEZ DEL PRADO, R. MA. DEL C.,1984. *Echinocephalus pseudouncinatus Nemátodo parásito de Argopecten circularis (Mollusca: Bivalvia) y Heterodontus francisci (Pisces: Elasmobranchia) en la Costa Occidental de Baja California Sur, México.* Tesis Maestría. Inst. de Cienc. del Mar y Limn. UNAM. 125 p.

KEEN, M.A., 1971. *Sea shells of tropical west America. Marine mollusks from Baja California to Peru.* Second Edition. Stanford Univ. Press, USA.

J. SINGH C., J.A. VÉLEZ B. y MA. DEL C. FAJARDO L., 1991. Estudio poblacional de la almeja Chocolata, *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835), en Punta Coyote, Bahía de La Paz, BCS, México. *Ciencia Pesquera*. (8): 7-22.

WEISZ, B.P., 1971. *La Ciencia de la Zoología*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.

PRINCIPALES RECURSOS MALACOLÓGICOS DEL GOLFO DE MÉXICO

Erik Baqueiro C.
CRIP-Lerma, INP

Introducción

La producción nacional de moluscos representa el 6.76% del volumen y el 4.32% del valor de la producción pesquera nacional, del cual el 71% del volumen y el 53% del valor correspondió a las costas del Atlántico (Golfo de México y Caribe).

Recursos

Las estadísticas pesqueras agrupan la producción de estos recursos en siete grupos: caracol, almejas, callo, lapa, mejillón, pata de mula, y ostión (Fig. 1). De estos, para el Golfo de México, solamente se registran los recursos: caracol, almejas, callo y ostión, incluyéndose dentro del grupo de almejas tanto a las almejas de agua dulce y salobre como a las marinas (Tabla 1).

Las 31 especies que componen estos recursos (Tabla 1), son explotadas tanto por cooperativas como por pescadores independientes. A excepción de las cooperativas ostioneras que tienen la explotación de esta especie como actividad principal, para todos los otros grupos de pescadores la extracción de moluscos es una actividad secundaria, complementaria a la pesca de escama u otras actividades agrícolas. Su explotación se realiza mediante métodos artesanales, empleando para ello técnicas de recolección a mano, como sucede en el caso del ostión en Laguna de Términos, y de las almejas de arrecife en Veracruz, así como tenazas, dragas y cucharas operadas desde cayucos y lanchas para la extracción de las almejas de laguna en Alvarado, Veracruz y Términos, Campeche, hasta el caso de buceo libre y autónomo con equipo *scuba* y compresor empleado en la extracción de almejas y hacha en Yucatán y Quintana Roo.

Bivalvos

En las costas del Golfo de México y del Caribe, los diferentes grupos de bivalvos constituyen el 62% del volumen y el 7% del valor, del cual el 83% del volumen y 75% del valor lo constituye el ostión (Fig. 2) (Anuarios estadísticos de Pesca, 1980-1988). De los seis estados de la costa atlántica mexicana, el primer lugar en volumen de producción lo ocupa el estado de Veracruz, con el 50%, seguido de Tabasco, en segundo lugar. El primer lugar en valor lo ocupa el estado de Yucatán, con el 31%, seguido en segundo lugar por Veracruz, con el 30% (Fig. 3).

Tabla 1
Gasterópodos y pelecípodos comerciales del Golfo de México

Nombre común	Nombre científico
Gasterópodos	
Rosa o Reyna	*Strombus gigas*
Lanceta	*S. costatus*
Chivita	*S. pugilis*
	S. alatus
	S. raninus
	S. gallus
	Melongena melongena
	M. corona
Sacabocado	*Busycon carica*
	B. candelabrum
	B. coarctatum
	B. contrarium
	B. perversum
	B. canaliculatum
	B. spiratum
Trompillo	*Fasciolaria tulipa*
	F. lilium
Caracol rojo	*Pleuroploca gigantea*
	Charonia variegata
Caracol negro	*Xancua angulata*
Tegogolo	*Pomasea patula*
	P. catemasensis
Pelecípodos	
Almeja blanca	*Asaphis deflorata*
	Codachia orvicularis
Concha	*Mercenaria campechensis*
Almeja china	*Chione cancellata*
Mejillón amarillo	*Geuchensia demissa*
Hacha	*Atrina rigida*
Almeja gallito	*Rangia cuneata*
	Rangia flexuosa
Almeja negra	*Polimesoda carolineana*

Figura 1
Volumen de la producción nacional por grupo de moluscos

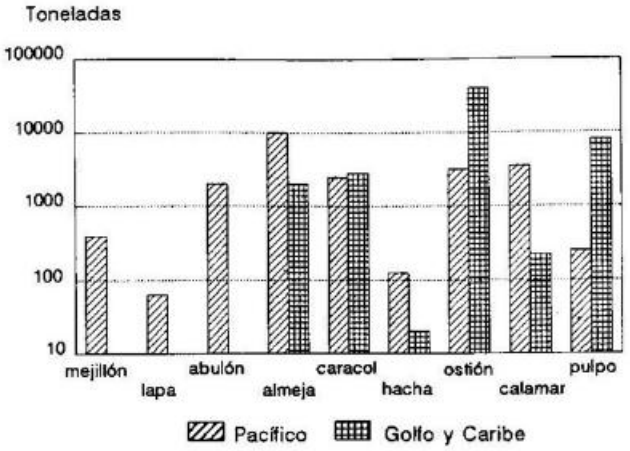
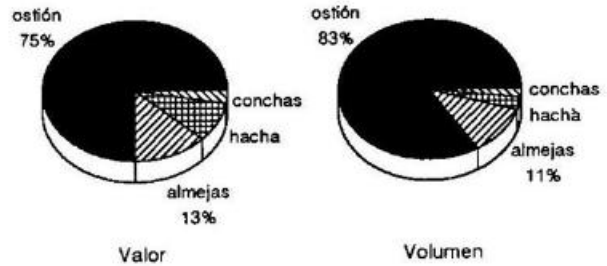


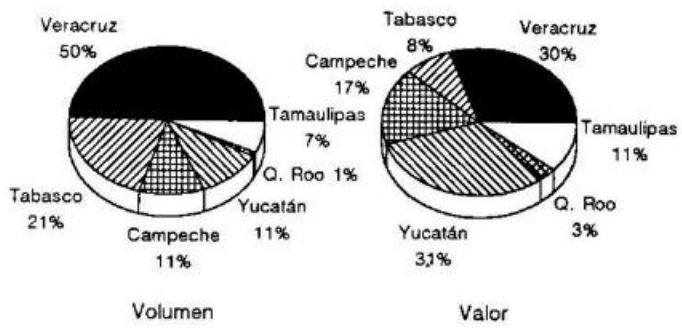
Figura 2
Porcentaje de la producción de bivalvos por grupo en las costas del Golfo y Caribe



Rangia cuneata (Almejas de laguna)
R. flexuosa (Almeja gallito)
Polimesoda carolineana (Almeja negra)

R. cuneata es la especie objetivo de la pesquería, mientras que *R. flexuosa* y *P. carolineana* son incidentales, la primera por su menor talla y la

Figura 3
Porcentaje de la producción de bivalvos por estados del Golfo y Caribe



segunda por su baja densidad. Son extraídas con una red de cuchara que consta de un rectángulo de metal de 50 x 20 cm; con un bolso de paño de red de luz de 1.5 cm, una vara de 3 a 5 metros de largo. La cuchara es enterrada en el fondo de 10 a 15 cm, y el mango se fija a la lancha y se remolca durante unos minutos por una de las bandas de botes de madera o fibra de vidrio con motor fuera de borda. El contenido es enjuagado en la misma cuchara y seleccionada abordo, separando almejas pequeñas y conchas.

Su explotación en México se ha registrado desde Laguna Madre en Tamaulipas, hasta Laguna de Términos en Campeche. Aunque actualmente sólo se registran capturas comerciales en Laguna de Alvarado, Veracruz y lagunas de Pom y Atasta, en Campeche.

R. cuneata es una especie estuarina que habita en rangos de 0 a 25‰, y puede sobrevivir hasta en salinidades de 32‰, con un rango óptimo de 5 a 15‰, que es el rango necesario para la eclosión y sobrevivencia de sus larvas, las cuales alcanzan la metamorfosis en 6 a 7 días. Los adultos pueden vivir hasta 20 años en rangos de salinidad demasiado altos o bajos para la reproducción (Hopkins, *et al.*, 1973a).

Su distribución está dada de bahía de Chesapeake, en la costa este de los Estados Unidos de América, hasta Texas (Abbott, 1974). Sin embargo, se extiende hasta la Laguna de Términos, abarcando todo el Golfo de México. Habita en fondos limosos con alto contenido de materia orgánica. Es el componente ecológico del bentos más importante en este rango de salinidad, como aprovechador de detritos y fitoplancton y dentro de la cadena trófica (Hopkins *et al.*, 1973b). Además, constituye un recurso pesquero muy importante, tanto por su concha como por su carne.

En las lagunas mexicanas, se le encuentra asociada con *R. flexuosa* y *Polimesoda carolineana,* habiendo detectado una proporción normal del 72% de *R. cuneata* contra 23% de *R. flexuosa* y sólo el 4% de *P. carolineana,* la cual es alterada por la presión pesquera hasta un 31% de *R. cuneata* contra 45% de *R. flexuosa* y 23% de *Polimesoda* (Baqueiro y Medina, 1988).

Especie dioica, con el 0.1% de incidencia de hermafroditas, presenta actividad gonádica durante todo el año, con desove constante, máximos entre febrero y junio, y en agosto-septiembre en la Laguna de Pom y Atasta (Rogers y García-Cubas, 1981). En cambio, en las aguas de los Estados Unidos de América, se ha registrado actividad gonádica sólo seis meses del año y el desove está limitado a intervalos bien definidos por cambios en salinidad y temperatura (Cain, 1972 en Hopkins *et al.*, 1973b).

Las poblaciones rara vez están compuestas por cohortes de diferentes años, y son más comunes las poblaciones compuestas de una o dos clases de edad. En Pom y Atasta, Rogers y García-Cubas (1981) reportan dos clases de edad, mientras que Baqueiro y Medina (1988), reportan, en la Laguna del Pom, tres grupos de cohortes, uno dominante de más de 3 años de edad, y dos de reclutas de 1 y 2 años respectivamente. Para Atasta, la población está compuesta por tres grupos de cohortes de 3 a 5 años de edad. Es evidente la disminución en edad máxima alcanzada por las poblaciones en las lagunas mexicanas, debido a la alta presión pesquera, y comparando con los 25 años de edad máxima registrada para algunas localidades de los Estados Unidos de América.

La explotación de esta especie se realiza mediante cuotas que son fijadas previa evaluación de los bancos, teniéndose registros continuos de captura sólo para las lagunas de Pom y Atasta, en donde desde 1981 existe una cuota de 2 000 toneladas repartidas entre cuatro cooperativas pesqueras, con un total de 310 socios registrados. Mas esta cantidad no ha sido alcanzada y la tendencia es a la baja, atribuyéndose esto a impacto negativo por las actividades de dragado de la empresa Petróleos Mexicanos (Pemex).

Baqueiro y Medina (*op. cit.*) determinan existencias explotables de *R. cuneata* de 163 000 toneladas para ambas lagunas, pero sólo de 5 mil para Pom, donde se realiza la mayor actividad. Estos mismos autores recomiendan la explotación simultánea de las tres especies, en particular de *R. flexuosa* en las dos lagunas, con lo que se atenuaría la competencia interespecífica en beneficio de la especie objeto y se podría llegar a producir hasta 193 665 toneladas de captura mixta.

Asaphis deflorata (Almeja blanca de arrecife), *Codachia orvicularis* (Almeja blanca), *Mercenaria campechensis* (Concha), *Chione cancellata* (Almeja roñosa), *Geuchensia demissa* (Mejillón amarillo)

A excepción de *A. deflorata*, que tiene su distribución en México limitada a los sistemas arrecifales del Golfo de México y Mar Caribe, siendo explotada comercialmente sólo en los arrecifes de Veracruz, las otras especies dentro de este grupo son explotadas en baja intensidad a lo largo de toda la costa desde Tamaulipas hasta Quintana Roo, habiendo sido reciente su introducción como especialidades de restaurantes en el centro turístico de Cancún. Se expenden con concha, consumiéndose crudas en su concha o en cocteles y en la preparación de sopas y pastas. El mercado es local, comercializándose rara vez al interior del país. El precio en playa va de 50 pesos pieza de *A. deflorata, C. orvicularis* y *M. campechensis*; a 1 000 pesos kilo o docena de *Ch. cancellata.*

A. deflorata y *C. orvicularis* son extraídas durante la bajamar empleando palas y rastrillos de jardinería. *M. campechensis* y *Ch. cancellata* son extraídas también durante la bajamar, recogiéndose manualmente de la superficie, siendo detectadas con el pie descalzo. En el norte de Yucatán y Quintana Roo se emplea buceo libre para la extracción entre 2 y 3 metros de profundidad.

G. demissa se comercializa sin concha, extrayendo las partes blandas por cocción, lo que se realiza en la localidad de captura. Su precio en playa es de 10 a 12 mil pesos kilogramo, se envasa en latas de 20 kg, transportándose enfriada con hielo. Su consumo es local y en restaurantes de las ciudades de Mérida y Cancún. Su ex-

plotación se realiza manualmente durante la bajamar.

Es una especie de la provincia del Caribe, con distribución desde Florida y Península de Yucatán hasta Venezuela. Habita en estrecha asociación con *Rizophora mangle,* en lugares de limo fino, con alto contenido de materia orgánica entre las raíces, en la zona intermareal.

Asaphis dephlorata habita en asociación con los arrecifes coralinos, en la laguna interior de éstos, en fondos de limo con alto contenido de carbonatos y fragmentos de concha y coral. *Codachia orvicularis* se encuentra en asociación con los bancos de *Thalassia,* en fondos de limo fino con alto contenido de materia orgánica. *M. campechensis* y *Ch. cancellata* se les puede encontrar en asociación o no con *Thalassia,* en fondos de arena y concha, desde la zona intermareal hasta 36 m de profundidad. Todas estas son especies marinas tropicales con un limitado rango de tolerancia de salinidad y baja temperatura (Menzel, 1868; Sunderlin *et al.*, 1975), aunque todas ellas soportan exposiciones relativamente prolongadas a la desecación.

Son especies dioicas con sexos separados y fecundación externa, con un periodo de vida larvario de 4 a 6 días, fijándose de preferencia en localidades con las características necesarias para la sobrevivencia del adulto; si no encuentra áreas adecuadas, se fijarán en cualquier tipo de substrato. Baqueiro (1981 y 1988) determina patrones de reproducción para poblaciones de moluscos que habitan en condiciones ambientales similares a lo largo de las costas de México, teniendo así poblaciones de especies similares viviendo bajo condiciones ambientales diferentes, que presentan patrones reproductores diferentes. Se definen así, poblaciones de reproducción continua con un pico anual, poblaciones de reproducción continua con dos o más picos anuales y poblaciones con reproducción limitada a un periodo bien definido.

De los análisis de los ciclos reproductores que se han realizado para *Mercenaria campechensis, Chione cancellata* y *Geukensia demissa* en México (Baqueiro *et al.*, 1986a y 1986b) se encuentra que las tres poblaciones estudiadas en la misma localidad, presentan el segundo caso; es decir, reproducción continua con dos periodos de máximo desove: enero-marzo y agosto-septiembre.

Para *M. campechensis* se ha registrado un crecimiento de 25.5 mm en 6.5 meses en condiciones de cultivo y de 13 meses en medio natural (Sunderlin, *et al.*, 1975); Baqueiro *et al.*, (1989) determinaron las curvas de crecimiento para *M. campechensis* y *Chione cancellata* en bancos naturales no sujetos a explotación, en las costas de Campeche:

Mercenaria campechensis

$$L_t = 127.7\ (1-e^{-0.1165(t+0.168)})$$

Chione cancellata

$$L_t = 36.38\ (1-e^{-0.1392(t+0.0049)})$$

en los que se ha registrado una densidad media de 2.2 y 66.72, con máxima de 8.15 y 148, mínima de 0.24 y 6.2 para *M. campechensis* y *C. cancellata,* respectivamente. Pudiéndose llegar a obtener densidades bajo condiciones de cultivo de hasta 50 organismos por metro cuadrado para *Mercenaria* (Menzel, 1977). Bozada *et al.*, (1987) encuentran que en la Laguna del Ostión en Veracruz, *M. campechensis* alcanza la talla comercial de 47 mm en 3.8 años (cálculo obtenido a partir de la ecuación de Von Bertalanfy, muy similar a lo reportado por Baqueiro *et al.*, 1986).

La sobrevivencia registrada para *M. campechensis* en experimentos de cultivo en medio natural va de un 72.5% a un 0.7%, desde 12 mm hasta talla comercial (Sunderlin *et al.*, 1975), mientras que para los bancos naturales se registró una mortalidad media anual de 0.44 para *M. campechensis* y de 0.46 para *Chione* (Baqueiro, *et al.*, 1989a).

G. demissa es una especie poco estudiada, contando sólo con la información de Baqueiro *et al.*, (1986b), que determina la ecuación de crecimiento para la población de la localidad de Isla Arenas, Campeche:

$$l_t = 146.31\ (1-e^{-0.0186(t+25.36)})$$

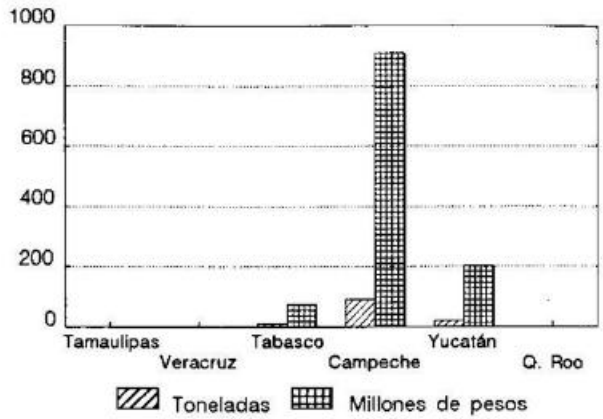
obteniéndose la talla mínima de explotación de 47 mm en 6 meses, con una densidad media de 330 organismos por metro cuadrado y mortalidad media anual de 0.068.

La única reglamentación para la explotación de estas especies es el requerimiento de evaluación previa de las existencias y el dictamen del potencial o cuota permitida. Sin embargo, son contadas las evaluaciones que se han realizado de estos recursos: *Codakia orvicularis* en costas de Campeche, *Mercenaria campechensis* y *Chione cancellata* (Baquerio *et al.*, 1986a).

Atrina rigida (Callo de Hacha)

Entre los bivalvos, es la especie que alcanza mayor precio al pescador, utilizándose únicamente el músculo aductor posterior; el precio al pescador es de 12 a 15 mil pesos kilogramo. Su extracción se realiza por buceo, libre en la mayoría de los casos, o por *scuba* o compresor en el estado de Yucatán. A pesar de su alta demanda y valor, esta especie sólo se explota en los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán (Fig. 4).

Figura 4
Volumen y valor de la producción de Callo de Hacha del Golfo y Caribe



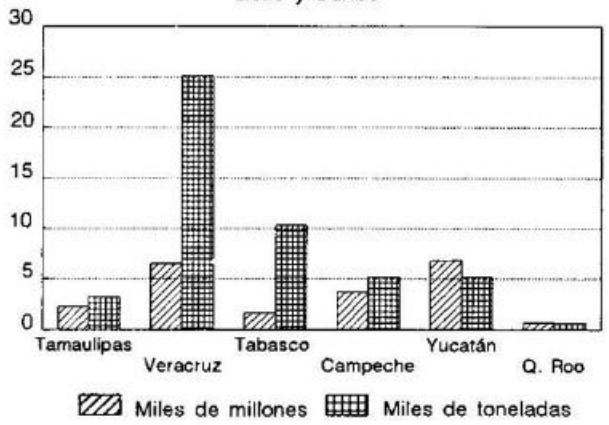
Su distribución va de Carolina del Norte al Caribe y Golfo de México. Se puede encontrar asociada a los bancos de *Mercenaria* y *Chione*. Esta especie marina puede encontrarse desde el nivel mínimo de mareas hasta 25 m de profundidad en fondos de limo-arenoso, o en seibadales de arena-*Thalassia* (Abbot, *op. cit.*). Se le encuentra formando bancos con densidades medias de 0.3 a 5.5 organismos por 10 metros cuadrados (Baqueiro *et al.*, 1990). Algunos bancos llegan a presentar densidades de hasta 20 por metro cuadrado de juveniles entre 47 y 56 mm de largo y de 4 por metro para adultos (Baqueiro y Medina, 1989).

Especie dioica, presenta su primer reproducción a los 110 mm de largo. La actividad gametogénica se presenta con mayor intensidad en los meses de abril a julio. Presenta dos periodos de desove en mayo y septiembre (Baqueiro y Medina, *op. cit.*). Las poblaciones en las costas de Campeche están compuestas por más de 5 grupos de edad, siendo los grupos dominantes de 1 a 3 años.

El autor ha recomendado una talla mínima de 83 mm de ancho equivalente a 155 mm de largo, correspondiente a organismos de 3 años de edad.

La figura 5 presenta el volumen y valor medio anual de la producción de bivalvos, donde sobresale el estado de Veracruz por aportación en volumen. Sin embargo, es de notar el alto valor que alcanzan las especies explotadas en el estado de Yucatán, que con volúmenes inferiores al 25% de lo registrado en Veracruz alcanza valores superiores.

Figura 5
Volumen y valor de la producción de bivalvos del Golfo y Caribe



Gasterópodos

Como puede constatarse en la figura 6, la producción de caracol a nivel nacional presenta una tendencia a la baja a partir de 1985, producto de la disminución en producción en el Golfo de México y Caribe, a pesar de un gradual incremento en las costas del Pacífico.

La producción de las costas del Atlántico estaban sustentadas por los caracoles *Strombus gigas* y *S. costatus*, especies que por sobreexplotación en Yucatán y Quintana Roo se encuentran actualmente en veda, esperando la recuperación de las existencias comerciales. Sin embargo, la producción de otras especies ha venido a reemplazar a estas dos y algunos de estos recurso se presentan como potenciales en los diferentes estados del Golfo de México y Caribe, como puede constatarse en los volúmenes de producción media por estado descritos en la figura 7.

Strombus costatus (Caracol lanceta, blanco), *Strombus pugilis*, *S. alatus*, *S. raninus* y *S. gallus* (Caracol lanceta o chivita)

Strombus costatus: Especie objetivo de pesca por buceo libre, comprende sólo el 20% de las capturas.

Figura 6
Producción nacional de caracol. Toneladas y por ciento por litoral

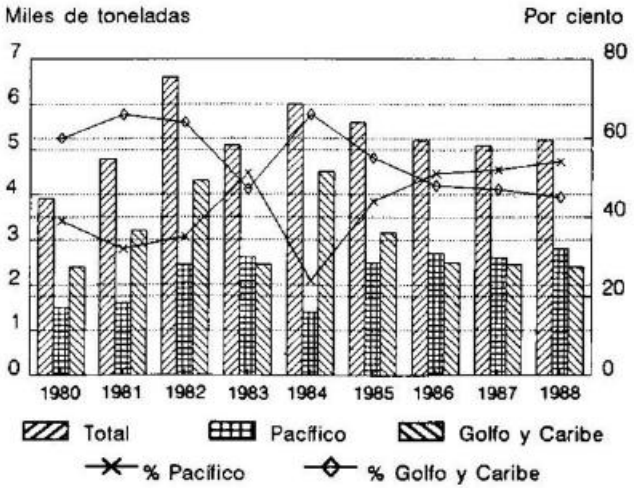
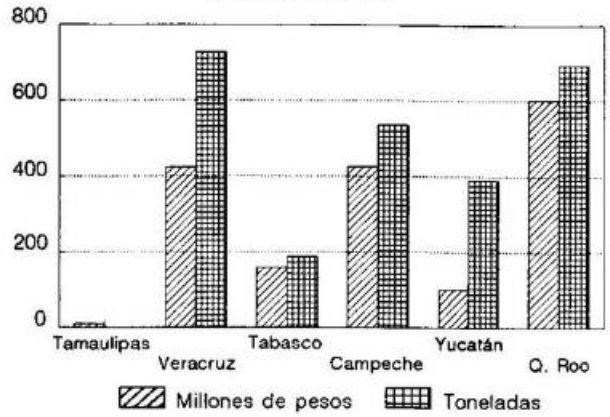


Figura 7
Volumen y valor de la producción de gasterópodos del Golfo y Caribe



Strombus pugilis: Especie objetivo de pesca intermareal y por buceo libre, que compone el 100% de la captura. Precio por kilo de pulpa, $12 000.00 a $15 000.00. Las otras especies son ocasionales, como captura incidental y en ocasiones como componentes únicos en algunas localidades (*S. raninus*, Isla Arenas, Campeche y Celestún, Yucatán).

Su distribución va de Florida a Venezuela, Provincia del Caribe.

Se le localiza de Veracruz a Quintana Roo. La máxima explotación se dio en los últimos años en el estado de Yucatán. Campeche es el único estado donde actualmente se registra una captura comercial.

Habita en fondos de arena y arena-limo, en seibadales de *Thalassia* y algas. Durante la reproducción, se congrega en fondos de arena con poca vegetación y algas filamentosas de la zona intermareal a 10 m de profundidad (Bandel, 1976). Su reproducción es cruzada, sin dimorfismo sexual aparente, detectable sólo por la presencia de pene en los machos. La masa ovígera es típica del género *Strombus*, formada por un cordón de huevos el cual va sementando arena conforme es depositado, formando una madeja oval de 5 cm de diámetro por 10 cm de largo. El desarrollo embrionario en la cápsula ovígera es individual con una duración de 12 a 16 días, dependiendo de la temperatura. Eclosiona en forma de larva véliger, la cual dura en su fase planctónica de 15 a 20 días, dependiendo de la temperatura y disponibilidad de alimento (D'Asaro, 1965, Cruz, 1986).

Al alcanzar la talla de 600 micras y su total desarrollo de Pedivéliger, se inicia la metamorfosis, prefiriendo algas rodofitas, mas no siendo especialmente selectivas. Las etapas juveniles se localizan generalmente en playas protegidas con fondo de arena y seibadales mixtos de *Thalassia* y algas. Conforme van creciendo, el grupo poblacional va migrando hacia aguas más profundas y dispersándose gradualmente.

La talla comercial de *S. pugilis* es de 8 a 12 cm, mientras que de *S. costatus* es de 12 a 20 cm. Aunque deberían de capturarse sólo organismos adultos, identificables por la presencia del labio exterior extendido, son capturados todos los organismos.

Melongena melongena, M. corona y M. corona biespinosa (Chivita, caracol negro, molón)

Especies objeto, poblaciones compuestas por dos o más de las especies. Se capturan en bajamar en fondos de lodo, lodo y *Thalassia* o entre raíces de mangle rojo, *Rizophora mangle*.

Se distribuyen de Florida a la Península de Yucatán y el Caribe. Se explota desde Tamaulipas hasta Celestún, Yucatán.

Habita en fondos de limo y areno-limoso, manglares y seibadales de *Thalassia* y macroalgas en la zona intermareal.

Gasterópodo, prosobranquio con sexos separados y fecundación interna; no hay dimorfismo sexual exterior, a excepción del pene en los machos. Puesta en forma de cordón con cápsulas ovígeras córneas en forma de moneda (Abbott, 1954). El desarrollo embrionario en la cápsula ovígera es individual, con una duración de 12 a 16 días, dependiendo de la temperatura. Eclosiona en forma de larva *véliger*, la cual dura en su fase planctónica de 15 a 20 días dependiendo de la temperatura y disponibilidad de alimento.

Al alcanzar la talla de 600 micras y su total desarrollo de *pedivéliger*, se inicia la metamorfosis, seleccionando fondos con abundancia de gusanos anélidos o bivalvos como bancos de ostión. Permanece en la localidad mientras dura el alimento y se desplaza sólo para la búsqueda de alimento adecuado a su tamaño, seleccionando un mayor tamaño de presa conforme va creciendo. Puede realizar su maduración completa en una misma localidad.

La talla comercial es de 8 a 10 cm. Sin embargo, en Celestún, Yucatán, se explotan juveniles de 4 a 6 cm en los manglares por la creencia de que se trata de otra especie.

Busycon carica, B. candelabrum, B. coarctatum, B. contrarium, B. perversum, B. canaliculatum, B spiratum. (Sacabocados). *Fasciolaria tulipa* y *F. lilium* (Trompillo, campechana). *Pleuroploca gigantea, Charonia variegata* (caracol rojo). *Xancus angulata* (caracol negro)

Son especies incidentales u objeto de pesca por buceo libre o con equipo *scuba* o compresor. *B. carica* y *B. perversum* componen más del 70% en las costas del norte de Yucatán, y centro de Campeche. *P. gigantea* y *Ch. variegata* representan capturas ocasionales. La primera es más abundante en el Caribe mexicano, y la segunda en el banco de Campeche y Yucatán. Son las especies que mayor precio alcanzan dentro de este grupo. *Fasciolaria* es un componente común de las capturas, llegando en ocasiones a constituir hasta el 90%; mientras que *X. angulata* representa sólo capturas ocasionales.

Estas especies son componentes de las provincias del Caribe y Luisian, abarcando su área de distribución todo el Golfo de México y el Caribe.

Habitan en fondos como cantos rodados y limos, donde haya cualquier otro tipo de molusco, bivalvo o gasterópodo, pues son los que componen su dieta. *Pleuroploca, Charonia* y *Xancus*, por ser los de mayor tamaño, suelen predar de las otras especies menores de *Busycon, Fasciolaria, Strombus* y *Melongena*.

Tienen reproducción cruzada, sexos separados, fecundación interna, presencia en todos ellos de un espermatóforo con forma específica. La puesta también presenta características específicas; *Busycon* y *Pleuroploca* presentan cápsulas ovígeras en forma de moneda con ornamentaciones en los bordes, diferentes para cada especie; con un diámetro de 2 a 3 cm para *Busycon* y de hasta 7 cm para *Pleuroploca* y *Xancus*. Las cápsulas de *Fasciolaria* son individuales, colocadas en grupos

que dan la apariencia de superficies rizadas, todas ellas con características que permiten identificar la especie. El ciclo larvario se realiza íntegramente dentro de la cápsula ovígera, emergiendo el juvenil con la concha aún sin las características del adulto, las cuales adquiere al formarse la primer espiral de vida libre. Al igual que en otros gasterópodos carnívoros, de existir alimento suficiente permanecen en el mismo lugar durante todo su ciclo; mas éste se agota rápidamente dada la preferencia por tamaños según va creciendo el caracol, por lo que realizan constantes movimientos.

No hay reportes sobre los periodos de reproducción de estas especies en aguas mexicanas. Para algunas especies de *Busycon*, de las aguas del Atlántico de los Estados Unidos de América, se ha reportado de marzo a junio. Por observaciones de la presencia de puestas en las costas de Campeche a Yucatán, se han podido detectar periodos reproductores durante todo el año, con mayor frecuencia de marzo a septiembre, mientras que Bandel (1976b, 1976c) reporta la presencia de cápsulas ovígeras de diversas especies de diciembre a febrero, en el Caribe.

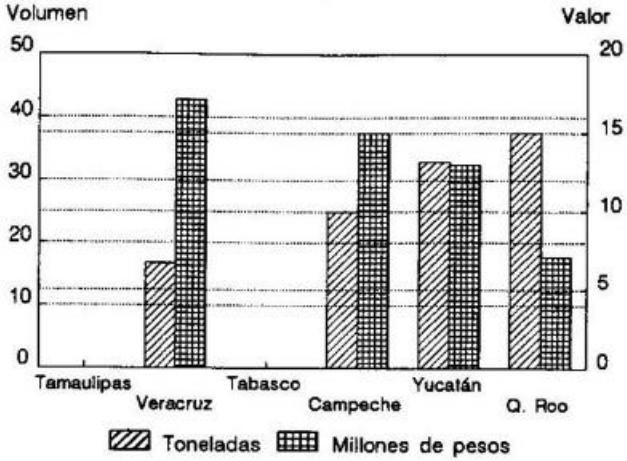
No existe una talla mínima definida, siendo las mayores las más preciadas; sin embargo, son capturados todos los ejemplares al alcance de los buzos.

Conchas

Por último, la explotación de las conchas constituye un recurso subexplotado, el cual sólo es aprovechado parcialmente en algunos estados de la república (Fig. 8).

Se emplean como materia prima para la fabricación de joyería, botones, cuentas, artesanías o como complemento en la manufactura de alimento balanceado de animales.

Figura 8
Volumen y valor de la producción de conchas del Golfo y Caribe



Bibliografía

ABBOT, T.R., 1984. *Collectible seashells of southeastern US, Bahamas and Caribbean*, Amer. Malacol, USA. 64 p.

ABBOTT, T.R., 1974. *American seashells. The marine mollusca of the Atlantic and Pacific coasts of North America*. Van Nostran Reinhold Co, USA. 663 p.

BANDEL, K., 1976a. Die glege karibischer vertreter aus den überfamilien Strombacea, Naticacea und Tonnacea (Mesograstropoda) sowie beobachtugen im meer und aquarium. *Mitt. Inst. Colombo-Aleiman Invest,. Cient.* 8: 105-139.

BANDEL, F., 1976b. Spawning, development and ecology of some higher mesogastropoda from the Caribbean sea of Colombia (South America). *The Veliger* 19(2): 176-193.

BANDEL, F., 1976c. Egg masses of 27 Caribean opistobranchs from Santa Martha, Colombia. *Stud. Neot. Fauna Environ.* 11: 87-118.

BANDEL, K., 1976. Observations on spawn, embrionic development, and ecology of some Caribbean lower Mesogastropoda (Mollusca). *The Veliger* 18 (3): 249-271.

BAQUEIRO, C.E., 1981. Reproductive cycle of six species of bivalve molluscs with aquaculture potential, from the Panamic province. *Reunión anual de la World Mariculture Society*, Venecia, Italia, 1981.

BAQUEIRO, C.E., 1986a. Características poblacionales de *Mersenaria campechensis* y *Chione cancellata*, recursos potenciales de las costas de Campeche-Yucatán, *VII Congreso Nacional de Oceanografía*, Ensenada, BC.

BAQUEIRO, C.E., 1986b. *Geukensia demissa* mejillón amarillo especie potencial de las costas del estado de Campeche. *VII Congreso Nacional de Oceanografía*, Ensenada, BC.

BAQUEIRO, C.E., 1988. Population trends of commercial benthic molluscs from Mexican coastal waters. *Asamblea Oceanográfica Internacional* (JOA), Acapulco, Gro.

BAQUEIRO, C.E. y M. MEDINA. 1988. *Evaluación del recurso almejero en lagunas de Pom y Atasta.* Informe de Evaluación, CRIP. 17 p.

BAQUEIRO, C.E. y M. MEDINA. 1989. Características de una población de Hacha *Atrina rígida* de las costas de Campeche, México. *Memoria 10 Cong. Nal. Zool.* UNAM, México.

BAQUEIRO, C.E., C.M. MEDINA y H. RAMÍREZ. 1991. Conch fishery of Campeche. *J. Shellfish Res.* (en revisión).

BAQUEIRO, C.E., C.M. MEDINA y H. RAMÍREZ, 1990. *Evaluación de Hacha Atrina rígida en las costas de Isla Arenas, Campeche.* Junio de 1990. Informe técnico de evaluación. CRIP, INP. México.

BUTLER, P.H., 1954. Sumary of our knowledge of the oyster in the Gulf of Mexico. *Fish. Bull of Fresh water Sc.* 55(89): 479.

CRUZ, S.J., 1986. *Evaluación de la pesquería del caracol Strombus gigas (Linnaeus 1758), y alternativas para el resurgimiento de las poblaciones naturales en el caribe mexicano.* Tesis Prof., Facultad. Ciencias. UNAM. 88 p.

DEAN, D. 1979. Introduced species and the maine situation. En: Mann, R. (Ed.). *Exotic species in Mariculture.* Pp. 149-164.

D'ASARO, C.N., 1965. Organogenesis, development and metamorphosis in the queen conch, *Strombus gigas*, with notes on breeding habits. *Bull. Mar. Sci.* 15: 359-416.

GALTSOFF, P.S., 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin, *Fish. Bull.* 64. 480 p.

GUZMÁN, A.M, J.L. ROJAS, L. GONZÁLEZ, M. PUERTO, M. ABUNDES, M. GUERRERO, G. VALENZUELA, C. KENSLER, M. GUTIÉRREZ y J. GREAVES. 1979. *Análisis del estado del arte de la acuacultura en México.* SEPESCA, México. 250 p.

HADFIELD, G.M., 1977. Metamorphosis in marine molluscan larvae: An analysis of stimulus and response. En: Fu-Shiang Chia y M. E. Rice (Ed.). *Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae.* Elsevier. Pp. 165-176.

HOPKINS, S.H., J.W. ANDERSON y K. HORVATH. 1973a. Biology of the clam *Rangia cuneata*: What we now know and what it means. *Proc. Nat. Shellf. Ass.* 64:4

HOPKINS, S.H., J.W. ANDERSON y K. HORVATH. 1973b. *The brakish water clam Rangia cuneata as indicator of ecological effects of salinity changes in coastal waters.* Dept. Biol; Texas A y M Univ. 23 p.

MENZEL, R.W., 1968. Cytotaxonomy of species of clams (*Mercenaria*) and oysters (*Crassostrea*). *Symp. Molluscan, Mar. Biol. Assoc.* India. Parte 1: 75-84.

MENZEL, R.W., 1977, Lelection and hybridization in quahog clams (Mercenaria spp.). *Proc. Eight Ann. Meet. World Mar. Soc.* 17 p.

RAVEN, C.P., 1958. *Morphogenesis: The analysis of molluscan development.* Pergamon Press, Londres. 311 p.

ROGERS, P. y A. GARCÍA-CUBAS. 1981. Evaluación gonádica a nivel histológico de *Rangia cuneata* (Gray, 1831) de la laguna Pom, Campeche, México (Mollusca: Bivalvia). *An Inst. Cinec. del Mar y Limnol,* UNAM 8(1): 1-20.

SECRETARÍA DE PESCA, 1980-1988. *Anuarios estadísticos de Pesca*. Dirección General de Informática, SEPESCA, México.

SEVILLA, M.L. y E. MONDRAGÓN, 1965. Desarrollo gonádico de *Crassostrea virginica* Gmelin, en la laguna de Tamiahua. *Anal. Inst. Invest. Biol. Pesq.* 1: 52-39.

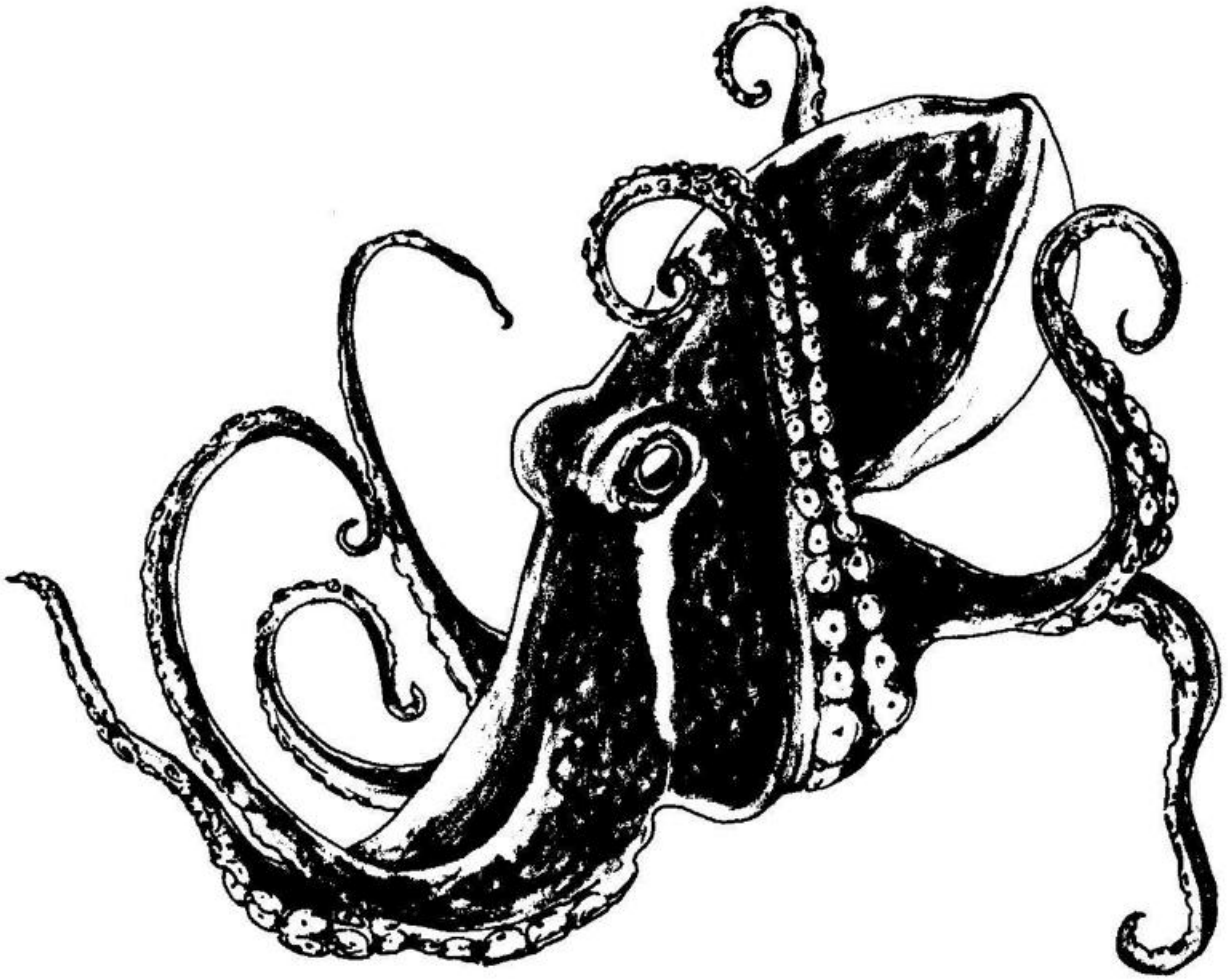
SUNDERLIN, B.J., M. BRENNER, M. CASTAGNA, J. HIROTA, R.W. MENZEL y O.A. ROELS. 1975. Comparative growth of hard shell calms (*Mercenaria mercenaria* and *Mercenaria campechensis* Gmelin) and their F_1 cross in temperate, subtropical and tropical natural waters and in a tropical artificial upwelling mariculture system. *Proc. World Maricult. Soc.* Pp. 171-183.

VERNBERG, J.F., 1972. *Environmental physiology of marine animals.* Springer-Verkag, USA. Pp. 59-232.

WARMKE, G.L. y T.R. ABBOT, 1962. *Caribean seashells.* Livingston Pub, USA. 348 p.

WEBBER, H.H., 1977. Gastropoda: Prosobranchia. En: Guiese C.A. y J. S. Pearse (Ed.). *Reproduction of Marine Invertebrates,* Academic press Inc; UK; Cap. 1; Vol. 4: 1-114.

Pulpo



La pesquería de pulpo del Golfo de México y Caribe mexicano

Manuel Solís-Ramírez
CRIP-Yucalpetén, INP

Recurso pesquero

Dos son las principales especies de moluscos cefalópodos, octópodos que se capturan en aguas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe: *Octopus maya*, Voss y Solís (1966) y *Octopus vulgaris*, Cuvier (1797). La primera es conocida por los pescadores yucatecos como pulpo rojo y la segunda, como pulpo patón.

Octopus macropus, O. briareus, O. burryi, O. joubini y O. defilippi, son otras especies de moluscos octópodos identificadas en aguas mexicanas (Solís-Ramírez, 1992, en prensa). Sin embargo, las dos últimas son sumamente pequeñas y carecen de valor comercial como alimento humano.

Distribución geográfica y ecótica

Octopus maya (Voss y Solís, 1966), se extiende a lo largo del litoral de la península de Yucatán, desde aguas adyacentes a Ciudad del Carmen, Camp., a más allá de Isla Mujeres, Quintana Roo (Solís, 1972 y Van Heukelem, 1977; citados por Solís, 1989). Ha sido encontrada en aguas someras a profundidades de 30 brazas.

La estructura más distintiva de esta especie es un gran lunar café u ocelo localizado entre los ojos y la base de los brazos II y III a ambos lados de la cabeza.

Es una especie endémica, béntica, que habita en aguas someras en praderas de *Thalassia testudinum*, en conchas vacías de moluscos gasterópodos (*Strombus gigas, S. costatus* y *Pleuroploca gigantea*), en neumáticos, latas vacías de conservas y cuevas existentes en las losas de calcita del fondo o entre rocas coralinas distribuidas en manchones, en profundidades de 50 metros.

Los huevos son muy grandes, del orden de los 17 mm de longitud y 4.5 mm de ancho. Estos son fijados en los techos de sus guaridas, en racimos, en número de 300 a 5 000; el número de huevos está en relación directa con las tallas de las hembras (Fuentes *et al.*, 1965; Solís, 1967; Van Heukelem, 1977; Morales y Solís, 1987; Seijo *et al.*, 1989; Pech y Solís, 1989). El desarrollo embrionario es directo, por lo que las crías al brotar presentan características de un adulto en pequeño.

Solís (1967) registra desoves en la Bahía de Campeche en diciembre, 1964; y en enero y febrero de 1965. Datos de capturas y estudios de fecundidad (Solís, 1967; Morales y Solís, 1987; Pech y Solís, 1989) indican también desove estacional en el Banco de Campeche, con un pico en noviembre y diciembre. Solís-Ramírez y Chávez (1986) mencionan una longevidad de aproximadamente 18 meses, en tanto que Van Heukelem (1976, 1977) la fija entre 8 y 12, en condiciones de cautiverio.

Octopus vulgaris; Cuvier, 1797, es una especie costera que habita a 150 m de profundidad (Robson, 1929). Vive en aguas con temperaturas entre 6° y 33°C, aunque es más común entre los 10° y 30° y tolera salinidades entre 32 y 40 ppm (Van Heukelem, 1983). Su ciclo vital o longevidad fluctúa entre 12 y 24 meses. Como consecuencia de sus huevos, que son pequeños (2 mm), su desarrollo embrionario es indirecto, pasando por una fase larvaria y que forma parte del plancton de uno a tres meses, antes de adoptar vida béntica. Es una especie ampliamente distribuida en mares tropicales y templados del mundo (cosmopolitas).

Reproducción y crecimiento

Los pulpos, independientemente de la especie a que correspondan, presentan dimorfismo sexual; es decir, que el macho se distingue de la hembra por presentar uno de sus brazos (el tercero de la izquierda tomando como referencia el par de ojos con la porción globosa del manto hacia el observador y contando en el sentido de las manecillas del reloj) diferente a los otros siete, el cual actúa como órgano intromitente y es denominado hectocotilo, éste es más corto que sus vecinos y termina en una especie de cuchara llamada lígula cuya forma es única para cada especie; a lo largo de este brazo y desde su base corre una especie de membrana de color blanco, a través de la cual se desplazan espermatóforos o paquetes de espermatozoides, que son introducidos a la hembra por la abertura paleal, próxima al llamado sifón donde el esperma fecundará los óvulos alojados en el llamado ovario, de forma esférica, cuyo volumen máximo puede ser similar al de una pelota de tenis y estar en relación directa con el tamaño del ejemplar.

Morales y Solís (1987) establecen cinco etapas de desarrollo del ovario: I) Inmadura. Ovario demasiado pequeño, de color blanco lechoso y difícilmente visible a simple vista; II) En desarrollo. Ovario en proceso de crecimiento, de tamaño visible, de color ligeramente amarillento y huevecillos pequeños; III) En expansión. Ovario de regular tamaño, color amarillento y huevos grandes con estrías en la cubierta o corión; IV) Totalmente expandidos. A tal grado que la membrana del ovario se rompe al menor contacto con los dedos, huevos turgentes, maduros y sin estrías; V) Desovada. Huevos escasos, gónadas flácidas con líquidos residuales, a veces poco o nada visibles.

Los huevos de la etapa IV son depositados por la hembra en los techos de sus guaridas (oquedades, conchas vacías de caracoles, envases vacíos de conservas o de pinturas, etc.) y después de 45 a 55 días (Solís, 1967) brotan o eclosionan las crías, que en el caso de *Octopus maya*, son cual adultos en pequeño, anatómica y fisiológicamente hablando, en lo general, ya que muestran cambios de color y de textura del cuerpo, expelen tinta, reptan y se alimentan por sí solos desde el primer día (Fuentes *et al.* (1965), Solís, *op. cit.*, 1967b).

Es interesante destacar que el pulpo hembra, durante el periodo de incubación, actúa como la madre más abnegada del reino animal, ya que

rechaza todo tipo de alimento, no come, pero sí está vigilante de diversos enemigos que están esperando un descuido para poder comerse los huevecillos; además, con los brazos dispuestos en forma de canasta, mueve constantemente los racimos de huevos y con la ayuda del sifón les arroja agua a presión, cual manguera, para evitar la acumulación de detritus sobre el corión o cubierta del huevo y con ello un posible ataque de microorganismos con resultados nada halagüeños. Una semana o unos días después de la eclosión, muere la hembra de inanición (Solís-Ramírez, 1991b).

La fecundidad de *Octopus maya* fluctúa entre 1 500-2 000 huevos por ovario maduro (Solís-Ramírez, 1967b; Morales y Solís-Ramírez, 1987; Seijo *et al.*, 1990). Sin embargo, Pech-Pat y Solís-Ramírez (1989) examinaron ovarios cuyo número mínimo de huevecillos fue del orden de 680 y el máximo de 3 600, respectivamente, cifra esta última que se aproxima a la determinada por Van Heukelem (1977), quien reporta un ejemplar con 5 000.

El crecimiento del pulpo ha sido estudiado con más precisión en laboratorio debido a que estos moluscos carecen de estructuras duras, como es el caso de las escamas, huesos u otolitos de los peces. Clark (1966) ha intentado determinar crecimiento mediante el examen de las mandíbulas o pico de loro de estos cefalópodos y más recientemente se está tratando de utilizar los llamados estatolitos, pequeñas estructuras de función similar a la de otolitos, pero cuya técnica de estudio requieren de equipo de alto costo, como es el microscopio electrónico. Solís (1967 a y b) realiza estudios de mantenimiento y crianza de *Octopus maya*, de los cuales se enteran investigadores como Van Heukelem (1975, 1977) quien logra su cultivo experimental, desarrolla 4 generaciones a partir de 2 000 huevos que Solís le ayuda a colectar en la Bahía de Campeche y determina tallas y peso de este octópodo en diversas etapas de su ciclo de vida (Tabla 1).

Tabla 1
Tallas y peso de *Octopus maya* en cultivo

Edad (meses)	Peso (gr)	Evento
3.0	15	Diferenciación sexual externa
6.0	846	Primer apareamiento
8.5	3 000	Desove
9.7	2 872	Muerte por vejez

FUENTE: Según Van Heukelem, 1975.

El crecimiento depende del tamaño, edad y alimento ingerido. Van Heukelen (1977), por ejemplo, encuentra que *Octopus maya* crece más rápido en temperaturas de 30°C, ya que ingiere el doble de alimento que cuando es criado en 20°C. Además, si se alimenta a ambos grupos ad libitum, la temperatura no afecta su eficiencia de conversión alimenticia, que fue del orden del 40% para ambos grupos.

Solís (1967) examinó el contenido estomacal de 47 ejemplares de *Octopus maya* y encontró en todos ellos fragmentos de esoesqueletos de crustáceos, los cuales podrían ser identificados taxonómicamente y ocho del total contenían escamas de peces. Moluscos bivalvos y gasterópodos fueron también reportados como posible alimento al encontrar sus conchas vacías en el borde de las bocas de las guaridas de los pulpos.

Octopus maya es un depredador activo, de nivel máximo. Se alimenta de numerosos invertebrados, especialmente crustáceos y muchas es-

pecies de peces, así como también otros cefalópodos (Voss, 1983) y a la vez es comido por peces grandes (*Epinephelus* spp., *Scomberomorus* spp., *Rhizoprionodon* spp., *Lutjanus* spp., etc.) constituyendo un gran porcentaje de su dieta (Solís, 1967).

Unidad de pesca

En la península de Yucatán, los pulpos son capturados por dos tipos de flota, la artesanal o flota menor (18-31 pies de eslora) y la mayor (40-72 pies de eslora). Los viajes duran un día en el caso de la primera y 15 a 20 los de la segunda.

En aguas veracruzanas, los pescadores del molusco utilizan, por día, embarcaciones menores (25 pies de eslora), con motores fuera de borda.

El número de pescadores que participan en la extracción de este recurso fluctúa entre 7 000 y 10 000 en aguas del litoral de Yucatán, de los cuales entre 5 000 y 7 000 operan a bordo de la flota artesanal y 2 000 a 3 000 lo hacen en la flota mayor.

La capacidad de bodega de las embarcaciones menores fluctúa entre 300 y 500 kg, en tanto que la de la flota mayor oscila entre 5 y 12 toneladas de producto. De un total de 384 embarcaciones de la flota mayor, de las cuales 363 son demersales, 11 camaroneras, 9 atuneras y una de investigación, un promedio de 200 a 225 participan en la captura de pulpo, por temporada. En tanto que la flota menor, integrada por 2 500 unidades (Del. Fed. de Pesca de Yucatán), participa casi toda. El ingreso del pescador varía de acuerdo con la ley de la oferta y la demanda y existen por lo menos dos sistemas generalizados de pago, en el caso del pulpo: *1)* A la parte, mismo que se aplica a los pescadores de costa y que consiste en dividir el valor de la captura en partes, tales como: embarcación y motor, uno a tres pescadores (según el número de alijos o "cachitos") y patrón (éste recibe normalmente un porcentaje mayor que el de los pescadores); y *2)* A los pescadores de la flota mayor (7 en promedio) se les pesa su pesca a bordo del barco nodriza (dos veces por día) y al llegar a puerto, el patrón les paga conforme a un precio prestablecido por kilogramo, descontando el costo de sus alimentos durante el viaje y el anticipo o dinero a cuenta que se les da para sus familias.

Métodos y artes de pesca

Las artes de pesca empleadas en el litoral mexicano del Atlántico para la captura de pulpo han sido descritas por Solís (1962, 1967a, 1975, 1988, 1991), Solís y Chávez (1986) y Arreguín-Sánchez *et al.*; (1987). En este caso se mencionan:

Gareteo

Originalmente practicado por pescadores campechanos, se basa en dejar una embarcación pequeña a la deriva, de tal manera que por efecto del viento y las corrientes se avance arrastrando en el fondo marino crustáceos diversos como carnada: "cangrejo moro" (*Menippe mercenaria*), "jaiba" (*Callinectes* spp.), "cangrejo araña", "juan soldado o maaxkil" (*Libinia dubia*), atados a uno de los extremos de una línea o cordel de hilo de nylon núm. 18 y piezas de plomo (entre 100 a 250 g) para asegurar que no floten, para lo cual varía el número de piezas según la profundidad de la operación y la intensidad de vientos y corrientes.

Las líneas penden en número variable de un par de pértigas o "jimbas" de bambú colocadas

a proa y popa de la embarcación. Es así como al pasar la carnada cerca de un pulpo al acecho y éste la atrapa, el pescador observa ligera tensión en el cordel y procede de inmediato a cobrar la línea y cuando está próxima a la superficie del agua, se inclina y con la mano libre toma al cefalópodo por el manto (conocido como "montera" o "cabeza"); suelta la línea al agua y con una mano apoya al molusco en la borda de la lancha y con la otra le hace un corte ligeramente inclinado entre ambos ojos, donde se ubica el sistema nervioso central alojado en una cráneo cartilaginoso, muriendo el especimen al instante. En Campeche, es práctica general el que la actividad la lleven al cabo desde una lancha de fibra de vidrio uno o dos pescadores, quienes emplean unas 20 ó 25 líneas pulperas y la profundidad de pesca se ubica entre las 3 y 5 brazas, con la costa a la vista.

En Yucatán, las embarcaciones artesanales (costa) de 18-24 pies de eslora y las mayores (10 o más toneladas) funcionan como nodrizas. Las primeras emplean uno o dos "alijos", pangas de 9 pies de eslora y las segundas cuatro a ocho (en promedio 7) de 11 pies. Marrufo y Rivero (1992) comentan la problemática de la relación carnada-captura en la pesquería del pulpo en aguas adyacentes a San Felipe, Yuc., destacando que en esa área abunda un "cangrejo araña" (*Libinia dubia*), conocido en la región como "juan soldado" o "maaxkil" que, sin embargo, es insuficiente para atender la demanda de esta carnada por los pescadores del oriente, por lo que al tener el antecedente de existencia de otras como: "jaiba", cangrejo, cabeza de langosta *Panulirus argus* (cefalotorax), llevan al cabo un estudio de capturabilidad de *Octopus maya* y, teniendo como carnada base al cangrejo maaxkil, escogen tres zonas de las más productivas y concluyen que: según el análisis porcentual, el cangrejo (B) es la carnada que reúne las condiciones óptimas para ser utilizada, por haber sido la que obtuvo las mayores capturas a profundidades que fluctuaron entre las 6 y 8 brazas, entre las 11:00 y 12:00 hrs.

Buceo

Este método, no obstante ser ilegal (Diario Oficial de la Federación del 3 de diciembre de 1984), es practicado en forma irresponsable en la península de Yucatán y el pulpo fresco que se comercializa en Veracruz, Ver., es extraído mediante buceo libre por socios de la cooperativa "Antón Lizardo" (como pesca alternativa de la almeja blanca), quienes emplean un bichero que consta de una vara de aproximadamente 1.5 m, a la cual se asegura una pieza de alambrón de 3/8 de grosor de unos 50 cm de longitud y cuyo extremo libre se dobla en forma de gancho.

Entre 11 y 13 pescadores se desplazan a bordo de lanchas de unos 25 pies de eslora hacia los "bajos" de los arrecifes adyacentes a la población de Antón Lizardo. La profundidad de buceo varía según la marea, si es alta (pleamar) es de 2.5 m y el pescador utiliza patas de rana; si es baja (bajamar) puede ser de 1 m o menos, y si es muy baja, entonces el pescador camina sobre el arrecife empleando zapatos de suela de hule. Cada buzo usa la llamada "rastra", la cual consiste en una pieza de madera dura en forma de aguja costalera de unos 50 cm de longitud, uno de cuyos extremos es de forma puntiaguda en una extensión de 10 cm y el otro es redondeado, con un agujero por el cual se hace pasar uno de los extremos de un cabo de polipropileno y al otro se ata una boya. La rastra la utiliza cada buzo para ir juntando los ejemplares capturados, para lo cual introduce el extremo agudo por el sifón, lo corre por el cabo y la abandonan hasta que un nuevo

octópodo es atrapado; entre tanto, la boya evita que el pescador pierda la rastra de vista.

Con base en el conocimiento del comportamiento del octópodo, se han experimentado otros métodos de pesca, entre ellos: carnada artificial (cangrejo tipo moro, de plástico), ollas japonesas (plástico), cántaros de arcilla (nunmarellas) y tubos de PVC sanitario de 15 cm de diámetro (palangres pulperos).

Régimen de pesca

La base de operación de la flota mayor de la pesquería de pulpo se ubica en el puerto de abrigo de Yucalpetén, Yuc., y si se incluyen dentro de esta categoría a las embarcaciones de 40 pies de eslora, puede entonces mencionarse que éstas tienen su base en los puertos de Celestún y Telchac.

La flota menor tiene su base en el caso de Campeche, en los puertos de Isla Aguada, Champotón, Seybaplaya, Campeche e Isla Arenas; en Yucatán se ubica a lo largo de su litoral: Celestún, Sisal, Progreso, Telchac Puerto, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo, respectivamente. Por último, en el estado de Veracruz, la flota pulpera artesanal se localiza en Antón Lizardo y Tuxpan.

El número de viajes de las flotas menor y mayor es afectado por factores relacionados con días de descanso obligado (domingos), inestabilidad atmosférica, mercado (sobreoferta), reclutamiento (abundancia de tallas menores a la autorizada), etcétera.

Seijo *et al.* (1987), basados en datos de muestreo biológico y de captura de la temporada 1985, en el estado de Yucatán, informan que la flota artesanal alcanza su máximo rendimiento económico en la segunda quincena de septiembre, para un nivel de esfuerzo acumulado de 38 980 días efectivos de pesca y una captura acumulada de 2 829 toneladas, en tanto que la flota mayor los alcanza en la segunda quincena de noviembre, con un esfuerzo de 6 936 días efectivos de pesca y una captura acumulada de 2 433 toneladas.

Las áreas de captura del recurso pulpo se localizan a todo lo largo de la península de Yucatán. En el caso de la flota artesanal, desde Isla Aguada, Camp., hasta I. Holbox, Q. Roo. Sin embargo, en el caso de la flota mayor, se ha observado que el área de mayor concentración de la flota se ubica hacia el oriente de Yucatán, de Punta Yalkubul a Cabo Catoche.

Regulación

Con base en investigaciones de Solís (1962, 1967), a partir de 1972 se estableció con carácter experimental una veda anual del pulpo del 16 de noviembre al 31 de julio, cuyo propósito era proteger a los juveniles en la época de menor intensidad reproductora y a las hembras en periodo de incubación. Más tarde, el procesamiento y análisis de 20 200 datos de muestreo del octópodo, realizados por Solís de 1974 a 1983, sirvieron de base para sendos acuerdos firmados por los titulares de la Secretaría de Pesca y la de Desarrollo Urbano y Ecología, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre y el 3 de diciembre de 1984, en los que establecen una "Veda que incluye del 16 de diciembre al 31 de julio, una talla mínima de 110 mm y la prohibición del buceo con gancho en la captura del pulpo" (Solís, 1988).

Seijo *et al.* (1987), aplican un modelo de simulación bioeconómica a datos de muestreos bioló-

gicos de la temporada de captura de 1985 y recomiendan modificar el periodo de veda anterior iniciando la temporada de pesca el 1o. de septiembre en vez del 1o. de agosto y dándola por terminada el 31 en lugar del 15 de diciembre.

Es de hacer notar que en el caso de Veracruz, desde 1978, pescadores de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera: "Almejeros, Pulperos, Pescadores de la Sonda y Similares de Antón Lizardo", SCL han solicitado: "se determine la aplicación de una veda, tomando en cuenta la temporada en que está con hueva, que es del 1o. de abril al 31 de julio y la temporada en que se encuentra de cría, que son los meses de agosto, septiembre y octubre."

Entidad productora

Participan en la captura del octópodo, en el caso de Yucatán, el sector social representado por 28 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) y 44 Sociedades de Producción Pesquera Rural (SPPR), con un total de 2 991 socios (23% de la PEA) y el sector privado contribuye con el 77% restante. (Del. Fed. de Pesca, 1991).

La descarga de la captura en el caso de la flota menor, se realiza a lo largo del litoral de la península de Yucatán, ya sea directamente en plantas de recepción, o bien, en camiones de carga o camionetas con hielo para su transporte posterior a las plantas procesadoras. En tanto que la flota mayor desembarca su producción particularmente en los puertos de Yucalpetén y Celestún.

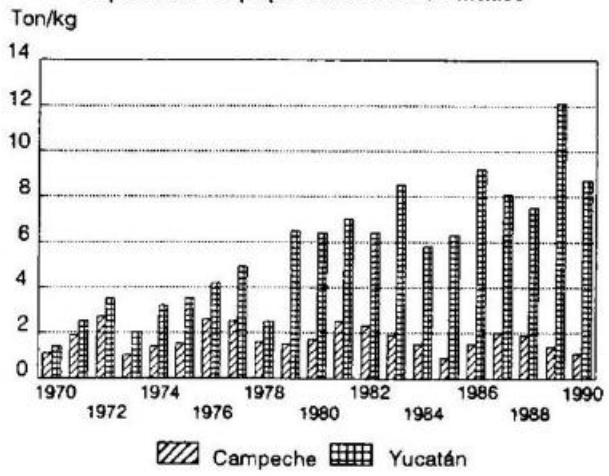
De la captura desembarcada, 0.43% se consume a nivel local, 48.5% a nivel nacional, 49.4% en el Distrito Federal y solamente se exporta el 1.71%.

Captura

La explotación del recurso pulpo en la península de Yucatán se inicia en Campeche, Camp., donde en 1949 se registran 50 toneladas y en 1960, al sumarse a la actividad los puertos de Seybaplaya y Champotón, se incrementa a 307. Alcanza mayores volúmenes en 1965 (1 371 toneladas), 1969 (2 038), 1972 (2 662), 1977 (3 461). A partir de 1978 la captura muestra una tendencia hacia el decremento y no alcanza a igualar, por lo menos, su máximo registro de pesca (1977) (Fig. 1).

Figura 1

Explotación de pulpo en el Golfo de México



En 1970, como consecuencia de uno de los fuertes decrementos sufridos por la pesquería en Campeche, los pescadores de la entidad incursionan en aguas adyacentes a Celestún, Yuc., donde se registran en ese entonces 304 toneladas del cefalópodo, dando así inicio a la explotación del recurso en Yucatán y como resultado de una campaña de extensión pesquera se logra incorporar a la actividad a los puertos de la entidad, con

lo cual no sólo se diversifica la pesca sino también se reduce el esfuerzo aplicado a la especie mero (Pisces, *Epinephelus morio*), misma que constituye la principal pesquería de este estado (Tabla 2). Aunque, como en el caso de Campeche, se presentan decrementos periódicos, la tendencia general de la captura es hacia el incremento y destacan tres muy significativos: 1975 (los ocho puertos de Yucatán registran pulpo); 1983 (incorporación de la flota mayor) y 1989 (como consecuencia del impacto del huracán Gilberto en la región y conforme al comportamiento de desarrollo embrionario de *Octopus vulgaris*), como puede observarse en la Figura. 1 (Solís-Ramírez, 1991a).

En el caso de Quintana Roo, no obstante que la flota mayor de Yucatán opera en su porción nororiental (I. Holbox-Cabo Catoche-I. Contoy), la captura de pulpo fue errática entre 1980 y 1988. Sin embargo, a partir de 1989 muestra una marcada tendencia hacia el incremento (Tabla 3).

En Veracruz, se captura pulpo mediante buceo todo el año en la zona arrecifal adyacente a Antón Lizardo y Tuxpan, con un promedio de pesca durante el periodo 1978-1989 de 36 toneladas (Fig. 2). Sin embargo, como consecuencia de una disposición administrativa oficial en la cual las oficinas de pesca y por ende las Delegaciones Federales dejan de tener control sobre las facturas de productos pesqueros y el permisionario se obliga únicamente a entregar los avisos de arribo de los productos recibidos, esta práctica se ha reflejado negativamente en los registros, por lo que en los dos últimos años la pesca anual ha sido del orden de las 7 toneladas.

Tabla 2

Explotación comparada mensual de mero y pulpo en Yucatán. 1989

Mes	Toneladas				Porcentaje		
	Mero	Pulpo	Otras	Totales	Mero	Pulpo	Otras
Enero	1 023		1 024	2 047	49.98	0.00	50.02
Febrero	1 178		1 034	2 212	53.25	0.00	46.75
Marzo	1 285		988	2 273	56.53	0.00	43.47
Abril	1 023		746	1 769	57.83	0.00	42.17
Mayo	1 242		668	1 910	65.03	0.00	34.97
Junio	809		910	1 719	47.06	0.00	52.94
Julio	951		905	1 856	51.24	0.00	48.76
Agosto	679	1 324	714	2 717	24.99	48.73	26.28
Septiembre	405	2 260	567	3 232	12.53	69.93	17.54
Octubre	408	3 130	578	4 116	9.91	76.04	14.04
Noviembre	434	2 849	638	3 921	11.07	72.66	16.27
Diciembre	881	1 238	651	2 770	31.81	44.69	23.50
Total	10 318	10 801	9 423	30 542	33.78	35.36	30.85

FUENTE: Delegación Federal de Pesca en Yucatán. Secretaría de Pesca.

Tabla 3
Explotación pesquera de pulpo en litoral del Golfo de México y Caribe (toneladas)

Año	Campeche	Yucatán	Q. Roo	Veracruz	Total
1970	1 108	304	0	33	1 445
1971	1 878	618	0	37	2 533
1972	2 621	967	0	33	3 621
1973	1 053	801	0	5	1 859
1974	1 355	1 853	0	22	3 230
1975	1 459	2 000	0	19	3 478
1976	2 569	1 580	8	18	4 175
1977	2 461	2 535	7	21	5 024
1978	1 584	681	24	27	2 316
1979	1 459	5 047	29	37	6 572
1980	1 662	5 507	4	13	7 186
1981	2 396	5 223	8	21	7 648
1982	2 600	4 939	21	43	7 603
1983	1 752	6 690	9	28	8 479
1984	1 506	3 804	—	55	5 365
1985	801	5 533	—	67	6 401
1986	1 525	7 408	13	31	8 977
1987	1 913	6 168	24	30	8 135
1988	2 388	5 610	12	38	8 048
1989	1 412	10 801	70	40	12 323
1990	1 200	7 537	95	7	8 839
1991	1 180	8 454	—	7	9 641

FUENTE: Delegación Federal de Pesca de los estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Veracruz. Secretaría de Pesca.

En resumen, por lo que respecta a la importancia de la explotación de pulpo en el litoral Golfo de México-Caribe, se identifican cuatro entidades: Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, destacando la tercera en mención como la que registra mayor producción, lo cual se explica con base en las innovaciones que han realizado los pescadores yucatecos al incluir alijos en la pesquería de costa e incorporar la flota mayor, normalmente dedicada a la pesca de escama (mero y huachinango), a la captura de estos moluscos cefalópodos, (Fig. 3).

Figura 2
Explotación pesquera de pulpo en Veracruz

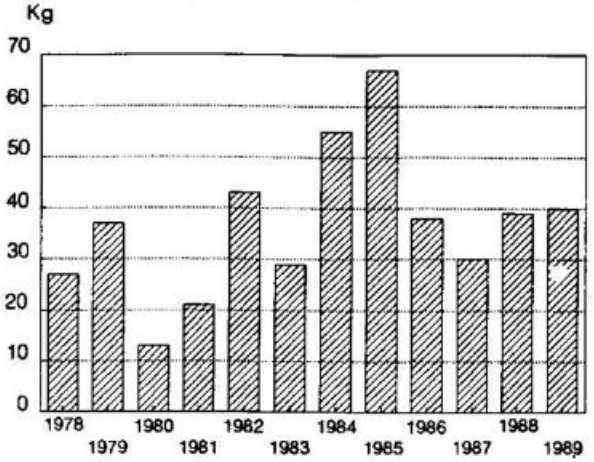
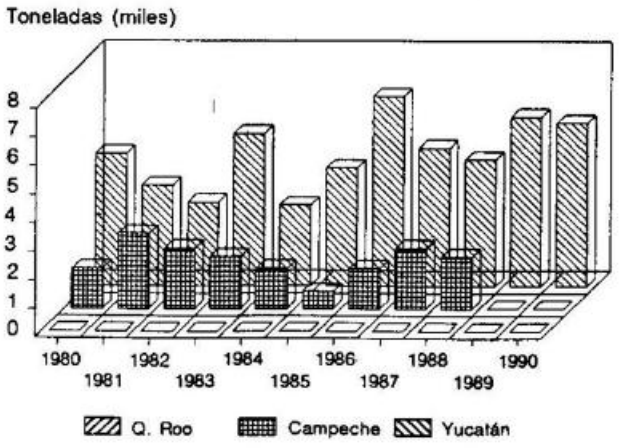


Figura 3
Captura de pulpo en las diferentes regiones



Industrialización

La formas más comunes de procesado industrial del pulpo capturado en Yucatán son: *1)* congela-

ción en cajas de 2 225 kg (con o sin vísceras) y marquetas de 5 kg (con vísceras); y *2)* se someten a un lavado simple y transporta en camas o cajas con hielo, sin desviscerar. Se sabe que parte de la producción de pulpo de la península de Yucatán es enlatada en fábricas de otros estados, como por ejemplo Vermex, en Veracruz, Ver.

En los años setenta se estableció la empresa Conservas de Campeche, S.A., siendo su principal producto el pulpo en su tinta, pero se dejó de enlatar por la dificultad de abasto de la lata tipo "atunero" y la poca demanda de este producto en relación con otros como el "atún", "caracol", etcétera.

Un caso de industrialización casera es el pulpo cocido, desviscerado, que se comercializa por pieza en el mercado municipal de Campeche, Camp., durante la temporada hábil de pesca.

En 1977, una empresa de Celestún, Yuc., industrializó pulpo cocido en forma de flor para una firma japonesa, de la cual recibió asesoría, y la producción obtenida (16 toneladas) la exportó. Desafortunadamente, dicha forma de diversificación industrial no se logró consolidar a causa de la no aceptación del pescador a atender las exigencias de calidad de la materia prima, entre ellas el omitir ejemplares con brazos mutilados, la obligación de mantenerlos en sacos tejidos con hilo seda de pescar y el conservar éstos sumergidos y atados a un costado de la lancha, así como el contar con bodegas de frío para el almacenaje de los productos mientras arribaba a puerto el barco que lo transportaría al Japón, circunstancia que obligaba a mantener en el puerto de Mazatlán al camión equipado con sistema de congelación ("thermoking"), por varios días, con el consiguiente costo para el exportador.

Distribución y comercialización

Canales

La distribución del pulpo, como la de la mayoría de las pesquerías mexicanas, descansa en los intermediarios y mayoristas, sobre todo en estos últimos, quienes se encargan de almacenar y manipular el precio del producto "fuera de temporada" es decir, durante la "veda" del molusco.

La estructura del sistema de distribución se puede apreciar en la figura 4.

Equipo y materiales empleados

El transporte del producto al mercado nacional se efectúa generalmente en camiones para carga, apilándose el pulpo en camas de hielo molido y/o congelado en camiones "thermoking", almacenándose cantidades importantes para su posterior comercialización en los meses en que no hay captura. El pulpo enlatado se distribuye en forma similar a la de cualquier otro producto en conserva.

En cuanto al mercado exterior, el pulpo se transporta congelado en camiones "thermoking" en cajas de cartón parafinado de 5 lbs, desviscerado, y éstas en cajas mayores con capacidad para 50 lbs conocidas como "masters". Se emplean también barcos para carga con sistemas de congelación desde Progreso, Yuc., a puertos de USA tales como Miami, Fla. y Brownsville, Texas, etc. Por último, el transporte aéreo es utilizado para enviar producto fresco en cajas de poliestireno con hielo molido.

Presentación del producto

Fresco (con hielo molido), congelado en cajas de 2 1/4 kilogramos aproximadamente o en marque-

tas de 5 kg (en el caso del mercado nacional el pulpo se empaca con vísceras), cocido (sólo en Campeche, Camp.) y enlatado.

Análisis de la oferta

Al establecerse la veda experimental del pulpo en 1972, quedó fuera la demanda como factor determinante para la captura del molusco, ya que los mayoristas requieren almacenar suficiente producto para atender sus compromisos de abasto durante los meses que no hay pesca legal. Esta situación no permite grandes fluctuaciones en el precio de playa, o sea, el pagado al pescador.

Análisis de la demanda

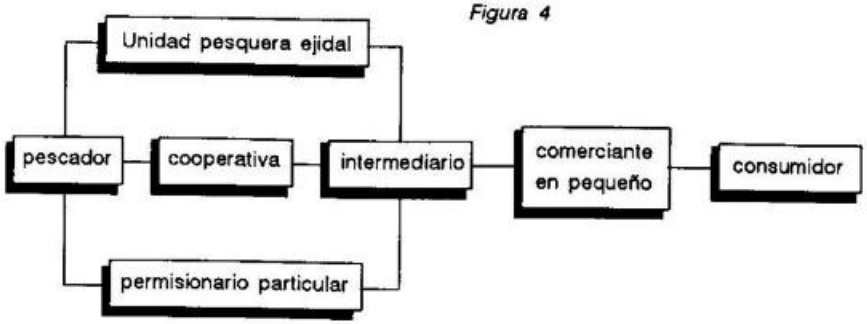
La demanda nacional del pulpo ha aumentado en razón directa a las capturas obtenidas, a través de dos de los más importantes centros de distribución del país: México, D.F. y Guadalajara, Jalisco.

En el trienio 1975-1977 se observaba una tendencia hacia el incremento de la exportación del pulpo, vía el puerto de Progreso, Yuc. Sin embargo, al decir de industriales mexicanos del sureste, la situación ha cambiado de tal forma que tal tendencia ha sido frenada en virtud de no ser competitivo en el mercado internacional el pulpo que se produce en nuestras aguas del Golfo de México y Caribe.

Mercado

El grueso de la captura de pulpo es consumido en el mercado local y nacional, a través de expendios de productos pesqueros, supermercados, restaurantes y cocktelerías.

Figura 4



Las exportaciones del molusco son sumamente reducidas a causa de que los precios de oferta del pulpo capturado en México no son competitivos con los pagados en USA al producto proveniente, por ejemplo, de España.

Industrias conexas

Campeche y Yucatán cuentan con el mayor apoyo en el renglón de industrias conexas a la actividad pesquera, a través de por lo menos 10 fábricas de hielo distribuidas a lo largo del litoral de la segunda entidad en mención, 20 procesadoras de producto congelado y con capacidad amplia de almacenamiento, astilleros y varaderos para construcción y reparación de barcos de fibra de vidrio, hierro y madera; servicios de refacciones, reparaciones y venta de motores fijos y de fuera de borda, a diesel y a gasolina. Así también, se cuenta con por lo menos una fábrica de artes de pesca (Mérida, Yuc.) y otros insumos necesarios para un vigoroso desarrollo de la actividad pesquera.

Infraestructura

La península de Yucatán cuenta con una excelente red de carreteras que comunica a los centros

de producción pesquera con los centros de consumo del país. Yucatán por ejemplo, con sus más de 4 900 kilómetros de carreteras, es uno de los estados mejor comunicados del país; todos sus centros pesqueros están unidos con la capital del estado. Asimismo, cuentan con servicios de agua potable, energía eléctrica, centros educativos, de investigación y de salud.

Se cuenta con servicio de ferrocarril prestado por Ferrocarriles Nacionales de México. Sin embargo, su participación en apoyo a la actividad pesquera es muy limitada, casi nula.

El transporte marítimo permite facilitar la exportación, de igual modo a como actualmente lo hace el aéreo; este último particularmente en lo que se refiere a producto fresco (en hielo).

La región cuenta con puertos pesqueros y de altura, así como terminales pesqueras con prácticamente todos los servicios de apoyo, tales como combustibles, agua, hielo, etcétera.

En el caso de Yucatán, se cuenta con muelles pesqueros con una longitud de atraque de 3 534 m, 18% de los cuales corresponde a Celestún, 2.8% a Sisal, 42.5% a Progreso, 9.3% a Telchac, 14.8% a Dzilam de Bravo, 4.2 a San Felipe, 1.3% a Río Lagartos y 7% a El Cuyo, respectivamente.

Acuacultura

El *tamaño de los huevos* es uno de los cuatro puntos críticos a considerar en cualquier intento de cultivo de pulpo. Los otros tres son: *diseño del sistema* de agua de mar, *alimento disponible* y *calidad del agua*, respectivamente. Existen dos tipos de sistemas: abierto y cerrado. En el primero, se bombea constantemente agua de mar limpia y fresca a los estanques de cultivo, evitando el reciclamiento y con ello, la acumulación de desechos nitrogenados, pero se carece de control sobre la temperatura, salinidad, turbidez y contaminantes diversos. En tanto que un sistema cerrado o de reciclamiento, puede proveer un medio estable y controlable. Los pulpos bentónicos son carnívoros activos que prefieren como presa organismos vivos y en movimiento, por lo que el abastecimiento de este tipo de alimento constituye el mayor esfuerzo de esta biotecnia. Al planear un programa de cultivo, debe preverse el equipo, reactivos y espacio necesarios para los análisis periódicos de calidad del agua: temperatura, salinidad, pH, amonio, nitritos y nitratos (Forsythe, 1987).

Los pulpos presentan dos tipos de estrategias de desarrollo vinculadas al tamaño del huevo: *1)* producción de pocos huevos grandes (6-17 mm de longitud) con crías bentónicas o epibentónicas, semejantes a adultos; o *2)* gran número de huevos pequeños, con escaso vitelo y cuyas crías son muy pequeñas y con vida planctónica temporal (véase revisión de Boletzky, 1974). Varias especies con huevos grandes han sido criadas a través de todo su ciclo de vida con relativa facilidad (Tabla 4), entre los cuales destaca *Octopus maya* originario de la costa occidental del Atlántico en lo general y de la península de Yucatán, México en lo particular, cuya descripción taxonómica por Voss y Solís, 1966 fue posible gracias a los estudios en laboratorio realizados por Fuentes, Solís y de la Garza (1965) y Solís (1967 a, b) en sistemas cerrados (rudimentarios) y abiertos, los cuales permitieron obtener información de su ciclo de vida, particularmente de los periodos críticos de desarrollo iniciales (Boletzky y Hanlon, 1983).

Además, se considera que esta especie es potencialmente ideal para cultivo comercial, dado que investigadores como Hanlon, Forsythe y Van Heukelem, entre otros, no han encontrado parásitos que los afecten y las enfermedades son poco alarmantes, excepto cuando la calidad del agua es alterada, o cuando sólo se dispone de alimento muerto para su dieta y se incrementa el canibalismo. Como otras especies de octópodos cuyo cultivo se ha intentado, únicamente se alcanza el éxito cuando se cuenta con una provisión suficiente de alimento vivo, principalmente crustáceos como cangrejos, camarones, etc. Algunos pulpos han sido mantenidos a base de alimento muerto (artificial) por largos periodos, pero su crecimiento ha sido mínimo. El reto de esta biotecnia está en lograr un tipo de alimento artificial, barato, que permita cultivar (de huevo a adulto) a lo largo de su ciclo de vida a estos octópodos, ya que hacerlo con alimento vivo no sería redituable. Lee *et al.*, (1991) ha logrado en este intento un producto artificial que ha sido aceptado por calamares, más no por pulpos.

Dinámica poblacional

El estudio de la dinámica de poblaciones de un recurso está gobernado por una serie de parámetros, los unos internos de la especie (fisiológicos) y los otros externos a la misma (ecológicos), a los que se agrega la actividad pesquera. De gran importancia es el conocimiento de su estructura en unidades de población, ya que podría ocurrir que al trabajar en un área geográfica dada se estuvieran estudiando conjuntamente dos unidades que, aun tratándose de la misma especie, pudieran tener parámetros biológicos diferentes.

García-López (1990), con base en el proceso y análisis de 2 867 datos de muestreo biológico

Tabla 4
Cría y mantenimiento de pulpo en laboratorio

Especie	Sistema	
	Abierto	Cerrado
Octopus briareus	5, 6, 7, 8	8
Octopus cyanea	9, 10, 19	
Octopus defilippi	11	31
Octopus dofleini martini	12, 13	
Octopus Joubini	14, 15, 16	32, 33, 34, 35
Octopus macropus	17	37
Octopus maya	18, 19, 20	38
Octopus salutii	21	
Octopus tetricus	22	
Octopus vulgaris	23, 24, 25, 26	37, 40, 23, 41
Octopus ocellatus		17
Octopus rubescens		39
Octopus burryi		30
Eledone moschata	3	
Eledone. cirrhosa	2	28
Hapalochaena maculosa	4	
Hapalochaena lunulata		29
Bathypolypus arcticus	1	

REFERENCIAS: (1) Malacaster, 1976; (2) Mangold y Boucher-Rodoni, 1973; (3) Boletzki, 1975; (4) Tranter y Augustine, 1973; (5) Messenger, 1963; (6) Borer, 1971; (7) Wolterding, 1971; (8) Hanlon, 1975 y 1977; (9) Wells y Wells, 1970; (10) Van Heukelem, 1973; (11) Grimpe, 1928. (12) Gabe, 1975; (13) Marliave, 1981; (14) Boletzki y Boletzki, 1969; (15) Thomas y Opresko, 1973; (16) Opresko Thomas, 1975; (17) Voss y Phillips, 1957; (18) Walker *et al.*, 1970; (19) Van Heukelem, 1976; (20) Van Heukelem 1977l; (21) Mangold-Wirz, *et al.*, 1976; (22) Joll, 1976 y 1977; (23) Itami, *et al.*, 1963; (24) Nixon, 1966; (25) Altman y Nixon, 1970; (26) Mangold y Boletzky, 1973; (27) Boletzky, 1976; (28) Boyle y Knobloch, in press; (29) Overath y Boletzky, 1974; (30) Hanlon y Nixon, 1980; (31) Hanlon, 1980; (32) Mather, 1972; (33) Bradley, 1974; (34) Forsythe y Hanlon, 1980; (35) Forsythe y Hanlon, 1981; (36) Forsythe, 1981; (37) Taki, 1941; (38) Solís, 1967; (39) Warren et al., 1974; (40) Vevers, 1962; (41) Hirayama, 1966.

del pulpo de costa (*Octopus maya*), de la temporada 1985 en Yucatán, cuyas tallas y pesos, fluctuaron entre 100 y 225 mm (longitud del manto) y entre 100 y 2 500 g, respectivamente, concluye:

> Las tres zonas estudiadas (occidente, central y oriente) constituyen una sola población y los valores determinados mediante la aplicación de la prueba de Games y Howell, no presentan un patrón definido que indique que al menos una de las áreas seleccionadas es diferente a las otras y además dichas diferencias pueden ser atribuidas a los efectos de la pesca. Sin embargo, estos resultados se consideran únicamente válidos para los parámetros analizados ($W\infty$, $L\infty$, K y W/L) y deberán ser validados a través de datos a obtener del hábitat del molusco (temperatura, salinidad, dirección e intensidad de corrientes marinas, etc.), o mediante análisis cuantitativo de proteínas, isoenzimas y cargas eléctricas que pudieran marcar un patrón definido a lo largo de la costa, de manera que sea factible confirmar o rechazar lo aseverado.

Edad y crecimiento

Los estudios de edad y crecimiento constituyen la más importante tarea en dinámica poblacional, ya que de su conocimiento depende la adecuada estimación de la biomasa disponible para la pesca.

A diferencia de los peces, el pulpo carece de estructuras rígidas que permitan la observación de marcas de crecimiento, por lo que algunos autores han experimentado con las mandíbulas (Clarke, 1965) y estatolitos (Wodinsky, 1977), sin haber verificado aún su utilidad práctica.

Como lo hacen otros cefalópodos, *Octopus maya* crece muy rápido. La mayoría de los estudios de crecimiento en laboratorio se han basado en el peso de los ejemplares, mientras que en el campo, por razones prácticas, se ha usado la longitud. Forsythe y Van Heukelem (1987) demostraron que cuando los datos en peso muestran claramente las dos fases de patrones de crecimiento en pulpos, exponencial-logarítmica, los datos de longitud podrían ser igualmente bien ajustados por una ecuación lineal, especialmente durante la fase logarítmica. Aun cuando las medidas de longitud pueden ser más fáciles de obtener, las de peso son más apropiadas en estudios de pesquerías, ya que la captura y el rendimiento son también medidos en peso. Por tanto, cuestionan la aplicación del modelo de von Bertalanffy en la modelación del crecimiento, sugiriendo el uso de estimadores de una tasa instantánea de crecimiento (G) con la forma:

$$G = \frac{Ln\ W_2 - Ln\ W_1}{t_2 - t_1} \times 100$$

donde W corresponde a unidades de peso y t a intervalos de tiempo sucesivos, de tal forma que G expresa el porcentaje de incremento en peso por unidad de tiempo. Sin embargo, por lo que se refiere al estudio de recursos pesqueros, esta ecuación presenta dos grandes inconvenientes: *1)* dificultad para efectuar este tipo de mediciones en poblaciones naturales y *2)* la complejidad de introducir G a modelos de rendimiento (Solís-Ramírez *et al.*, 1992, en prensa).

Arreguín-Sánchez (1989), al hacer mención de varias publicaciones basadas en trabajos de laboratorio (Hanlon y Forsythe, 1985; Forsythe y Van Heukelem, 1987; Hanlon, 1987), comenta que la ecuación de von Bertalanffy puede no ser la mejor para aplicar a estudios de crecimiento de pulpo, pero al no existir por ahora una mejor alterna-

tiva, se asume como válida. Es así como ha sido utilizada para describir el crecimiento de *O. maya* con base en datos de composición por tallas (longitud del manto) de las capturas comerciales, aplicando diferentes métodos analíticos (Tabla 5): Solís y Chávez (1986) emplean el método de Cassie (1954); Solís *et al.*, (1991), Arreguín-Sánchez (en prensa, a) y Zambrano y Arreguín-Sánchez (en prensa) utilizan ELEFAN (Gayanilo *et al.*, 1988); Arreguín-Sánchez *et al.*, (en prensa, a) analizan comparativamente ELEFAN, Bhattacharya (1967), MIX (MacDonald y Pitcher, 1979); SCLA (Shepherd, 1987a); PROJMAT (Rosemberg *et al.*, 1986; Shepherd, 1987b; Rosemberg y Beddington, 1988; Basson *et al.*, 1988). Según Solís *et al.*, (en prensa), las fuentes de variación de las estimaciones obtenidas pueden tener origen en la variabilidad natural y aquella asociada a los métodos de estimación. A manera de comparación, en el marco de una figura muestran la dispersión de valores de ø (Pauly y Munro, 1984) como un índice del patrón de crecimiento donde es fácil reconocer valores extremos derivados de los métodos de Cassie ("sobrestimados") y de Bhattacharya y MIX ("subestimados"), mientras que métodos como el ELEFAN, SCLA y PROJMAT muestran un patrón de distribución claro, con los intervalos de variación siguientes: $210 \leq L\infty$ (mm) ≤ 260; y $0.9 \leq K$ (anual) ≤ 1.4, los cuales pueden ser considerados como adecuados para la población de *O. maya*.

Sobre diferencias sexuales en el crecimiento, Solís y Chávez (1986) y Arreguín-Sánchez *et al.*, (en prensa, a) analizan datos de la temporada 1980 y encuentran tendencias que sugieren tasas de crecimiento similares, alcanzando los machos tallas un poco mayores que las hembras; sin embargo, debido a que la estimación de $L\infty$ por los métodos empleados por dichos autores son sensibles a las tallas máximas presentes en las muestras, es probable que la tendencia observada sea producto del comportamiento reproductivo y la poca accesibilidad de las artes de pesca a las hembras durante el periodo de reproducción.

Tabla 5
Estimación de edad y crecimiento de *Octopus maya*

Año	K	L∞	Ln. L∞	Sexo	Método	Ref.
1980	0.2632	230	5.438	ambos	CASSIE'54	1
1980	1.0000	250	5.521	ambos	ELEFAN'88	2
1980	1.2000	230	5.438	ambos	SLCA	2
1980	0.7000	260	5.561	ambos	PROJMAT	2
1980	0.9000	250	5.521	hembras	ELEFAN'88	2
1980	0.9000	270	5.598	hembras	SLCA	2
1980	0.7000	260	5.561	hembras	PROJMAT	2
1980	1.0000	250	5.521	machos	ELEFAN'88	2
1980	1.0000	270	5.598	machos	SLCA	2
1980	0.8000	260	5.561	machos	PROJMAT	2
1983	1.1100	218	5.384	ambos	ELEFAN'86	3
1984	1.3000	238	5.472	ambos	ELEFAN'86	3
1985	1.1200	237	5.468	ambos	ELEFAN'86	3
1986	0.9000	220	5.394	ambos	ELEFAN'86	3
1987	1.2000	219	5.389	ambos	ELEFAN'86	3
1988	1.2000	216	5.375	ambos	ELEFAN'86	3
1988	1.1250	270	5.598	ambos	ELEFAN'86	4

FUENTE: Arreguín-Sánchez *et al.*, 1991.

Mortalidad

El estudio de la mortalidad en el pulpo ha sido abordado por Solís y Chávez (1986), quienes al analizar datos de muestreo biológico de la temporada 1980, determinan la participación de las clases de edad estimadas cada mes en las capturas de igual periodo, utilizando un procedimiento de aproximación simple reconstruyendo la población virgen. Arreguín-Sánchez *et al.*, (en

prensa, b) aplican el análisis de población virtual (APV) sugerido por Jones (1974, 1981) a datos de las temporadas del periodo 1983-1988; mientras que Zambrano y Arreguín-Sánchez (en prensa) obtienen estimaciones de mortalidad natural (M) para el periodo 1983-1989, así como de mortalidad por predación del pez serránido conocido como "mero" (*Epinephelus morio*).

Asociada a las variaciones en la mortalidad natural y por pesca, la tasa de explotación (E) muestra mayor variabilidad en individuos menores (reclutas y preadultos) y la proporción de muertes por pesca (E = F/Z) es mayor en tallas pequeñas, mientras que dicha proporción con respecto a la abundancia relativa (E' = Eæ1-Sâ) tiende a aumentar con la edad.

Tamaño de la población

Aunque las técnicas utilizadas por Solís y Chávez (1986) y Arreguín-Sánchez *et al.* (en prensa, b) no permiten obtener estimaciones confiables de la magnitud del recurso en términos absolutos, amén de los problemas causados por la propia variabilidad de la población, los patrones de variación interanual y dentro de cada temporada son claros y el comportamiento es similar. En ambos casos, la abundancia de la población y su variabilidad éxpresada por la desviación estándar, decrece con la talla (edad) (Solís *et al.*, en prensa).

Reclutamiento

La disponibilidad del recurso depende del éxito de la reproducción, la cual depende en el caso del pulpo, de la cantidad de hembras que sobrevivan de la temporada de pesca y de las condiciones ambientales que faciliten el crecimiento y supervivencia de las etapas tempranas de desarrollo.

El conocimiento de los procesos de reclutamiento en la población de pulpo *O. maya* es prácticamente nulo. Solís y Chávez (1986) obtienen de manera indirecta una aproximación de los patrones estacionales para la temporada 1986 suponiendo que la población se encuentra en estado estacionario y que el reclutamiento es descrito por el modelo de Richter (1954). Sin embargo, aclaran que se requiere de un mayor esfuerzo de investigación para alcanzar niveles de confiabilidad más precisos.

Rendimiento

Resultados de estimaciones obtenidas por Solís y Arreguín-Sánchez (1984) y por Arreguín-Sánchez (1987, 1991), al aplicar modelos globales de rendimiento basados en la teoría de Schaefer (1954, 1957), sugieren un nivel de rendimiento máximo sostenible (RMS) cercano a las 8 000 toneladas (t). Sin embargo, variaciones asociadas al reclutamiento permiten estimar diferencias del orden de las 3 000 t entre temporadas de pesca sobre el nivel del RSM. Arreguín-Sánchez (1991) estima en 5 y 2 años, respectivamente, el tiempo que la población llevaría en recuperarse al nivel de RMS (0.5 P∞) si se mantiene la misma tasa de explotación o se considera la suspensión total de la pesca y se asume que la población se encuentra en equilibrio.

Solís y Chávez (1986), al aplicar el modelo de Beverton y Holt (1957) a datos de la temporada de pesca de 1980, estiman que la pesquería se encuentra explotada bajo el nivel de rendimiento óptimo, con una edad de primera captura de tres meses y una intensidad de pesca de F = 0.9, resultados que parecen contradecir los obtenidos por Arreguín-Sánchez *et al.* (en prensa, b) con el análisis de población virtual (APV) de las temporadas de pesca de 1983-1988, donde

se observa una clara tendencia al incremento de la mortalidad por pesca, cuya causa parece estar asociada a un problema de accesibilidad y expansión de la flota, ya que hasta 1981 la captura de pulpo era exclusivamente costera. Sin embargo, en el año 1982 y el siguiente, la incursión exploratoria pero exitosa de embarcaciones mecanizadas en aguas de mayor profundidad origina la formal incorporación de la flota mayor a la pesquería, en la cual las capturas están compuestas por dos especies: *Octopus maya* y *O. vulgaris*.

Walter (1986) establece que si la tasa de explotación del pulpo continúa en los niveles actuales, podría presentarse un decremento significativo de la captura. Lo anterior sugiere la necesidad de explorar diversas estrategias para el manejo de este recurso y evitar así niveles severos de sobre-explotación.

Análisis bioeconómico

Solís y Chávez (1986) analizan datos de la temporada de pesca de 1980, basados en la estructura de grupos de edades. Asimismo, desarrollaron un análisis bioeconómico y obtuvieron los siguientes aspectos biológicos: la relación peso-longitud para ambos sexos ($P = 0.00343\ L^{2.51}$) e identificaron 5 grupos de edad por sexos separados y 6 para ambos (combinados). Basados en datos de captura y esfuerzo identifican dos periodos de reclutamiento, el primero a principios de agosto y el segundo a fines de octubre.

El análisis económico se fundamenta en el muestreo de 67 embarcaciones, obteniéndose, los siguientes resultados: la pesquería produce una captura de 7 169 toneladas (1980), f = 153 512 viajes, que producen 5 000 empleos directos, valor de la captura en playa = $609.4 millones y un costo de explotación = $573.5; la relación costo/beneficios por pescador = 1.17, y la de permisionarios = 3.05, es alta. Los autores observaron que este recurso está ligeramente sobre-explotado y sugieren una reducción del esfuerzo de pesca mediante el establecimiento de una talla mínima de captura (120 mm de longitud del manto equivalente a aproximadamente 450 g de peso) (Solís, 1990).

Seijo *et al.* (1987) modelan en forma bioeconómica la pesquería de pulpo utilizando el enfoque de simulación de sistemas para realizar análisis dinámico no-lineal y estocástico de un conjunto de estrategias alternativas de manejo del recurso, obteniendo los resultados que se describen a continuación.

Biomasa

Comienza a incrementarse a partir de la tercera quincena del año, punto que coincide con el máximo desove e inicio de la eclosión. El nivel máximo de biomasa total se alcanza durante la segunda quincena de julio. La fluctuación estacional de la biomasa es consistente con los periodos de desove, eclosión, reclutamiento y temporada de captura del recurso. Estimada en 73 000 toneladas para 1986 (Seijo *et al.*, citado por Arreguín-Sánchez *et al.*, 1987).

Rendimiento

La captura total simulada durante la temporada de pesca de 1986 fue de 7 939 toneladas que comparada con la real, presenta una diferencia de solamente 3.8%. La flota artesanal alcanza su máximo nivel de captura en la primera quincena de octubre, en tanto que la de la flota mayor lo hace en la primera quincena de noviembre y a partir de estos puntos las capturas por uni-

dad de esfuerzo decrecen. Al compararse las capturas real y simulada y el comportamiento teórico de las principales variables de la pesquería con el obtenido con el modelo, se valida la estructura y la representación dinámica del mismo.

Conservando el régimen actual de explotación y las magnitudes de las flotas artesanal y mayor, se observa una tendencia ligera a la sobre-explotación. Para lograr que el rendimiento de la pesquería se sostenga en el tiempo, se hace necesario limitar el crecimiento del esfuerzo pesquero de ambas flotas con una estrategia de renovación de las embarcaciones menores actuales por unidades de mayor autonomía que le permitan al pescador ribereño realizar su esfuerzo de pesca en zona de ocurrencia de adultos.

Retornos netos

El máximo rendimiento económico lo alcanza la flota artesanal en la segunda quincena de septiembre para un nivel de esfuerzo acumulado de 38 980 días efectivos de pesca y una captura acumulada de 2 829 toneladas; en tanto que la flota mayor lo alcanza en la segunda quincena de noviembre con un esfuerzo de 6 936 días efectivos de pesca y una captura acumulada de 2 433 toneladas. El equilibrio bioeconómico de la flota artesanal se observa entre las quincenas 21 y 22, cuando los retornos totales son iguales a los costos totales. La flota mayor se encuentra operando en niveles de esfuerzo menores a los del equilibrio económico. El esfuerzo pesquero de la flota artesanal alcanza su máximo rendimiento económico en el segundo mes de la temporada de pesca y llega a niveles de equilibrio bioeconómico a partir del cuarto mes, en el que se elimina la renta económica de este recurso.

Estrategias de manejo del recurso

La simulación del impacto bioeconómico de cuatro estrategias (Tabla 6) de manejo de este recurso, demuestran la naturaleza compleja de la administración de pesquerías, observándose los efectos deseables y no deseables en las variables de interés, tales como: biomasa, rendimiento, empleo y disponibilidad de alimento en la zona costera.

Tabla 6
Estrategias de manejo del recurso pulpo en la península de Yucatán

Estrategias	Biomasa	Captura	Retornos netos FL. menor	Retornos netos FL. mayor	Empleos directos	Disponibilidad de alimentos
I	≤ 20.8	≤ 17.7	≤ 12.9	≥ 3.0	≥ 20.0	≤ 19.4
II	≥ 21.1	≤ 0.3	≥ 13.5	≤ 11.5	≤ 0.15	≤ 24.5
III	≥ 6.7	≤ 0.3	≥ 1.4	≥ 0.9	0.0	0.0
IV	≥ 4.3	≥ 1.9	≥ 17.5	≤ 3.2	≥ 19.8	≤ 9.9

FUENTE: Según Seijo *et al.*, 1987.

I. Si se encrementa en 20% ambas flotas (artesanal y mayor).
II. Si se amplía 15 días la temporada de veda.
III. Si se resta la talla mínima autorizada (Long. manto = 110mm).
IV. Si se combinan las estrategias I y II.

Uno de los principales problemas cuando se trata del manejo de recursos pesqueros es estimar las estrategias que satisfagan simultáneamente los objetivos biológicos, económicos y sociales de los mismos. Como una contribución a resolver este problema en la pesquería del pulpo (*Octopus maya*) de la plataforma continental de Yucatán, Díaz de León y Seijo (1992) aplican un procedimiento de funciones de optimización no-lineal con objetivos múltiples a un modelo de simulación

bioeconómico (sugerido por Seijo *et al.*, 1987), de manera pareto-óptimo.

Diversos factores hacen posible la interacción entre el administrador pesquero y los autores: *1)* la necesidad de conocer el impacto de un proyecto de crédito amplio para una labor de movilización de campesinos henequeneros a la actividad pesquera; *2)* el efecto devastador del huracán Gilberto en la economía de la zona costera; *3)* la evidencia de sobre-explotación del recurso; y *4)* la posibilidad de explorar el impacto de políticas óptimas en variables de pesquerías clave que conduzcan a la adopción de un esquema de manejo dinámico.

Tres escenarios pesqueros fueron establecidos como resultado de entrevistas con administradores pesqueros: *1)* asume como normal la temporada de pesca de 1988, *2)* reconoce la existencia del huracán Gilberto y su impacto en la pesquería; y *3)* similar al anterior, pero se diferencia por considerar una extensión de 15 días en la temporada de pesca después de haber pasado el huracán (30 de diciembre).

En los escenarios *2)* y *3)*, los valores del retraso distribuido de los parámetros relacionados a la entrada de las flotas a la pesquería fueron iguales, debido a que después de que el huracán pasó, ambas flotas estaban dispuestas a incorporarse a la pesquería tan pronto como fuera posible.

Cuando una talla mínima límite fue el término a representar, los elementos del vector de la composición por tallas conteniendo las tallas deseadas fueron cambiados a cero. Las simulaciones ilustraron que los impactos fueron marginales en los tres escenarios, aumentando el escape de biomasa en los tres casos. El efecto en la producción total y sus beneficios asociados fue el de un pequeño incremento en el primer escenario y un decremento en los otros dos.

El modelo representó de manera adecuada la pesquería y el manejo de los escenarios. Como se observó en el primer escenario; la producción más alta (debido a niveles de esfuerzo más altos) resultó en una baja de la biomasa del recurso al final de la temporada. Cuando los tamaños de las flotas (artesanal y mecanizada) se redujeron como resultado del huracán (escenarios 2 y 3), la producción y beneficios asociados disminuyeron y la biomasa fue más alta al final de la temporada.

Diagnóstico

El estado de conocimiento del recurso indica que el régimen actual de explotación y la magnitud del esfuerzo de pesca aplicado por las flotas, tanto la artesanal como la mayor, producen una ligera sobrepesca de la especie *Octopus maya*, en tanto que la explotación de *O. vulgaris*, a juzgar por los rendimientos obtenidos podría ser ampliada, pues su captura apenas se inició al incorporarse a la pesquería el esfuerzo de la flota mayor (Arreguín-Sánchez, 1987; Solís-Ramírez y Arreguín-Sánchez, 1984; Seijo *et al.*, 1987; Walter, 1986, citados por Arreguín-Sánchez *et al.*, 1987).

Los estudios realizados permiten sugerir la modificación del actual periodo de veda, de manera que abarque del 1 de enero al 31 de agosto, con lo cual se pretende reducir la captura de juveniles de *O. maya*. Colateralmente a esta acción, debe estimularse la construcción de embarcaciones con mayor autonomía, a fin de aliviar la presión que se ejerce sobre el pulpo de costa, el mero (*Epinephelus morio*) y otras especies cuyos juveniles se desarrollan en la zona litoral.

Hasta ahora, dadas las circunstancias de apoyo logístico en que se ha encontrado inmmerso el proyecto de investigación pulpo, han limitado en mucho el desarrollo de los estudios del mismo, particularmente en lo relativo a: *1)* instrumentar un plan de trabajo para estudiar a lo largo del año el recurso y no únicamente durante la temporada autorizada de captura; y *2)* apoyar la iniciativa del CRIPY de lograr la participación seria y responsable de todos los permisionarios de explotación del molusco en cuestión, particularmente la del sector productivo del puerto de Progreso y su jurisdicción (Comunidades de Chuburná Puerto, Chelem, Chicxulub Puerto, etcétera), a fin de llenar las llamadas cédulas de registro de esfuerzo de pulpo (Diario Oficial de la Federación del 30 de noviembre y 3 de diciembre de 1984).

Lo anterior permitiría instrumentar líneas de investigación tendientes a conocer la magnitud del recurso pulpo de mediana altura, conocer el comportamiento del pulpo de costa a lo largo del año en por lo menos tres puertos del litoral yucateco y estimar el esfuerzo pesquero de ambas flotas, con mayor propiedad.

Bibliografía

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., 1987. Alternativas de administración de pulpo del Banco de Campeche. *Contgr. Cienc. Mar*, Cuba, La Habana, Cuba.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., (en prensa, a). *Growth and seasonal recruitment of the Octopus maya from the Campeche Bank caught by the artisanal fleet.* Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., (en prensa, b). Variabilidad en poblaciones explotadas: Análisis de pesquerías seleccionadas del Golfo de México. En: *Recursos faunísticos litorales de la Península de Yucatán.* EPOMEX, Serie Científica.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., J.C., SEIJO, D. FUENTES y M. SOLÍS-RAMÍREZ. 1987. Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán y región adyacente. INP/CRIP-Yucalpetén. *Contrs. de Inv. Pesq. Doc. Tec.*, 5: 41 p.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., M.J. SOLÍS, J.A. SÁNCHEZ, E. VALERO y M.E. GONZÁLEZ. (en prensa, a). *Age and growth study of the octopus Octopus maya from the continental shelf of Yucatan.* 44th Ann. Sess., Gulf and Caribbean Fisheries Institute.

ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., J.A. SÁNCHEZ, M.E. GONZÁLEZ y M.J. SOLÍS (en prensa, b). *Estudio de la mortalidad del pulpo Octopus maya de la plataforma continental de Yucatan, México.*

BOLETZKY, S.V. y R.T. HANLON. 1983. A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod moluscs. *Memoirs of the National Museum Victoria* (44): 147-187.

DÍAZ DE LEÓN, A.J. y J.C. SEIJO. 1992. A multi-criteria non-linear optimization model for the control and management of a tropical fishery. 1992. *Marine Resource Economics.* Vol. 7: Pp. 25-40.

FORSYTHE, J.W. y W.F. VAN HEUKELEM. 1987. Growth. En: P.R. Boyle (Ed.) *Cephalopods Life Cycles.* Acad. Press,. Vol. II: Pp. 135-156.

FORSYTHE, J.W., 1987. Principales consideraciones en el cultivo de pulpos en laboratorio. En: M.J. Solís, (Ed.). *Simposio sobre investigaciones de pulpos y calamares.* Memoria. Pp. 24-46.

FUENTES, D., M. SOLÍS-RAMÍREZ y J. DE LA GARZA. 1965. Algunos aspectos de reproducción del pulpo (*Octopus vulgaris* Lamarck) de la Sonda de Campeche. Contr. INIBP, *II Congreso Nal. de Ocean. Ensenada, BC*, México. Pp. 1-9.

GARCÍA-LÓPEZ, R.M., 1990. *Determinación de parámetros poblacionales del pulpo Octopus maya, Voss y Solís (Mollusca: Cephalopoda) en Yucatán, México,*

como medio para identificar unidades de población. Tesis Profesional,. Univ. Autón. de Nvo. León. Pp. 1-31.

HANLON, R.T. y FORSYTHE, J.W., 1985. Advances in the laboratory culture of octopuses for biomedical research. *Lab. Anim. Sci.* 35: 33-40.

HANLON, R.T., 1987. Mariculture. En: Boyle P.R., (Ed.) *Cephalopod Life Cycles*, Comparative reviews. Acad. Press, London. Vol. II. Pp. 291-305.

LEE, PHILLIP G., J.W. FORSYTHE, F. PAUL DIMARCO, R.H. DERUSHA y R.T. HANLON. 1991. Initial palatability and growth trials on pellet diets for cephalopods. *Bull. Mar. Sci.* 49(1-2): 362-372.

MARRUFO-PECH, M.J. y M.I. RIVERO-JIMÉNEZ. 1992. *Análisis de capturabilidad del pulpo, utilizando jimbas con diferentes carnadas, en el Puerto de San Felipe, Yuc.* Tesis Profesional. Instituto Tecnológico del Mar,. Boca del Río, Ver. Pp. 1-80.

MORALES, G. y M.J. SOLÍS-RAMÍREZ. 1987. Fecundidad y maduración de *Octopus maya. IX Congreso Nal. de Zoología*, Villahermosa, Tab.

PECH-PAT, A. y M.J. SOLÍS-RAMÍREZ. 1989. Fecundidad de *Octopus maya*, Voss y Solís, 1966. *XX Aniversario del Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén.* Progreso, Yuc.

SEIJO, J.C., M.J. SOLÍS-RAMÍREZ y G. MORALES. 1989. Simulación bioeconómica de la pesquería de pulpo *Octopus maya* de la plataforma continental de Yucatán. *Mem. Simp. Invest. Biol. Ocean. Pesq., México.* La Paz, BCS. Pp. 125-138.

SEIJO, J.C., M.J. SOLÍS-RAMÍREZ y P. ARCEO. 1989. *Monte Carlo analysis of fecundity parameters in tropical demersal fisheries.* (Ms.).

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., 1962. Contribución al estudio del pulpo (*Octopus vulgaris* Lamarck) de la Sonda de Campeche. *Trabs. Divulg.*, III (24): 30 p.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., 1967a. Incubación parcial de *Octopus maya* en laboratorio. *III Congreso Nal. de Oceanografía*, Campeche, Camp.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., 1967b. Aspectos biológicos del pulpo *Octopus maya*, Voss y Solís. *Publ. INIBP.* (18): 1-90.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., 1975. Posibilidades de la pesca de pulpo en la Península de Yucatán. *Inst. Mexicano de Comercio Exterior, Publ.*, 347: 1-20.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., 1988. El recurso pulpo del Golfo de México y el Caribe. En: *Los Recursos Pesqueros del País.* XXV Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca. SEPESCA. México. Pp. 463-478.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., 1990. The *Octopus maya* fishery of the Yucatan Peninsula. En: Lang, Hochberg and Ambrose (Eds.). *The fishery market potential of Octopus in California.* CMSC. Pp. 1-10.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., 1991a. Octopus fisheries in the mexican waters of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. En: Gilbert L. Voss Memorial Issue. *Bull. of Mar. Sci.*, Vol. 49 (1-2): 667, September (Resumen).

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., 1991b. Pulpo. *Panorama Pesquero.* CANAINPES, septiembre-octubre y noviembre-diciembre. Vol. 1 (4-5): 22-27.

SOLÍS-RAMÍREZ, M. J. y F. ARREGUÍN-SÁNCHEZ. 1984. Análisis de la pesquería de pulpo (*Octopus maya*) del Banco de Campeche. *VIII Reunión MEXUS-GOLFO.* Cancún, Q. Roo. México. 19 p.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J. y E. A. CHÁVEZ. 1986. Evaluación y régimen óptimo de pesca del pulpo de la Península de Yucatán. *Anal. Inst. Cienc. Mar y Limnol., UNAM, México.* XIII (3): 1-18.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J., J. SÁNCHEZ y M.E. GONZÁLEZ. 1991. Coeficientes de la relación peso-longitud y parámetros de crecimiento del pulpo *Octopus maya* (*Mollusca: Cephalopoda*) de la Costa de Yucatán: temporada 1988, *XI Congreso Nacional de Zoología.* Mérida, Yuc., México.

SOLÍS-RAMÍREZ, M.J. y C. ZETINA. 1991. Análisis estadístico del recurso pulpo (*Mollusca: Cephalopoda*) de la plataforma continental de Yucatán: temporada 1989. *XI Cong. Nal. de Zool.*, Mérida, Yuc.

Voss, G.L. y M.J. Solís-Ramírez, M.J., 1966. *Octopus maya*, a new species from the Bay of Campeche. *Bull. Mar. Sci.* XVI(3): 615-616.

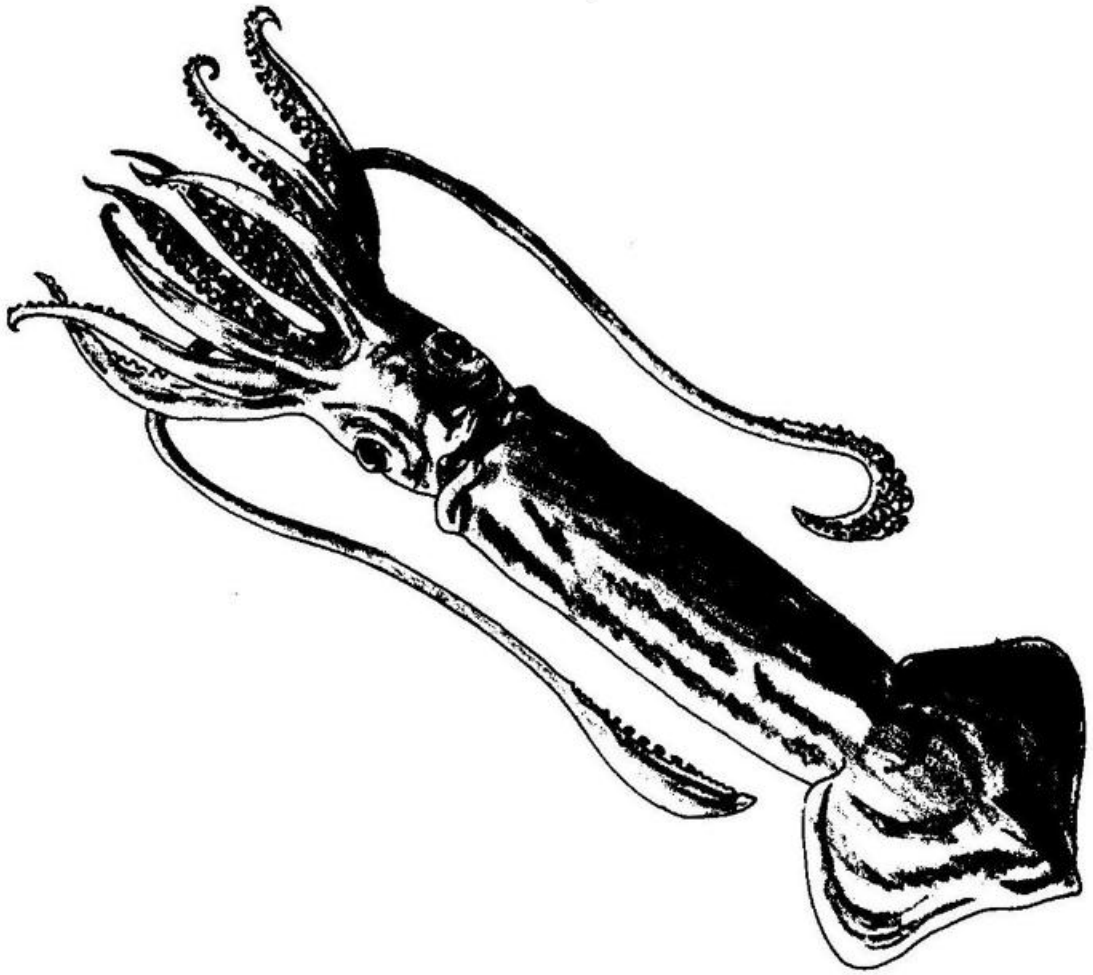
Van Heukelem, W.F., 1976. *Growth, bioenergetics and life span of Octopus cyanea and* ***Octopus maya***. Ph. D. Dissertation. Univ. Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA.

Van Heukelem, W.F., 1977. Laboratory maintenance, breeding and biomedical research potential of the Yucatan Octopus (*Octopus maya*). *Lab. Anim. Sci.*, XXVII (5): 825-859.

Van Heukelem, W.F., 1983. *Octopus maya*. En: Boyle, P.R. (Ed.). *Cephalopod Life Cycles. Species Acounts.* Academic Press. Pp. 311-323.

Walter, G.C., 1986. A robust approach to equilibrium yield curve. *Can. J. Fish., Aquat. Sci.* XLIII(7): 1 332-1 339.

CALAMAR



El calamar: una pesquería en desarrollo

Manuel de la Rosa
José Trinidad Silva
Víctor M. García Tirado
Saúl García Peña
CRIP-Ensenada, INP

Introducción

El calamar es un recurso pesquero muy abundante y con una amplia distribución geográfica y batimétrica. Desde hace muchos años ha sustentado importantes pesquerías explotadas por países como España, Grecia e Italia que son grandes productores y consumidores; pero ninguno tan importante como el Japón, que en este renglón ocupa el primer lugar a nivel mundial, llegando a capturar en 1968 la cifra récord de 774 000 toneladas, después de lo cual vino una sensible baja en la producción debido a la sobrexplotación de este recurso (Técnica Pesquera, 1981).

En el Pacífico mexicano hay diversidad de especies entre las que se cuentan *Loligo opalescens, Onychoteuthis borealijapónica, Gonathus onis, Loliopsis diomedae, Symplectoteuthis oulaniensis, Onychoteuthis banksii, Histioteuthis dofleini, Thysanoteuthis rhombus, Ommastrephes bartrami y Dosidicus gigas*, también de la familia Ommastrephidae (Roper, 1984).

De estas especies, el *Loligo opalescens* y *Dosidicus gigas*, son las más conocidas y hasta antes de 1977 solamente la primera era objeto de una pesquería de cierta importancia a desembarcar de vez en cuando algunos volúmenes de *Dosidicus gigas*, pero nunca, en cantidades importantes como para sostener una pesquería constante (Kato, 1976).

El *Loligo opalescens* (Berry, 1911), según Fields 1965, se localiza desde Columbia Británica en los Estados Unidos, hasta la parte central de la Península de Baja California, México, entre los 25 y los 50° de latitud norte, particularmente en la corriente de California (Roper, *op. cit.*) (Kato, *op. cit.*).

Al contrario que en el país del norte, en México la presencia de *Loligo opalescens* es de poca importancia y su captura se efectúa de manera incidental en los lances con red lámpara y red de cerco de jareta en la pesca de anchoveta; se utiliza mayormente como carnada para la pesca deportiva, destinándose solo una pequeña parte como producto fresco enhielado para consumo humano en el mercado local.

Dosidicus gigas (D'Orbingy, 1935), motivo de este trabajo, tiene una distribución más amplia. Se localiza en el hemisferio norte, desde los 37° de latitud norte frente a la costa central del estado de California, en los USA, hasta los 47° de

latitud sur en Tierra de Fuego. Su distribución al occidente llega hasta los 125° de longitud oeste a lo largo del Ecuador, (Nesis, 1970).

Se reportan dos zonas de mayor densidad: una en el hemisferio sur, frente a las costas de Chile y Perú (principalmente en la corriente de Humboldt); otra, en el hemisferio norte desde Costa Rica en Centro América hasta la Península de Baja California, en México (Nesis, *op. cit.*). De esta zona, según Ehrhardt (1982), las mayores concentraciones se encuentran en el Golfo de California. (Fig. 1).

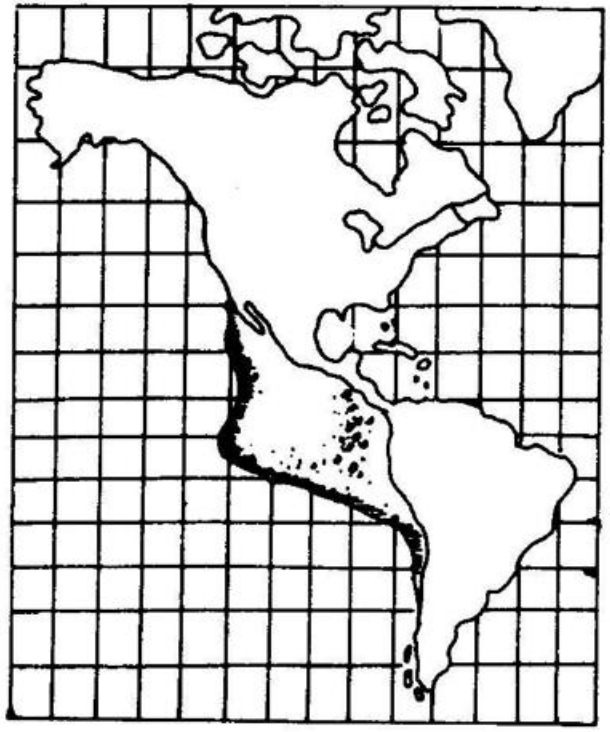


Figura 1

Distribución del calamar gigante Dosidicus gigas, según Roper, 1984

Dosidicus gigas, es una especie que se encuentra en aguas oceánicas y neríticas con una distribución que va desde la superficie hasta los 500 metros de profundidad y habita en aguas cálidas con temperaturas que van desde 28°C a más frías. En aguas costeras y durante el día se puede encontrar en la superficie; de noche asociándose su distribución por lo general a zonas de surgencias (Ehrhardt, *op. cit.*).

Se alimenta de larvas de peces pelágicos tales como sardina, macarela, crustáceos, pequeños peces voladores, postlarvas de camarón langostilla, etc. Se presenta también el fenómeno de canibalismo, el cual ejerce sobre ejemplares pequeños o sobre restos de calamares grandes y a su vez sirve de alimento a peces grandes como dorado, pez vela, pez espada, marlin, tiburones, delfines, ballenas, lobos, etcétera.

Antecedentes de la pesquería

La especie más popular de calamar en las aguas adyacentes al Japón es *Tadarodes pacíficus*, el cual llegó en 1960 a un nivel de captura del orden de 690 000 toneladas. Sin embargo, debido a la reducción de las capturas en el área de la parte este de Hokkaido y Sanriku, descendió hasta 400 000 toneladas anuales, orientando por ello la atención a otras especies hasta entonces ignoradas o subexplotadas del mar de Ojotsk y el Pacífico noroccidental, con el fin de compensar la baja en las capturas de *Tadarodes pacíficus* (Murakami, 1976).

La pesca exploratoria de *Dosidicus gigas* se inició recientemente en los años setenta en algunas áreas de las costas del Pacífico americano.

En 1971, se hizo un viaje de estudio sobre calamares en la costa de los USA entre la Colum-

bia Británica y California, efectuado por el barco japonés R/C Ryon Maru No. 3, con el objeto de llevar a cabo investigaciones sobre *Loligo opalescens*. Sin embargo, no se pudo capturar suficiente calamar de esta especie, por lo que el crucero continuó en aguas de la Baja California y Manzanillo, Col., en México, sobre *Dosidicus gigas* a partir del paralelo 30° norte, lográndose las mejores capturas frente a la punta meridional de la Península de Baja California (Fig. 2) (Sato, *op. cit.*).

Hasta la fecha, esta especie de calamar es la única que sustenta una pesquería de cierta importancia en México y su explotación comercial se inició en el verano de 1974 en el Golfo de California de manera artesanal, con la participación de embarcaciones menores que operaban durante dos o tres meses en el verano, cuando el calamar se encontraba más cerca de la costa, logrando una muy baja captura que se dedicaba al consumo local (Técnica Pesquera, 1981).

En el verano de 1978, durante la veda del camarón, se incorporaron a la explotación del calamar barcos camaroneros, convertidos temporalmente a calamareros, con el objeto de percibir ingresos extras, registrándose para este año una captura de 2 000 toneladas, contra 14 de 1974; 43.4 en 1975, 147 en 1976 y 300 en 1977 (Ehrhardt, *op. cit.*).

En 1979, alentados por la empresa pesquera paraestatal Productos Pesqueros Mexicanos, ingresaron a la pesquería más barcos camaroneros que, junto con las embarcaciones qué ya estaban operando, lograron una captura cercana a las 5 000 toneladas anuales, sumándose a ellas más de 6 600 toneladas capturadas por barcos calamareros japoneses que se incorporaron a la pesquería en ese año, con lo cual, la captura anual

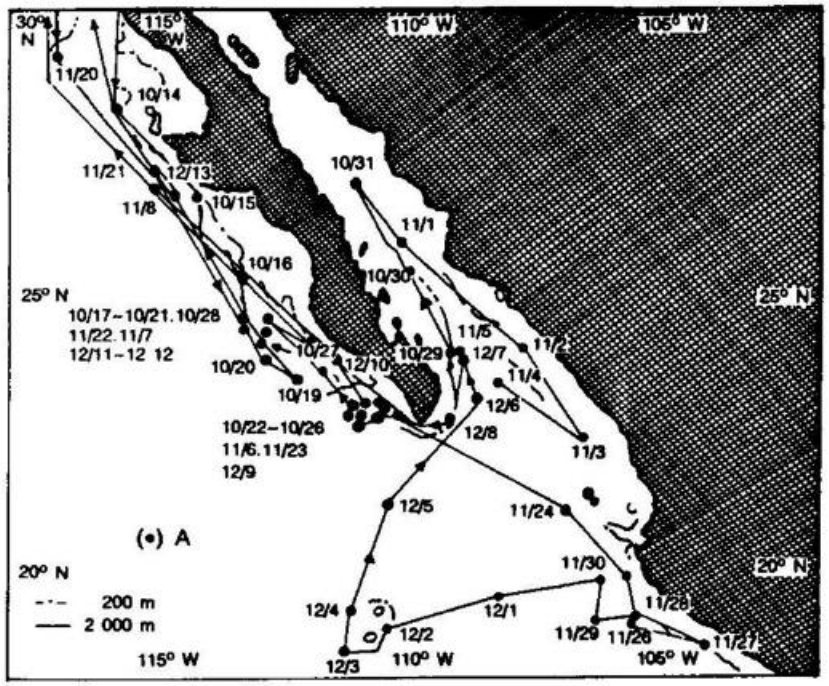


Figura 2

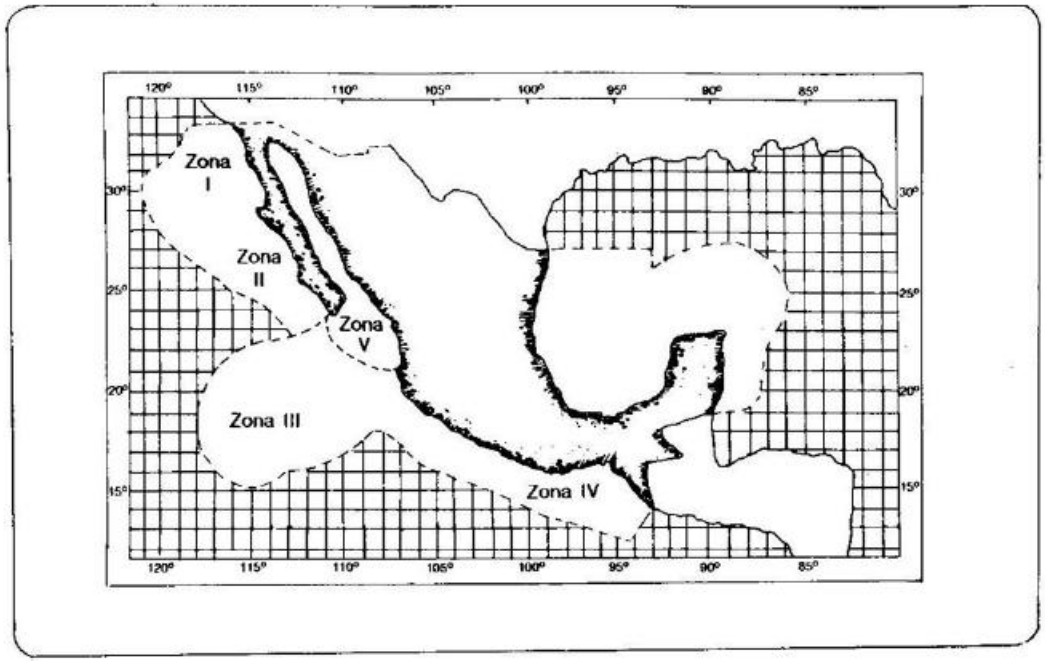
Cruceros al sur de la latitud 30°N, posición de partida cada día (Sato, 1976)

registrada fue superior a las 11 000 toneladas (Técnica Pesquera, 1981).

Para 1980, la flota calamarera mexicana estuvo compuesta por 15 barcos japoneses, 200 barcos camaroneros, 10 barquitos huachinangueros y aproximadamente 60 pangas, extendiéndose la temporada de pesca de unos cuantos meses a todo el año, en el cual, para los diez primeros meses, se registró una captura de 22 000 toneladas (Ehrhardt, *op. cit.)*. Posteriormente, en 1981, este volumen de captura decayó hasta cerca de 10 000 toneladas y en los años 1982-1983 fue aún mayor su decremento (Roper, *op. cit.*). Esto trajo como consecuencia el término de esta pesquería, que prácticamente volvió a su anterior nivel de

Figura 3

Zonas de estudio del Programa Nacional de Calamar



pesca artesanal y baja producción para el consumo local.

Tras un receso que se prolongó hasta 1988, empresarios mexicanos reiniciaron la explotación del calamar en el Golfo de California, sumándose a ellos dos embarcaciones japonesas que luego fueron detenidas por barcos de la Armada de México.

Posiblemente, la información generada y enviada a las compañías pesqueras del Japón, propietarias de embarcaciones que fueron detenidas, despertó el interés de esas compañías pesqueras para venir a México a explotar el calamar, asociándose con industriales mexicanos, quienes empezaron a solicitar los permisos correspondientes.

En el año de 1989, el Instituto Nacional de la Pesca estructuró un programa de prospección pesquera sobre el calamar gigante *Dosidicus gigas*, con el fin de hacer la evaluación de este recurso en la Zona Económica Exclusiva, frente a la costa occidental de la Península de Baja California y con el objeto primordial de estudiar la factibilidad técnico económica de desarrollar la pesquería comercial utilizando barcos calamareros de diseño y tecnología pesquera japonesa (Fig. 3).

El programa se inició en agosto de 1989 con el arribo al puerto de Ensenada, BC de las embarcaciones japonesas Kannon Maru No. 35 y Sanko Maru No. 1, a las cuales se les concedió permiso para participar en el desarrollo del mismo en los

términos que el Instituto Nacional de la Pesca definiera.

El programa en mención se efectuó en etapas sucesivas delimitadas por el tiempo en que se fueron ampliando las zonas de prospección en que se dividió la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano y Golfo de California (Fig. 3).

La primera etapa comprendió del día 13 de octubre de 1989, al 8 de febrero de 1990, con la participación de las dos embarcaciones antes mencionadas, para prospectar la Zona Económica Exclusiva frente a la Península de Baja California (Zonas I y II de la Fig. 3).

La segunda etapa comprendió de junio de 1990 a enero de 1991, período durante el cual el área de prospección se amplió desde la frontera con los USA, hasta los límites entre los estados de Colima y Michoacán (Zonas I, II y III, de la Fig. 3).

Las embarcaciones participantes fueron, durante la mayor parte del tiempo, las mismas que intervinieron en la primera etapa, incorporándose una más, el Fuki Maru No. 58, a partir del día 14 de diciembre de 1990.

Para la tercera etapa, se amplió el área de prospección hasta la frontera con Guatemala (Zonas I, II, III y IV de la Fig. 3), periodo que comprendió de febrero de 1991 a mayo del mismo año, en el cual participaron además de los tres barcos anteriores, el B/M Wakashio Maru No. 58, que se incorporó al programa de prospección en el mes de marzo de 1991.

Durante estas tres primeras etapas, se mantuvo la prohibición para que estas embarcaciones entraran al Golfo de California a pescar, pero debido a las gestiones que efectuaron los representantes de las empresas para lograr el permiso correspondiente y por opinión técnica emitida por el Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, BC, en sentido favorable al otorgamiento del mismo, con el objeto de recabar información sobre el estado que guardaba la existencia del calamar dentro del Golfo de California, en el mes de junio de 1991 se concedió licencia a las compañías pesqueras para que sus barcos hicieran labores de pesca en esa zona, misma que constituyó el área No. V de prospección (Fig. 3). En la cuarta y última etapa del programa, que comprendió de junio de 1991 a junio de 1992, intervinieron los barcos antes citados y además el Yuko Maru No. 18 que ingresó en agosto de 1991. Posteriormente ingresó el Yuko Mary No. 88, el 18 de enero de 1992, y el Fucucho Mary No. 31 en febrero de este mismo año.

En términos generales, la duración del programa de prospección abarcó un período comprendido de octubre de 1989 a junio de 1992, lapso durante el cual se prospectó casi toda la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano y Golfo de California, interviniendo en esta operación un total de siete embarcaciones calamareras japonesas, diseñadas para la pesca de altura.

En cuanto a la flota pesquera nacional, como ya se mencionó anteriormente, ésta inició las operaciones de pesca para la extracción del calamar en 1988, siendo su área de operaciones las costas del Golfo de California, en zonas de pesca no más distantes generalmente a las diez millas náuticas. Esta flota se constituye por un número aproximado de 60 pangas propias para la pesca ribereña y de cuatro a seis embarcaciones sardineras, escameras y camaroneras, diseñadas y utilizadas para la pesca costera (Tabla 1).

Tabla 1
Características de la flota calamarera por categoría

Categoría	Pangas 60 unidades	Camaroneros 3 barcos	Sardineros 2 barcos	Calamareros japoneses 7 barcos
Eslora total	5.0 a 7.0 m	22 a 25 m	23 a 27 m	48.7 a 63.5 m
Material de construcción	Fibra de vidrio	Casco de acero o madera	Casco de acero	Casco de acero
Capacidad de bodega	2 a 3 metros cúbicos	50 metros cúbicos	50 a 70 metros cúbicos	300 a 900 metros cúbicos
Motor	40 a 60 HP fuera de borda	Estacionario de 350 a 480 HP	Estacionario 350 a 540 HP	Estacionario 1 600 a 1 800 HP
No. de tripulantes	2 a 3	10 a 12	10 a 12	17 a 22
Duración del viaje	1 noche	7 días	7 días	30 a 60 días
Sistema de atracción	1-2 lámparas de gas, 3 a 4 focos de 12 voltios con un acumulador de automóvil	Lámparas que suman hasta 1 000 watts	Lámparas suman hasta 1 000 watts	150 a 250 lámparas de 1 000 a 2 400 watts
Sistema de pesca	Potera por línea, por pescador, potera de construcción local y japonesa	Potera por línea, por pescador, potera de construcción local y japonesa	Potera por línea, por pescador, potera de construcción local y japonesa	40 a 52 máquinas automáticas con doble carrete, control computarizado y mecánico
Sistema de conservación	No tiene	Refrigeración o hielo	Refrigeración o hielo	Congelación 50°C. Conservación de -30 a -40°C
Presentación del producto	Eviscerado fresco. Se aprovechan tentáculos y aletas	Eviscerado fresco. Se aprovechan tentáculos y aletas	Eviscerado fresco. Se aprovechan tentáculos y aletas	Marqueta de 12 kg
Área de operaciones	Golfo de California	Golfo de California	Golfo de California	Zona económica exclusiva del Pacífico incluyendo el Golfo de California y archipiélago de las Revillagigedo e Isla Guadalupe

Recurso pesquero

Reproducción

Dosidicus gigas presenta migraciones cíclicas hacia zonas costeras para reproducirse y se congrega en grandes cardúmenes sobre el talud continental. De acuerdo con Ehrhardt, *op. cit.*, se conoce muy poco acerca del ciclo reproductivo del calamar, pues parece ser que no tiene un comportamiento estacional fijo, teniendo gran influencia en esto los cambios en las condiciones oceanográficas.

El apareamiento se efectúa en la posición "cabeza con cabeza", como en el resto de los ommastrefidos, momento en el que el macho transfiere los espermatóforos a la membrana bucal de la hembra.

Se han observado hembras pareadas en los meses de septiembre y octubre. En la primera mitad de septiembre, sólo el 28% de hembras estuvieron copuladas, pero a finales de octubre y principios de noviembre la proporción aumentó hasta un 61%.

El apareamiento se observó sólo al norte de la latitud 20° sur, mayormente entre los 6 y 18° sur.

Por el tiempo de freza y el lugar en donde fueron capturadas pequeñas larvas, se cree que estos calamares desovan en la continental del Perú (Nesis, *op. cit.*).

Para el oeste de México, incluido el Golfo de California, se ha observado una intensiva fase de apareamiento en octubre y diciembre. Probablemente, en el hemisferio norte y en la zona ecuatorial, *Dosidicus gigas* desova en otoño e invierno al mismo tiempo que en el área peruana y también cerca del talud continental (Sato, 1976).

Crecimiento

El crecimiento del calamar gigante, *Dosidicus gigas*, varía de acuerdo con la temperatura del agua y la disponibilidad de alimento. Al alcanzar la primera madurez sexual, es usual que las hembras presenten una longitud de 35 a 40 cm, con cuatro a seis meses de edad y que los machos midan de 18 a 25 cm con una edad de dos a tres meses (Técnica Pesquera, 1981).

Es generalmente aceptada la tesis de que los calamares crecen extremadamente rápido y que la mayoría de las especies raramente viven más de dos años. Sin embargo, no se han podido hacer estudios de la edad de éstos, debido a la falta de partes óseas donde puedan registrarse cambios anuales en su metabolismo (Ehrhardt, *op. cit.*).

Nesis (*op. cit.*), haciendo uso de una transformación de probabilidad logarítmica con datos de tallas, estableció que los ejemplares de *Dosidicus gigas* de un año de edad, pueden tener un tamaño de longitud de manto de 20 a 35 cm. Los de dos años de edad, tendrían entre 30 y 50 cm de longitud de manto, con una tasa de crecimiento mensual de 2.0 a 2.5 cm para el primer año de desarrollo y de 1.0 a 1.2 cm para el segundo año, siendo desconocida esta tasa de crecimiento para los ejemplares mayores de 50 cm de longitud de manto, los cuales pueden tener una edad de tres, cuatro o más años.

Ehrhardt (*op. cit.*), efectuó estudios de crecimiento para *Dosidicus gigas* de datos obtenidos mensualmente en cruceros de investigación realizados en el Golfo de California. Utilizó la fre-

cuencia de distribución de longitudes de manto, aplicando el método de análisis de distribución polimodal de frecuencias, propuesto por Yong y Skillman en 1975, (Tabla 2).

Tabla 2
Cálculo de edad con base en la longitud del manto del calamar

	Edad (meses)	LM. observada (cm/mes)	LM. estimada (cm/mes)
Cohorte			
I	1-3	11.0	10.0
	4-6	5.0	5.6
	7-9	3.3	3.0
	10-12	—	1-2.0
Cohorte			
II	1-2	9.5	9.0
	3-5	6.2	6.4
	6-8	4.5	4.0
	9-11	2-2.5	2.5
Cohorte			
III	1-2	8.8	8.2
	3-4	4.2	5.0
	5-7	3.8	3.0
Cohorte			
VI	1-2	8.0	7.3
	3-6	2.5	2-3.5

Los tamaños máximos reportados para *Dosidicus gigas* varían de acuerdo a las latitudes y hemisferios. Otros autores reportan tallas máximas de esta especie: Nesis, 1970, reporta una talla máxima de 65 cm de longitud de manto en ejemplares del Pacífico ecuatorial; García-Tello (1965) reportan 93 cm de longitud de manto y 33 a 35 kg de peso para esta especie en las costas de Chile; Clarke (1966), cita que los pescadores reportan longitudes totales de hasta 365 cm en aquel mismo país; Berry (1912) y Phillips (1961), citan tamaños de longitud total en California de 152 cm y un peso total de más de 13.6 kg; Nesis, (*op. cit.*), concluye que de una relación mofométrica entre longitudes rostrales del pico y longitudes de manto, es posible suponer que las longitudes de manto podrían exceder de un metro. Wormuth (1970), menciona la variabilidad geográfica en los tamaños de *Dosidicus gigas*, citando que rara vez ejemplares mayores de 40 cm de longitud de manto se encuentren registrados en los muestreos al norte del Ecuador, mientras que en Perú pueden llegar a más de 150 cm.

En muestreos de tallas efectuados en los años de 1989 a 1992, en aguas del Pacífico mexicano y del Golfo de California, se han encontrado entre los calamares grandes, tallas promedio de longitud de manto de 61 cm, 4.15 kg de peso del mismo y 7.13 kg de peso total, encontrándose dentro del Golfo de California una talla máxima de longitud de manto de 97 cm, 35 kg de peso total y 20 kg de peso del manto eviscerado y limpio, (Tabla 3).

Tabla 3
Tallas promedio mensuales por año

	1989	1990	1991	1992
Ene		52.5		50.7
Feb		48.7	42.9	64.0
Mar			48.7	70.0
Abr			56.0	69.0
May			54.0	57.0
Jun		26.6	54.8	48.0
Jul		44.8	44.5	
Ago		42.5	35.4	
Sep		46.2	37.7	
Oct	54.9	39.0	39.2	
Nov	59.0	42.3	39.6	
Dic	56.0	41.0	38.9	

Condición actual de las poblaciones

Ehrhardt (*op. cit.*), de los estudios efectuados en el Golfo de California concluye que el stock del calamar gigante en esta zona es único pero compuesto por varias cohortes, para el que estimó una abundancia de 135 millones de ejemplares.

En la evaluación actual, efectuada en base a las capturas de 1990-1991, se consideró un reclutamiento de 100 millones de individuos mayores de 10 cm de longitud de manto para ese mismo lugar, (Secretaría de Pesca, 1992).

Sánchez (1991), asumiendo que se trata de la misma población del Golfo de California, efectuó una evaluación preliminar de las existencias de la Zona Económica Exclusiva frente a la Península de Baja California, hasta el área de influencia del archipiélago de las Revillagigedo. Tomando en cuenta solamente a la población adulta o reproductora, estimó una biomasa potencial de 210 000 toneladas.

Para la evaluación efectuada en 1992, se convirtieron los datos de biomasa, dados por Sánchez (*op. cit.*) a número de ejemplares, determinándose una población de 175 000 000 de individuos para la zona del Pacífico mexicano (Secretaría de Pesca).

Áreas de captura y densidad

En base a los estudios de este recurso, efectuados durante el año de 1981 por personal del entonces Departamento de Pesca, se logró ubicar las principales áreas de pesca y densidad dentro del Golfo de California, las cuales se establecieron en base a la distribución general del recurso y a la ubicación de los centros de producción localizados en relación a dicha distribución. (Fig. 4) (Klett, 1981).

En cuanto al Pacífico se refiere, en un crucero de pesca de investigación efectuado en el año de 1971, se logró establecer de alguna manera las áreas de mayor densidad y captura localizadas en las cercanías de Cabo San Lucas y frente a la Bahía Magdalena en el estado de Baja California Sur, (Fig. 5) (Sato, *op. cit.*).

Por otra parte, durante las operaciones de pesca comercial y exploratoria, efectuadas de octubre de 1989 a junio de 1992, se estableció que no obstante que el *Dosidicus gigas* se distribuye de manera general en toda la Zona Económica Exclusiva de México, las áreas donde se realizaron con mayor intensidad operaciones de pesca comercial y en donde se lograron las mejores capturas fueron las situadas en la parte central de la boca del Golfo de California, en las inmediaciones de Cabo San Lucas y en el área de influencia de Bahía Magdalena, (Fig. 6).

Artes y métodos de pesca

La captura de calamar se realiza aplicando artes de pesca tales como la red de arrastre, tomando en cuenta aspectos de comportamiento como son la atracción por la luz y su voracidad, (Fig. 7) que se utilizan principalmente en Estados Unidos, Sudamérica y Asia. La red lámpara (Fig. 8), se utiliza para la pesca del *Loligo opalescens* en San Pedro y Monterrey California, lo mismo que la red de cerco (Fig. 9) y el método de succión (Fig. 10). Se utilizan también las redes agalleras (Fig. 11), principalmente en el lejano Oriente y la pesca con poteras que se emplean casi en todo el mundo (Fig. 12).

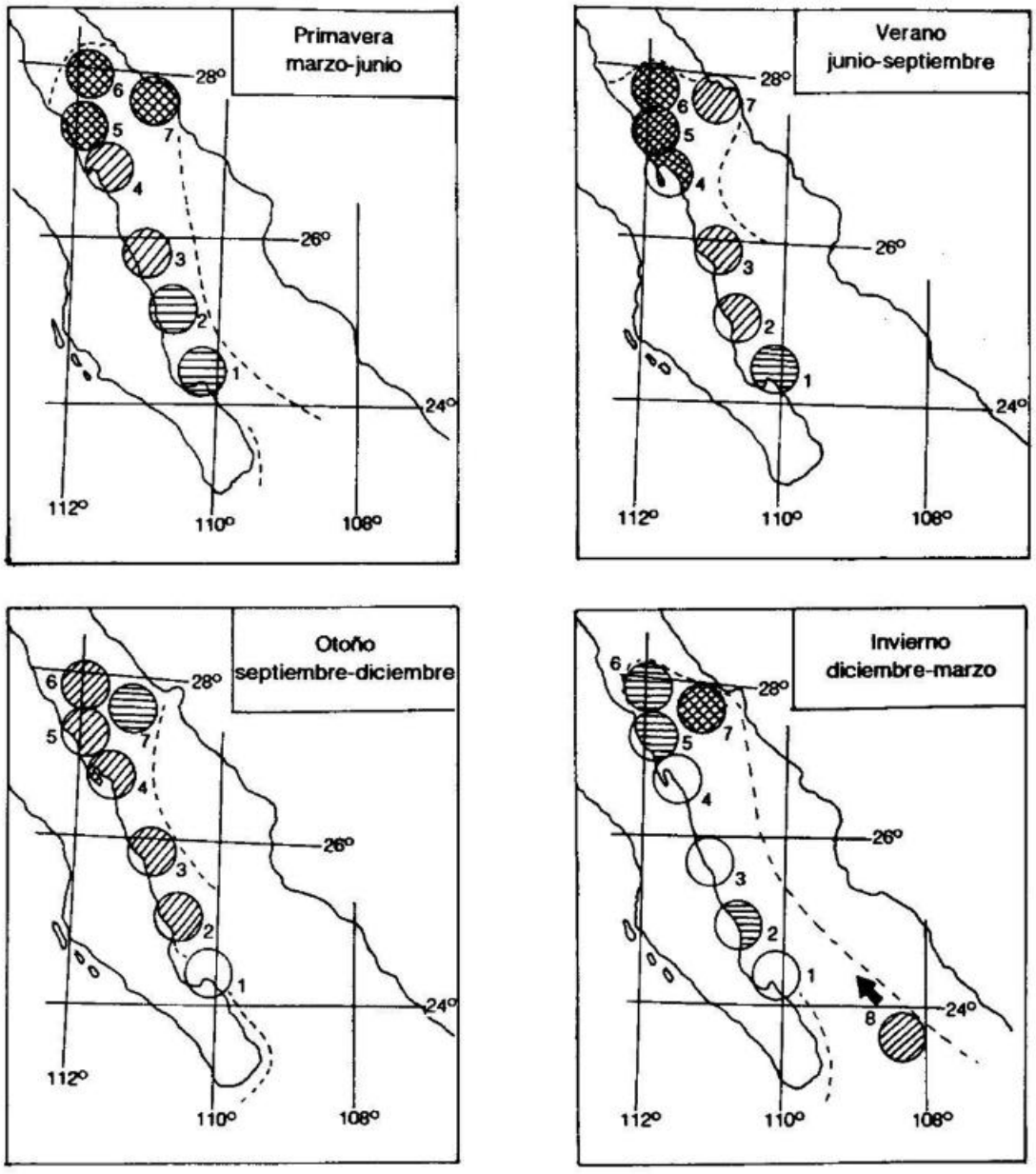


Figura 4

Abundancia relativa de Calamar gigante en el Golfo de California. Klett, 1981

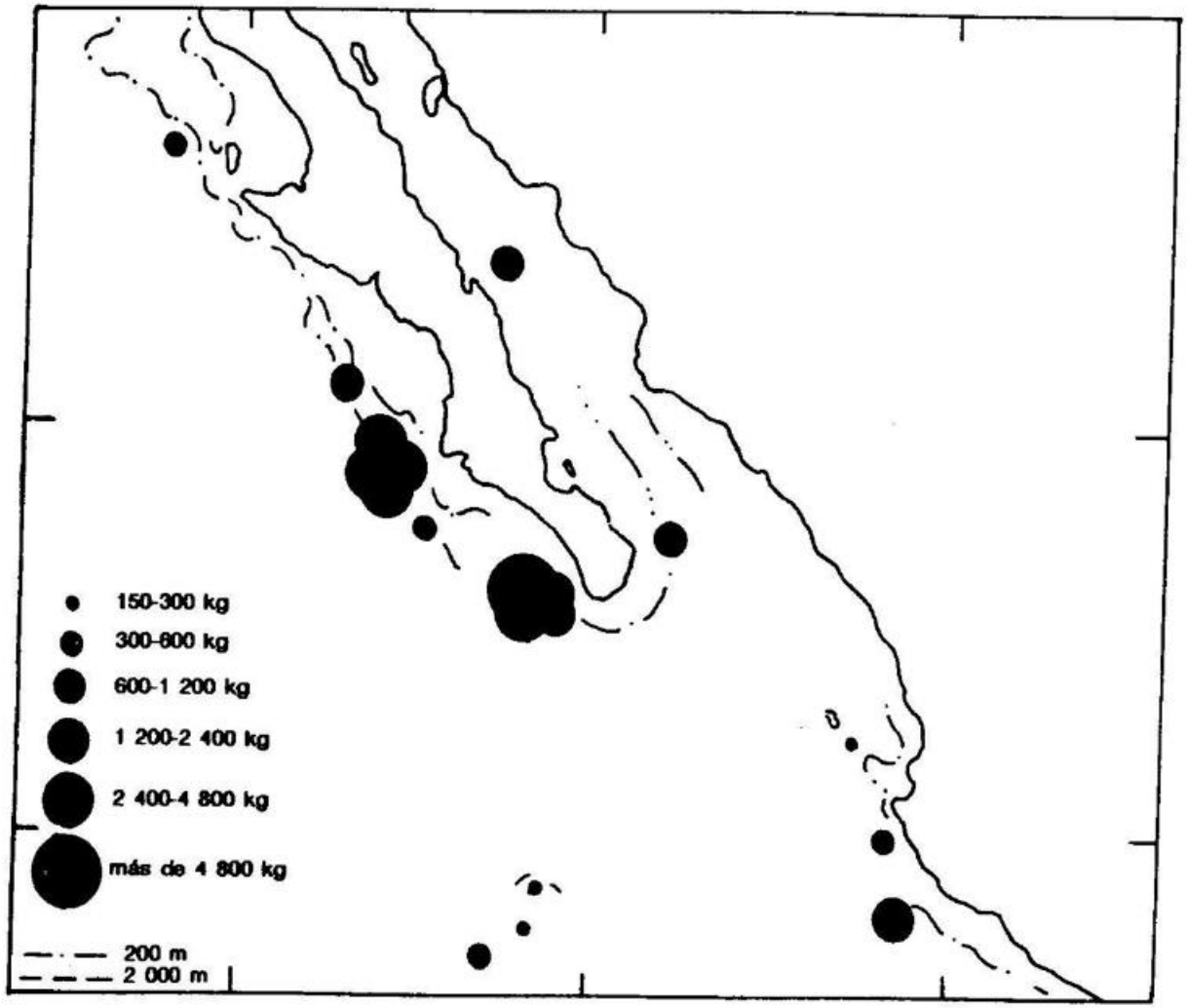
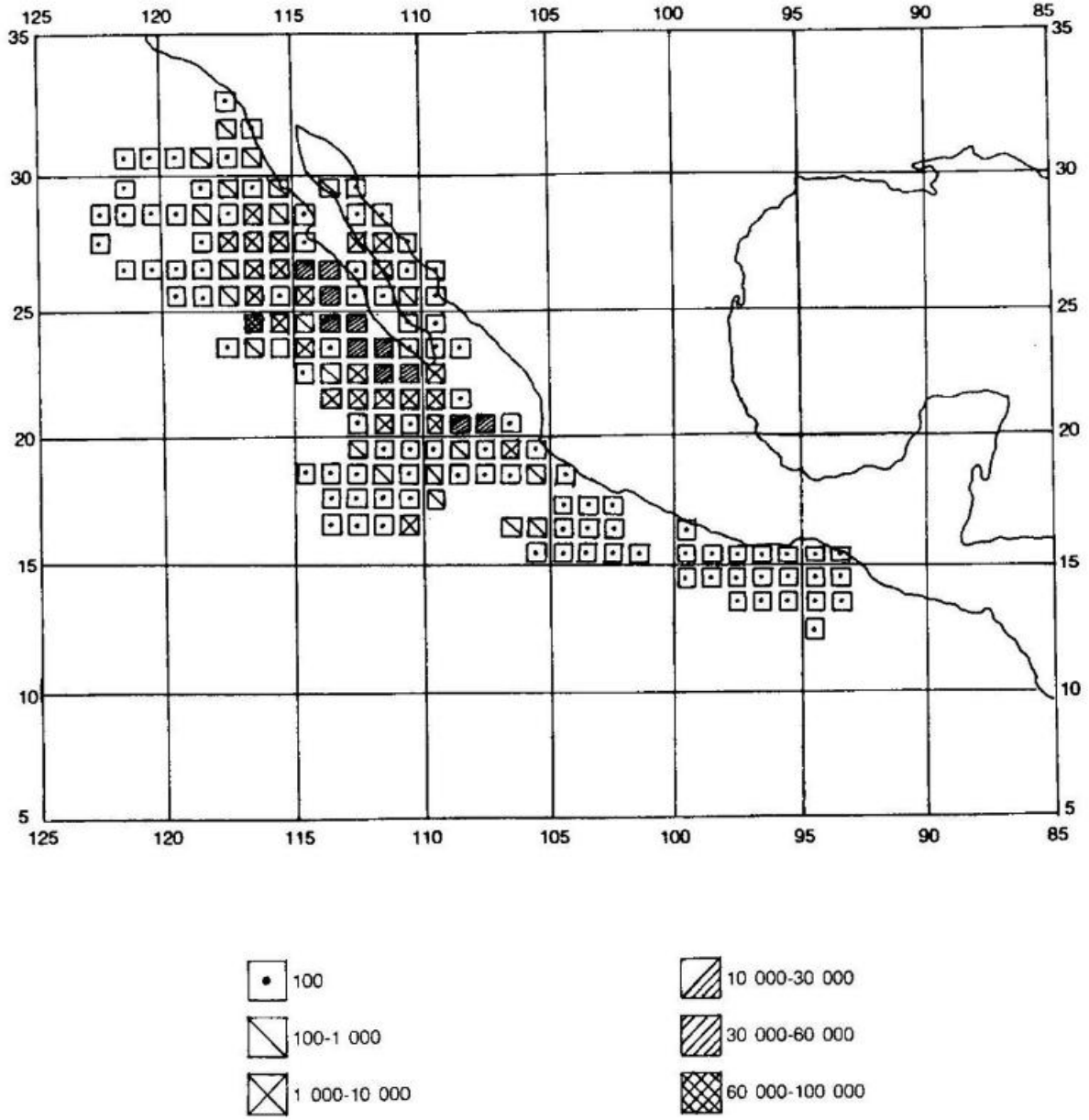


Figura 5

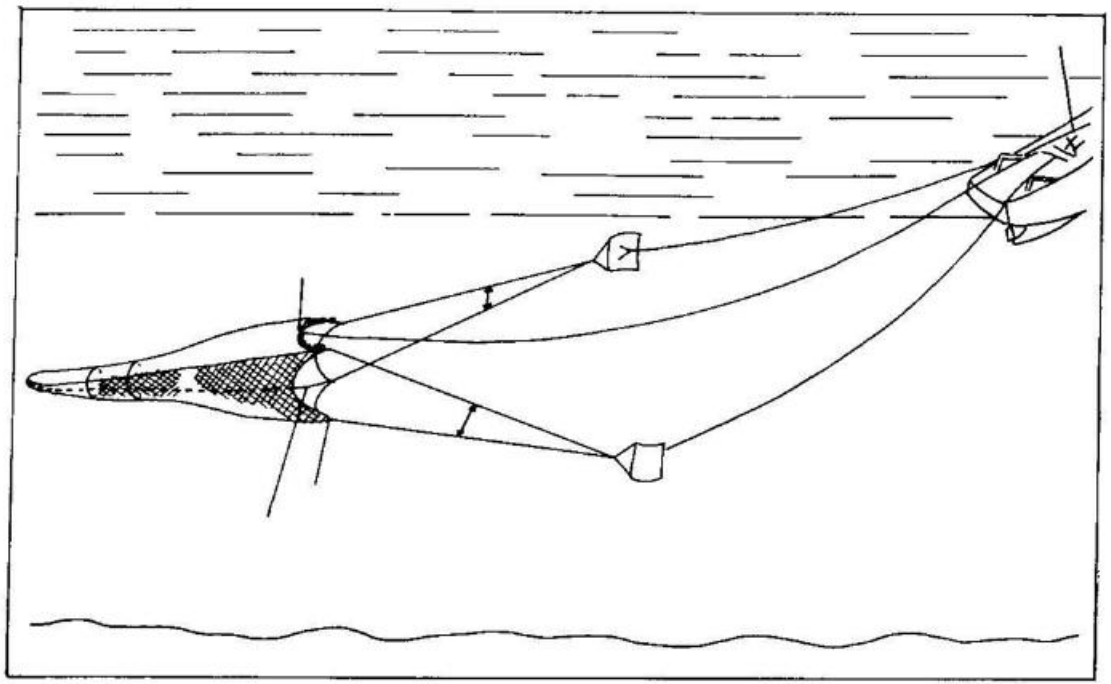
Abundancia relativa de capturas por zonas del 14 de octubre al 13 de diciembre. Sato, 1976

Figura 6

Áreas de mayor captura y densidad de Calamar gigante, Dosidicus gigas, en el Pacífico mexicano y Golfo de California para 1991



A



B

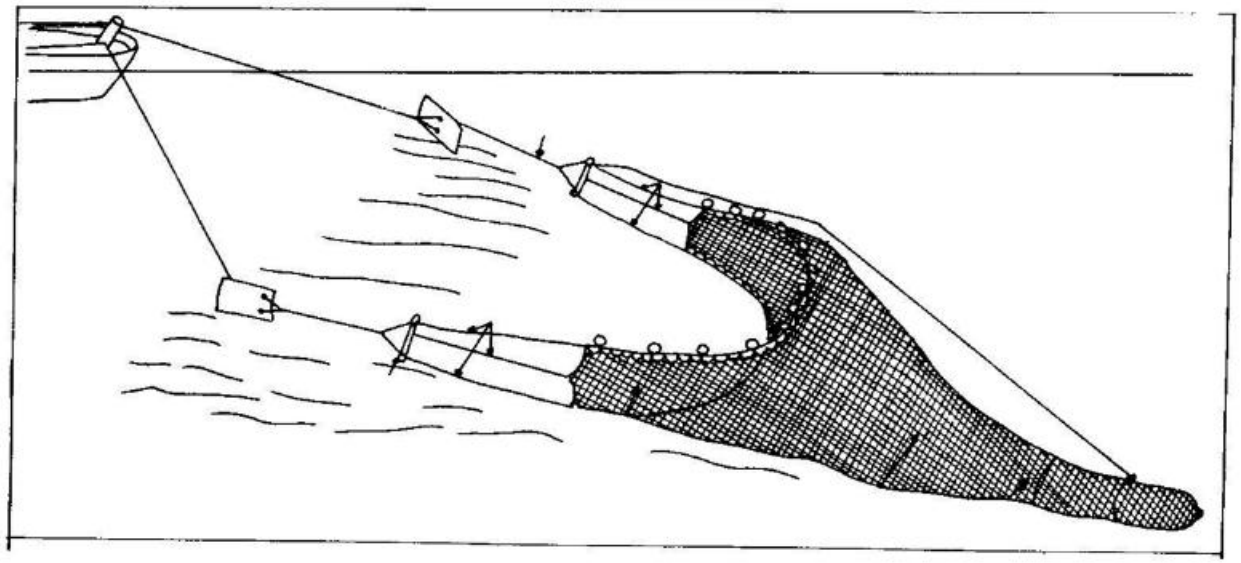


Figura 7

Redes de arrastre.
A: De media agua,
B: De fondo

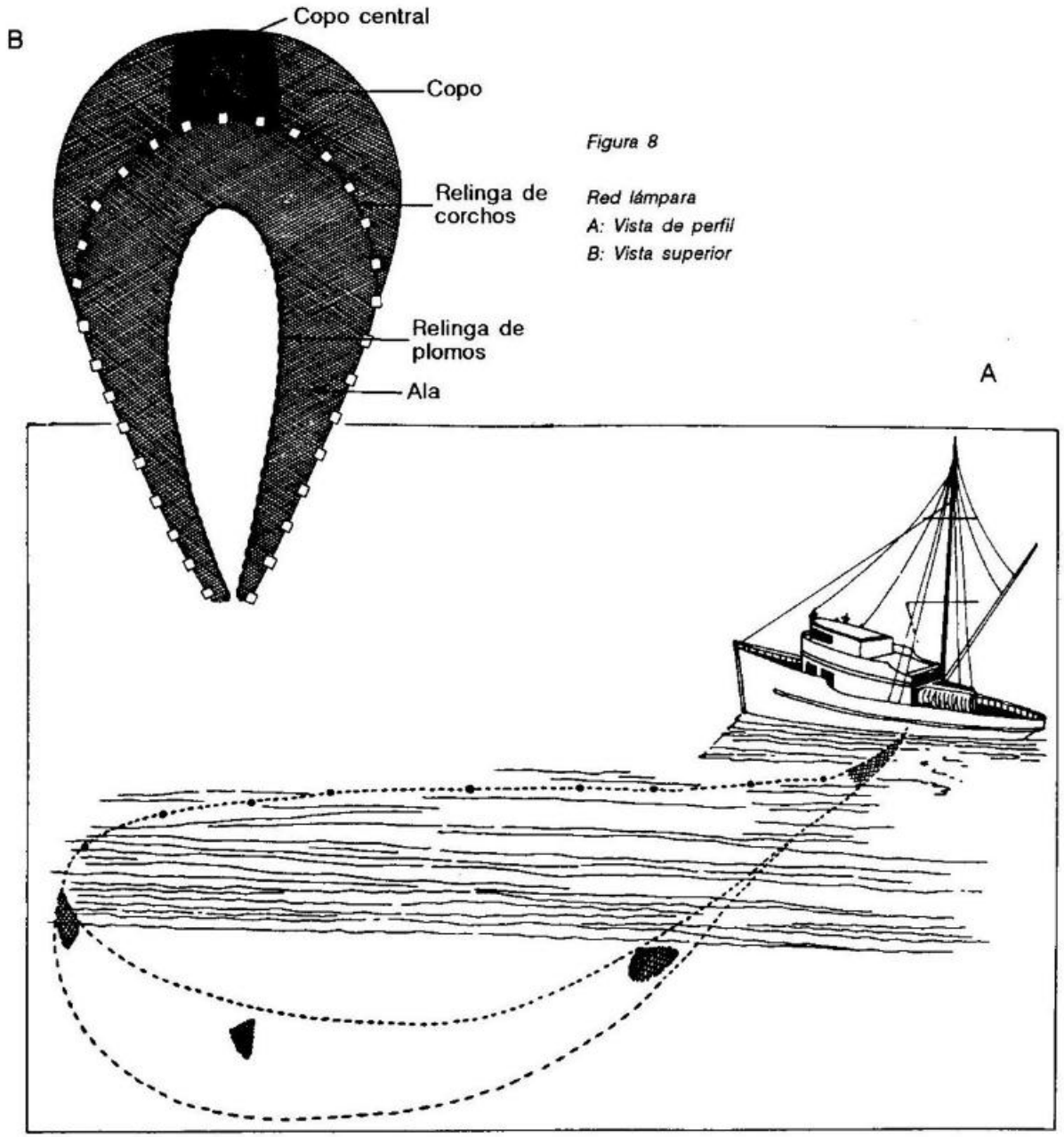


Figura 8

Red lámpara
A: Vista de perfil
B: Vista superior

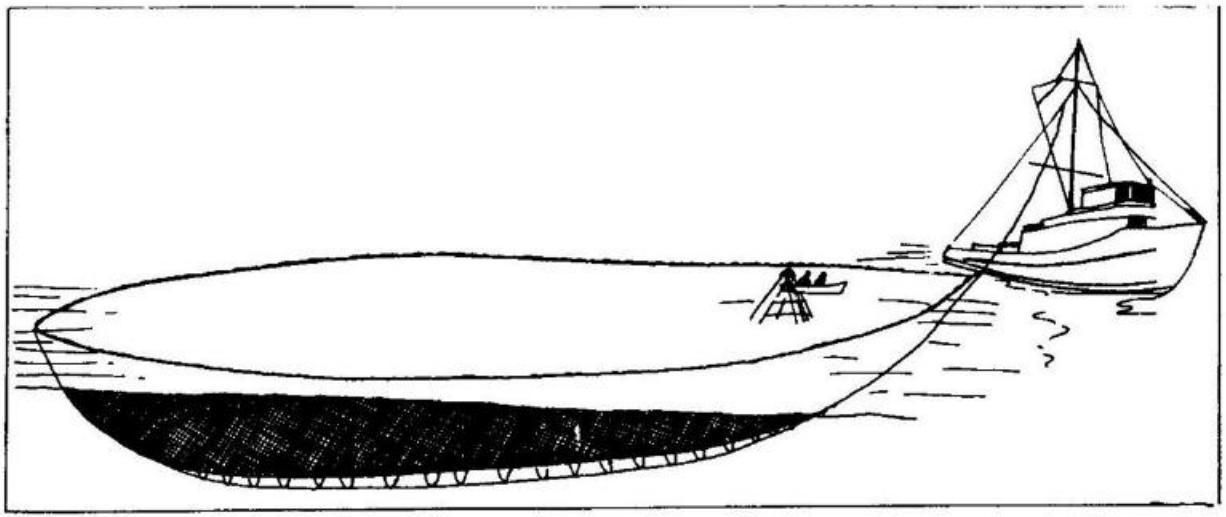


Figura 9

Red de cerco de jareta

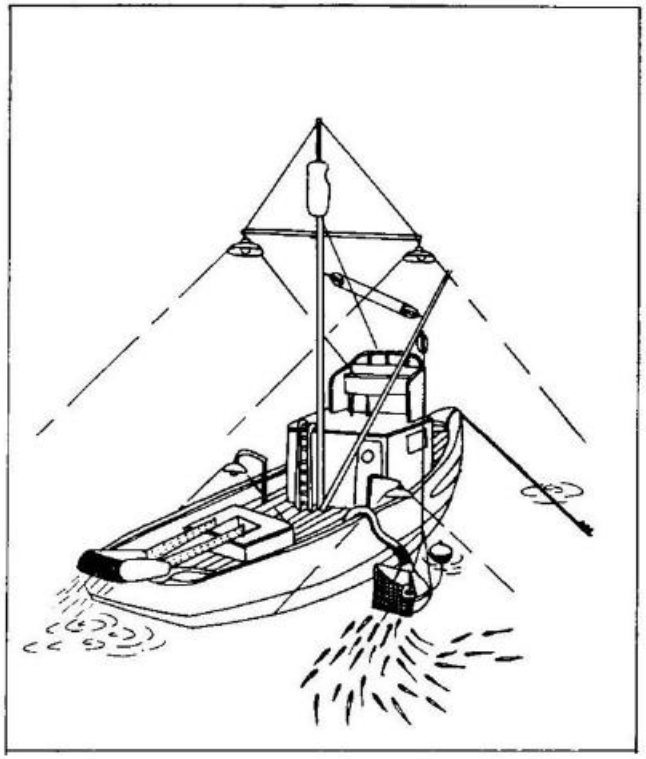
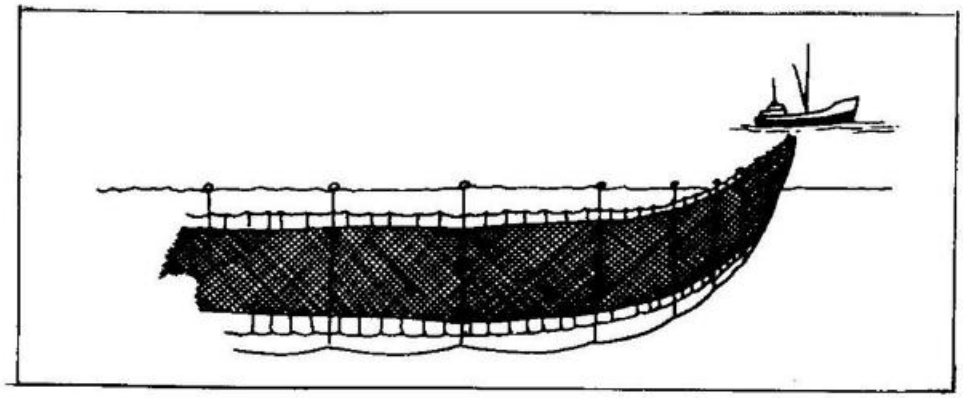


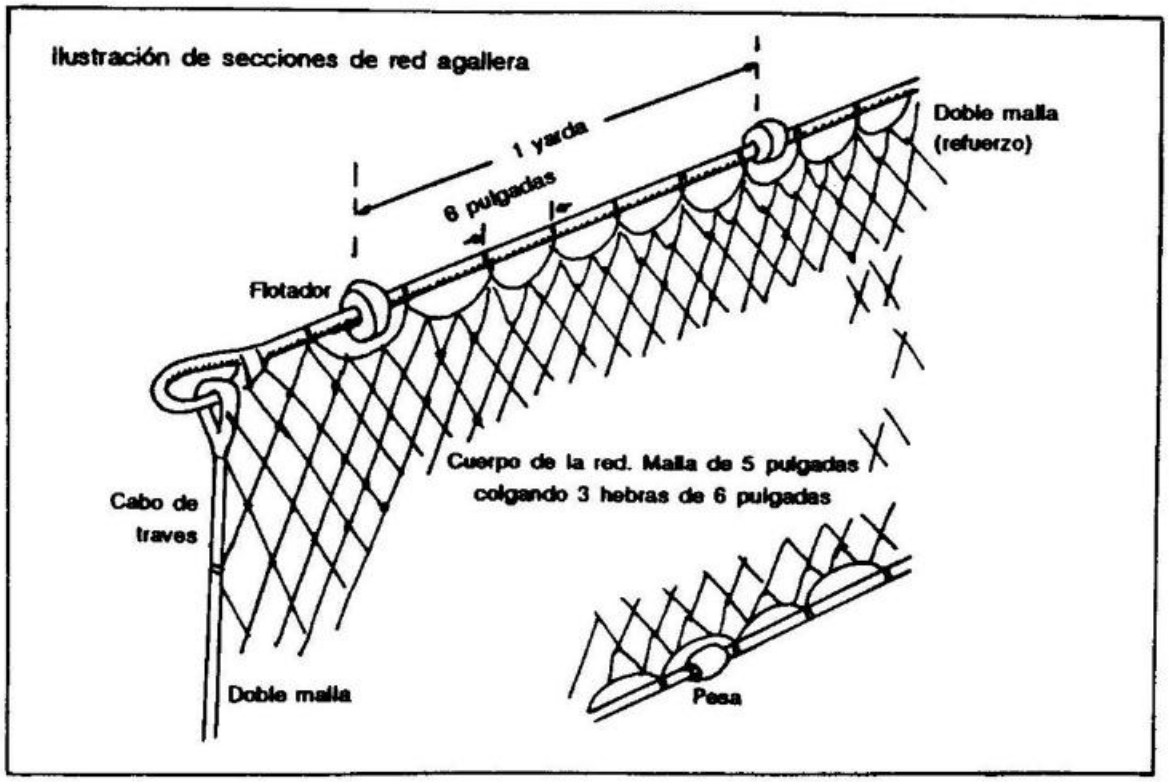
Figura 10

Pesca con el método de succión. S. Kato, 1975

Figura 11

Red agallera





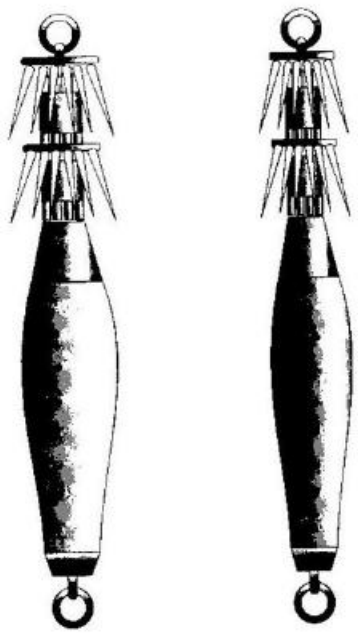


Figura 12

Potera de dos coronas para la captura del calamar

En México, el calamar gigante se captura con el método de pesca que consiste en atraerlo con luces y aprovechando su fototropismo positivo. Para eso, usan lámparas que varían en tipo, número y potencia, de acuerdo a la clase y dimensiones de las embarcaciones empleadas.

El método de pesca consiste en buscar las áreas de concentración del calamar, aprovechando su distribución térmica, así como la presencia de especies que constituyen su alimento, incluyendo aquellos calamares pequeños de su misma especie.

El arte de pesca empleado está constituido por poteras que son señuelos en forma de huso, con dos o tres coronas de ganchos o anzuelos sin muerte, las cuales pueden ser operadas en forma manual o con máquinas cobralíneas.

Cuando la operación de la potera es manual, ésta se apareja en forma individual a un hilo de monofilamento al que se adiciona un peso suficiente para que se hunda con cierta rapidez hasta la profundidad deseada. En caso de que su operación sea con máquinas, las poteras van unidas a una línea de monofilamento No. 90, a intervalos de entre 80 cm y un metro; el número de poteras aparejadas está en función de la talla de los calamares y de la densidad de los cardúmenes.

Cuando los ejemplares son pequeños (15 a 25 cm de longitud de manto) o medianos (25 a 40 cm de long. de manto), las poteras se unen a la línea de una en una, pudiéndose aparejar hasta 20 o más. Si la talla es mayor a los 41 cm de manto, el número varía de tres a cinco por línea, aparejadas de dos en dos, y en ocasiones hasta de tres en tres, dependiendo de la talla y peso del animal y que una sola potera pierde la captura al faltarle al calamar superficie de enganche (Fig. 13).

El tamaño y material de construcción dependen de su origen. En México se utilizan dos tipos: las japonesas y las locales o mexicanas.

Las poteras japonesas están construidas de material plástico o de baquelita brillante, de diferentes colores. El tamaño del vástago varía entre los 8 y 10 cm, con dos o tres coronas de anzuelos, cuya longitud está comprendida entre los 15 y 20 mm y se operan manualmente o con máquina calamarera.

Las poteras de construcción local están construidas con un vástago hecho de un tubo de aluminio de 3/4" de diámetro y 30 cm de longitud; las coronas están formadas con pedazos de rayos de bicicleta o con clavos de 20 a 25 mm de lon-

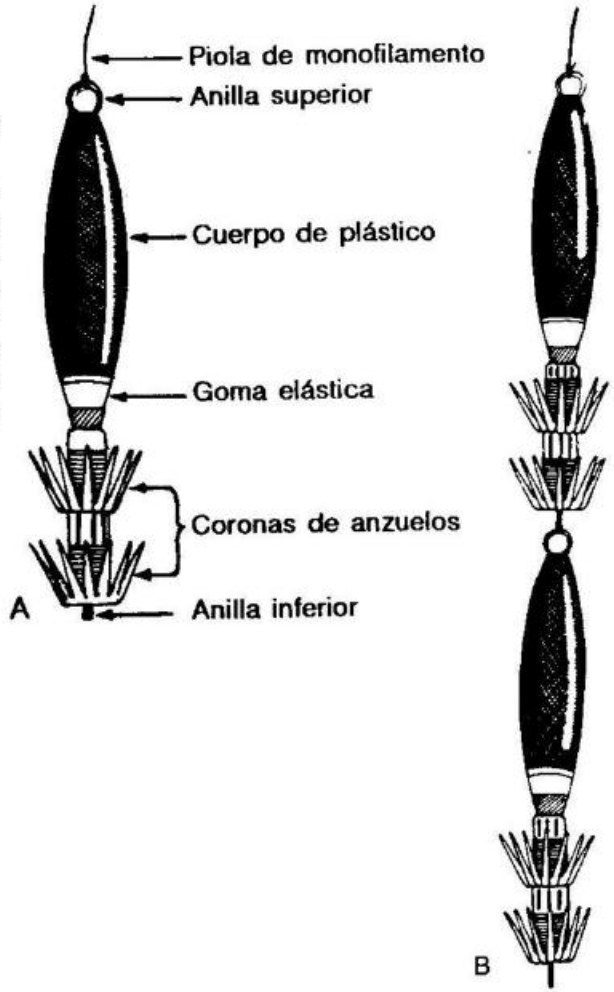


Figura 13

Poteras para la pesca de calamar. A: Para tallas pequeñas y medianas B: Para tallas grandes

gitud. También se utilizan varillas de acero de 12 mm de diámetro por 30 cm de largo, a las cuales se les colocan hasta 10 coronas de anzuelos de 20 mm de poteras japonesas, siendo su operación solamente manual.

Las máquinas cobralíneas sólo se utilizan en las embarcaciones mayores. Son automáticas y su operación se controla desde el puente de mando y, cuando es necesario, desde la cubierta de la embarcación. Estas tienen de uno a dos carretes de forma oval donde se enrollan las líneas de poteras y van distribuidas de manera regular en ambas bandas de la embarcación, dependiendo su número de la eslora, (Fig. 14).



Figura 14

Vista de perfil del conjunto de máquinas calamareras, racas y poleas

Maniobra de pesca

La maniobra de pesca se inicia con la búsqueda del recurso antes del anochecer, buscando primeramente los gradientes térmicos apropiados para la distribución del calamar.

Localizada la zona con temperatura apropiada, se efectúa una prospección con el fin de detectar el recurso, lo cual se hace por parte de las embarcaciones mayores utilizando ecosondas de 75 a 200 khz y rastreando por este medio la zona desde la superficie hasta una profundidad de aproximadamente 200 metros. Las embarcaciones más modernas y de reciente construcción combinan el empleo del sonar con la ecosonda para este propósito.

Una vez encontrados los cardúmenes de calamar, se lanza el ancla de deriva o paracaídas, la cual junto con una vela cangrejo ayuda a mantener el barco aproado a contracorriente y al viento, a la vez que mantiene en lo posible la posición del barco respecto del cardumen, evitando que derive más de lo conveniente y que las líneas de poteras se entrecrucen rompiéndose, (Fig. 15).

Las luces de atracción, que consisten de hasta 240 lámparas incandescentes de metal hidruro o hálide, con una potencia de 1 000 a 2 000 watts, se encienden al caer la noche; asimismo, se ponen a funcionar las máquinas, durando esta maniobra de captura entre una y trece horas, según sea la abundancia del recurso en el área.

Toda la pesca es mecanizada y cuenta con dos o cuatro hombres por banda en la cubierta. Estos, controlan las máquinas reponiendo líneas rotas o desenredando las entrecruzadas y empujan el calamar capturado a las tinas de recepción bajo la cubierta principal en donde se efectúa la labor de procesado del producto.

En cuanto a la flota mexicana, en la actualidad están incursionando embarcaciones tradicionales de otras pesquerías tales como camaroneras sardineras y escameras, las cuales tienen mayor radio de acción que las pangas y han implementado un sistema de pesca que consiste en llevar consigo de cuatro a seis pangas, a bordo de las cuales pescan de dos a tres personas, mien-

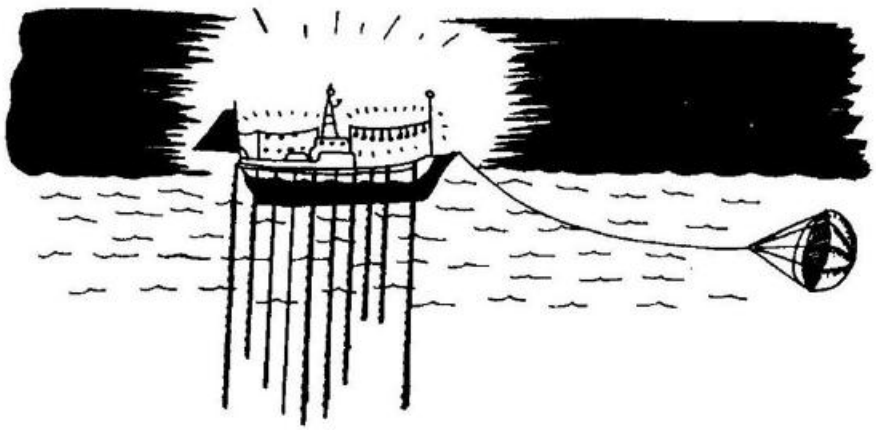


Figura 15

Uso del ancla de capa —a proa— y de la vela cangrejo —a popa—, para contrarrestar el efecto de corriente de agua y/o viento, sobre la verticalidad de las líneas de poteras; esto ayuda a que dichas líneas no se entrecrucen. Ehrhardt, 1982

tras en el barco laboran de seis a diez pescadores más. Esto ha permitido a las embarcaciones menores ampliar su radio de acción y a los barcos aumentar su producción. Estas embarcaciones pequeñas y medianas, buscan el recurso en las zonas donde siempre lo han capturado, de acuerdo con la época de abundancia. También, cuando se da el caso, aprovechan la presencia de barcos calamareros pescando en la zona para trabajar alrededor de ellos. La fuente luminosa que utilizan consiste, en el caso de los barcos, de focos de hasta 1 000 watts de potencia; las pangas utilizan lámparas de gas o bien un acumulador de automóvil y dos o tres focos de 12 voltios, efectuando toda la labor de captura de forma manual.

Esfuerzo de pesca y captura

Durante todo el lapso de tiempo que abarcó el programa de prospección se efectuaron 56 viajes de pesca con la participación, aunque no de forma continua, de siete embarcaciones. Éstas aplicaron un esfuerzo de pesca de 2 049 días a razón de 36.5 días promedio por viaje, logrando una captura total de 11 196 028 toneladas dividiéndose todo esto en las diferentes etapas que antes se mencionaron y cuyos resultados se muestran en la tabla 4.

Tallas de captura

En 1989, al inicio de las actividades pesqueras, y debido quizá a los años de receso de esta pesquería, durante los tres primeros meses de operación de la flota se empezó capturando sólo tallas grandes de calamar cuyo promedio mensual varió entre 35 y 59 cm. Estos tamaños tuvieron en principio una muy buena aceptación en el mercado japonés, lo mismo que para las logradas en los dos primeros meses de 1990.

De los meses de marzo a mayo no se efectuaron actividades pesqueras debido a que las embarcaciones fueron llevadas al Japón para darles mantenimiento. Se inició de nueva cuenta de tallas de aproximadamente 27 cm de longitud de manto, debido a que de manera fortuita se encontró una área de concentración de ejemplares juveniles que quizá emigraron a esa zona entre marzo y mayo, ya que de octubre de 1989 a febrero de 1990 fue raro el ejemplar pequeño o juvenil que se capturó. Esta concentración de juveniles fue numerosa, pero debido a su muy reducida talla no tiene precio en el mercado japonés, por lo que los técnicos de pesca dejaron de pescarlo dedicándose a buscar tallas un poco mayores, preferentemente de entre 35 a 45 cm de longitud de manto, que según comunicación personal de los mismos técnicos de pesca son las tallas que mayor demanda tienen.

De julio a diciembre de 1990, la talla mensual promedio se mantuvo por encima de los 40 cm de longitud de manto y al iniciar 1991, el promedio de tallas mostró la misma tendencia, e incluso subió el promedio mensual hasta por arriba de los 50 a 55 cm, para luego acusar una brusca caída hasta cerca de los 35 cm, sosteniéndose por debajo de los 40 cm hasta finales del año. Aquí cabe hacer mención que desde el último trimestre de 1989, en que se dio inicio a la explotación del calamar, hasta diciembre de 1991, la flota trabajó casi exclusivamente en el Pacífico mexicano, con la excepción de 45 días que incursionó en el Golfo de California en pesca de prospección.

En 1992, todas las embarcaciones trabajaron la pesca comercial en el Golfo de California y sólo efectuaron labores de pesca en el Pacífico durante viajes de prospección.

Tabla 4
Esfuerzo y captura totales aplicado y logradas por las embarcaciones participantes en el programa de prospección de calamar

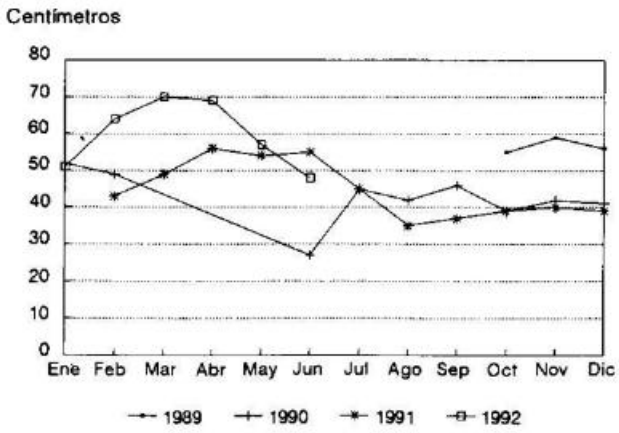
Periodo	No. de viajes	Días de pesca	Días de pesca promedio por viaje	Captura total (ton)	Captura promedio por viaje (ton)	Captura promedio por día (ton)
octubre 13 de 1989 a junio de 1992	56	2 049	36.5	11 196.0	203.097	5.858
octubre 13 de 1989 a febrero 8 de 1990	6	179	29.8	1 454.2	242.372	7.754
junio de 1990 a enero de 1991	12	389	32.4	2 228.7	185.752	6.020
febrero a mayo de 1991	8	373	46.6	1 460.2	182.528	4.070
junio de 1991 a junio de 1992	30	1 108	37.0	6 052.8	201.762	5.588

Desde 1991, en que se empezó a incursionar el Golfo de California en viajes de investigación, se vio que los tamaños de los calamares eran muy grandes, de modo que para 1992 al efectuarse las actividades de pesca exclusivamente en ese lugar, las tallas promedio mensuales fueron muy altas, (Tabla 3) (Fig. 16).

De acuerdo con el comportamiento de las tallas promedio mensuales, con excepción de 1989, se observa que en los tres años siguientes, durante los meses de invierno y primavera, las tallas capturadas son grandes, generalmente mayores a 50 cm. Sin embargo, éstas tienden a bajar durante los meses de verano y otoño, manteniéndose entre pequeñas y medianas, regularmente entre los 36 y 46 cm.

La variación de la talla promedio mensual observada, aunque se debe en parte a los efectos de la pesca, no es debida totalmente a ello, sino que está influenciada por la preferencia de los técnicos de pesca, que a su vez reflejan la predilección del público consumidor del mercado japonés por calamares chicos y medianos antes que por tallas grandes que presentan un acentuado sabor alcalino.

Figura 16
Variación anual de la talla promedio mensual del Calamar gigante



Si de acuerdo con Ehrhardt (*op. cit.*), los calamares susceptibles de pescarse en los caladeros mexicanos nacen en febrero y se reclutan a la

pesquería en el mes de mayo, se puede decir que del mes de junio a diciembre hay mayor disponibilidad de tallas chicas y medianas para los barcos calamareros, que prefieren éstas y dejan de pescar las grandes, factor que origina la baja del promedio mensual de las tallas en los meses de verano-otoño.

Procesamiento y presentación del producto

Barcos japoneses

Después de que los calamares son capturados y se desprenden de las poteras, caen a unos canales de conducción en los que con agua son empujados y arrojados a las tinas de recepción, situadas debajo de la cubierta principal en ambas bandas de la embarcación. Ahí entran en un proceso que consiste en eviscerar los calamares y lavar el manto. Éste, luego se coloca en charolas de aproximadamente 12 kg de capacidad, clasificándolo en número de ejemplares, por caja, en las categorías 1-5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, etc., según su talla. Las charolas se meten luego en cámaras de congelación que pueden tener una capacidad de 16 a 35 ton, según el tamaño de la embarcación de que se trate.

El sistema de congelación es por placas, utilizando amoniaco o freón 22 como gas refrigerante; el tiempo de congelación puede variar entre 8 y 10 horas, a temperatura de -59°C.

Después del tiempo apropiado de congelación, las charolas con el calamar congelado se sacan de las cámaras y se quita la charola, dejando el puro bloque de calamar. Este pasa a la bodega, en donde se almacena a temperatura de -40°C.

Embarcaciones nacionales

Pangas

En este tipo de embarcaciones se sigue el mismo procedimiento para el proceso de la captura que en los barcos japoneses, con la diferencia de que no traen a bordo charolas en donde colocar el producto, limitándose a arrojarlo al fondo de la embarcación. Las pangas nacionales tampoco cuentan con ningún tipo de conservación a bordo, por lo que solamente evisceran y lavan el manto para su entrega en la playa a los compradores.

Barcos camaroneros, escameros y sardineros

En estas embarcaciones, al igual que en todas las demás, el calamar se eviscera y se conserva el manto limpio. Se utiliza para esto el sistema de conservación de su pesquería original o en su defecto se emplea hielo. Estas embarcaciones sirven como barcos nodriza a las pangas que llevan consigo, en las cuales se eviscera y limpia el producto, entregándolo a estos barcos para su conservación y posterior descarga.

Puertos de desembarque y comercialización

Todas las embarcaciones japonesas que efectuaron las labores de pesca en México durante el periodo de tiempo comprendido de octubre 13 de 1989 a junio de 1992, tuvieron como puerto base el de Ensenada, BC, y como puertos alternos Mazatlán Sin, y Manzanillo, Col., aunque todas las

operaciones de descarga las efectuaron en el puerto mencionado en primer término, lugar al que arribaban periódicamente uno o dos barcos nodrizas a donde se trasladaba el producto, el cual fue íntegramente transportado para su comercialización al mercado oriental y más específicamente al Japón, en donde se vende en estado fresco congelado.

En relación con la flota nacional, los principales lugares de pesca y desembarque de las capturas son Santa Rosalía y La Paz, BCS, y Guaymas, Sonora cuya producción se destina al mercado nacional, comercializando el producto en presentación de manto limpio congelado o enhielado, aprovechándose las aletas, tentáculos y vísceras en la fabricación de harina para alimento de camarones en cultivo (com. per. Alverde, 1991).

Bibliografía

EHRHARDT, N.M., P.S. JAQUEMIN, G. GONZÁLEZ, P. ULLOA, F. GARCÍA B., J. ORTIZ Y A. SOLÍS. 1982. Descripción de la pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas*, durante 1980 en el Golfo de California. Flota y Poder de pesca. *Ciencia Pesquera*. (3): 41-60.

— 1982. Crecimiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. *Ciencia Pesquera* (3): 33-39.

KLETT, T.A., 1981. Estado actual de la pesquería del calamar gigante en el estado de Baja California Sur. Departamento de pesca. INP. Centro de Investigaciones Pesqueras de la Paz, BCS, México. *Serie Científica* (21): 7-28.

KATO S., La pesquería del calamar de California. *FAO Inf. Pesca* (170) *Supl.* 1: 107-128.

MURAKAMI, K., Distribución de los calamares en relación con el medio ambiente en el Pacífico noroeste y en el mar de Ojotsk. *FAO. Inf. Pesca* (170). *Supl.* 1: 9-17.

NESIS, K.N., 1970. *The biology of the giant squid of Peru an Chile, Dosidicus gigas.* Oceanology, Wash., 17 p.

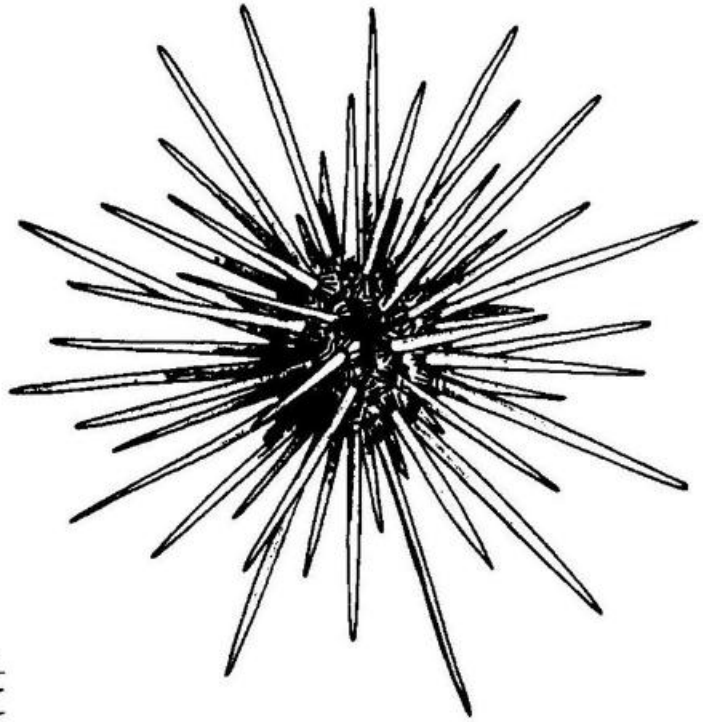
ROPER, C.F.E., M.J. SWEENEY Y C.E. NOVEN. 1984. FAO *Species Catalogue.* Vol. 3, Cephalopods of de world. An annotated and ilustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop. Pp. 156-158.

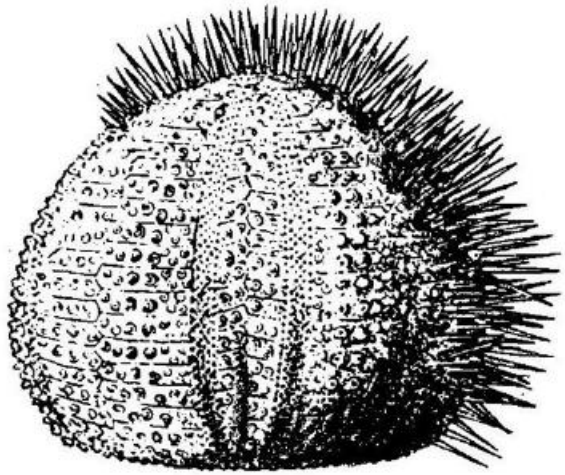
SATO, T., Resultados de la pesca exploratoria para *Dosidicus gigas* (D'Orbigny) frente a California y México. *FAO Inf. Pesca* (170) *Supl.* 1: 62-68.

TÉCNICA PESQUERA. 1981. Revista Técnica Pesquera No. 157, Año XIV, febrero de 1981. Pp. 13-36.

TÉCNICA PESQUERA. 1981. Revista Técnica Pesquera No. 165, Año XIV, octubre de 1981. Pp. 24-29.

Erizo y pepino de mar





EQUINODERMOS: ERIZO DE MAR

Julio S. Palleiro Nayar
David Aguilar Montero
Juan Manuel Romero Martínez
CRIP-Ensenada, INP

Introducción

En Baja California existen cuatro especies de erizos, pero sólo una, el erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* es la que se explota comercialmente, debido principalmente a que la calidad y rendimiento de sus gónadas es muy superior a las otras especies (Palleiro, *et al.*, 1987).

La pesca del erizo rojo, en Baja California, se inició a nivel comercial en 1972 por un reducido número de permisionarios. En la actualidad, representa una de las principales pesquerías en el estado, al generar aproximadamente 2 000 empleos directos y al captar divisas por concepto de exportación de gónada del orden de tres a cinco millones de dólares por temporada.

La producción de gónada se exporta al Japón, principal consumidor de gónada de erizo en el mundo. En el mercado japonés, la gónada de erizo rojo es muy codiciada por su calidad, concurriendo a dicho mercado las exportaciones de Canadá y Estados Unidos de América.

El objetivo del presente trabajo es analizar el desarrollo de la pesca de erizo en Baja California hasta la situación actual y recomendar las acciones tendientes a que se mantengan los volúmenes de producción rentables, que permitan el desarrollo de la pesquería sin lesionar la capacidad de recuperación de las poblaciones naturales. Todo esto con base en la experiencia del estudio de esta especie, realizado por los integrantes del Proyecto de Equinodermos del CRIP Ensenada.

Recurso pesquero

En la costa occidental de Baja California existen cuatro especies de erizo de mar: *Strongylocentrotus franciscanus, S. purpuratus, Centrostephanus coronatus y Litechinus anamesus*. De estas especies, sólo *S. franciscanus*, por su alto rendimiento y calidad, es la que sostiene totalmente la pesquería del erizo en Baja California. A la fecha se han realizado algunos intentos para incorporar a la pesca el erizo púrpura *S. purpuratus*, sin embargo, la calidad de sus gónadas, los altos costos de maquila y algunos aspectos tecnológicos han desalentado su captura.

El erizo rojo es un equinoideo de simetría radial, que posee un caparazón de carbonato de calcio con tallas máximas de 20 cm de diámetro

de caparazón, siendo una de las especies de mayor tamaño en el mundo.

El régimen alimenticio del erizo rojo es herbívoro, consume todo tipo de algas, pero muestra preferencia por frondas de *Macrocystis pyrifera* (Leighton, 1966; 1971), razón por la cual se encuentra asociado a los mantos de *Macrocystis*.

El color de la gónada depende del tipo de alimento que el erizo consuma (Mottet, 1976). Cuando el erizo se alimenta de *Macrocystis pyryfera*, se obtiene la mejor calidad de gónada (requerida en la pesquería), a diferencia de cuando consume otras algas (Palleiro, *et al.*, 1988), posiblemente debido a la gran diferencia de sus constituyentes, ya que la *Macrocystis* contiene concentraciones altas de proteínas, que proporcionan un mejor desarrollo para cumplir con las funciones metabólicas y disponer de energía para la reproducción y crecimiento (Wheeler y North, 1981).

Las poblaciones de erizo pescable están limitadas por la cantidad y calidad de alimento disponible. Se han realizado varios estudios con objeto de establecer las relaciones entre el alimento disponible, el comportamiento y fisiología del erizo, así como la estructura de la comunidad de los mantos de algas (Lees, 1970; Pears *et al.*, 1970; Matitison *et al.*, 1977; Dean *et al.*, 1984; Ebelin *et al.*, 1985; Harrold y Reed, 1985 citados por Tegner, 1989). En un manto sano, el erizo rojo consume frondas de *Macrocystis*. Cuando la comida es abundante, los erizos se mueven muy poco, pero cuando escasea el alimento y no hay algas a la deriva, ya sea por el incremento en la presión de pastoreo o por deterioro del manto por factores ambientales, los erizos rojos se desplazan a comer sobre las plantas fijas (Tegner, 1989). Esta situación se observa comúnmente en el erizo púrpura, que no muestra preferencia por algas a la deriva y ataca al rizoide de *Macrocystis*, causando la muerte de toda una planta (Leigthon, 1971).

Por lo anterior, la pesca del erizo rojo se realiza en grupos de organismos que cumplen con las características requeridas de sus gónadas en cuanto a color y rendimiento.

Distribución y abundancia

El erizo rojo se distribuye geográficamente desde Alaska hasta Isla de Cedros, Baja California (Fig. 1). Su distribución batimétrica es de los 3 a 50 metros, pero se ha reportado hasta los 125 m de profundidad (Mottet, 1976).

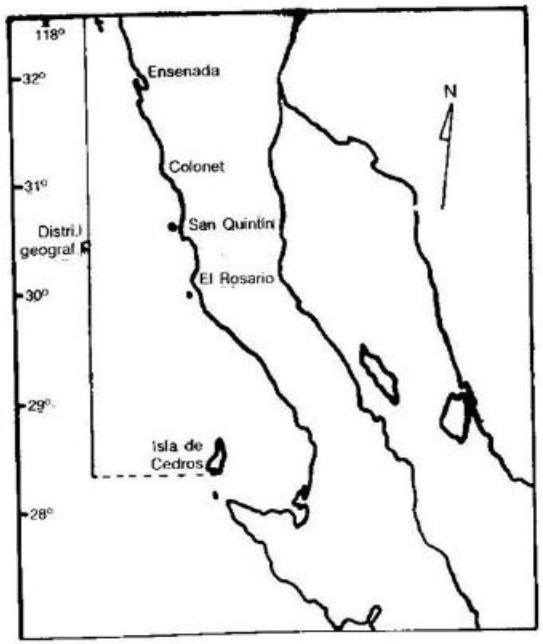


Figura 1

Distribución de erizo rojo en Baja California

En Baja California, la mayor abundancia de erizo rojo se localiza de Islotes Coronados a Punta San Carlos.

La población de erizo se encuentra generalmente distribuida en parches, en vez de agruparse uniformemente o al azar (Rosenthal, *et al.*, 1974).

Por lo general se observan en grupos de 50 o más individuos. Los grupos pequeños, así como los erizos solitarios, tienden a unirse a grupos más grandes; se especula que este comportamiento puede ser por dos causas: para incrementar la oportunidad de fertilización y por la competencia de espacio y alimento (Low, 1975).

Los movimientos de los erizos se deben principalmente a la búsqueda de alimento. Matison *et al.*, (1977), reportaron diferencias significativas en el movimiento de erizo rojo dentro y fuera del manto de *Macrocystis*; dentro del manto, donde existe alimento en abundancia, el movimiento promedio fue de 7.5 cm por día a diferencia de fuera del manto (15-100 metros) donde el alimento es relativamente más escaso, el movimiento promedio de más de 50 cm por día.

Se ha observado una mayor abundancia de erizo rojo alrededor del manto de *Macrocystis* que en su interior (Pearse, *et al.*, 1970; Low, 1975; Mattison *et al.*, 1977; Tegner y Dayton, 1981).

Los juveniles de erizo rojo frecuentemente se localizan bajo las espinas de los erizos adultos, los cuales les brindan protección de los diferentes predadores (Tegner y Dayton, 1977). Esta situación se presenta ya que la larva de erizo es selectiva en cuanto a que prefiere el asentamiento en áreas donde existen erizos y después busca protección bajo las espinas de organismos adultos. Cameron y Schroeter 1980, reportan que en un experimento de laboratorio y de campo con erizos rojos y púrpuras, se observó que los organismos recién asentados se movían hacia los adultos.

Este comportamiento trae como consecuencia que, en los lugares donde se explota comercialmente el erizo, las tasas de reclutamiento sean bajas, por la falta de organismos adultos.

El patrón de distribución de los erizos se determina principalmente por factores de disponibilidad de alimento, tasas de reclutamiento y tasas de sobrevivencia de juveniles (Ebert, 1983).

Hábitat y relaciones ecológicas

El erizo rojo habita en sustrato rocoso, en áreas de alto y bajo relieve, así como en las grietas y orificios de las rocas. Se encuentra comúnmente asociado a los mantos de algas cafés *Macrocystis pyrifera*, por ser el alga preferida en su dieta alimenticia.

Los mantos de *Macrocystis* tienen una gran importancia ecológica por la gran cantidad de flora y fauna que vive asociada a esta comunidad, además de que sirve de refugio a larvas de invertebrados y peces.

Las principales algas que viven asociadas a los mantos de *Macrocystis* son: *Gigartina armata*, *Laminaria farlowii*, *Eisenia arborea*, *Egregia leavigata*, *Cystoseria osmundacea*, *Pterygophora californica y Gelidium robustum*.

Los principales invertebrados que habitan en la comunidad de *Macrocystis* son: cangrejos, *Can-*

cer spp.; estrellas de mar, *Pisaster spp.*, *Patiria miniata*, *Pycnopodia heliantoides*; pulpos, *Octopus spp.*; abulones, *Haliotis spp.*; erizos, *Strongylocentrotus spp.*; caracoles, *Astraea spp.*, *Aplysia californicus*, *Navanax inermis; langosta Panulirus interruptus*; conchalapa, *Megatura creanulata* y pepinos de mar, *Parastichopus spp.*

Los principales peces que habitan en la comunidad de los mantos de *Macrocystis* son: cabrillas, *Paralabrax spp.*; rokots, *Sebastes spp.*; vieja, *Semicossyphus pulcher*.

También desde el punto de vista económico tienen una gran importancia los mantos de *Macrocystis* al encontrarse recursos que se explotan comercialmente, como: langosta, abulones, erizo rojo, caracol, pepino de mar, conchalapa, peces como cabrillas, rokots y vieja, así como *Macrocystis pyrifera* y *Gelidium pulchrum*, sujetas a explotación comercial.

Dentro de las relaciones ecológicas, la de mayor importancia es la competencia por espacio y alimento. El principal competidor del erizo rojo por espacio y alimento es el erizo púrpura *S. purpuratus*. El erizo púrpura habita principalmente en la zona intermareal. Sin embargo, se ha reportado hasta los 64 metros de profundidad (MaCauley *et al.*, 1967).

La preferencia alimenticia de las dos especies es muy similar, por lo que compiten por alimento. Leigthton, en 1966, realizó un estudio de preferencia de algas para el erizo rojo y púrpura. Observó que para el erizo rojo, la preferencia fue: 34% *Macrocystys pyrifera*, 17% *Gigartina armata*, 16% *Laminaria farlowii*, 11% *Eisenia arborea*, 10% *Egregia leavigata* y 2% *Cystoseria osmundacea*.

Para el erizo púrpura, la preferencia fue: 20% *Macrocystis pyrifera*, 16% *Laminaria farlowii*, 13% *Gigartina armata*, 13% *Egregia leavigata*, 11% *Eisenia arborea*, 11% *Pterygophora californica* y 1% *Cystoseira osmundacea*.

La competencia por espacio entre estas dos especies juega un papel muy importante para la distribución y abundancia del erizo púrpura, ya que las distribuciones de las dos especies se traslapan, pero los erizos púrpuras dominan en la zona intermareal y submareal (ya que resisten los cambios físico-químicos y la acción del oleaje), dominando los erizos rojos a profundidades de 5 metros en adelante. Esta situación de competencia por espacio y la pesca comercial exclusivamente de erizo rojo, ha propiciado que el erizo púrpura aumente su área de distribución y su abundancia en lugares más profundos, limitados anteriormente por la presencia de erizos rojos (Kato y Schroeter, 1985).

En la costa noroccidental de Baja California, se ha observado que los erizos púrpuras se han desplazado a mayores profundidades (hasta 20 metros), ocupado el espacio del erizo rojo, sujeto a explotación comercial.

La competencia interespecífica de erizo con abulones *Haliotis spp.*, se sabe que puede afectar la distribución de ambos grupos (Lowry y Pearse, 1973; Shepherd, 1973). Los abulones son mejor competidores por espacio y los erizos por alimento (Tegner, 1980).

En el sur de California, los abulones y erizos prefieren *Macrocystis pyrifera* a cualquier otra especie de alga, consumiendo principalmente las frondas a la deriva, por lo que existe una marcada competencia por alimento (Leigton, 1966, 1971)

En las condiciones presentes, los factores ambientales y la presión de pesca sobre el erizo rojo, pueden ser más importantes que la competencia interespecífica para determinar los patrones de distribución y abundancia de los erizos (Tegner y Levin, 1982).

La predación sobre el erizo rojo, es otro aspecto importante de las relaciones ecológicas de la comunidad de los mantos de algas. Los principales predadores del erizo son: cangrejos, *Cancer spp*; estrellas de mar, *Patiria miniata, Astrometis sertulifera, Pynopodia helianthoides, Dermasterias imbricata;* langosta roja, *Panulirus interruptus* y peces como la vieja *Semicosyphus pulcher*, considerado por varios autores como el principal predador de juveniles de erizo en el sur de California (Feder *et al.*, 1974; Tegner y Dayton, 1981; Cowen, 1983).

Las tasas de mortalidad por predación varían dependiendo del tamaño de los organismos; los erizos pequeños son más vulnerables a ser consumidos por los predadores que los erizos adultos, por lo que los erizos juveniles menores de 30 milímetros se protegen en las endiduras de las rocas o bajo los erizos de mayor tamaño (Tegner y Dayton, 1977).

Reproducción

El erizo rojo es un organismo con sexos separados (dioico), que no presenta dimorfismo sexual por lo que las características morfológicas de macho y hembra son iguales, pudiendo identificar el sexo cuando los organismos están maduros y expulsan los gametos (al ser capturados y trasportados a la superficie), observándose en el gonoporo, localizado en la parte superior del caparazón, para el macho un color blanco, y para la hembra un color amarillo.

El aparato reproductor del erizo está constituido por cinco gónadas, unidas por mesenterios en la parte interna del caparazón.

Los gametos son expulsados al medio en donde ocurre la fecundación. Después de doce horas, se presenta el estado de blástula, la cual se dirige a la superficie en donde ocurre el paso a gástrula y a larva llamada equinopluteos. Esta larva es bilateral y no tiene ningún parecido con el erizo.

La larva se transforma en pluteus en aproximadamente 90 horas, presentando cuatro y luego ocho brazos con bandas de cilios que son usados como locomoción y para colectar alimento, consumiendo pequeños microorganismos del fitoplancton.

En el desarrollo larval posterior algunos de los órganos comienzan a formarse. Cuando está bien desarrollada, empieza a buscar sustrato para fijarse, y si no encuentra un sustrato adecuado, puede permanecer en el plancton por espacio de dos o tres meses, comiendo fitoplancton pero creciendo muy poco.

Según algunos estudios, el tiempo de la larva de erizo rojo en el plancton depende de la temperatura del agua. Strathmann, 1978, reportó un rango de 62 a 131 días para una temperatura de 7° a 13° centígrados, en instalaciones de laboratorio. Cameron y Schroeter, 1980, reportaron que entre 40 y 50 días ocurrió el asentamiento en tanques de cultivo a una temperatura de 12° centígrados.

Por el tiempo de estadía de la larva en el plancton, las corrientes juegan un papel muy importante en la distribución de las larvas y el patrón de reclutamiento. Otros factores oceanográficos, como las surgencias, afectan considerablemente la dis-

tribución de las larvas. En las bahías del sur de California, que presenta un índice mínimo de surgencias, se observa una alta tasa de reclutamiento (Sloan *et al.*, 1987). Ebert y Russell, 1988, reportaron tasas de reclutamiento reducidas para el erizo morado en lugares de surgencias.

Después de fijarse, se presenta de inmediato la metamorfosis: se absorve el tejido larval y aparece un erizo de aproximadamente 1 mm. Durante los 4 o 5 días siguientes, los nutrientes del resto del tejido larval son absorvidos, aparecen los órganos internos del erizo y comienza a alimentarse de diatomeas bentónicas y luego de macro algas (Mottet, 1976).

Para comparar el desarrollo gonádico, se utiliza el índice gonadal, calculado por la relación de el peso de la gónada entre el peso total del organismo (expresado en porcentaje). Este índice puede utilizarse para conocer cuándo ocurre el desove del organismo, por la pérdida de peso de la gónada al expulsar sus gametos. Sin embargo, esto debe corroborarse con un análisis histológico, ya que la gónada del erizo aumenta de peso por la formación de gametos y también por substancias de reserva, al funcionar las gónadas como un almacén de productos de reserva (Tapia, 1986).

La época de reproducción y la talla de primera madurez dependen de las condiciones ambientales, así como del alimento disponible. Con base en un estudio histológico, Ruiz, *et al.*, 1987, reportan que la época de desove del erizo rojo en Punta San Miguel, a 15 km al norte de Ensenada BC, ocurre de febrero a mayo. La talla de primera madurez del erizo rojo se encontró a los 60 mm de diámetro de caparazón.

Tapia, en 1986, identificó seis estadios de madurez gonadal para las hembras de erizo rojo, los cuales son: inactivo, gametogénica, maduración, reproductiva, desove, reabsorción; y cinco para los machos, los cuales son: inactivo, gametogénica, maduración, reproductiva y desove.

Castro *et al.*, 1992, en el Laboratorio de Histología del CRIP Ensenada, analizaron histológicamente gónadas de erizo rojo de las cuatro zonas de captura comercial de erizo, obteniendo las fluctuaciones de la madurez mensual por sexo y por zona de pesca que se observan en las figuras 2 y 3, en donde los números representan las etapas: *1)* Indiferenciado o inmaduro, *2)* gametogénico o maduración inicial, *3)* maduración, *4)* reproductiva o madura, *5)* desove o liberación de gametos y *6)* reserva o reposo.

Como las condiciones ambientales son cambiantes, se continúan analizando muestras mensuales de gónada por zona de pesca, con el objeto de conocer mejor el ciclo reproductivo de esta especie, cuyos resultados preliminares de fase de desove se indican en la tabla 1.

Tabla 1
Épocas de liberación de gametos de erizo rojo en las zonas de captura de Baja California

Zona	Periodo	Mes pico
I	Julio-Noviembre	Julio
II	Julio-Noviembre	Julio
III	Marzo-Octubre	Agosto y Octubre
IV	Mayo-Noviembre	*

FUENTE: Castro, *et al.*, 1992.
* No se determinó ya que faltaron muestras de julio a septiembre.

Figura 2
Fluctuación de las etapas de madurez

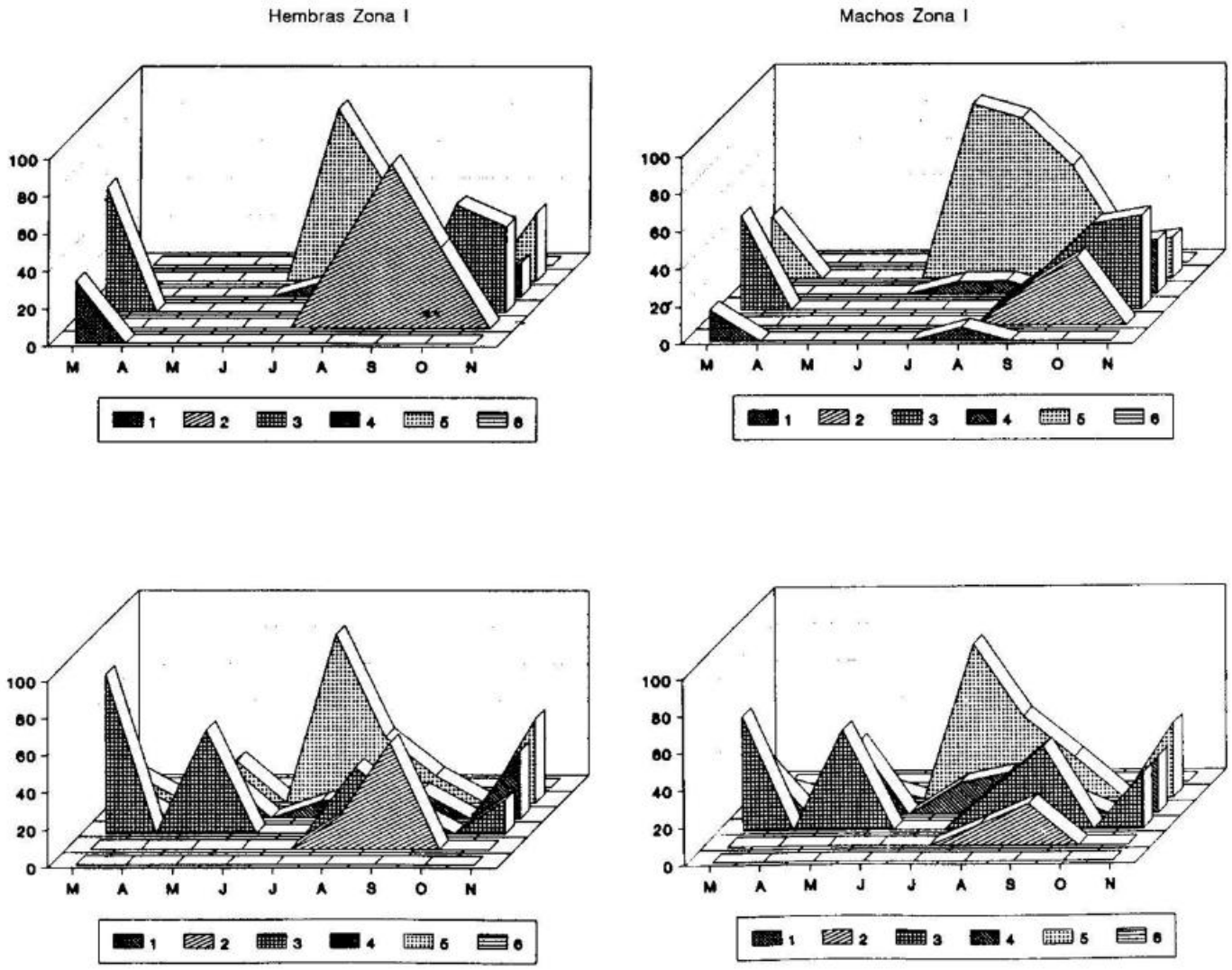
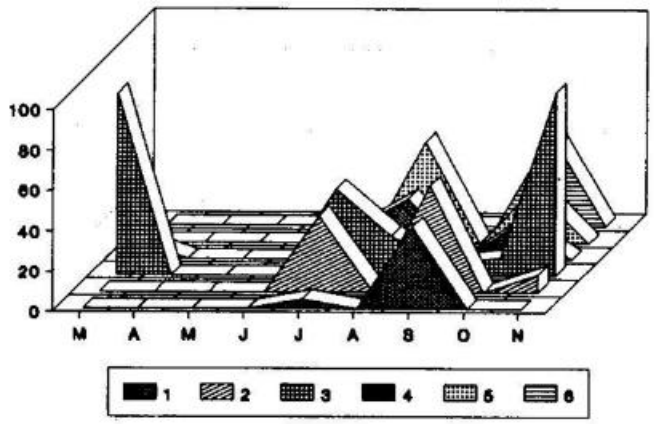
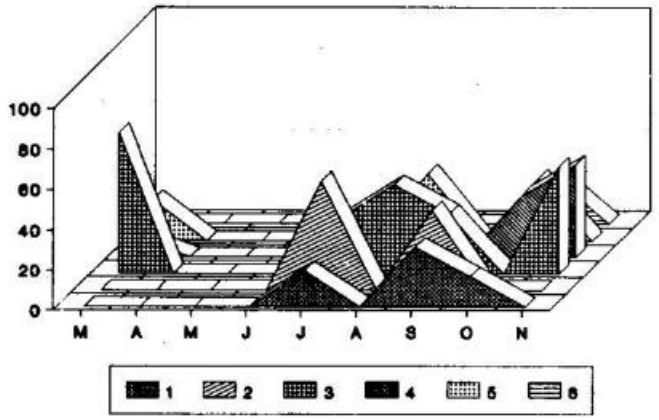


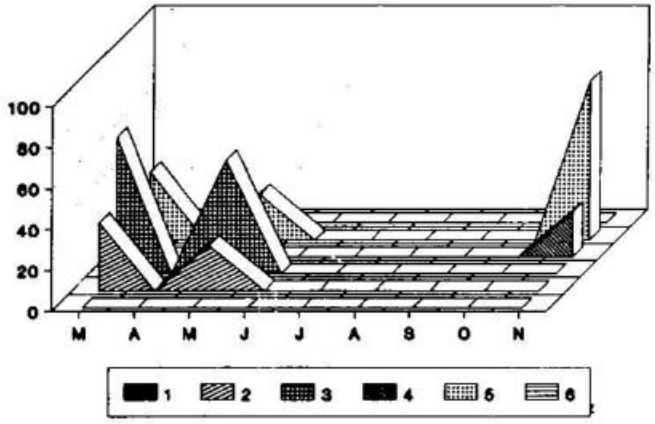
Figura 3
Fluctuación de las etapas de madurez

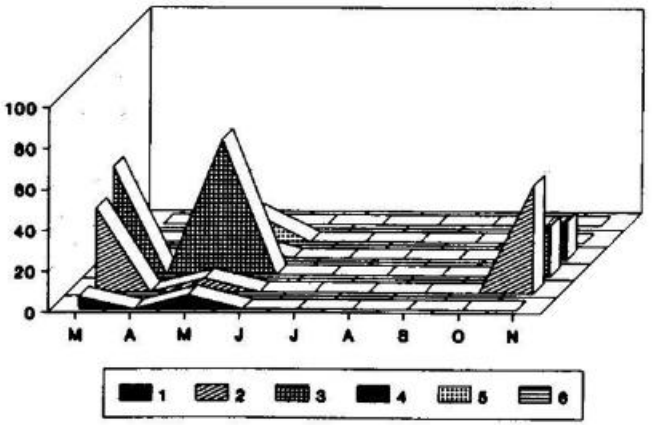
Hembras Zona III



Machos Zona III







Crecimiento

El erizo rojo, *S. franciscanus*, es uno de los erizos de mayor tamaño en el mundo (Mottet, 1976). La taza de crecimiento varía estacionalmente, es lento en la temporada de maduración de las gónadas, ya que toda la energía disponible se canaliza a la producción de gametos y es más rápido cuando la gónada ya maduró (Swan, 1961).

Muchos factores afectan la tasa de crecimiento del erizo y el tamaño máximo del individuo, entre los cuales destacan la disponibilidad y valor nutricional de las algas, la competencia por alimento y factores ambientales, como temperatura, oleaje, surgencias, etcétera, (Bennett y Gise, 1955; Swan, 1961; Ebert, 1967, 1968; Leighton, 1971; Baker, 1973).

La tasa de crecimiento varía estacionalmente, es baja en la temporada de maduración de las gónadas, ya que se canaliza la energía para la formación de gametos, y aumenta la tasa de crecimiento cuando la gónada madura (Swan, 1961).

Los métodos utilizados para conocer los parámetros de crecimiento del erizo pueden ser métodos indirectos, como análisis de la distribución de frecuencias de talla y lectura de anillos en placas ambulacrales. Los métodos directos utilizados son marcado y recaptura.

Baker (1973), utilizando un método de marcado de erizo rojo de tallas promedio de 30 mm, observó su crecimiento en su medio ambiente en dos localidades del área de San Diego, California, reportando crecimientos de 13.8 mm y 19.20 mm para Mission Bay y Point Loma respectivamente.

La constante de crecimiento reportada para el erizo rojo es baja (k = 0.2 a 0.3), por lo que se considera que su tamaño es el resultado de un prolongado crecimiento continuo (Bernal y Miller, 1973; Baker, 1973; Farías, 1980; Palleiro, 1982).

Los erizos que no se alimentan adecuadamente no canalizan energía para el crecimiento, por lo que se detiene este proceso (Ebert, 1967). Otra situación que presentan los erizos mal alimentados es el pobre desarrollo gonadal, e inclusive la ausencia de este órgano, ya que la gónada, además de cumplir con las funciones reproductivas, es utilizada como almacén de productos de reserva.

Descripción de las operaciones de pesca

Método y artes de pesca

Para la captura del erizo se utiliza una embarcación de 18 a 20 pies de eslora, comúnmente de madera, impulsada por un motor fuera de borda de 40 a 55 caballos de fuerza.

La colecta de organismos se realiza por medio de buceo, participando en la operación tres personas: motorista, cabo de vida y buzo. El motorista tiene la función de trasladar la embarcación a la zona de pesca y seguir al buzo durante la inmersión utilizando los remos. El cabo de vida es el encargado del funcionamiento del motor del compresor y de la adecuada posición de la manguera de aire. Además, mantiene la comunicación con el buzo mediante un cabo, con el cual se suben y bajan las bolsas de colecta de organismos llamadas javas. El buzo es el encargado de colectar los erizos, utilizando para la inmersión aire suministrado por medio de una manguera

conectada a un compresor que opera con un motor de gasolina de 5 a 8 caballos de fuerza. Utiliza un traje de hule comprimido, que incluye chamarra, pantalón, chaleco, gorro y botas. Con un gancho desprende los organismos y los deposita en una bolsa de colecta llamada "java". La profundidad en la que se realiza la extracción varía de 5 a 25 metros, con un tiempo de buceo de 1 a 3 horas.

El buzo realiza un muestreo, abriendo unos cuantos erizos para comprobar su calidad, ya que recibe su pago de la captura conforme a la calidad y rendimiento de la gónada. Esto trae como consecuencia que algunas poblaciones de erizo rojo no se exploten, porque no cumplen con los requerimientos de calidad en sus gónadas.

Los erizos colectados se colocan en bolsas más grandes llamadas *chinguillos,* en las cuales se transportan a la playa y luego a la planta.

La captura por buzo es de 3 a 6 chinguillos, de 150 a 300 kilogramos de erizo entero por marea o día de trabajo.

Reglamentación actual de la pesquería

La reglamentación actual en la pesquería de erizo rojo, *S. franciscanus*, en la costa occidental del estado de Baja California, es la siguiente:

1. Talla mínima legal de 80 milímetros de diámetro de caparazón, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de junio de 1987.
2. Época de veda del 1o. de marzo al 30 de junio, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 1990.
3. Cuotas de captura por temporada, con base en dictamen técnico del Instituto Nacional de la Pesca, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de junio de 1987.
4. Una tolerancia de 5% de erizos por abajo de la talla mínima legal.
5. Entrega de una Bitácora de Pesca por los Permisionarios.

Permisionarios

En la última temporada de pesca (1991-1992), el número de permisionarios fue de 38 con 290 embarcaciones registradas (Tabla 2).

Los permisos se distribuyeron de la siguiente manera:

- Sector Social: 3 Sociedades Cooperativas y 11 Unidades de Pescadores. Con un total de 177 embarcaciones.
- Sector Privado: 23 Personas físicas y 1 Empresas. Con un total de 113 embarcaciones.

En el estado de Baja California se encuentran registradas 20 plantas procesadoras de gónada de erizo.

Tabla 2
Permisionarios y embarcaciones por zona de pesca (1991-1992)

Zona	Límites	Permisionarios	Embarcaciones
I	(Islotes Coronados-P. Banda)	15	61
II	(Punta Banda-Punta Colonet)	11	73
III	(Punta Colonet-El Socorro)	6	40
IV	(El Socorro-Punta Escarpada)	6	116
Total		38	290

Situación actual de la flota

Se cuenta con registros del número de embarcaciones a partir de 1979. En el periodo de 1979 a 1985, el número de embarcaciones menores fue inferior a 100, pero a partir de 1982 se incrementó drásticamente a 220, y de 1987 a 1991 se mantienen alrededor de 300 embarcaciones explotando este recurso (Fig. 4).

Estas embarcaciones se distribuyen en las cuatro zonas de pesca, las cuales han presentado variaciones por temporadas, como se puede observar en la figura 5. La Zona IV es la que soporta el mayor número de embarcaciones.

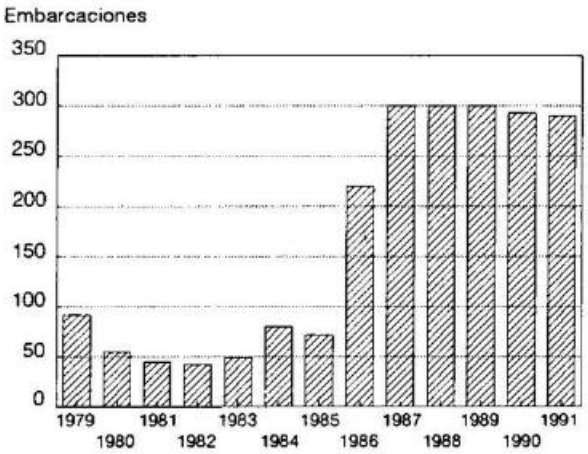
Eficiencia operativa de la flota

El rendimiento promedio por embarcación se puede calcular por la captura total entre el número de embarcaciones para cada año. En la figura 6 se presenta el promedio de captura de erizo entero por embarcación para el periodo de 1979 a 1991, observándose los puntos máximos en los años de 1979 y 1985 con 60.72 y 62.55 ton/embarcación respectivamente, con un decremento notable a partir de 1987 hasta 1991, debido al incremento en el número de embarcaciones en ese periodo. El punto más bajo es para el año de 1991 con 8 ton/embarcación.

Tabla 3
Rendimiento de captura por embarcación

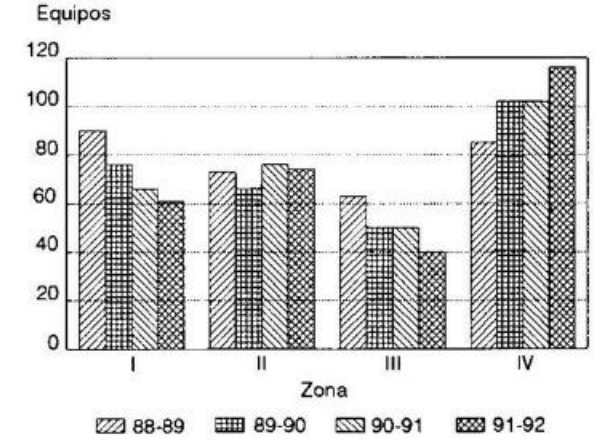
Zona	Temporada 1991-1992 tonelada erizo entero/emb.
I	3.00
II	10.27
III	2.87
IV	10.78

Figura 4
Embarcaciones menores dedicadas a la pesca de erizo en BC



FUENTE: CRIP Ensenada.

Figura 5
Número de embarcaciones por zona de pesca y temporada



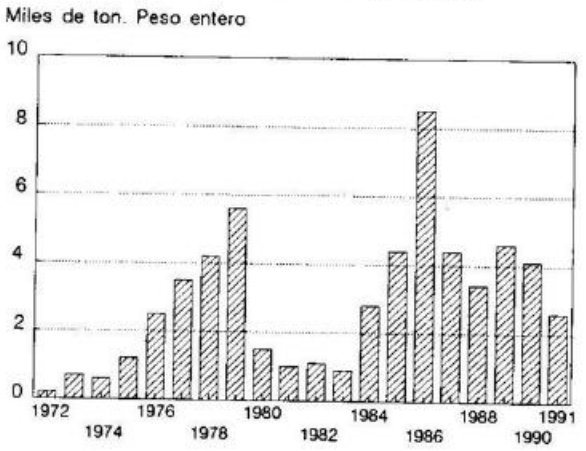
FUENTE: CRIP Ensenada.

Captura del recurso

La captura de erizo rojo en Baja California (Fig. 7), ha tenido grandes fluctuaciones, presentándose dos puntos máximos para los años de 1979 y 1986, con la cifra récord de 8 500 toneladas de peso entero en 1986. En el periodo de 1987 a 1990 la captura osciló entre las 4 000 toneladas, pero para 1991 descendió a 2 300 toneladas de peso entero.

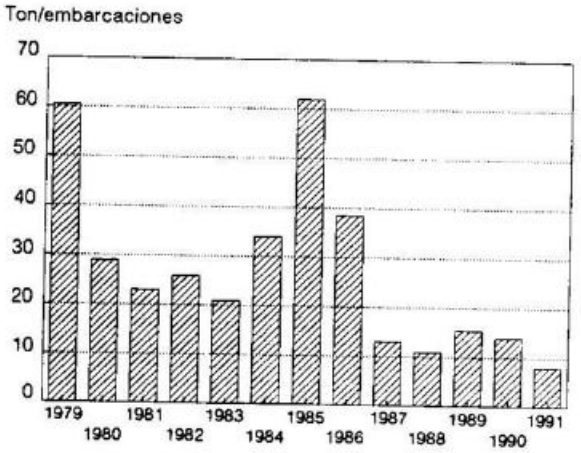
La captura por sectores se registró a partir de 1979, presentándose en el periodo de 1979 a 1984 que el mayor aporte a la captura fue por parte del sector privado. Pero a partir de 1985 a 1991 se invirtió el patrón, siendo más importante la aportación de el sector social con un 70% en los últimos cuatro años (Fig. 8), con la consideración de que el sector social contó con 64 embarcaciones más que el sector privado.

Figura 7
Captura total de erizo en Baja California



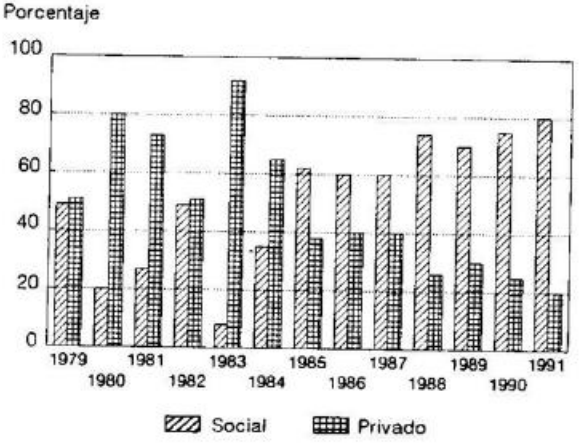
FUENTE: CRIP Ensenada.

Figura 6
Rendimiento promedio por embarcación. Erizo en BC



FUENTE: CRIP Ensenada.

Figura 8
Porcentaje de captura de erizo por sector, BC



FUENTE: CRIP Ensenada.

Captura por zona de pesca

Las principales áreas de explotación del erizo rojo en la costa occidental de Baja California son: Islotes Coronado, Popotla, Campo López, Jatay, San Miguel, Isla Todos Santos, Punta Banda, Bahía Soledad, Santo Tomás, San José, Eréndira, Colonet, Isla San Martín, Bahía El Rosario, Arrecife Sacramento, Punta San Carlos.

Las áreas de extracción de similares condiciones ambientales y de disponibilidad de alimento, se agruparon en cuatro zonas de pesca, para realizar análisis comparativos (Fig. 9).

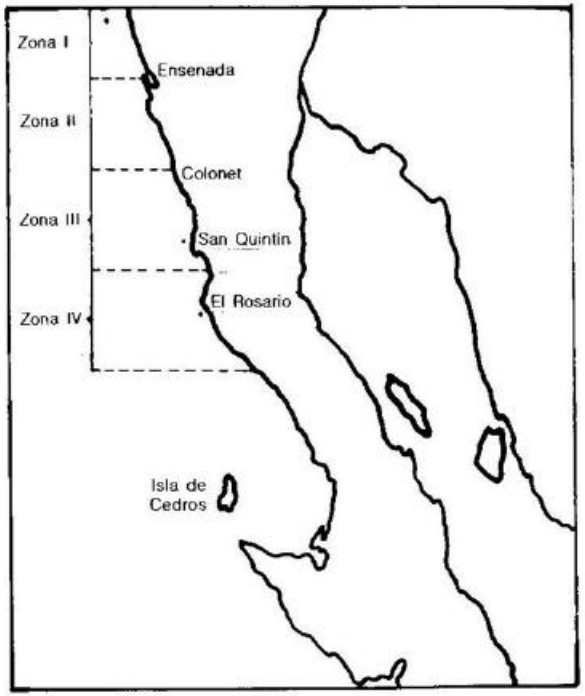


Figura 9

Zonas de pesca de erizo en Baja California

La captura por zonas de pesca muestra notables diferencias, siendo la Zona IV la más importante ya que aporta el 50% de la captura total por temporada, seguida de la Zona II.

Las zonas más estables en cuanto a variaciones de la captura son la II y IV, como se puede observar en la tabla 4 y la figura 10.

Tabla 4

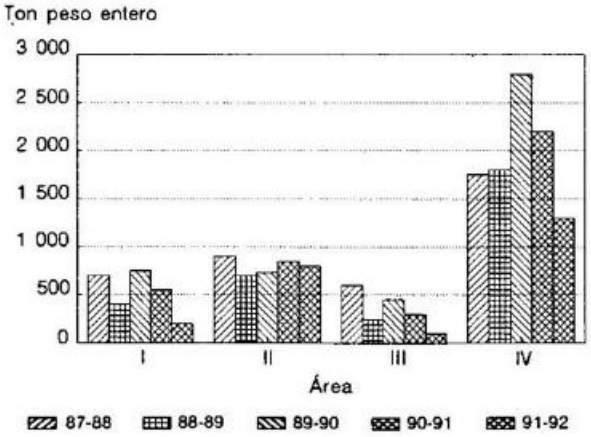
Las capturas de erizo entero expresado en toneladas por zona de pesca en las últimas cinco temporadas

Zona	1987-1988	1988-1989	1989-1990	1990-1991	1991-1992
I	677	396	712	574	183
II	902	680	701	871	750
III	585	243	436	283	115
IV	1 755	1 808	2 744	2 154	1 251
Total	3 919	3 127	4 593	3 882	2 299

FUENTE: Aviso de arribo Delegación Federal de Pesca en el estado.

Figura 10

Captura de erizo por zona de pesca, BC



FUENTE: CRIP Ensenada.

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Con objeto de contar con mejor y mayor información de la pesquería del erizo en 1988, se instrumentó la Bitácora de Pesca, por parte del CRIP Ensenada, que proporciona una gran cantidad de información sobre la extracción e industrialización del erizo.

Con dicha bitácora, fue posible poder afinar la unidad de esfuerzo, de número de embarcaciones o equipos a día de trabajo (marea), para calcular la CPUE y poder contar con un índice de la abundancia relativa de este recurso.

El esfuerzo mensual en número de mareas por zona para la temporada 1991-1992 se presenta en la figura 11, con la similitud de que el mes de mayor esfuerzo en todas las zonas fue el mes de agosto, apreciándose una cierta tendencia de mayor esfuerzo al inicio de temporada en julio con relación al cierre de la temporada en febrero. Cabe la aclaración de que la Zona I se cerró a la pesca en diciembre como medida regulatoria local.

La captura por unidad de esfuerzo por temporada de pesca ha sido:

Temporada	CPUE (kg erizo entero/marea)
88-89	309.23
89-90	309.48
90-91	241.51
91-92	196.98

Se observa un tendencia al decremento. Como la CPUE es un índice de abundancia relativa de la población, se puede pensar que la población explotable de erizo es cada vez más pequeña y por eso la CPUE es más baja, atribuible a la presión de pesca sobre el recurso (Palleiro *et al.*, 1992).

Para conocer lo que sucede por zonas de pesca, se presenta la tabla 5 y la figura 12, en donde se observa la CPUE por zonas de pesca en las cuatro ultimas temporadas, mostrando que las tendencias no han sido negativas en todas las zonas como en la Zona II, que se aparece con mayor estabilidad en cuanto a CPUE con pequeñas fluctuaciones en 200 kg erizo entero por marea, y la Zona III que presentó la CPUE más alta en la última temporada con 306.55 kg erizo entero por marea. Sin embargo, las Zonas I y IV se observan con tendencia a la baja.

Tabla 5

La captura por unidad de esfuerzo expresado en kilogramos de erizo entero por marea se presenta para cada zona de pesca en las últimas cuatro temporadas

Zona	1988-1989	1989-1990	1990-1991	1991-1992
I	306.40	318.58	202.66	192.75
II	181.73	205.36	214.17	201.32
III	231.95	365.51	181.42	306.55
IV	448.62	390.74	306.56	188.32

FUENTE: Bitácoras de pesca. CRIP Ensenada.

Con respecto a la CPUE determinada en kilogramos de gónada procesada por marea para cada zona, se encontraron diferencias de 37 a 17 kg/marea, como se observa en la figura 13.

Volumen de producción

El rendimiento promedio de gónada procesada para la temporada 1991-1992 fue de 10.2% sobre el peso total del erizo.

Figura 11
Esfuerzo mensual por zona. Temporada 1991-1992

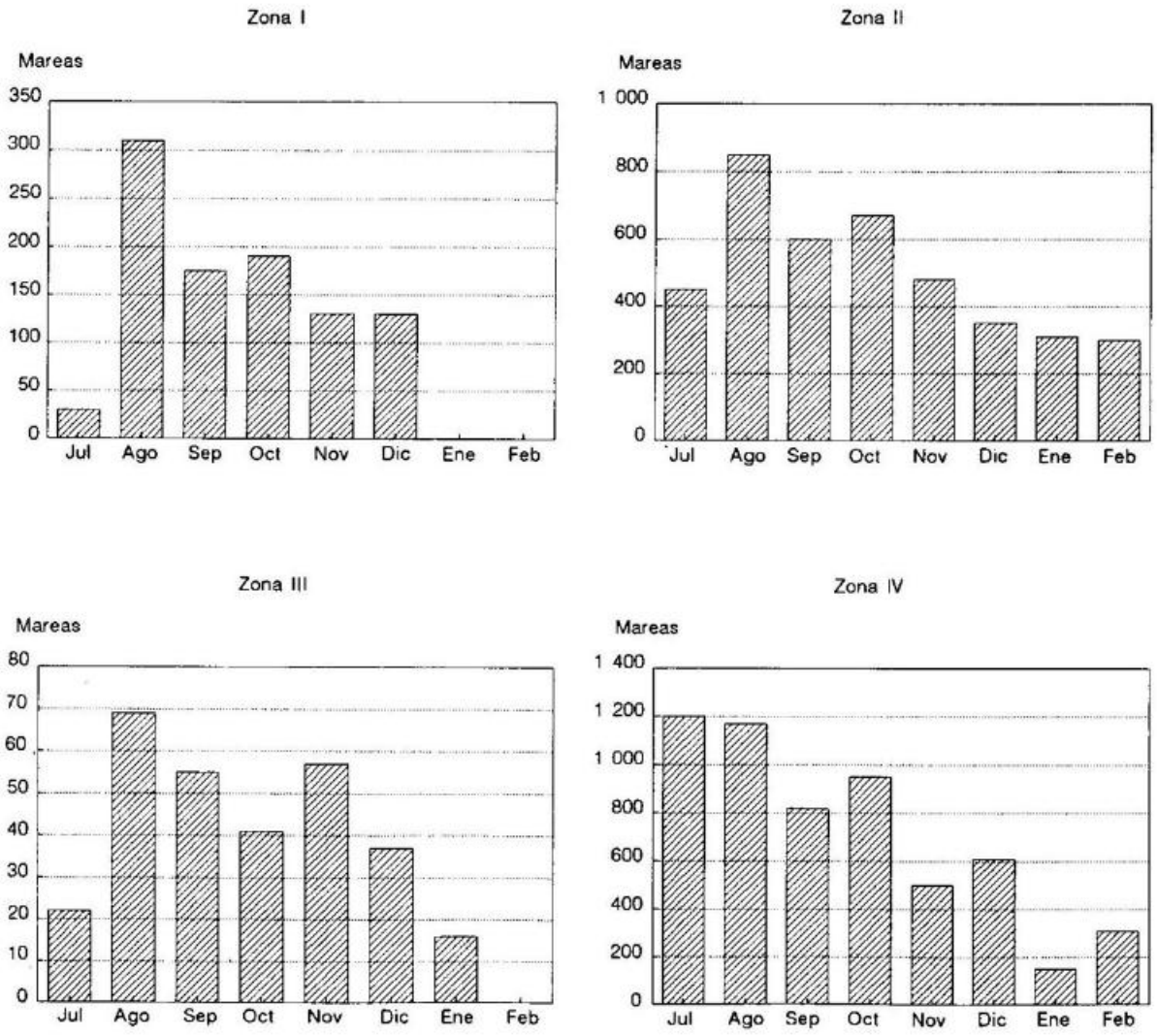
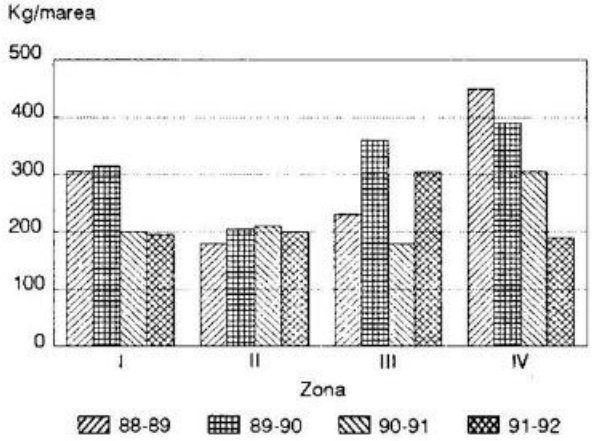
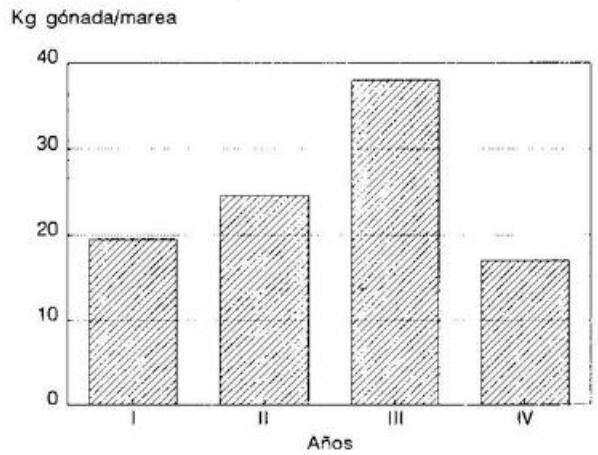


Figura 12
CPUE de erizo por zona, Baja California



FUENTE: CRIP Ensenada.

Figura 13
Gónada de erizo por marea, por zona.
Temporada 1991-1992



El precio de la gónada promedio en la última temporada fue de 25 dólares por kilo de gónada de primera calidad, y 12.5 dólares el kilo para la de segunda calidad.

La gónada se clasifica por su calidad en primera, segunda y tercera, teniendo precios muy diferentes para cada calidad.

En la temporada 1991-1992 se procesó el 76.6% de gónadas de primera, 20.55% de segunda y 2.85% de tercera (Fig.14).

Para la última temporada, el comportamiento de calidad de la gónada procesada por zona se observa en la figura 15, en donde el mayor porcentaje corresponde a gónadas de primera calidad en todas las zonas.

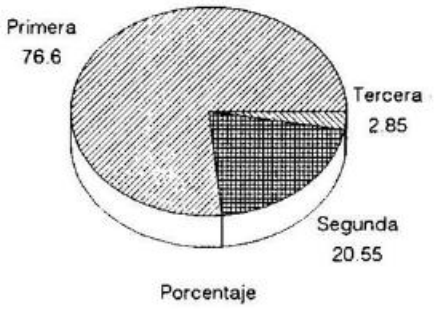
En las últimas cuatro temporadas se ha incrementado el porcentaje de gónadas de primera, disminuyendo el porcentaje de gónadas de segunda y tercera, como se observa en la figura 16. Esta situación representa que el valor de la captura por temporada se incrementa con el aumento del porcentaje de gónada de primera.

Muestreo de erizo en la captura comercial

Para conocer la distribución de frecuencia de tallas de erizos en las capturas comerciales, se realizan muestreos en plantas procesadoras de gónada de erizo. Estos muestreos se iniciaron en 1984, año en que se instrumentó la recepción de erizo entero en las plantas procesadoras, ya que antes se recibía la gónada en cubetas, abriendo los erizos en la embarcación o en la playa.

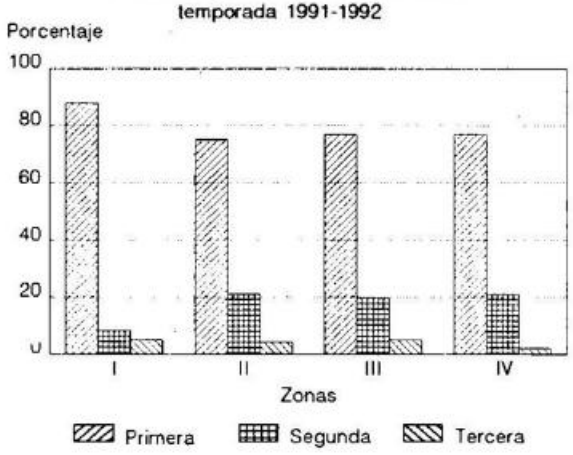
Dentro de los aspectos más sobresalientes, se puede mencionar que el porcentaje de organis-

Figura 14
Calidad de gónada de erizo, temporada 1991-1992



FUENTE: CRIP Ensenada.

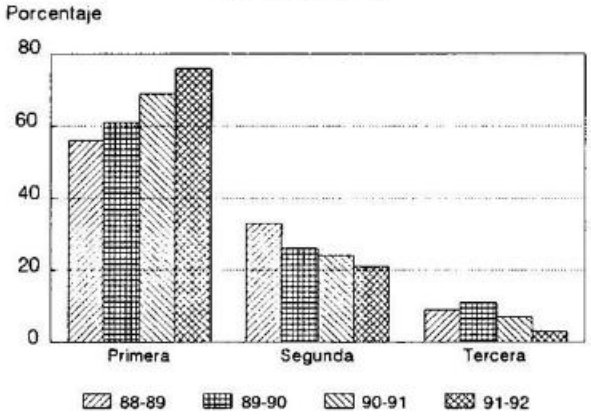
Figura 15
Calidad de gónada de erizo por zona, temporada 1991-1992



FUENTE: CRIP Ensenada.

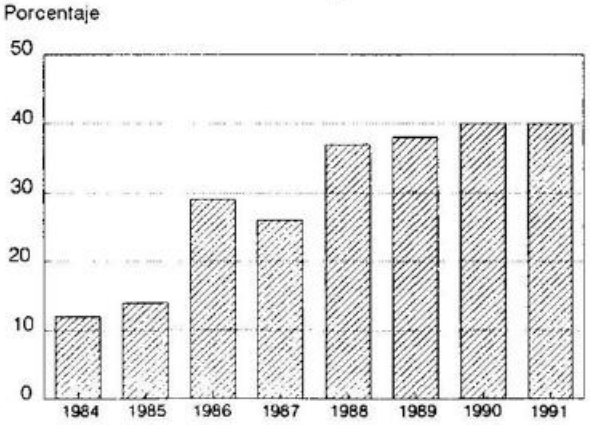
mos menores de 80 milímetros de diámetro de caparazón se ha incrementado considerablemente (40% de los organismos muestreados), como se observa en la figura 17. La zona donde se encuen-

Figura 16
Calidad de gónada de erizo en las últimas cuatro temporadas



FUENTE: CRIP Ensenada.

Figura 17
Porcentajes de erizo menor de 80 mm muestreado en plantas



FUENTE: CRIP Ensenada.

tra el mayor porcentaje de organismos que no alcanzan la talla mínima legal es la Zona I, por la alta presión de pesca, desde el inicio de la pesquería en 1972.

El alto porcentaje de organismos abajo de la talla mínima legal, afecta notablemente la recuperación de la población de erizo al capturase organismos que no han alcanzado la talla de primera madurez.

Se ha recomendado como máximo el 5% de organismos abajo de la talla mínima legal.

Industrialización

Descripción del proceso

Previo a la recepción del producto, se preparan las tinas con agua, sal y hielo, procurando que la salinidad en los tanques sea similar a la del agua de mar, 35 ppm, para lo que se utiliza un salinómetro. También es importante cuidar la temperatura del agua, que deberá estar entre 5 y 8°C, para lo que se utiliza un termómetro.

El erizo se recibe en la planta en los chinguillos, los cuales son depositados en las mesas para proceder a matarlos. Utilizando unas pinzas especiales, se extraen las gónadas con una cuchara y se colocan en canastas de plástico, dentro de una bandeja con agua preparada.

Se colocan las canastas con las gónadas extraídas en una tina preparada, con objeto de realizar la limpieza extrayendo las partes de intestino y restos de alimento.

En otra tina preparada, se colocan las canastas con las gónadas limpias para seleccionarlas dependiendo de su color y tamaño. Las gónadas de seis centímetros en adelante se depositan en canastas y se pasan a otra tina con agua preparada y alumbre (se utiliza para dar textura y conservar la gónada). Estas gónadas se empacan en charolas de poliuretano, colocándolas en mesas para que se destilen (10 minutos); se procede a pesar las charolas y se colocan en cajas de poliuretano (diez charolas por caja).

Las gónadas menores de seis centímetros se pasan a otra tina preparada para el empaque en cajita de madera (hakata). Para realizar este empaque, la gónada se deposita en bandejas de lámina de 30 cm de largo, 10 cm de ancho y 10 cm de alto, se coloca agua preparada con sal, hielo y alumbre, se vacía la gónada y las empacadoras utilizan palillos chinos para acomodar la gónada en las cajitas. Las cajas con gónada pesan de 50 a 65 gramos. Se cuenta con una persona que revisa que las cajas presenten la misma coloración que representa la calidad de primera y segunda, coloca las cajas agrupándolas de cinco en cinco, amarrándolas con una liga, procediendo a meterlas al cuarto de mantenimiento, que tiene una temperatura de cinco grados centígrados.

Para el transporte, las cajitas se colocan en cajas de poliuretano, con aproximadamente 120 cajas de madera y hielo sintético.

El envió de erizo en caja se realiza máximo en los siguientes tres días, para asegurar que llegue fresco a su destino en Japón.

Características del producto

La gónada de erizo proviene de organismos hembras y machos, no existe preferencia en el mercado en este aspecto.

Las gónadas de erizo pueden comercializarse frescas y congeladas, pero tiene mucho mejor precio las primeras.

La presentación del producto puede ser empacado en charola o en caja de madera de diferentes tamaños.

Las tres clasificaciones de gónada de erizo (primera, segunda y tercera) se basan en su coloración y tamaño.

El análisis homatológico demuestra que las gónodas de erizo rojo en Baja California contienen las siguientes propiedades promedio:

Humedad	70.95
Proteínas	12.85
Lípidos	3.41
Glucógeno	9.40
Cenizas	2.84

Ruiz, *et al.*, 1987

Comercialización

Mercado interno

El consumo de gónada de erizo en el mercado interno es muy bajo y no se tienen estadísticas. Sin embargo, se sabe que en la ciudad de México existen algunos restaurantes japoneses que ofrecen gónada de erizo.

En el marcado local no existe venta de gónada al público, solamente se consume por algunas personas que lo compran principalmente en playa o en las plantas procesadoras, pero por ser cantidades muy pequeñas no se tiene registro de su magnitud.

La posibilidad de abrir un mercado local o nacional para la gónada de erizo, radica principalmente en dar a conocer el producto y sus formas de consumirlo. Sin embargo, uno de los principales problemas sería su alto costo (para las gónadas de primera calidad), sólo accesible para los estratos sociales altos. Al respecto, en la Planta Piloto de Procesos en el CRIP Ensenada, se iniciarán los estudios para proponer alternativas de empaque para las gónadas de segunda y tercera calidad, para introducirse al mercado nacional.

Mercado externo

El principal consumidor de gónada de erizo en el mundo es Japón, no satisfaciendo su demanda con la producción local, importa gónada de varios países, por lo que se coloca como el principal comprador de gónada de erizo en el mundo.

La demanda en el mercado japonés es creciente, ya que este producto se considera una delicatessen, más apreciada que el caviar.

Desde el inicio de la pesquería de erizo en Baja California en 1972, hasta la fecha, la producción de gónada se exporta a Japón. La estructura predominante en los canales de comercialización durante las décadas de los setentas y parte de los ochenta fue la típica de las empresas que se dedican a la exportación: del productor al agente intermediario, al vendedor, al mayoreo, al detallista y al consumidor. También se observaron monopolios de comercialización por unas cuantas empresas en Ensenada con filiales en Estados Unidos de América.

A finales de los ochenta y en la década actual, para algunos permisionarios, la estructu-

ra de comercialización se ha modificado para exportar directamente a Japón evitando los intermediarios y con mejores resultados económicos.

En general, se ha mejorado el control de calidad de la gónada durante el proceso y el empaque.

Los principales exportadores de gónada de erizo son: Estados Unidos, República de Korea, Korea del Norte, México, Canadá, Chile, China y Filipinas.

En 1989, el principal exportador de gónada fresca a Japón fue Estados Unidos de América con 59%, y la República de Korea con 22%. De gónada congelada, Estados Unidos con 62% y México con 12% (Infofish 1991).

La producción de Estados Unidos de América y México, se basa exclusivamente en *S. franciscanus*, así como una buena parte de la producción de Canadá.

Dentro del estudio integral de una pesquería es necesario contar con la parte económica y en particular con aspectos como análisis del mercado; tamaño del mercado e índice de crecimiento, distribución y comercialización del producto, penetración del producto en los mercados internacionales, variabilidad en la producción y precio del producto en los mercados internacionales.

Estas preguntas deben responderse elaborando un estudio a fondo de la situación socioeconómica de la pesquería, la cual se plantea como una de las actividades futuras de las investigaciones de esta pesquería.

Conclusiones

La pesquería de erizo en Baja California representa una gran importancia para el estado dentro de las pesquerías ribereñas.

El mayor aporte a la captura ha sido por el sector social desde 1985, siendo en la última temporada el 80% de la producción total del estado, con un número mayor de embarcaciones que el sector privado, pero con mejores rendimientos por embarcación, lo que convierte a esta pesquería, en un medio de desarrollo rural, ya que la mayoría del los componentes del sector social se encuentran ubicados a lo largo del litoral occidental del estado, en sociedades cooperativas y unidades de producción pesquera ejidal.

El volumen capturado en la última temporada disminuyó considerablemente, con respecto a las cuatro temporadas anteriores. También es muy notable el decremento en la captura por unidad de esfuerzo, lo cual es un indicador de que la abundancia relativa del recurso ha disminuido.

En el análisis por zona de pesca destaca que la zona más importante con respecto a captura es la Zona IV con un 54.4% de la captura total. Sin embargo, en cuanto a la CPUE, se nota un considerable decremento de 448.62 kilos/marea en la temporada 1988-1989 a 188.32 en la temporada 1991-1992, debido a la disminución de la población de erizo en esa zona.

Las Zonas II y III son las que presentan situaciones más estables en cuanto a captura y al índice de CPUE.

En la Zona I, es notable la disminución en la captura y en la CPUE. Además, es la zona con mayor porcentaje de organismos capturados aba-

jo de la talla mínima legal, según los muestreos en plantas procesadoras.

Es de suma importancia disminuir el porcentaje de organismos abajo de la talla mínima legal en las capturas comerciales (a 5% de la captura total por marea), ya que es una de las reglamentaciones fundamentales para la conservación del recurso.

El control de calidad de la gónada del erizo rojo se ha mejorado en cada temporada, así como el porcentaje de gónadas de primera y la disminución de gónadas de segunda y tercera calidad, lo que representa un mayor precio del producto y un mejor beneficio para todos los sectores involucrados.

La situación actual de las poblaciones de erizo, no permite aumentar los volúmenes de extracción, por lo que se deberá recurrir a aumentar el valor agregado del producto, al comercializar su producción en empaque en cajitas de madera u otra presentación que aumente el valor de la producción.

La población de erizo rojo en Baja California se encuentra sujeta a una alta presión de pesca, por lo que se plantea la necesidad de instrumentar acciones tendientes a ayudar a la recuperación de las poblaciones naturales y al mejoramiento de algunos bancos de erizo que no presentan las condiciones adecuadas para su explotación (gónadas de mala calidad).

Las acciones deben enfocarse a la acuacultura en sus diferentes fases, desde mejorar la calidad de gónadas por medio de proporcionar alimento adecuado, practicar el repoblamiento de áreas, hasta llegar al cultivo intensivo de esta especie.

Recomendaciones

Se deberá continuar con las medidas regulatorias vigentes para la pesquería de erizo rojo, así como las siguientes recomendaciones de administración del recurso: no aumentar el esfuerzo de pesca en las áreas de captura, ya que se encuentra sobredimensionado; promover campañas de concientización a los productores para que no capturen erizo abajo de la talla mínima legal de 80 milímetros de diámetro de caparazón. Es importante señalar que en el vecino estado de California, donde se explota la misma especie de erizo *S. franciscanus*, la talla mínima legal de captura se implementó dos años después (1989) que en el estado de Baja California (1987), siendo de 76 milímetros, pero en 1990 se aumentó para la porción norte de California a 90 milímetros (California Fish and Game, 1991).

Como medida para mejorar la calidad y rendimiento de gónada de erizo rojo, se recomienda realizar transplantes de erizo de áreas con poco alimento disponible a lugares con alimento en abundancia, como áreas cercanas a los mantos de *Macrocystis*, ya que según nuestros resultados preliminares de los estudio de transplante, se han obtenido buenos resultados en periodos cortos de tiempo (tres a cuatro meses). Estos trabajos deberán realizarse con la coordinación de la Delegación Federal de Pesca en el Estado y El CRIP Ensenada.

Se deberá aumentar el valor agregado de la producción con el empaque en cajita de madera, con objeto de mantener los niveles de productividad de la pesquería, sin aumentar los volúmenes de extracción.

Buscar las alternativas adecuadas tecnológicamente para diversificar la pesquería mediante la captura de erizo morado *S. purpuratus*, ya que

esta especie compite con el erizo rojo por espacio y alimento, y ha ocupado el nicho ecológico de este último. El efecto de la sobrepoblación de erizo morado puede tener consecuencias negativas en los mantos de algas de *Macrocystis*, y, por consiguiente, en un gran número de especies.

Agradecimientos

Queremos agradecer a todos los permisionarios de la pesquería y plantas de proceso de erizo, en Baja California, por su colaboración en la entrega de las bitácoras de pesca, instrumento primordial para la realización de este trabajo, así como su apoyo en los muestreos en las plantas procesadoras, en las evaluaciones y muestreos en campo.

Es importante reconocer que muchos permisionarios han cuidado adecuadamente sus áreas de operación, cumpliendo con las medidas administrativas establecidas por la Secretaría de Pesca e instrumentando algunas medidas internas para la conservación del recurso.

Bibliografía

BAKER, S.L., 1973. *Growth of the read sea urchin Strongylocentrotus franciscanus in two natural habitats.* M.S. thesis, Calif. State Univ., San Diego, 83 p.

BENNETT, J y A.C. GISE. 1955. The annual reproductive nutrional cycles in two wester sea urchin. *Biol. Bull., Woods Hole* 109: 226-237.

BERNAL F. R. y D.C. MILLER. 1973. Preliminary investigation on the red sea urchin resourses of British Columbia (*Strongylotrus franciscanus*), *Fish. Res. Board, Can. Tech. Rep.* 400: 37 p.

CAMERON, R.A. y S.C. SCHROETER. 1980. Sea urchin recruitment: Effect of substrate selection on juvenil distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2: 243-247.

CASTRO, J., O. TAPIA y H. VALLES. 1992. *Informe técnico del comportamiento reproductivo del erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus, en las cuatro zonas establecidas para la captura comercial, durante el periodo de marzo a noviembre de 1990.*

CROWEN, R.K., 1983. The effect of sheephead *(Semicossyphus pulcher)* on red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) populations: An experimental analysis. *Oecologia* (Berlin) 58: 249-255.

EBERT, T.A., 1967. Growth and repair of spines in the sea urchin *S. purpuratus. Biol. Bull., (Woods Holr)* 133(1): 141-149.

—, 1968. Growth rates of the sea urchin *S. purpuratus* related to food availability and spine abrasion. *Ecology* 49(6): 1075-1091.

EBERT, T.A., 1983. Recruitment in echinoderms. En: M. Jangoux and J.M. Lawrence (Eds.), *Echinoderms Studies I.* Pp. 169-203, A. Balkeema, Rotterdam.

—, y RUSSELL. 1988. Latitudinal variation in size structure of the west coast purple sea urchin: A correlation with headlands. *Limnol, Oceanogr.* 33: 286-294.

FEDER, H.M., C.H. TURNER y C. LIMBAUGH. 1974. Observations on fishes associated with kelp beds in southern California. *Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull.* 160: 144 p.

KATO, S., y S.C. SCHROETER. 1985. Biology of the red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus* and its fishery in California. *Mar. Fish. Rev.*, 47: 1-20.

LEIGHTON, D.L., 1966. Studies of food preferences in algivorus invertebrates of southern California: Kepl beds. *Pac. Sci.* 20(1): 104-113.

—, 1971. Grazing activities of benthic invertebrates in southern California kelp beds. En: W. J. North (Ed.), *The biology of gigant kelp beds (Macrocystis) in California.* Pp. 421-453.

LOW, C.J., 1975. *The effect of grouping of Strongylocentrotus franciscanus, the gigant red sea urchin, on its populations biology.* Ph. D. thesis, Univ. British Columbia, Vancouver. 126 p.

LOWRY, L.F., y J.S. PEARS. 1974. Abalones and sea urchins in an area inhabited by sea otters. *Mar. Biol.* 23(3): 213-219.

MACAULEY, J.E. y A.G. CAREY. 1967. Echinoidea of Oregon. *J. Fish Res., Board Cand.* 24(6): 1385-1401.

MATTINSON, J.E., J.D. TRENT, A.L. SHANKS, T.B. AKIN y J.S. PEARS. 1977. Movement anf feeding activity of red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) adjacent to a kelp forest. *Mar. Biol.* 39: 25-30.

MOTTET, M.G., 1976. The fishery biology of sea urchins in the family Strongylocentrotidae. *Wash., Dep. Fish., Tech. Rep.* 20: 1-66.

PALLEIRO, J.S., 1982. *Estimación de la densidad y crecimiento del erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus, para la zona de Santo Tomás, BC.*

PALLEIRO, JULIO., A. LELEVIER, M. NAVARRETE y M. ROMERO. 1988. Biología del erizo rojo *S. franciscanus* y su pesquería en Baja California. Los Recursos Pesqueros del País; *XXV Aniversario Instituto Nacional de la Pesca*, Secretaría de Pesca.

PALLEIRO, JULIO., D. AGUILAR y M. ROMERO. 1992. La Pesquería de erizo en Baja California. *Memorias del Taller México-Australia de Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California*, INP, SEPESCA y IPN, (en prensa).

PEARS, J.S., M.E. CLARK, D.L. LEIGTHON, C.T. MICHELL, y W.J. NORTH. 1970. Marine waste disposal and sea urchin ecology. En: W. J. North (Ed.), *Kelp habitat improvement project, annual report, 1969-1970.* Calif. Inst. Tech, Pasadena. Pp. 1-93.

ROSENTHAL, R.J., W.D. CLARKE y P.K. DAYTON. 1974. Ecology and natural history of a stand of giant kelp, *Macrocystis pyrifera*, off Del Mar, California. USA., *Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull.* 72(3): 670-684.

RUIZ, A.A., D. HERRERA y J. CASTRO. 1987. *Análisis anual histológico y productividad orgánica gonadal en el ciclo reproductivo del erizo rojo Strongylocentrotus franciscanus, en Punta San Migel, BC.* Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ciencias, UABC.

SLOAN, N.A., C.P. LAURIDSEN, y R.M. HARBO. 1987. Recruitment characteristic of the comercial harvested red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* in southern British Columbia. *Fish. Res.* 5: 55-69.

SHEPHERD, S.A., 1973. Competition between sea urchin and abalone. *Austral. Fish.* 32(6): 4-7.

STTRATHMANN, R., 1978. Length of pelagic period in echinoderms with feeding larve in the northest Pacific. *J. Exp. Mar., Biol. Ecol.* 34: 23-27.

SWAN, E.F., 1961. Some observations on the growth rate of sea urchins in the genus *Strongylocentrutus. Biol. Bull. (Wood Hole)* 120: 420-427.

TAPIA, V.O., 1986. *Informe de los resultados obtenidos sobre la determinación de madurez gonadal de S. franciscanus, durante el ciclo anual de enero 1984 a enero de 1985 en Punta San Miguel, BC.*

TEGNER, M.J., 1980. Multiespicies considerations of resource management in southern California kelp beds. En: J.D. Pringle, G.J. Sharp and J.F. Canddy (Eds.), *Proceedings of the work shop on the relation between sea urchin grazing and comercial plant/animal harvesting.* Can. Tech., Rep. Fish., Aquat. Sci. 954: 125-143.

TEGNER, M.J., 1989. *The feasiblility of enhancing red sea urchin Strongylocentrotus franciscanus, stocks in california: Analysis of the options.*

—, y P.K. Dayton. 1977. Sea urchin recruitment patterns and implications of comercial fishing. *Science* 196: 324-326.

TEGNER, M.J. y P.K. DAYTON. 1981. Population structure recruitment and mortality of two sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus* and *S. purpuratus*) in a kelp forest near San Diego, California. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 5: 255-268.

—, y L.A. Levin. 1982. Do sea urchin and abalones compite in California kelp forest communites? En: J.M. Lawrence (Ed.), *Int. Echinoderms Conf.* Tampa Bay, A. A. Balkerma, Rotterdam. Pp. 265-271.

WHEELER, P.A., y W. J. NORTH. 1981. Nitrogen suolay, tissue composition, and frond growth rates for *Macrocystys pyrifera* off the coast of southern California. *Mar. Biol.* 64: 59-69.

HOLOTUROIDEOS: PEPINO DE MAR

Rafael Girón Botello
CRIP-Manzanillo, INP

Jaime Singh Cabanillas
José Alfonso Vélez Barajas
CRIP-La Paz, INP

Introducción

Los Pepinos de mar u holoturias son considerados delicias culinarias en países como Japón, China, Nueva Caledonia, Tahití, Korea y Sri Lanka, entre los principales.

La demanda del producto es muy alta, al grado de que no solamente ha originado pesquerías importantes en esas regiones, sino que también reciben producto proveniente de otros lugares.

Hace alrededor de tres años, se inició la captura en México y hasta la fecha todo el producto es para exportación.

Las especies que se han explotado son: *Parastichopus fuscus*, *Stichopus fuscus*, *Isostichopus fuscus*, *Holothuria atra*, *Parastichopus californicus*, *Molpadia arenicola* y *Stichopus parvimensis*, siendo las más importantes comercialmente *Parastichopus fuscus* y *Stichopus fuscus*, por la talla que alcanzan y la abundancia y distribución que presentan.

Considerando lo reciente de la pesquería no se cuenta con información previa que permita, por el momento, una regulación ampliamente fundamentada del recurso. Sin embargo, se sabe que las poblaciones de pepino de mar son altamente vulnerables a la actividad pesquera, por lo que algunos de los Centros Regionales de Investigación Pesquera del Pacífico (CRIP), se han avocado a la estimación del estado actual de las poblaciones.

El presente trabajo constituye una recopilación de las diferentes investigaciones que han llevado a cabo sobre este recurso pesquero los CRIP de Ensenada, BC; La Paz, BCS; Manzanillo, Col., y Salina Cruz, Oax. Además, se presenta información proveniente de los otros CRIP y algunas delegaciones federales de pesca. El objetivo prin-

cipal es reunir la información existente a efecto de contar con un diagnóstico preliminar de la pesquería.

Recurso pesquero

Posición taxonómica de las especies de mayor importancia comercial

Phylum	Echinodermata
Clase	Holothuroidea
Orden	Aspidochirotida
Familia	Stichopodidae
Género	*Parastichopus*
	Stichopus
Especie	*fuscus*
Nombre común	Pepino de Mar

(Brumbaugh, H. J.)

En la parte occidental de la Península de California se ha identificado también la especie *Stichopus parvimensis* (Clark, 1903), que alcanza una talla máxima de 45 cm y es la especie con la que se inició la captura del recurso. En el Pacífico se encuentran las especies *Molpadia arenicola* (Stimpson, 1857) conocida como *sweet potatoe* pero no tiene importancia comercial en esta región. Se distribuye en fondos arenosos. También se ha encontrado *Parastichopus californicus*, que es una especie poco abundante y que presenta escasa importancia comercial. En la región del Golfo de Cortés, se ha encontrado la presencia de la especie *Isostichopus fuscus*, la cual ha sido explotada comercialmente desde 1988. Es una especie de regular abundancia (Palleiro, com. pers.).

En la costa michoacana, se tienen registradas 11 especies de holoturoideos. La única de importancia comercial es *Stichopus fuscus* (Herrero, 1990), la cual se pretende explotar comercialmente en este estado (Orbe y Acevedo, 1991). En la costa de Guerrero, se encontraron las especie *Stichopus fuscus* y *Holothuria atra*, que son susceptibles de capturarse (Flores y Gil, 1992).

Distribución geográfica y ecótica

La distribución de la especie, *Parastichopus fuscus*, que es la de mayor importancia comercial, abarca desde el Golfo de California hasta el sur del Ecuador, probablemente hasta la Patagonia. Su distribución batimétrica es, desde aguas de poca profundidad hasta las 20 brazas o más. Es uno de los representantes más grandes de los holoturoideos y se encuentra ampliamente distribuido en arrecifes rocosos, sustratos rocosos, fondos arenosos y fangosos de regiones tropicales.

Cuando las condiciones del medio como salinidad, oxígeno y temperatura son normales, los pepinos mantienen una forma definida y característica. Si hay modificaciones en el medio en que se encuentran, ya sea que se les saque del agua o se les coloque en depósitos en donde haya escasa cantidad de ella, se transforman en masas amorfas debido a que eliminan una proporción muy alta del agua almacenada en su cuerpo. Esto trae como consecuencia graves problemas tanto para determinar su posición taxonómica como para la obtención de sus datos morfométricos.

Características generales

En la clase de los holoturoideos se incluyen aproximadamente 1 200 especies. El cuerpo de estos organismos carece de brazos, y la boca y el ano se encuentran situados en polos opuestos. Presentan un eje polar muy largo, de lo cual resulta un cuerpo alargado en forma de pepino.

La mayor parte de los Pepinos de mar son de color negro, pardo o verde oliva, aunque existen algunas especies de color rosado, anaranjado o violeta (FAO, 1986).

La forma del cuerpo varía desde casi esférica a vermicular y alargada.

Los holoturoideos descansan sobre un lado del cuerpo contra el sustrato, y la superficie ventral está compuesta por tres áreas ambulacrales. Los pies de los Pepinos de mar tienen tendencia a perder su distribución radial y a diseminarse al azar sobre la superficie del cuerpo.

La boca de estos organismos está siempre rodeada de 10 a 30 tentáculos, que representan pies bucales modificados, los cuales forman parte del sistema vascular acuífero. La boca se encuentra en la parte media de una membrana bucal situada en la base de la corona tentacular y se abre en una faringe rodeada en su parte anterior por un anillo calcáreo. El aparato digestivo se halla revestido de epitelio cilíndrico a veces ciliado. Es frecuente observar células glandulares en la faringe y el estómago, pero no en el intestino (Fig. 1).

Los holoturoideos poseen un sistema hemal desarrollado. La organización general de este sistema es idéntica a la de los otros equinodermos. Presentan un anillo hemal y senos radiales hemales análogos al anillo acuoso y a los canales radiales del sistema vascular acuífero.

El anillo nervioso circunbucal de estos organismos se encuentra en la membrana de la boca, cerca de la base de los tentáculos. Este anillo proporciona nervios a los tentáculos y a la faringe. Los nervios tentaculares y radiados de los Pepinos de mar son ganglionados.

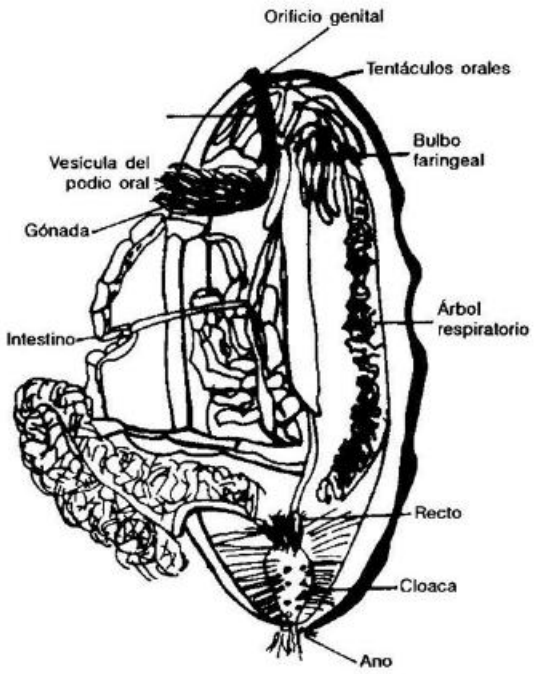


Figura 1

Anatomía del Pepino de Mar

El sistema sensorial de la mayoría de los holoturoideos está constituido por células sensoriales de la epidermis, más abundantes en los extremos del animal.

Los Pepinos de mar poseen de unos pocos a una gran masa de túbulos ciegos rojos, rosados o blancos, adheridos a la base de uno o ambos árboles respiratorios o al tronco común de dichos árboles.

Estos organismos presentan tamaño variable, fluctuando entre 10 y 30 cm y pudiendo llegar a alcanzar hasta un metro de longitud. Tienen muy poca movilidad facilitando con esto su captura (Barnes, 1976).

Hábitat y relaciones ecológicas

Se encuentran en arrecifes rocosos, sustratos rocosos y ocasionalmente en fondos arenosos y fangosos. Viven en aguas desde poca profundidad hasta las 20 brazas o más.

El Pepino de mar se alimenta de detritus orgánicos y de pequeños organismos bénticos que son ingeridos con los alimentos del fondo. A su vez, ellos son parte de la dieta de algunas especies de estrellas de mar.

Se han reportado algunas especies de protozoarios ciliados simbiontes de los pepinos localizados en las ramificaciones respiratorias (FAO, 1986).

Estos organismos generalmente se encuentran asociados con inmensos mantos de algas por lo que su distribución se encuentra estrechamente relacionada con la vegetación subacuática, aunque ésta no sea muy conspicua (González, 1992).

Reproducción y crecimiento

El periodo de reproducción de la especie *Parastichopus fuscus* ocurre durante el verano, alcanzando su máxima madurez sexual en los meses de junio y julio. Posteriormente, en el mes de agosto, dan inicio al desove terminándose en septiembre, aunque en octubre algunos organismos aún se encuentran maduros y desovando. Esta especie presenta un periodo muy amplio de reposo que va desde diciembre hasta marzo. En los meses de abril y mayo se inicia la gametogénesis con fase de crecimiento tubular (Cameron y Faukner, 1985).

La mayor parte de los Pepinos de mar son organismos dioicos de sexos separados, poseen una gónada única, carácter considerado como primitivo (Barnes, 1976). Esta gónada se encuentra situada en la parte anterior del celoma, morfológicamente presenta una apariencia racimosa, no existiendo un saco externo que la cubra. La textura y color de la gónada varía de acuerdo al grado de madurez sexual y va de transparente gelatinosa (inmadura) a cremosa granulosa (máxima madurez). (Zúñiga y Michel, 1992).

Hipológicamente, se observa que la gónada está formada por túbulos de diferentes tamaños y estos túbulos presentan tres capas, las cuales varían de acuerdo a los estadios de madurez sexual (Tabla 1). A medida que la gónada va madurando, las capas se engruesan y se prolongan hacia la luz del túbulo, resultando con ello tres tipos de túbulos, los cuales determinan, por su tamaño y composición celular, el grado de madurez o estadio del ciclo (Zúñiga y Michel, *op. cit.*).

Los gametos femeninos y masculinos de los holoturoideos, son expulsados al medio en donde ocurre la fecundación. Al tercer día del desarrollo se llega a una etapa de larva llamada auricularia, la cual en la mayoría de las especies tiene 1 mm o menos de longitud, aunque se han encontrado larvas gigantes de 15 mm, de adultos desconocidos en el plancton del Japón.

El desarrollo ulterior conduce a una larva en forma de barril, llamada doliolaria, la cual, en la última parte de su existencia planctónica, sufre metamorfosis gradual, formándose la cría de Pepino de mar. Los tentáculos, equivalentes a los pies bucales, aparecen antes que los pies funcionales. En esta etapa, el animal en metamorfosis es llamado a veces larva pentácula que es béntica. Por último, la cría de Pepino de mar se deposita en el fondo y adopta el modo de adulto.

Tabla 1
Etapas de madurez gonádica de los holoturoideos

Estadio	Morfología
Estadio I indiferenciado	Está formado por los túbulos primarios; no presentan pliegues o prolongaciones longitudinales de tejido epitelial interno y tejido conectivo; no hay ovocitos, por lo que el sexo no se puede determinar. Estos túbulos tienen una longitud y un diámetro promedio de 0.12-0.22 micras.
Estadio II crecimiento	Está formado por túbulos secundarios y presentan pliegues o prolongaciones de las capas internas del túbulo. Presentan un tamaño promedio de 0.30 u de longitud y 0.12 u de diámetro. En base a la presencia de células sexuales, los túbulos se dividen en dos: tempranos, los cuales presentan las mismas características que los secundarios, detectándose la presencia de oocitos en la luz; y los túbulos tardíos que presentan también las mismas características, a excepción de la capa de tejido conectivo que es más fibrosa y la presencia de oocitos y ovocitos en mayor número.
Estadio III de madurez óptima	En este estadio se caracteriza por presentar una capa externa muy delgada debido fundamentalmente a la presión que ejercen en los túbulos los oovocitos maduros, con los cuales se encuentran repletos. Con un tamaño longitudinal de 0.31 y 0.26 u de diámetro.
Estadio IV o desovado	En este estadio presenta túbulos degradados con una reducción de las capas internas. No existen prolongaciones y en la luz del túbulo de algunos se observan restos de oovocitos atrésicos, es decir, oovocitos con la pared celular rota, de forma irregular amiboidea. Estos túbulos presentan un promedio de 0.71 u de longitud y 0.39 u de diámetro.

FUENTE: Zúñiga, 1992.

Algunas especies presentan reproducción asexual por fisión binaria transversa (Barnes, 1976 y FAO, 1986).

Alimentación

Los Pepinos de mar principalmente se alimentan de material depositado o en suspensión. Los excavadores más o menos estacionarios alargan sus tentáculos ramificados o más bien barren con ellos el fondo o los mantienen extendidos en el agua. En ambos casos, el material en partículas es atrapado en el moco de las superficies tentaculares. De vez en cuando los tentáculos son introducidos en la faringe y las partículas alimenticias adheridas se desprenden a medida que éstos salen de la boca.

Las formas epibénticas más móviles son comedores de depósitos que yacen en el fondo. La columna de arena ingerida es fácilmente visible en algunas especies, a través de la pared transparente del cuerpo.

La boca se encuentra situada en la parte media de una membrana bucal situada en la base de la corona tentacular y se abre en una faringe rodeada en su parte anterior por un anillo calcáreo.

El Pepino de mar generalmente se encuentra asociado con inmensos mantos de algas, factor que influye en su distribución (Barnes, 1976 y FAO, 1986).

Aspectos de la pesquería

Antecedentes

La pesca comercial de este recurso se remonta hasta el año de 1868 en las Filipinas. En la actualidad 17 países explotan comercialmente esta especie.

En los últimos diez años, el Pepino de mar ha surgido como una pesquería de gran importancia en los países asiáticos: China, Indonesia, Sri Lanka, India y Nueva Caledonia, en donde es comercializado y consumido en grandes volúmenes (Flores y Gil, *op. cit.*).

En México, los primeros informes del inicio de esta pesquería datan de tres años atrás, en Baja California. Particularmente, en el Golfo de Baja California se han realizado pruebas e intentos para extraer el recurso en forma comercial desde hace tres años con poco éxito. Esto debido principalmente al desconocimiento de la biología del organismo y de técnicas adecuadas para su procesamiento (Flores y Gil, *op. cit.*). Es por esto que el Instituto Nacional de la Pesca, a través de sus diferentes Centros Regionales de Investigación en el país (CRIP), ha venido realizando una serie de estudios tendientes a conocer la biología, dinámica poblacional y actividad pesquera con el fin de contar con un banco de datos actualizados para la administración adecuada del recurso.

En 1990, Massó, del CRIP-La Paz, realizó una evaluación de las poblaciones silvestres del Pepino de mar en las áreas de Bahía San Carlos, Punta Trinidad, Isla Tortuga, San Marcos, Tierra los Tepetates, Punta Chivato, Bahía San Nicolás y Ensenada Blanca. Dictamina autorizar para la captura comercial el 30% de la biomasa total estimada, recomendando que una vez cubierta dicha cuota, se realice una nueva evaluación del recurso.

Zúñiga, de ese mismo Centro, en 1991 lleva a cabo un estudio del ciclo gonádico del Pepino de

mar *Parastichopus fuscus* (Ludwing, 1886), en el área de Santa Rosalía, BCS, durante el periodo de marzo 1991-1992. En él se obtuvieron datos del periodo de máxima madurez sexual, el cual se alcanza en los meses de junio y julio; del periodo de desove que inicia en agosto y termina en septiembre; y de la fase de reposo que abarca desde diciembre hasta marzo para esta especie. En abril de este mismo año, se llevó a cabo la evaluación del Pepino de mar en las localidades de Punta Santa Cruz a Punta Arena, en donde se reporta el área global estimada donde existe esta especie, distribución, densidad y población total de la cual se concluye que sólo el 30% es susceptible de captura.

Vélez, en septiembre de ese mismo año, elaboró un informe técnico de la evaluación del recurso Pepino de mar (*Parastichopus fuscus*), en el área de Ensenada Blanca a Punta Teresa y Punta Trinidad a Punta Chivato, BCS, en donde se estimó la biomasa total existente. Con base en esto recomiendan que la captura comercial sea del 30% de la población existente, puntualizando que esta extracción no se realice durante la noche, ya que la vulnerabilidad de estos organismos es del 100% y por ende existe el peligro de una sobrexplotación del recurso.

En 1991, Fajardo, del CRIP-La Paz, realiza un análisis preliminar del estudio poblacional de Pepino de mar *Parastichopus fuscus* (Ludwing, 1886) en Santa Rosalía, BCS. En este estudio, se analizaron 75 organismos por mes, los cuales se extrajeron por medio de buceo tipo Hooka. Se registraron parámetros ambientales, tipo de sustrato, tallas y pesos. Con la información recabada, se determinaron los parámetros morfométricos y sus relaciones biométricas, así como también se discutieron sus variaciones en función del tiempo y la relación con parámetros ambientales.

Orbe y Acevedo del CRIP-Pátzcuaro, en mayo de 1991, realizan una prospección sobre holoturias en la costa michoacana, en la cual reportan que se encontraron 11 especies de holoturoideos, siendo *Stichopus fuscus* la de mayor importancia comercial.

Girón y González, del CRIP-Manzanillo, en 1991, realizan una prospección a lo largo de la costa rocosa del estado de Colima, desde la Bahía de Manzanillo hasta la zona conocida como Culebra de Colimilla, con la finalidad de evaluar el recurso presente en la zona y dar una opinión técnica para la extracción del mismo.

Girón, González y Trejo, en abril de 1991, llevaron a cabo una prospección preliminar del Pepino de mar en la costa sur del estado de Jalisco, en la que se muestrearon las zonas de Melaque, Manzanilla, Careyes, Barranca Fría, Chamela e Islas de Chamela, analizándose, en estas zonas, la densidad promedio, biomasa existente, tipo de sustrato y parámetros ambientales. Con base en estos resultados recomiendan que no se capturen organismos de menos de 19 cm y que se siga el sistema de bancos rotativos para garantizar que en cada banco que se efectúe la captura, permanezca sin extraer una parte de la población.

En mayo de 1991, Cruz y García, de ese mismo centro, realizaron una evaluación del recurso Pepino de mar en la costa rocosa del estado de Jalisco, desde Punta Pérula hasta Bahía de Banderas, Jal., con el objeto de evaluar la biomasa existente, tallas y pesos frescos de los organismos y con base en estos resultados dar una opinión técnica para la extracción de este recurso en la zona. En junio de 1992, Girón y González realizaron una prospección en la costa sur de Jalisco, desde Barra de Navidad hasta Punta Pérula, en la cual dictaminan que no es conveniente autorizar la

captura de Pepino de mar en esta zona, en tanto no se cuente con elementos suficientes que garanticen la permanencia del recurso.

En enero de 1992, este Centro de Investigación, en coordinación con el CRIP-Salina Cruz y la Delegación Federal de Pesca en el estado de Guerrero, llevaron a cabo un estudio para dar una opinión técnica relativa a las solicitudes de permiso para la explotación del Pepino de mar en la costa del estado de Guerrero. En este estudio, se llega a la conclusión de que si se establecen los criterios de talla mínima de captura de 19 cm y 30% de fracción explotable, la población puede verse afectada gravemente, por que es posible que en esa talla los organismos aún no se hayan reproducido.

En enero de 1992, Salgado, del CRIP-Ensenada, rinde un informe sobre la primer evaluación del recurso Pepino de mar, *Isostichopus fuscus*, en Isla Ángel de la Guarda, Bahía de los Ángeles e Islotes adyacentes del 22 de noviembre al 11 de diciembre de 1991, en donde proporcionan los resultados promedios de las evaluaciones del Pepino de mar en diferentes presentaciones: fresco, sin vísceras, hervido y seco.

Flores y Gil del CRIP-Salina Cruz, realizaron una prospección de la población de holoturoideos de la costa de Guerrero, en la zona comprendida entre Puerto Guerrero y Petacalco, Gro., durante el mes de marzo, en donde se observó la delimitación poblacional, distribución espacial y biomasa de las especies *Holothuria atra* y *Stichopus fuscus*, las cuales son susceptibles de extracción.

Equipo utilizado y operación de captura

Para la captura del Pepino de mar se utiliza una embarcación de fibra de vidrio de 20 a 28 pies de eslora, con motor fuera de borda de 48-55 hp. Para fines de muestreo, se acondiciona con un velocímetro para dimensionar el área (Massó, 1990).

En la operación de colecta de los organismos participan normalmente de tres a cuatro personas. El motorista, que tiene a su cargo la actividad de traslado de la embarcación a la zona de pesca y la mantiene en el lugar mientras el buzo realiza la inmersión; el cabo de vida, que es el encargado del funcionamiento del compresor y de la adecuada posición de la manguera que suministra aire al buzo con quien está en contacto desde la embarcación por medio de un cabo, por el cual suben y bajan las bolsas de recolección; y un buzo o dos que tienen la función de colectar los Pepinos de mar utilizando en ocasiones un gancho para desprender los animales de difícil acceso y colocándolos en bolsas o jabas de plástico las cuales son izadas a bordo o directamente subidas por el buzo. Para conservar y trasladar el recurso capturado, los organismos se colocan en agua de mar entre dos de los bancos de la embarcación, tapando los orificios de drene. Ocasionalmente, los organismos se colocan en recipientes plásticos o metálicos, tapados con lonas para evitar el calentamiento del agua, misma que se cambia de vez en cuando para mantener frescos a los organismos.

Método de muestreo

La colecta de los organismos se realiza por medio de buceo semiautónomo, utilizando un transecto de 5 m de longitud que se coloca en el fondo, y así se extraen todos los organismos que se encuentran a un metro de la línea de ambos lados. Posteriormente, se hace un recorrido del área para observar si la distribución de organismos en las zonas aledañas es similar a la de la muestra.

Las estaciones de muestreo se determinan en función de la extensión y profundidad de la zona, así como por la homogeneidad o heterogeneidad de las densidades observadas por unidad de muestreo (transecto), pudiendo variar entre 250 y 500 m entre una estación y otra (Massó, *op. cit.*).

Una vez en tierra, los organismos son medidos y pesados individualmente, con el objeto de poder definir cuál de estos parámetros es más representativo, ya que por naturaleza el recurso se contrae o distiende haciendo difícil la determinación de la talla real. Lo mismo ocurre con el peso, ya que gran cantidad de agua interior es expulsada a mayor o menor velocidad según como reaccione el organismo que se está trabajando. Los diferentes centros regionales de investigación pesquera que han estudiado el recurso están tratando de minimizar el error del muestreo debido a modificaciones de peso y longitud (Girón y González, 1991).

Sectores que participan en la pesquería

En la explotación de este recurso participan los sectores social y privado.

En la actualidad, tanto dentro del Golfo de California como en la costa occidental de la península; se encuentran registrados ocho permisionarios que explotan el recurso: dos pertenecen al sector social y seis al sector privado.

En Baja California Sur, la información respecto al esfuerzo pesquero, es discontinua y heterogénea. Así, se tiene que durante el periodo de octubre de 1989 a noviembre de 1990, se otorgaron 16 permisos a particulares y uno a cooperativas, cuya vigencia varió entre tres meses y un año, con un total de 47 unidades de pesca. En la tabla 3, se enlistan los datos de producción para el periodo de 1989 a 1991.

En el estado de Sonora, se tienen cinco registros de permisos de captura del Pepino de mar, de los cuales cuatro son del sector privado y uno del social. Cuatro de ellos tienen una duración de dos años y sólo uno de un año. Actualmente, estos permisos están vigentes, pero se desconoce la producción (CRIP-Guaymas, 1992).

Para el estado de Sinaloa, se otorgó recientemente un permiso para el sector privado con 10 embarcaciones menores con vigencia de tres meses. Hasta el momento de la presente publicación no se habían recibido datos de captura (com. personal Del. Fed. de Pesca en Mazatlán).

En el estado de Nayarit, el primer permiso se otorgó al sector privado con una vigencia de dos años. Posteriormente, se otorgó un permiso al sector social el cual reportó 600 ton de captura (com. personal Del. Fed. de Pesca en el estado de Nayarit).

En el estado de Jalisco, la Delegación Federal de Pesca otorgó dos permisos durante 1991. Uno fue para el sector privado, el cual fue ejercido parcialmente y no cumplió con las restricciones sugeridas por el CRIP-Manzanillo (véase inciso de reglamentación). El otro permiso fue otorgado al sector social y cumplió parcialmente con las restricciones referidas.

En las costas de Colima se han otorgado dos permisos, ambos al sector privado. Sin embargo, ninguno de los dos ejerció su permiso debido a diversas razones entre las que se señala que esta entidad no es rentable, ya que las costas rocosas son escasas.

Se tiene el conocimiento de que en las costas de Michoacán el recurso ha sido explotado comercialmente de manera ilegal por parte de pescadores ajenos a esta entidad federativa. Según Orbe y Acevedo (*op. cit.*), los pescadores señalan que la explotación fue intensa y que ahora el recurso ya no es tan abundante.

Zonas de explotación

Las principales zonas de explotación a nivel comercial del Pepino de mar en el Pacífico mexicano, se encuentran al norte de la Península de Baja California, tanto en la parte occidental como en el Golfo de California y en las áreas aledañas a Santa Rosalía en Baja California Sur. Existen otros lugares de captura comercial incipiente en las costas de Guaymas, Sonora, Nayarit, Jalisco, Michoacán y Guerrero (Fig. 2).

A nivel de investigación, se ha evaluado el recurso de manera preliminar en la costa occidental y oriental de la Península de Baja California, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Evolución de la pesquería de *Stichopus japonicus* en Japón, República de Korea y la URSS

La especie más prolífica registrada en Japón y la República de Korea es *Stichopus japonicus*, la cual también ha sido capturada en el extremo de la porción este de la URSS, en la Bahía de Pedro el Grande. La captura de esta especie en el Japón registró un mínimo en 1960 de 7 800 ton y un máximo de 13 500 ton en 1968. En la República de Korea, las capturas fueron más bajas que para el Japón, fluctuando entre 900 ton en 1965 y 300 ton en 1983. Los datos de captura registrados en la Bahía de Pedro el Grande en la URSS son incompletos y algunas veces contradictorios. En la tabla 2 se muestran los datos de captura de esta especie en los sitios mencionados anteriormente.

Tabla 2
Datos de captura (ton/año) de la especie *Stichopus japonicus* en Japón, Korea y Bahía de Pedro el Grande, en la URSS

Año/área	Japón	Korea	Bahía de Pedro el Grande
1935	—	—	6 000
1955	8 400	—	—
1960	7 800	—	—
1965	8 500	900	—
1968	13 500	1 300	274
1970	11 400	1 500	—
1975	9 300	1 600	33
1978	10 000	2 600	—
1980	9 000	3 100	—
1983	8 970	4 000	—

Captura comercial y evaluación de la pesquería del Pepino de mar en Baja California

La pesca del Pepino de mar en el estado de Baja California se inició a nivel comercial en 1988, por parte de tres permisionarios, los cuales trabajaron en las islas frente a Bahía de los Ángeles. Las especies explotadas en esta área son: *Stichopus parvimensis*, en la costa occidental. En el Pacífico, las especies explotadas son *Molpadia arenicola*, que no presenta importancia comercial; *Parastichopus californicus*, de poca importancia comercial; y *Parastichopus fuscus*, que representa el 50% de la captura comercial en esta región. En el Golfo de Cortés, desde 1988 se ha explotado

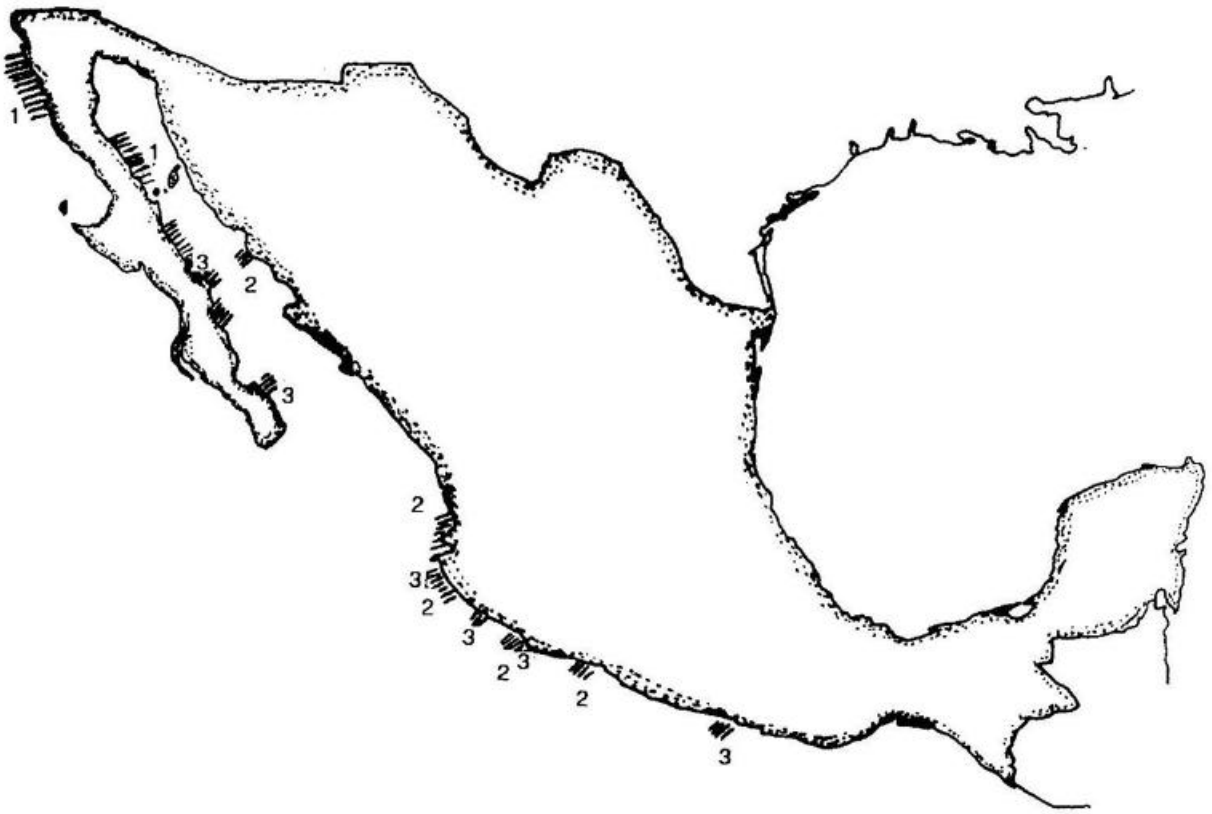


Figura 2 [1] Zonas de explotación comercial; [2] captura incipiente; [3] captura de investigación.

comercialmente la especie *Isosticupus fuscus*, que representa el 50% de la captura comercial (Fig. 3).

El comportamiento de la captura en esta zona ha registrado un notable aumento desde su inicio en 1988, registrándose la máxima captura en 1991 (Tabla 3).

En 1991, Salgado, del CRIP-Ensenada, a nivel de investigación, llevó a cabo una evaluación del recurso Pepino de mar *Isostichopus fuscus*, en las áreas Isla Ángel de la Guarda, Bahía de los Ángeles e islotes adyacentes. Los resultados obtenidos en este trabajo se resumen en la tablas 4, 5 y 6.

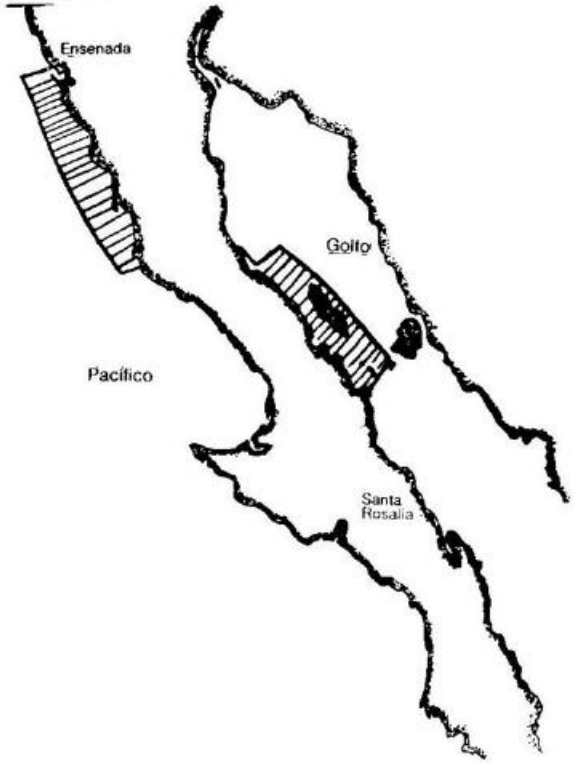


Figura 3

Principales áreas de captura en Baja California

Tabla 3
Captura comercial de Pepino de mar en Baja California

Año	Captura (kg peso fresco)
1988	192 936
1989	556 330
1990	567 415
1991	1 172 729

FUENTE: Palleiro, J., 1992.

Tabla 4
Valores de evaluación de biomasa y densidad de la especie *Isostichopus fuscus* en Isla Ángel de la Guarda, Bahía de los Ángeles e islotes adyacentes

Número de ind. medidos	92
Número de inmersiones	66
Densidad/m²	0.378
Profundidad de las inmersiones	66% 3-10 m
	21% 11-15 m
	12% >-16 m
Biomasa explotable (peso fresco)	180 ton
Esfuerzo recomendable	6 equipos
Captura/ día recomendable	400 kg/equipo

Tabla 5
Valores de peso y longitud de la especie *Isostichopus fuscus* en diferentes condiciones

Presentación	Peso (grs)	Longitud (cms)
Fresco	522	23.0
Sin vísceras	365	—
Hervido	89	10.0
Peso y long. máxima	850	31.5
Seco	18	7.0
Seco máximo	—	11.0
Seco mínimo	—	4.4
Longitud total mínima	—	14.0

Tabla 6
Rendimientos en peso y longitud de la especie *Isostichopus fuscus* fresco (vivo) a seco

Presentación	Peso (grs)	Longitud (cms)
Total eviscerado	70.0	—
Total hervido	17.0	42
Total seco	4.0	30
Peso máximo	4.0	—
Peso mínimo	2.5	—

Captura comercial y evaluación de la pesquería en Baja California Sur

En las últimas fechas, se ha incrementado la demanda de permisos para la captura comercial de la especie, por lo que para tener una evaluación del recurso en la zona, el CRIP-La Paz ha iniciado una serie de estudios tendientes a conocer la biomasa existente en la zona, así como también el ciclo reproductivo de la especie, con la finalidad de evitar una sobrexplotación del recurso.

Massó, del CRIP-La Paz, en 1990, evaluó las poblaciones silvestres del recurso Pepino de mar (*Parastichopus fuscus*), en las áreas de Bahía de San Carlos, Punta Trinidad, Isla Tortuga, San Marcos y Punta Chivato, BCS. De los resultados de esta evaluación, se concluye que el área de distribución de esta especie fue de 917, habiéndose estimado una población total de 4 518 475 organismos, y una biomasa general de 2 244 ton de producto fresco. Se dictaminó autorizar, para la captura comercial, el 30% de la biomasa total estimada, es decir, un total de 673 287 kg de producto fresco. Una vez cubierta dicha cuota, será necesaria una nueva evaluación.

Vélez, del CRIP-La Paz, en 1991, evaluó las áreas de Ensenada Blanca-Bahía San Nicolás, Punta Chivato-Punta Trinidad, BCS, para el recurso Pepino de mar (*Parastichopus fuscus*). Los resultados se presentan en la tabla 7.

De estas evaluaciones, se resume que el área estudiada tiene un potencial fresco de 98 382 kg, por lo que se recomienda una captura comercial del 30% de la biomasa total estimada. Para facilitar el análisis general de esta pesquería y su problemática, la zona de pesca se dividió en tres regiones: la primera, del paralelo 28 hasta la Punta Concepción; la segunda, de Punta Concepción a Ensenada Blanca; y la tercera, de Ensenada Blanca hasta el extremo sur de la Península (Fig. 4).

En la región 1, se han obtenido las tasas más altas de captura , ya que de la producción estatal, esta región aportó el 89%, 93% y 100% en 1989, 1990 y 1991, respectivamente, mientras que la región 2 aportó el 9%, en 1989, y el 75% en 1990, mientras que la región 3 contribuyó únicamente con el 2% en el año de 1989 (Tabla 8).

Las modificaciones en las poblaciones del recurso han sido muy significativas, ya que en las regiones 2 y 3 actualmente no se captura el recurso o ésta es tan insignificante que no existen registros en las oficinas de pesca. Sin embargo, en la región 1, la densidad promedio ha disminuido de 0.41 org/m en octubre de 1990 a 0.019 org/m en agosto de 1991, lo cual es un reflejo de la intensidad de pesca ejercido en cada una de ellas. En las figuras 5, 6 y 7, se aprecia la estructura de tallas en cada región de BCS.

Tabla 7
Evaluación del Pepino de mar de Ensenada Blanca a Bahía San Nicolás y de Punta Chivato a Punta Trinidad

Zona	Área estimada (m)	Densidad promedio (org/m)	Población estimada (no org.)	Peso X (gr)	Biomasa estimada (kg)	Biomasa peso-seco (kg)
Punta Candeleros a Ensenada Blanca	40 000	0.002	80.00	562.00	44.96	2.70
Islotes a Isla Danzante	180 000	0.0014	255.60	562.00	143.65	8.61
Isla del Carmen Zona media interior	300 000	0.036	10 650.00	562.00	5 985.30	359.12
Isla del Carmen Zona norte a Isla Coronados	695 000	0.031 0.035 0.038	24 047.00	485.00	11 662.80	699.76
Isla Coronados a Santa Buto	240 000	0.002	480.00	485.00	232.80	13.97
El Púlpito, Santa Teresa, Bahía San Nicolás	495 000	0.076	37 620.00	442.50	16 646.85	988.80
Isla San Marcos, lado oriental	30 000	0.024	720.00	496.50	357.48	21.40
Punta Chivato San Rafael	600 000	0.088	52 800.00	496.50	26 215.20	1572.90
San Lucas	50 000	0.116	5 800.00	496.50	2 876.80	172.60
Isla San Marcos lado occidental	25 000	0.020	467.50	496.50	232.00	13.90
Punta Trinidad Santa Ana	900 000	0.734	66 060.00	496.50	32 798.80	1 967.90
Cabo Vírgenes Santa María	150 000	0.015	2 250.00	496.50	1 117.10	67.00



Figura 4

Regiones de pesca y lugares de registro de producción

Figura 5
Estructura de tallas de *L. fuscus* en la región 1 de Baja California Sur

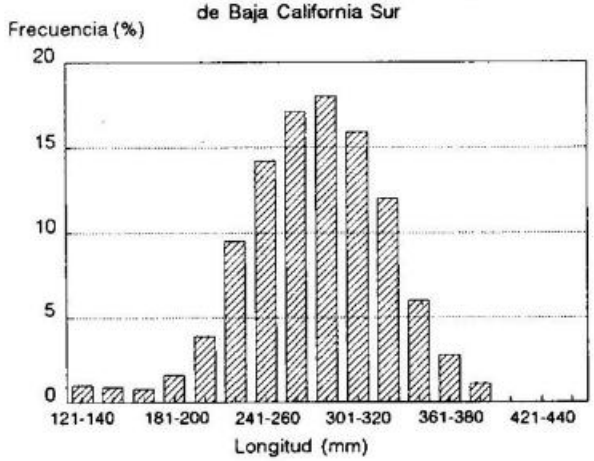


Figura 6
Estructura de tallas de *L. fuscus* en la región 2 de Baja California Sur

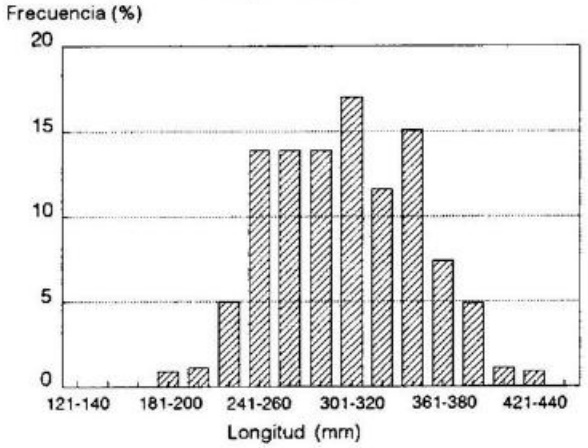


Figura 7
Estructura de tallas de *L. fuscus* en la región 3 de Baja California Sur

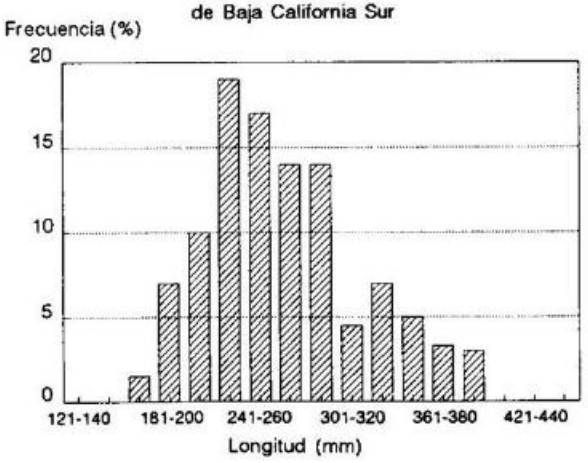


Tabla 8

Producción (kg) de *Isostichopus fuscus* en peso entero fresco por oficina de pesca, durante mayo de 1989 a mayo de 1992, en Baja California Sur

	1989			1990		1991	1992
	Santa Rosalía	Loreto	La Paz	Santa Rosalía	La Paz	Santa Rosalía	Santa Rosalía
Enero				55 000		117 650	15 189
Febrero						140 867	20 143
Marzo				49 068		143 330	36 788
Abril				6 035		50 100	6 712
Mayo	12 080		9 402		9 609	45 370	8 288
Junio	21 740	5 200	6 535	7 150	6 750	11 000	
Julio	34 463		7 931	23 600	13 100	78 350	
Agosto	57 184		2 500	135 300		30 000	
Septiembre	46 099			37 600		6 000	
Octubre	30 718		3 820				
Noviembre	83 316						
Diciembre	15 000			61 225		1 274	
Total							
kg	300 600	5 200	30 188	374 978	29 459	623 941	87 120
%	89	2	9	93	7	100	100
Gran total		335 988		404 437		623 941	87 120

FUENTE: Departamento de Estadística e Informática de la Delegación Federal de Pesca en Baja California Sur.

Evaluación preliminar de la pesquería del Pepino de mar en el Pacífico centro sur

Jalisco

Hasta la fecha, se han efectuado tres prospecciones. La primera se realizó en abril de 1991, en la costa sur del estado, muestreándose el día 8 las zonas de Morro Prieto, Punta Caballito, Cuastecomatitos, Las Cuevas y La Mona; el día 9, Carrizalillo y Tenacatita; el 10, el Paraíso; el 11, Chamela; y por último, el día 12, Isla Chamela. En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación, de los cuales se concluye que se deberá seguir el sistema de bancos rotativos, garantizando que en cada banco que se efectúe la captura, permanezca una parte de la población sin extraer, además de que no se capturen organismos de menos de 19 cm; esto, con la finalidad de proteger el recurso.

La segunda prospección se efectuó en mayo de 1992, abarcando la costa rocosa desde Punta Pérula a Bahía de Banderas. Las capturas se lle-

Tabla 9
Evaluación del Pepino de mar en la costa sur del estado de Jalisco

Localidad	Tipo de sustrato	Densidad x en m^2	Captura* comercial en kg	Peso x en gr	Número de organismos
Morro Prieto, Punta Caballito, Las Cuevas, La Mona y Cuastecomatitos	Rocoso Arenoso Roca/ Arena 50/50	0.060	127	425	300
Carrizalillo y Tenacatita	Rocoso 100%	0.075	216	515	420
Paraíso	Talud en zona expuesta y fondo con rocas de diferente tamaño	0.430	—	—	430
Chamela	Rocoso 100% con pendiente pronunciada	0.020	—	—	567
Isla Chamela	Roca talud expuesto con fondo arenoso	—	—	—	132

* Se permitió durante la investigación para estimar el esfuerzo pesquero.

varon a cabo en los puntos Zacatosa, el Hondito, zona norte y sur de Yelapa y Colimilla. Se efectuaron un total de 6 inmersiones con una duración promedio de 10.5 min cada una, muestreándose un total de 105 individuos, a los cuales se les practicó una biometría para obtener datos de talla y peso fresco (Tabla 10). Se encontró que en esta zona existe una proporción elevada de organismos pequeños, por lo que se recomienda como talla mínima de captura 24 cm en el momento de la captura. En el caso de que se otorguen permisos, deberán ser provisionales, con una vigencia de tres meses a partir de su autorización. En cuanto a los equipos de trabajo, se sugiere que sean máximo dos por permiso, y que en cada zona de extracción se dejen espacios sin explotar.

Tabla 10
Talla y peso promedio de los organismos colectados en el área desde Punta Pérula a Bahía de Banderas, Jalisco

Zona	Peso promedio (gr)	Talla promedio (cm)
Yelapa	417	20.00
Zacatosa	338	18.00
El Hondito	400	17.20
Colinilla	400	16.00

En junio de este mismo año, se practicó la tercera prospección en la costa sur de Jalisco, desde Barra de Navidad hasta Punta Pérula, cubriéndose una superficie de 2 480 m. En el área de estudio, la densidad fue de 60 organismos por hectárea, muy inferior a la encontrada por este mismo CRIP en el año de 1991, que fue de 400 individuos por hectárea. Debido al volumen de información colectado, no fue posible elaborar ningún análisis estadístico. Por todo lo anterior, no es conveniente autorizar la captura de pepino de mar en esta zona, en tanto no se cuente con elementos suficientes que garanticen la permanencia del recurso.

Las tres prospecciones se han efectuado con el apoyo de las sociedades cooperativas solicitantes y se han limitado a una duración de ocho a diez días, tratando de abarcar todas las posibles áreas de captura del recurso.

Colima

En el estado de Colima, hasta el momento, este recurso no ha sido explotado a nivel comercial, aunque existen dos permisos que se otorgaron para su extracción. El CRIP-Manzanillo realizó una prospección en toda la costa rocosa del estado, con la finalidad de tener una estimación de la estructura de edades de la población y, con base en los análisis de resultados, dictaminar la talla mínima de captura con el objeto de proteger el recurso.

El área de muestreo se dividió en dos zonas: zona sur, que incluyó la Bahía de Manzanillo hasta Mahagua, y la norte, que cubrió desde el límite norte de Playa de Oro hasta la punta conocida como Colimilla (Fig. 8).

Para la colecta de los organismos, se realizaron 50 inmersiones a diferentes profundidades, las cuales oscilaron entre los 5 y 20 m. De estos organismos colectados, se tomaron datos de longitud y peso promedio (Fig. 9 y 10) y se estimaron las clases de edad y densidad de organismos por hectárea. Los datos obtenidos se resumen en la tabla 11.

Tabla 11
Resultados en longitud promedio, peso promedio, clase de edad y densidad de organismos por hectáreas de la especie *Parastichopus fuscus* en la costa de Colima

Zona de muestreo	Longitud promedio (cm)	Peso promedio (gr)	Clase de edad L(p)	Densidad (org/ha)
Zona sur	22.0	417	6 (5)	530
Zona norte	21.0	370	5 (5)	400

Con base en estos resultados, se extendió una opinión técnica positiva para la extracción del Pepino de mar, otorgando dos permisos provisionales de tres meses en los que se estipula que la talla mínima de captura sea de 24 cm al momento de la captura. Como se mencionó anteriormente, los permisos no se utilizaron.

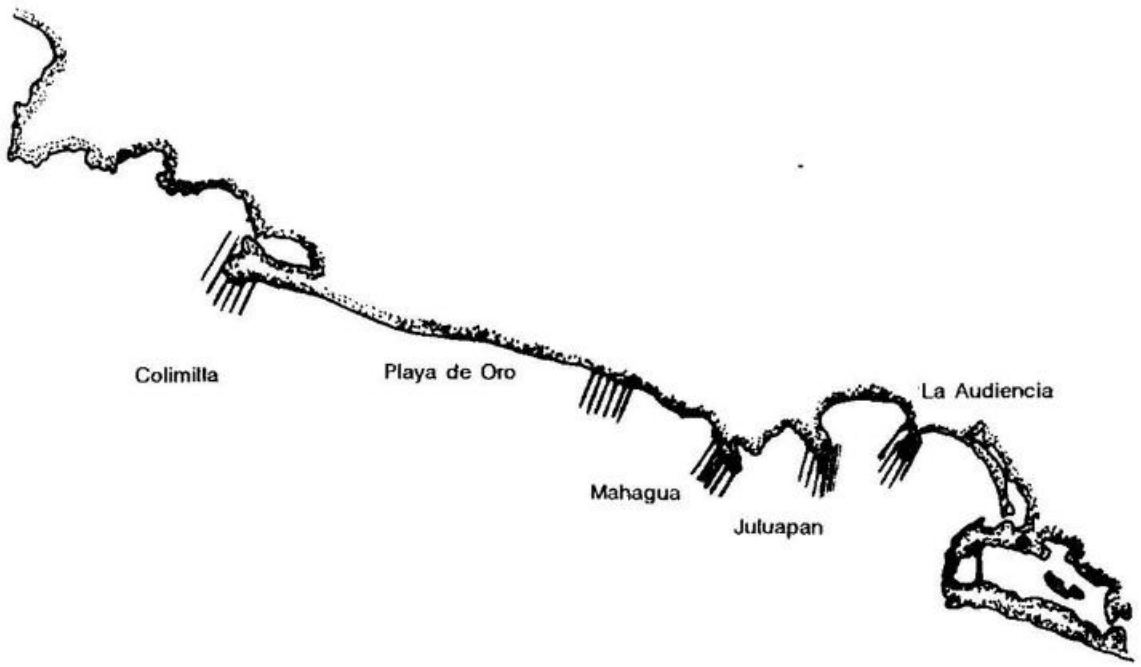


Figura 8

Zonas evaluadas en el estado de Colima

Figura 9
Histograma de frecuencias. Pepino de mar (costa de Colima)

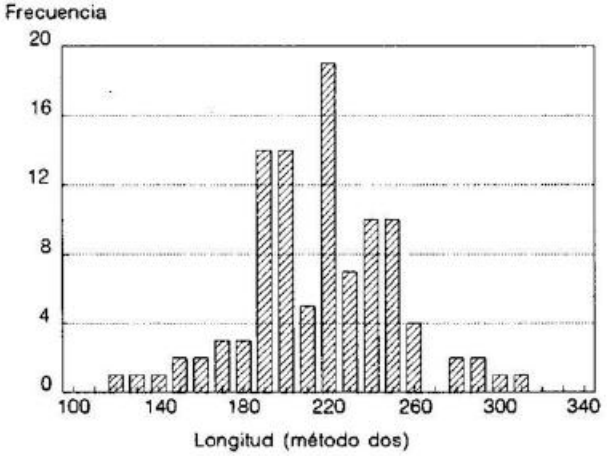
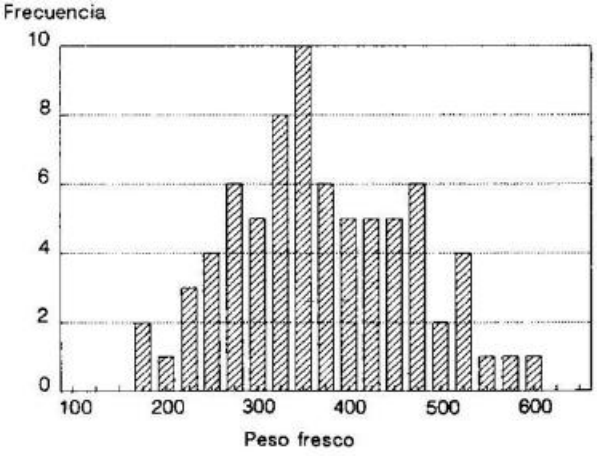


Figura 10
Histograma de frecuencias. Pepino de mar (costa de Colima)



Michoacán

Hay un antecedente en la costa michoacana que demuestra que este recurso se ha estado explotando a nivel comercial. En información proporcionada por los pescadores de la región, ellos hablan de haber extraído hasta 1000 pepinos en una jornada de 5 hrs, recorriendo aproximadamente 2 km (Orbe y Acevedo, *op. cit.*). Sin embargo, desafortunadamente, no se cuenta con información confiable de la captura total que se efectuó.

A nivel de investigación, el CRIP-Pátzcuaro realizó un estudio de prospección sobre holoturias en la costa michoacana, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados: en la costa michoacana, se tienen registradas 11 especies de holoturoideos, de las cuales la única especie de importancia comercial es *Stichopus fuscus*. Las estaciones de muestreo se establecieron en las localidades de Maruata y Pichilinguillo, en donde se encontró una densidad promedio de 250 orgs/ha, por lo que se puede decir que la densidad de organismos en el área es baja. A este respecto, la FAO recomienda que, para la explotación comercial de esta especie, debe existir una biomasa poblacional de 400 orgs/ha.

Guerrero

A nivel comercial, el Pepino de mar hasta el momento no ha sido explotado en esta región, pero existe una gran demanda de solicitudes para la extracción de este recurso. En respuesta a estas demandas, González Becerril, del CRIP-Manzanillo, en 1992, realizó en coordinación con el CRIP-Salina Cruz una serie de prospecciones a lo largo de la costa rocosa del estado de Guerrero, principalmente en los puntos Acapulco, Vicente Guerrero e Ixtapa Zihuatanejo, para evaluar la biomasa existente, número de clases, de edad y longitud de las clases en la zona (Tablas 12 y 13).

Tabla 12
Resultados de la captura de Pepino de mar en las costas rocosas del estado de Guerrero

Inmersión	Captura	Tiempo	Cap/tmp
1	53	45	1.17
2	16	10	1.60
3	31	15	2.06
4	6	7	0.85
5	9	9	1.00
6	4	11	0.36
7	2	28	0.07
8	23	45	0.73
9	23	48	0.47
Media	19.66	24.22	0.92
Varianza	255.55	270.39	0.34
Std	15.98	16.44	0.58

Tabla 13
Análisis comparativo de los sitios de muestreo en el estado de Guerrero, conteniendo la longitud de la fracción pescable; número de clases por edad; clase en la que se encuentran la longitud de la fracción pescable y longitudes de los grupos de edad encontrados en la distribución de tallas

Lugar	Longitud al 70%	Número de clases	Clase al 70%	Longitud de las clases
Ixtapa	19	3	3	10, 15, 19
Zihuatanejo	19	5	3	10, 14 y 16 20 y 22
Acapulco				17, 20, 23
Zona 1	22	3	3	18, 20, 22
Zona 2	22	4	3	y 25
Zona 3				
Vicente	17	1	1	18, 16, 19
Guerrero	19	3	2	y 23

De los análisis de distribución de frecuencias de longitudes de todas las zonas del estado, se encontró que la fracción explotable de la población tiene en promedio 19 cm y esta longitud es contenida en el tercer grupo de edad, por lo que si se establece como límite mínimo de captura, existe el riesgo de que se capturen organismos que aún no se han reproducido. Lo anterior traería un desajuste en la población, por lo que en términos de la situación del recurso no sería recomendable autorizar la captura. Sin embargo, se vio en la necesidad de llevar a cabo estudios sistemáticos para una evaluación más completa de la pesquería en la región.

En marzo de 1992, Flores, del CRIP-Salina Cruz, realizó una evaluación de la biomasa existente en las poblaciones de Puerto Guerrero y Petacalco. Los sitios de muestreo y resultados del tamaño de muestra analizada, longitud y peso promedio se presentan en la tabla 14.

Se dedujo que las especies *Stichopus fuscus* y *Holothuria atra*, son susceptibles de extracción en la región estudiada, siendo la talla mínima de captura para la primera de 260 mm en las localidades de Barra de Potosí y San Juan de Dios, y de 240 mm para la segunda en las zonas de Punta Gordonia y San Juan de Dios.

Oaxaca

En las costas del estado de Oaxaca, este recurso no ha sido explotado comercialmente. A nivel de investigación, en 1991, el CRIP-Salina Cruz inició las prospecciones de Pepino de mar en la zona de Puerto Ángel, Oax., en la cual se detectaron dos especies, pero también baja densidad del recurso. Por lo anterior, se emitió una opinión técnica negativa para la extracción del recurso en esta localidad.

Procesamiento del producto

Los procesos que se describen a continuación corresponden al tipo de presentación usado para vender el Pepino de mar: cocido, seco, ahumado y fresco (Fig. 11). En México, la comercialización del producto sólo se realiza en las presentaciones de seco, cocido y fresco (Palleiro, 1992).

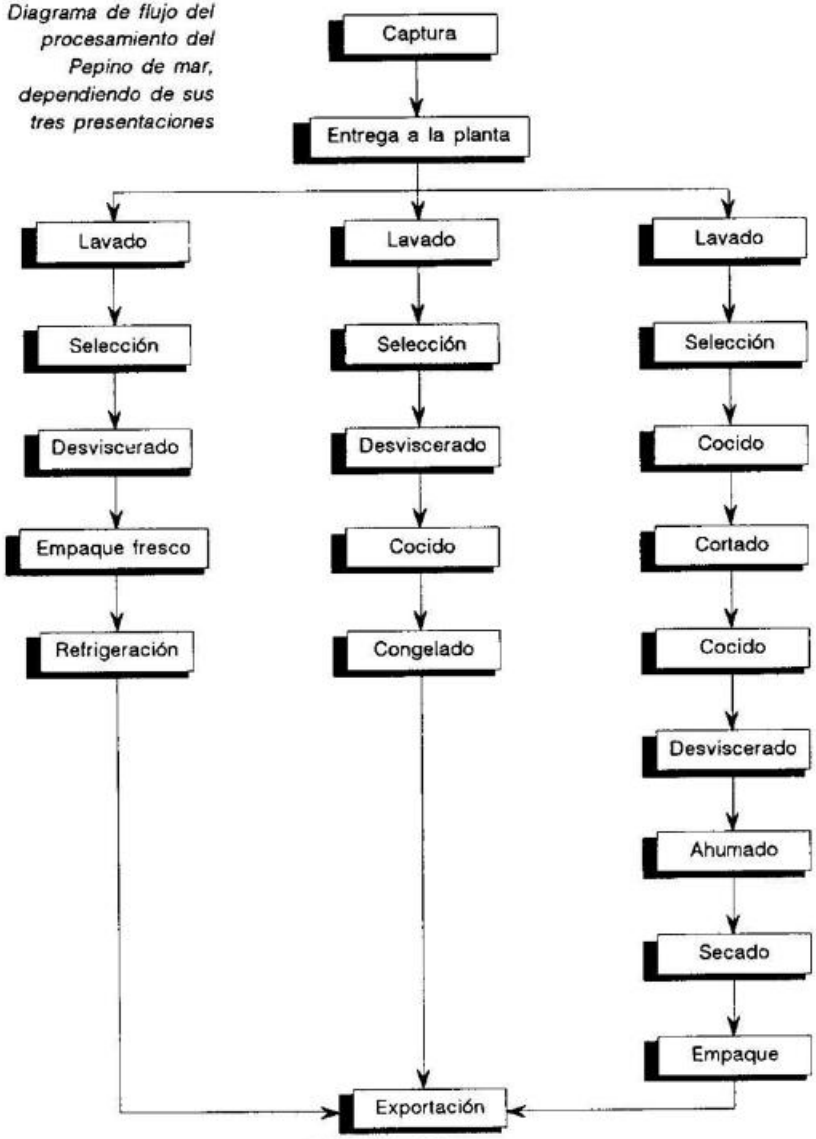
Tabla 14

Resultados de los datos biométricos, tamaño de muestra de las especies *Holothuria atra* (Jaeguer, 1833) y *Stichopus fuscus* (Ludwing, 1886) en el área de Puerto Guerrero a Petacalco, Gro.

Localidad	Especie	Tamaño muestra (orgs)	Biomasa peso (kg)	Tallas x (mm)	Peso x (gr)	CPUE (Ind/min)
Barra Potosí	*Holothuria atar*	121	21.98	212.24	197.66	2.6
San Juan de Dios	*Holothuria atra*	16	2.38	183.12	148.60	—
Atracadero	*Holothuria atra*	72	9.32	188.18	139.53	3.6
Islas Blancas	*Stichopus fuscus*	45	18.85	246.31	438.43	—
Punta Gordonia	*Stichopus fuscus*	28	12.26	233.21	437.89	1.4
Puerto Guerrero	*Stichopus fuscus*	11	3.86	225.20	371.18	0.55
San Juan de Dios	*Stichopus fuscus*	30	13.17	247.50	470.66	—

Figura 11

Diagrama de flujo del procesamiento del Pepino de mar, dependiendo de sus tres presentaciones



FUENTE: FAO, 1986; Palleiro, J., 1992.

Para la elaboración del producto cocido, los holoturoideos se hierven en agua de mar por corto tiempo y se congelan. Algunos pescadores e intermediarios utilizan "recetas" especiales para la cocción. En la presentación en seco se requiere de un complejo proceso de deshidratación. En la venta del producto fresco, después de capturado el organismo, se limpia y se congela. En la figura 6 se presenta el diagrama de flujo de los diferentes procesos del producto (Palleiro, J., 1992).

Para la elaboración del producto ahumado, se realiza también un complejo proceso de deshidratación en el cual los organismos primeramente son limpiados y seleccionados por especie y por tamaño; posteriormente, se ponen en agua de mar hirviendo por varios minutos y se agitan continuamente. El tiempo de cocción dependerá de la especie y del tamaño de los organismos. A continuación, se procede a cortarlos por la mitad. Una vez realizado esto, se vuelven a poner en agua hirviendo. Durante esta segunda cocción, el cuerpo ligeramente duro toma una consistencia elástica. Después de hervirlos por unos minutos, los animales son removidos y puestos en agua de mar para enfriarlos. El siguiente paso del proceso es el desviscerado, el cual se puede realizar antes o después de la segunda cocción. Terminado este paso, se ahuma el producto y, por último, es secado al sol. Este tipo de presentación se realiza en los países orientales (FAO, 1986). El músculo del pepino y la piel se comercializan separadamente (FAO, 1986).

Comercialización

La producción de Pepino de mar es exportada en su totalidad al mercado exterior y es vendido fresco o cocido a las empresas exportadoras.

En BCS, de acuerdo a la consulta de las cuentas mensuales de producción registrada en las oficinas de pesca, el precio de facturación por kilo de producto cocido y seco, es de $8 000.00 y de $20 000.00 a $28 000.00 respectivamente, cifras que representan únicamente un 44% para el primero, y un máximo de 37% para el segundo, del valor real, según información de los mismos productores.

El costo del Pepino de mar fresco y congelado en el mercado internacional, fluctúa entre los 3 y 4 dólares por kilogramo. En Manzanillo, el producto se vende fresco a los permisionarios a 700 pesos por pieza y cocido a 800 pesos por pieza. En el estado de Michoacán, el precio de venta por holoturia durante 1991 era de 300 pesos, dependiendo de la oferta y la demanda del producto.

Consumo

Este producto no es consumido en México. Toda la captura de este recurso es utilizada para exportación.

El Pepino de mar se utiliza para consumo humano directo, siendo los países orientales como China, Japón, Indonesia, Nueva Caledonia y Korea, entre otros, los principales consumidores de este producto (FAO, 1986). El consumo de las holoturias, en forma cruda o preparada, es común en Japón y Korea.

En Japón, la pared del cuerpo de las holoturias (*Nemako*), es consumida en forma cruda o en trozos remojados en una mezcla de vinagre y salsa de soya. Otros órganos también son considerados una delicia: los ovarios son comidos en forma seca (*Konoko*), salada o fermentada; los intestinos (*Konowata*) y el árbol respiratorio (*Minowata*) también son consumidos. Los precios en el mercado son generalmente mucho más altos para las vísceras que para la pared del cuerpo (FAO, 1986).

El *Trepang* (palabra de origen malayo) es un nombre colectivo que se da en Oriente a las holoturias secas, el cual es una especialidad culinaria que presenta un alto valor nutritivo.

El *Trepang* fue introducido por los chinos en varios países como la India, Japón, Australia, Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Samoa, Kenya, Zanzíbar, Indochina, Tahití y Hawai.

Las holoturias que sirven para la elaboración del *Trepang* provienen principalmente de los Océanos Pacífico e Índico y del Mar Rojo, y pertenecen taxonómicamente a los géneros *Holothuria* y *Stichopus*. En la actualidad, se cuenta con más de 20 especies que se emplean en la elaboración del *Trepang*. Para la preparación de este platillo, es necesario que los organismos utilizados sean de tamaño considerable.

La preparación del *Trepang* consiste en curar el cuerpo de ciertas holoturias. Existen diferentes métodos de preparación del producto. La principal diferencia entre éstos, consiste en el hecho de que esté o no ahumado.

El valor nutritivo del *Trepang* es elevado y parece ser que varía dependiendo de la región en donde han sido colectadas las holoturias. A continuación, se muestran algunos datos disponibles hasta ahora.

En la región Indopacífica, contiene del 15 al 20% de proteína, de 21 a 23% de agua, los carbohidratos faltan, pero existe una pequeña cantidad

de grasa. El producto del Mediterráneo es más nutritivo, contiene del 56 al 65% de proteínas, 13 a 24% de cenizas, cerca de 0.7% de grasas y de 10 a 11% de agua. La proteína que existe en el *Trepang* es completamente soluble en la pepsina, por lo que este producto parece ser muy fácilmente digerible (Caso, M. E., 1978 y FAO, 1986).

Reglamentación de la pesquería

Con el objeto de regular racionalmente la pesquería del Pepino de mar, los diferentes CRIP han proporcionado una serie de medidas de reglamentación, las cuales se describen a continuación.

El CRIP-Manzanillo, con base en las prospecciones realizadas sobre el recurso en las costas de Jalisco y Colima, dictaminó que la talla mínima de captura debe ser de 24 cm. En la prospección realizada en la costa de Guerrero por este mismo Centro de Investigación, se dictaminó que si se establece como talla mínima de captura 19 cm, es posible que estos organismos aún no se hayan reproducido, ocasionando con esto un desbalance en la población, lo cual coincide con lo señalado por Flores y Gil, *(op. cit.)*. De igual manera, sugiere establecer la entrega periódica de formatos de registro de captura por medio de las cooperativas o permisionarios a los cuales se les otorgue el permiso de extracción del recurso, con el fin de contar con información correcta y actualizada de esta pesquería.

El CRIP-La Paz sugiere evitar la extracción del pepino de mar durante la noche, ya que la vulnerabilidad de este recurso es del 100% y, por ende, existe el peligro de una sobrexplotación. Basados en los estudios poblacionales, se propone establecer provisionalmente una talla mínima de extracción de 22 cm de longitud, así como un periodo de captura de octubre a abril, en tanto que de mayo a septiembre debe establecerse un periodo de reposo para la reproducción. Otra medida propuesta es el establecimiento de cuotas de captura, previas a evaluaciones que del recurso se realicen. Así como la implementación de bitácoras de registro diarias (Fig. 12).

Zúñiga *(op. cit.)* sugiere que los permisos de captura comercial se otorguen después de que los organismos han desovado. Hasta el momento, no existe una temporada de veda para este recurso, debido a que no se cuenta con información suficiente para determinar una época de veda a nivel nacional o regional.

En términos generales, los diferentes CRIP establecen que los permisos deben basarse en la explotación del 30 al 40% de la biomasa estimada. De igual manera, sugieren continuar con los estudios que determinen el conocimiento completo de la ubiología pesquera del recurso.

Agradecimientos

Agradezco ampliamente la colaboración de las siguientes personas:

- Biól. Alfredo González Becerril
- M. en C. Julio Palleiro
- M. en C. Lily R. Salgado Castro
- I. P. Hugo Montiel A.
- Biól. Moisés Flores Ventura
- Biól. Pedro Sáenz

Figura 12

DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN DE PESQUERÍAS
PESQUERÍA DE PEPINO DE MAR
INFORME DIARIO DE ACTIVIDADES DE BUCEO

Permisionario: _____ Fecha: _____

Zona	Inmersiones de buceo		Captura
	Caída (núm.)	Duración (min)	Núm. de Pepinos
Captura total: número: _____		peso entero fresco: _____	

Nombre de la planta industrializadora o comprador al que se entregó la captura: _____

Bibliografía

BARNES D.R., 1976. *Zoología de los Invertebrados*. Ed. Interamericana, tercera edición, México, D. F.

BRUMBAUGH, J.H. *Holoturoidea: The Sea Cucumbers*, Chapter 9.

CAMERON R y FAUKNER, P., 1985. *Reproductive biology of the comercial sea cucumber Parastichopus californicus* (Stimpson). Biological Sciences, Simon Fraser, University, Canadá.

CASO, M.E., Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México III. Algunas especies de holoturoideos litorales en la costa pacífica mexicana.

CASO, M.E., 1978. *Ciencia y técnica de los equinodermos en relación con el Hombre*. Primera Parte. Aspecto Científico.

CRIP-Guaymas. 1992. *Relación de permisos para captura de Pepino de mar en el estado de Sonora*. (Inédito).

CRUZ, R.M. y GARCÍA, B.A., 1991. *Opinión técnica sobre la explotación del pepino de mar, solicitada por la Delegación Federal de Pesca en el estado de Jalisco*. Inédito.

FAJARDO L., VÉLEZ, B., MASSÓ, J., y SINGH, J., 1991. *Análisis preliminar del estudio poblacional de Pepino de mar Parastichopus fuscus (Ludwing, 1886) en Santa Rosalía, BCS*. (Inédito).

FLORES, V.M.A. y GIL, L.A., 1992. *Prospección de la población de holoturoideos de la costa de Guerrero*. (Inédito).

FAO, 1986. *The Fishery Resources of Pacific Island Countries*. Parte. 2, holothurians.

GIRÓN y GONZÁLEZ, 1991. *Opinión técnica relativa a las solicitudes de permisos para la explotación del Pepino de mar presentadas a la Delegación Federal de Pesca del estado de Colima*. (Inédito).

GIRÓN, B.R., GONZÁLEZ, B.A. y TREJO, O.E., 1991. *Opinión técnica relativa a la factibilidad de explotación de Pepino de mar, Erizo de mar y caracol Púrpura Panza en la costa del estado de Jalisco*. (Inédito).

GIRÓN, B.R. y GONZÁLEZ, B.A., 1992. *Opinión técnica sobre la explotación del Pepino de mar solicitada por la Delegación Federal de Pesca en el estado de Jalisco*. (Inédito).

GONZÁLEZ, B.A., 1992. *Opinión técnica relativa a las solicitudes de permiso para la explotación de pepino de mar en las costas del estado de Guerrero*. (Inédito).

MASSÓ, R.J.A., 1990. *Evaluación de las poblaciones silvestres del recurso Pepino de mar en Bahía de San Carlos, Punta Trinidad, Isla Tortuga, San Marcos, Tierra los Tepetates, Punta Chivato, Bahía San Nicolás y Ensenada Blanca*. (Inédito).

MASSÓ, R.J., 1991. *Evaluación del recurso Pepino de mar en el área de Punta Santa Cruz a Punta Arena, BCS*. (Inédito).

ORBE, M.A., 1991. *Prospección sobre holoturias en la costa michoacana*. (Inédito).

PALLEIRO, J., 1992. *Análisis de la pesquería del Pepino de mar en Baja California*. (Inédito).

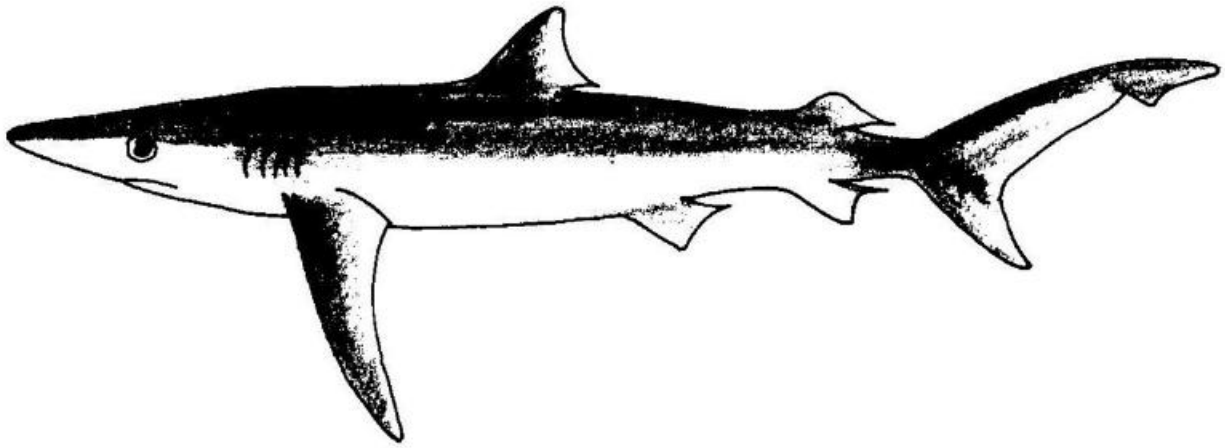
SALGADO, C.R., 1991. *Informe sobre la primer evaluación del Pepino de mar Isostichopus fuscus en Isla Ángel de la Guarda, Bahía de los Ángeles e Islotes adyacentes del 22 de noviembre al 11 de diciembre de 1991*. (Inédito).

SINGH, C., FAJARDO, L., VÉLEZ, B., y MASSÓ, J., 1992. *Situación actual de la pesquería de Pepino de mar Isostichopus fuscus (Ludwing, 1886) en Baja California Sur y alternativas para su administración*. (Inédito).

VÉLEZ B.A, 1991. *Evaluación del recurso Pepino de mar Parastichopus fuscus, en las áreas de Ensenada Blanca a Punta Teresa y Punta Trinidad a Punta Chivato, BCS*. (Inédito).

ZÚÑIGA C.P. y E. MICHEL G., 1992. *Ciclo gonádico del Pepino de mar Parastichopus fuscus (Ludwing, 1886), en el área de Santa Rosalía, BCS durante el periodo de marzo de 1991-1992*. (Inédito).

TIBURÓN



La pesquería de tiburón en México

Leonardo Castillo
Fernando Márquez
Dirección de Análisis de Pesquerías, INP

Ramón Bonfil
David de Anda
Roberto Mena
CRIP-Yucalpetén, INP

Jaime Uribe
CRIP-Lerma-Campeche, INP

Rafael Vélez
David Mendizábal
CRIP-Manzanillo, INP

Recurso

De las alrededor de 350 especies vivientes de tiburones identificadas hasta la fecha en el mundo (Compagno, 1984), en aguas de México se han observado cerca de 100, de las cuales 80 se han documentado científicamente (Castro-Aguirre, 1967; Hernández, 1971 y Applegate *et al.*, 1979). En base a los estudios llevados a cabo por el Instituto Nacional de la Pesca, desde 1981 se ha corroborado que 40 especies de tiburones son explotadas comúnmente en ambos litorales de México. A continuación se proporciona la lista y ubicación taxonómica de estas especies, de acuerdo con el *Catálogo Mundial de Tiburones* elaborado por Compagno (*op. cit.*).

Clasificación Taxonómica

Phylum Chordata (Haeckel, 1874)
Subphylum Vertebrata (Duchesne, 1975)
Superclase Gnatostomata (Save y Soderbergh, 1934)
Clase Elasmobranchimorphi (Jarvich, 1960)
Subclase Chondrichthyes (Arambourg y Bertin, 1958)
Infraclase Elasmobranchii (Müller, 1844)
Superorden Euselachii (Regan, 1966)

Orden Squatiniformes

Familia Squatinidae

- *Squatina californica* (Ayres, 1859)
- *Squatina dumerili* (LeSueur, 1818)

Orden Orectolobiformes

Familia Ginglymostomatidae

- *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788)

Orden Lamniformes

Familia Alopiidae

- *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935)
- *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839)
- *Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788)

Familia Lamnidae

- *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1809)
- *Isurus paucus* (Guitart Manday, 1966)

Orden Carcharhiniformes

Familia Triakidae

- *Mustelus californicus* (Gill, 1864)
- *Mustelus canis* (Mitchell, 1815)
- *Mustelus henlei* (Gill, 1963)
- *Mustelus lunulatus* (Jordan y Gilbert, 1883)
- *Mustelus norrisi* (Springer, 1940)
- *Triakis semifasciata* (Girard, 1854)

Familia Carcharhinidae

- *Carcharhinus acronotus* (Poey, 1860)
- *Carcharhinus albimarginatus* (Rüppel, 1837)
- *Carcharhinus altimus* (Springer, 1950)
- *Carcharhinus brachyurus* (Günther, 1870)
- *Carcharhinus brevipinna* (Müller y Henle, 1839)
- *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839)
- *Carcharhinus isodon* (Valenciennes, 1839)
- *Carcharhinus leucas* (Valenciennes, 1839)
- *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839)
- *Carcharhinus longimanus* (Poey, 1861)
- *Carcharhinus obscurus* (LeSueur, 1818)
- *Carcharhinus perezii* (Poey, 1876) (= *C. springeri*)
- *Carcharhinus plumbeus* (Nardo, 1827) (= *C. milberti*)
- *Carcharhinus porosus* (Ranzani, 1839)
- *Carcharhinus signatus* (Poey, 1868)
- *Galeocerdo cuvieri* (Peron y LeSueur, 1822)
- *Nasolamia velox* (Gilbert, 1898)
- *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868)
- *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758)
- *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert, 1882)
- *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson, 1836)

Familia Sphyrnidae

- *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834)
- *Sphyrna media* (Springer, 1940)
- *Sphyrna mokarran* (Rüppel, 1837)
- *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758)
- *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)

Distribución geográfica y ecótica

Los tiburones que forman parte de las capturas comerciales se caracterizan por ser especies de amplia distribución, ya que la mayor parte de éstas llevan a cabo migraciones estacionales que cubren grandes distancias e incluso realizan movimientos transatlánticos de desconocida extensión y duración (Castro-Ignacio, 1983).

La distribución de las especies de tiburones que habitan en aguas de México se encuentra resumida en el trabajo de Castillo (1992), la cual fue extraída de los trabajos de Castro-Ignacio (*op. cit.*) y Compagno (*op. cit.*). En la figura 1 se esquematizan las zonas de mayor captura del recurso tiburón-cazón en ambos litorales del país, tomando como base las capturas anuales por estado de la República reportadas por el Anuario Estadístico de 1988 de la Secretaría de Pesca.

Hábitat y relaciones ecóticas

Los tiburones son importantes miembros de casi todos los ecosistemas marinos. Habitan en bahías someras y estuarios, en las aguas frías de los litorales rocosos, en los arrecifes coralinos tropicales, en las regiones oceánicas y en las planicies abisales de las profundidades. Cada especie de tiburón se encuentra perfectamente adaptada a las condiciones físicas y biológicas del medio ambiente que la rodea.

Los tiburones se encuentran entre los grandes depredadores de las comunidades marinas y corresponden a los grandes carnívoros de los ecosistemas terrestres. El estudio de la ecología

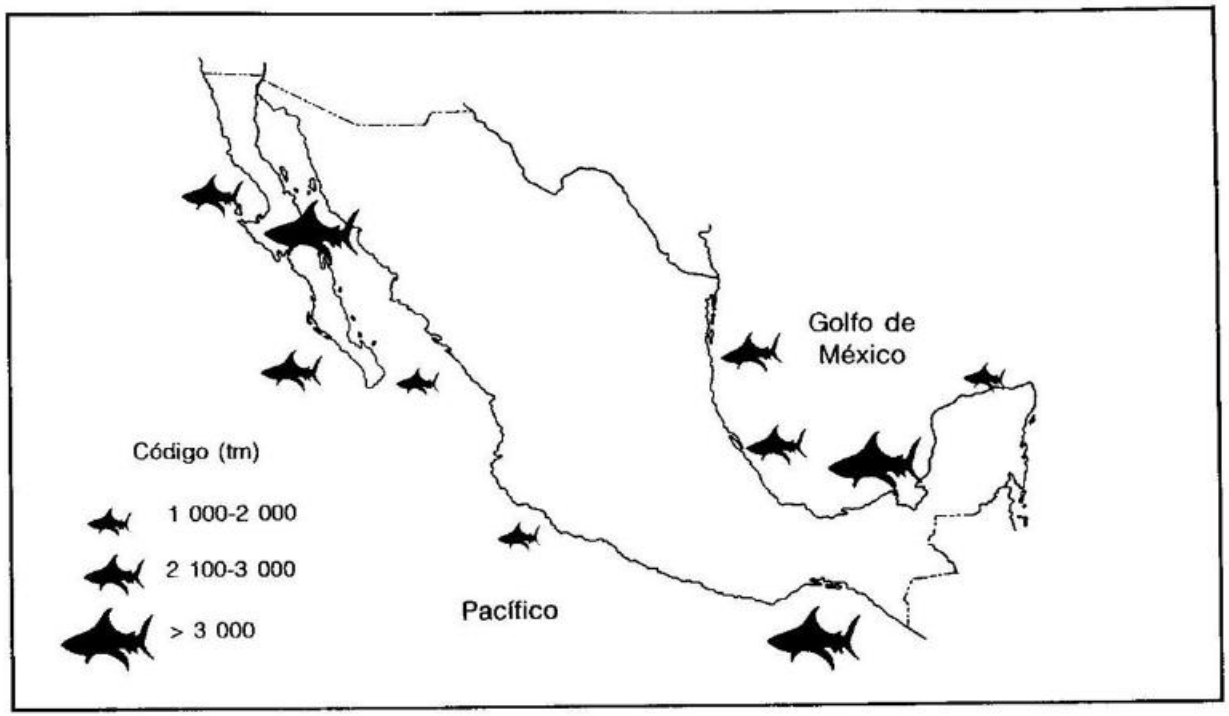


Figura 1

Abundancia relativa de tiburón en México (basado en las capturas anuales por estado, 1989)

FUENTE: Anuarios Estadísticos de Pesca, SEPESCA.

de los tiburones comprende muchos aspectos de las relaciones entre ellos y su medio. Estos aspectos incluyen factores que influyen en sus abundancias y su distribución geográfica, así como en el de sus presas y sus depredadores.

Entre las diferentes especies de tiburones, las variaciones morfológicas más notables son la forma de la cabeza o morro y la de la aleta caudal, así como la articulación entre la cabeza y la mandíbula y la forma de los dientes. Estas variaciones pueden ser explicadas como adaptaciones a los diferentes hábitats en los cuales los tiburones se deben alimentar, reproducir y defender (Tricas, 1987).

Reproducción, crecimiento y hábitos alimenticios

Litoral Pacífico

Del estudio realizado por Castillo (1990), como parte de las actividades de investigación del Programa Tiburón de la Dirección de Análisis de

Pesquerías del INP, durante el año de 1987 en el campamento pesquero artesanal "Playa Sur", ubicado al sur del Puerto de Mazatlán, Sin., (Fig. 2) se llevó cabo un muestreo de 1 145 organismos del cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio,* siendo 769 hembras, con un rango de tallas de 82-120 cm de longitud total y 376 machos, con un rango de longitudes de 86 a 110 cm. La proporción de sexos observada fue de 2.04:1 (hembras:machos) (Fig. 3).

Para la estimación de la edad y crecimiento del cazón bironche se utilizó el método teórico desarrollado por Holden (1974) para poblaciones de elasmobranquios (tiburones y rayas), a través del cual se facilita la obtención de los parámetros de crecimiento, independientemente de las estructuras esqueléticas, utilizando información biológica como talla de nacimiento, longitud máxima observada y duración del periodo de gestación.

Holden (*op. cit.*) emplea la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1938):

$$1) \qquad It = L\infty\ (1-e^{-k(t-to)})$$

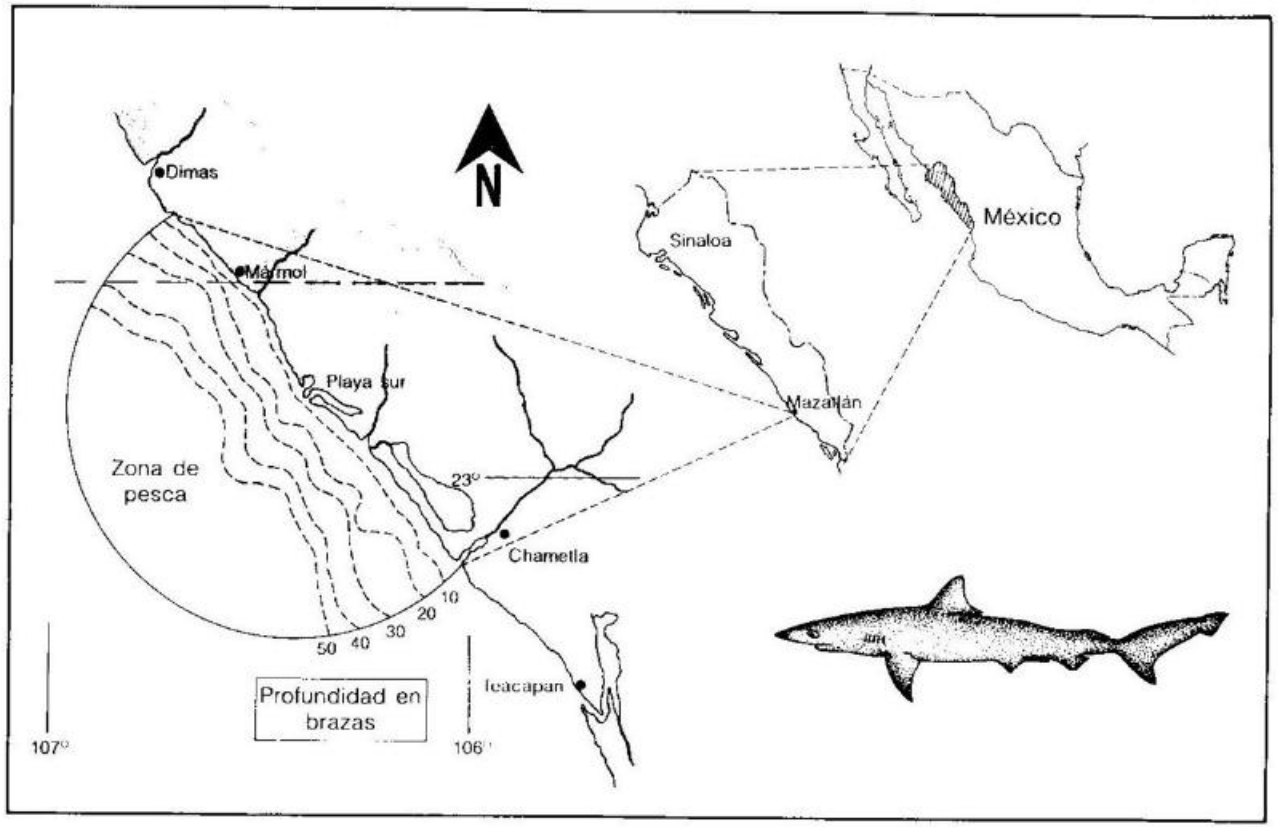
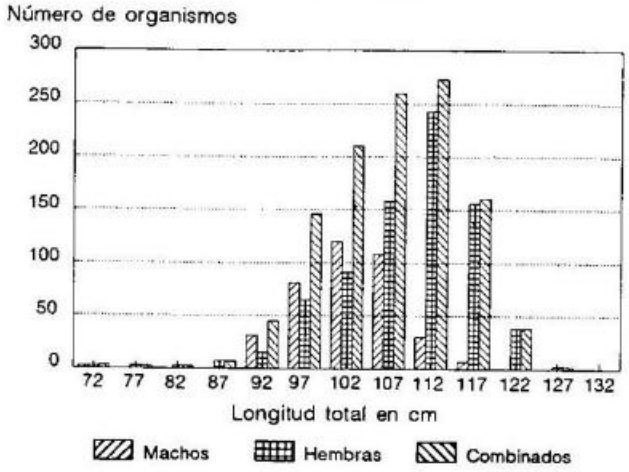


Figura 2

Principal zona de pesca de la flotilla tiburonera artesanal de Playa Sur, Mazatlán, Sin.

Figura 3
Histograma de frecuencia de longitudes de machos y hembras del cazón bironche, Rhizoprionodon longurio, del sur de Mazatlán, Sin., capturados de enero a abril de 1987



Al introducir los valores de longitud y del periodo de gestación, Holden modifica la ecuación 1:

$$2) \qquad It + T - It = (L\infty - It)\,(1 - e - kT)$$

donde:

k = constante de crecimiento
T = tiempo de gestación
L∞ = longitud máxima teórica (long. max. observada)
It = longitud a la edad t
It + T = longitud de nacimiento

Holden al reacomodar la ecuación 2 obtiene:

$$3) \qquad (It + T) / L\ max = 1 - e - kt$$

Esta modificación asume que la tasa de crecimiento, tanto dentro del útero como en el huevo, en el caso de las especies ovíparas es semejante a la del animal de vida libre. El mismo autor sugiere que la longitud máxima observada de la muestra proporciona una aceptable estimación de la longitud máxima teórica (L∞), mientras que Pauly (1980) afirma que la longitud máxima observada proporciona el 95% de la longitud máxima teórica. Si se conocen la longitud de nacimiento y la duración del periodo de gestación se puede estimar la tasa de crecimiento embrionario (k), a partir de la expresión 3. Una vez calculada ésta se puede construir la curva de crecimiento de la especie.

Para la determinación de la tasa de crecimiento del *Rhizoprionodon longurio* se empleó como longitud de nacimiento la citada por Castro-Ignacio (1983) y Compagno (1984) de 32.5 cm de longitud total, la cual fue muy semejante a la observada en los embriones de esta especie, en la localidad del estudio. La longitud máxima teórica (L∞) se obtuvo a partir de los registros de longitud total de los cazones más grandes en talla aplicando el criterio de Pauly (1980), siendo entonces la longitud máxima teórica empleada en la expresión de Holden para los machos de 115.78 cm y para las hembras de 126.31 cm. Se utilizó como tiempo de gestación el valor de 11 meses con base en las evidencias observadas durante el trabajo de campo y en anteriores temporadas de pesca (Saucedo, 1982 y Rodríguez, 1986). Una vez estimadas las constantes de crecimiento para hembras y machos del bironche, se calculó la edad de primera madurez sexual para ambos sexos utilizando la curva de crecimiento construida a partir de la expresión 2.

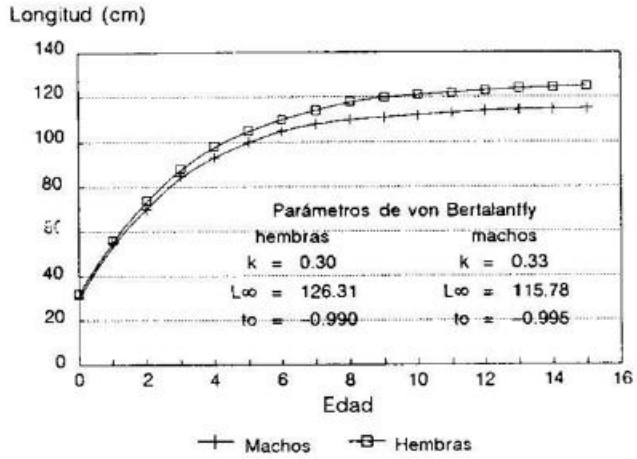
Se estimó una tasa de crecimiento para los machos del cazón bironche, *Rhizoprionodon lon-*

gurio, de k = 0.33 y para las hembras de k = 0.30. La expresión que describe el crecimiento en longitud para las hembras es la siguiente:

$$Lt = 126.31\ (1-e^{-0.30(t-0.990)})$$

A partir de ésta se construyó la curva de crecimiento de las hembras (Fig. 4).

Figura 4
Curva de crecimiento von Bertalanffy del cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio*, del Pacífico mexicano



La expresión que describe el crecimiento en longitud para los machos de esta especie es la siguiente:

$$Lt = 115.78\ (1-e^{-0.33(t-0.995)})$$

Esta expresión permitió elaborar la curva de crecimiento para los machos (Fig. 4). La curva de crecimiento elaborada para las hembras indica que los organismos recién nacidos (neonatos) crecen en longitud alrededor de 25 cm durante el primer año de vida libre, mientras que los machos crecen 26 cm. Estos incrementos se van reduciendo paulatinamente en ambos sexos conforme aumenta la edad del organismo. Las curvas de crecimiento permitieron calcular una longevidad teórica de 10 años para el cazón bironche.

El cazón bironche mostró tener una tasa de crecimiento lenta, similar a las que se han estimado para otras especies de tiburones (Tabla 1). En dicha tabla se observa que los estimados de "k" para esta especie son uno de los valores más altos entre las diferentes especies de tiburones estudiadas y que está por arriba del rango teórico propuesto por Holden (1974) de 0.1 - 0.2. De tal forma, el cazón bironche presenta un crecimiento mucho más rápido que el de otras especies de tiburones. Se han observado diferencias entre los estimados de las tasas de crecimiento obtenidas a partir del método de Holden (*op. cit.*) y las calculadas por métodos directos como la lectura de anillos de crecimiento en vértebras (Gruber y Compagno, 1981; Gruber y Stout, 1983 y Parsons, 1985). Las aparentes discrepancias entre los resultados de estas metodologías aún no han podido ser explicadas con claridad; sin embargo es posible que las especies grandes de tiburones crezcan a una tasa mucho más lenta que la de los tiburones de talla pequeña llamados comunmente "cazones". Esto puede explicar por qué el método de Holden (1974) proporciona mejores estimados de crecimiento en especies como *Rhizoprionodon longurio*, el cazón de ley, *R. terraenovae* (Parsons, 1985) y las especies del género *Mustelus* (Francis, 1981).

Las especies pequeñas de tiburones, cuando son inmaduras, pueden presentar tasas de crecimiento mucho más rápidas de lo que se pensaba anteriormente. Si los cazones son generalmente depredados por otras especies de talla mayor, como lo afirma Springer (1967), una tasa de cre-

cimiento rápida en la fase juvenil puede resultar ventajosa y por lo tanto las tasas de crecimiento prenatales y postnatales serían muy similares, como lo proponen Holden (*op. cit.*) y Parsons (1985).

Por otra parte, durante los muestreos de campo se examinaron 39 hembras grávidas del cazón bironche cuyas longitudes oscilaron entre los 83 y los 120 cm de longitud total. De éstas se obtuvo un registro de 255 embriones. El número máximo de embriones observado en una hembra fue de 11 y el mínimo de 5, con un promedio numérico de 7 crías por hembra. La proporción de sexos de los embriones fue 1:1 (hembras:machos), ya que de 37 camadas analizadas sólo 4 fueron significativamente diferentes (Tabla 2).

Tabla 1

Tasa de crecimiento ("k") de algunas especies de tiburones

Especies	k	Autor
Alopias superciliosus	0.279	Gruber y Compagno, 1981
Alopias vulpinus	0.158	Cailliet *et al.*, 1983
Carcharhinus plumbeus	0.040	Casey *et al.*, 1985
Carcharhinus falciformis	0.153	Branstetter, 1987a
Cetorhinus maximus	0.120	Paker y Stout, 1965
Galeocerdo cuvieri	0.184	Branstetter y McEachran, 1986
Galeorhinus australis	0.090	Olsen, 1954
Isurus oxyrhinchus	0.203	Pratt y Casey, 1983
Isurus oxyrhinchus	0.072	Cailliet *et al.*, 1983
Lamna nasus	0.180	Aasen, 1963
Sphyrna lewini	0.073	Branstetter, 1987a
Mustelus canis	0.310	Francis, 1981
Rhizoprionodon terraenovae	0.303	Alvarez, 1985
Rhizoprionodon terraenovae	0.359	Branstetter y McEachran, 1986
Rhizoprionodon terraenovae	0.30 (h)*	Castillo, 1990

* Tasa calculada para hembras.

Tabla 2

Proporción de sexos de embriones de la especie Rhizoprionodon longurio (Valores de chi cuadrada y del índices de Yates)

Muestras	Sexo		Chi-^{2}	Yates[1]
	Hembras	Machos		
1	6	3	1.000	0.444
2	4	2	0.666	0.166
3	5	3	0.500	0.187
4	5	3	0.500	0.187
5	5	3	0.500	0.187
6	3	5	0.500	0.125
7	5	3	0.500	0.187
8	2	3	0.200	0.200
9	5	6	0.090	0.090
10	2	3	0.200	0.200
11	4	4	0.000	0.125
12	4	2	0.666	0.166
13	2	3	0.200	0.200
14	2	4	0.666	0.166
15	4	3	0.142	0.142
16	5	3	0.500	0.187
17	2	6	2.000	1.125
18	4	1	1.800	0.800
19	3	2	0.200	0.200
20	2	3	0.200	0.200
21	3	5	0.500	0.125
22	3	4	0.142	0.142
23	1	6	3.571	2.285
24	4	3	0.142	0.142
25	0	6	6.000*	4.166*
26	3	4	0.142	0.142
27	4	3	0.142	0.142
28	2	5	1.285	0.571
29	5	3	0.500	0.187
30	3	5	0.500	0.125
31	0	7	7.000*	5.142*
32	4	4	0.000	0.125
33	1	5	2.666	1.500
34	0	5	5.000*	3.200
35	3	3	0.000	0.166
36	2	4	0.666	0.166
37	4	2	0.666	0.166

* Significativo al 5 por ciento.

[1] Corrección de Yates para muestras pequeña.

El análisis de la relación longitud-fecundidad demostró que para este tamaño de muestra el número de crías no se encuentra directamente relacionado con la longitud total de la hembra grávida.

Por lo que respecta a los machos, se revisó la condición sexual de 50 individuos. Se observó que todos ellos presentaban gonopterigios (clasperes) bien desarrollados que sobrepasaban el borde posterior de las aletas pélvicas y la mayoría presentó una intensa vascularización en su base. Estas observaciones sugirieron que los machos examinados se encontraban cercanos o en plena fase de madurez sexual.

A la hembra grávida más pequeña del muestreo le correspondió la longitud total de 83 cm, y tenía 6 crías en el útero; la segunda hembra más pequeña preñada presentaba una talla de 87.5 cm y tuvo 8 embriones; el resto de las hembras examinadas presentaba longitudes superiores a los 100 cm. Empleando el criterio de Gubanov (1978) se consideró en forma preliminar como talla de primera madurez la de 83 cm para las hembras del cazón bironche, que en la curva de crecimiento elaborada a partir del método de Holden correspondió a una edad teórica de 2.34 años.

El macho más pequeño en talla que mostró claros signos de madurez sexual tenía una longitud total de 86 cm y, de acuerdo a la curva de crecimiento construida para los machos, presentaba una edad teórica de 2.77 años.

La dificultad de examinar organismos en sus diferentes estadios embrionarios como resultado de una pesquería que incide sólo en individuos no menores a los 70 cm de longitud total, causado por la selectividad del palangre, impidió precisar la duración del periodo de gestación; sin embargo, la presencia documentada (Saucedo, 1982 y Rodríguez, 1986) de un gran número de hembras grávidas en las capturas comerciales del sur de Sinaloa y desembarcadas en Playa Sur sugiere de forma indirecta que dicho periodo puede comprender entre 10 y 11 meses.

El gran número de hembras grávidas capturadas año con año en invierno y la segregación por talla y sexo observada en las capturas desembarcadas en 1987, sugiere la presencia de una migración anual norte-sur en invierno de tipo reproductivo, dentro del Golfo de California.

De los 82 estómagos colectados, 57 provinieron de hembras de un rango de longitud de 84-118 cm y los restantes 25 a machos cuyo rango de longitud fue de 91-110 cm. De estos estómagos, el 63.4% tenía alimento, mientras que el número de estómagos vacíos fue de 30.

De los restos alimenticios encontrados en los estómagos del cazón bironche se identificaron tres grupos taxonómicos: crustáceos, cefalópodos y teleósteos (Tabla 3).

Crustáceos

Se observaron restos de exoesqueletos en avanzado estado de descomposición. Este grupo representó al tercero en ocurrencia en los estómagos de estos tiburones, con un porcentaje de 5.77, mientras que su índice volumétrico fue poco significativo (0.70%).

Cefalópodos

Constituyeron el segundo grupo de alimento en importancia, representados por algunas mandíbulas de calamar, también llamados "picos". Estas mandíbulas al comienzo del análisis se clasifica-

Tabla 3
Material alimenticio encontrado en los estómagos de 82 cazones, *Rhizoprionodon longurio*, colectados en el Puerto de Mazatlán, Sin., feb-mar, 1987

Taxa	No. Items	% (N) Núm.	Vol. ml	% (V) Vol.	No. estómagos con alimento	% (F) frecuencia	IRI*
Crustácea	3	5.08	5.8	0.70	3	5.77	33.35
Isópoda	1	1.69	2.0	0.24	1	1.92	3.70
Moluscos							
Cephalopoda							
Decápoda	1	1.69	0.1	0.1*	1	1.92	3.45
Loliginidae	1	1.69	0.1	0.1*	1	1.92	3.45
Loliolopsis diomedae	1	1.69	0.1	0.1*	1	1.92	3.45
Octopoda							
Octopodidae	1	1.69	0.1	0.1*	1	1.92	3.45
Teleósteos							
Bothidae							
Syacium ovale	1	1.69	1.0	0.12	1	1.92	3.47
Clupeidae	2	3.38	16.5	2.01	2	3.84	20.69
Gerreidae	1	1.69	30.0	3.66	1	1.92	10.27
Muraenidae	4	7.54	122.0	14.90	2	3.84	86.16
Sciaenidae							
Bairdiella sp.	1	1.69	27.0	3.29	1	1.92	9.56
Larimus sp.	1	1.69	14.0	1.71	1	1.92	5.32
Serranidae							
Diplectrum sp.	8	13.55	203.0	24.81	7	13.46	516.32
Synodontidae							
Synodus sp.	2	3.38	49.0	5.98	2	3.84	35.94
Teleosteos no identificados	29	49.15	308.9	37.70	23	44.23	3 841.37
Aves	1	1.69	22.0	2.68	1	1.92	8.39
Mat. no identificado	3	5.08	7.0	0.85	3	5.77	34.21
Total	61				52		

IRI Índice de importancia relativa (siglas en inglés).

* Debido al escaso peso y volumen de las mandíbulas de los calamares menores al 0.1%, fueron asignados al valor de 0.1% para el cáiculo del índice de importancia relativa, según Brodeur *et al.*, 1987.

ron únicamente como "cephalopoda" y posteriormente se ubicaron taxonómicamente de acuerdo con la clave de Clarke (1962). Debido al escaso valor en volumen de los picos (menor al 0.1%) se les asignó el valor de 0.1% para el cálculo del índice de importancia relativa (IRI en inglés), como lo recomienda Brodeur *et al.* (1987).

Teleósteos

Los peces óseos fueron el grupo alimenticio más importante consumido por el *Rhizoprionodon longurio*, tanto en número, como en volumen y ocurrencia. De las siete familias de teleósteos identificadas en el contenido estomacal, el género *Diplectrum* de la familia Serranidae fue la presa más importante con 13.5% de ocurrencia, 13.5 numérico y 24.8% volumétrico, y con un IRI de 516.32.

De los 49 restos de peces encontrados, al 59% no fue posible identificarlo debido al avanzado estado de descomposición en que se encontraba. Los restos de estos peces estuvieron compuestos por vértebras, escamas, cristalinos y otolitos.

Grupos diversos

La presencia de materia alimenticia inusual o indigerible en los estómagos fue rara; sin embargo, se encontraron restos de un isópodo, un ave y pequeñas cantidades de arena, piedras y vegetales.

La presencia de peces demersales en la mayoría de los estómagos del cazón bironche indicaron que éste se alimenta generalmente cerca o sobre el fondo de la plataforma costera. Los resultados del análisis estomacal demostraron que esta especie es un depredador oportunista de peces abundantes que habitan sobre el fondo arenofangoso de la costa oriental del sur del Golfo de California.

Tiburones Pelágicos

Como parte de los trabajos realizados en el Proyecto de Prospección y Pesca Exploratoria de los Recursos Pesqueros en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico, el Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, a través de su Programa de Investigación de Peces Pelágicos Mayores (Tiburones), participó en seis cruceros comerciales a bordo del barco palangrero "Tiburón II", durante el periodo de septiembre de 1986 a agosto de 1987 (Vélez *et al.*, 1989).

A partir de la información recabada en dichos cruceros, se realizó un estudio de la biología reproductiva del tiburón zorro, *Alopias vulpinus* y del tiburón volador, *Carcharhinus limbatus*, principales componentes de la captura de dicha embarcación (Vélez *et al., op. cit.*).

Se registró la longitud furcal de 2 404 tiburones zorro y 695 voladores, capturados durante dicho periodo. En promedio, el 8% de estos ejemplares fue seleccionado para un muestreo biológico que incluyó el peso corporal, estado de madurez gonádica, sexo y número de hembras preñadas. Se colectaron 18 embriones de tiburón zorro provenientes de 10 hembras, mientras que del tiburón volador se colectaron 36 crías de 9 hembras. Para algunos individuos se calculó el índice gonadosomático como:

$$I.G.S. = (G \times 100) / W$$

de acuerdo al peso entero (W), longitud furcal (L) y peso de la gónada (G).

Con base en los estudios de Dood (1983), Stevens (1987), Parsons (1983) y Olsen (1984), se determinaron las etapas de desarrollo gonádico para ambos sexos. En la tabla 4 se resumen las características de cada una de dichas fases. En las figuras 5 y 6 se muestran las frecuencias de longitud furcal en porcentaje por bimestre de embriones, juveniles y adultos de *A. vulpinus* y *C. limbatus.*

El tiburón zorro tiene su principal temporada reproductiva al norte, frente y sur de Mazatlán, durante el periodo diciembre-febrero, con una termoclina media de 23.3°C, a los 44.1 de profundidad. Los embriones alcanzaron una talla de 15 cm en longitud furcal durante noviembre-diciembre, para luego medir 45 cm en julio-agosto, e iniciar su nacimiento de los 55 a 75 cm en septiembre-octubre, a los 12 meses de realizada

Tabla 4

Madurez gonádica y pseudoplacentación de los tiburones zorro y volador, *Alopias vulpinus y Carcharhinus limbatus,* del Océano Pacífico

Fase	Machos	Fase	Hembras
I	• Clasper cortos y suaves. • Testículos delgados subcilíndricos e incoloros. • Conductos deferentes rectos.	I	• Ovario pequeño liso e incoloro, con oviductos delgados y rectos.
II	• Claspers cortos y suaves. • Testículos con vascularización. • Conductos deferentes rectos.	II	• Ovario con muchos folículos sin desarrollar (granulado) color pálido. • Glándula oviducal y útero no diferenciado del oviducto.
III	• Claspers elongados y rígidos por calcificación. • Testículos desarrollados. Conductos deferentes en espiral color crema.	III	• Ovario con folículos amarillentos hasta 5 mm de diámetro. Útero y glándula oviducal en forma de corazón, diferenciados por el diámetro mayor del oviducto.
IV	• Claspers elongados y rígidos por calcificación. • Testículos engrosados. Conductos deferentes en espiral color crema y vesícula seminal turgente con esperma.	IV	• Útero largo y flácido, glándula oviducal grande en forma de corazón. • Ovario con óvulos desarrollados color amarillento. • T. zorro, óvulos de 7-10 mm diámetro con o sin folículos. • T. volador, óvulos 30-40 mm diámetro.
		V	• Embriones en el útero o huevo (óvulos fertilizados) en la glándula oviducal (nidamentaria) o en el útero.

I Inmaduro, II Desarrollo, III Madurando, IV Maduro, V Preñada.

Figura 5
Frecuencias de longitud furcal (cm) en porcentaje por bimestre y embriones del tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, 1986-1987 (hembras y machos)

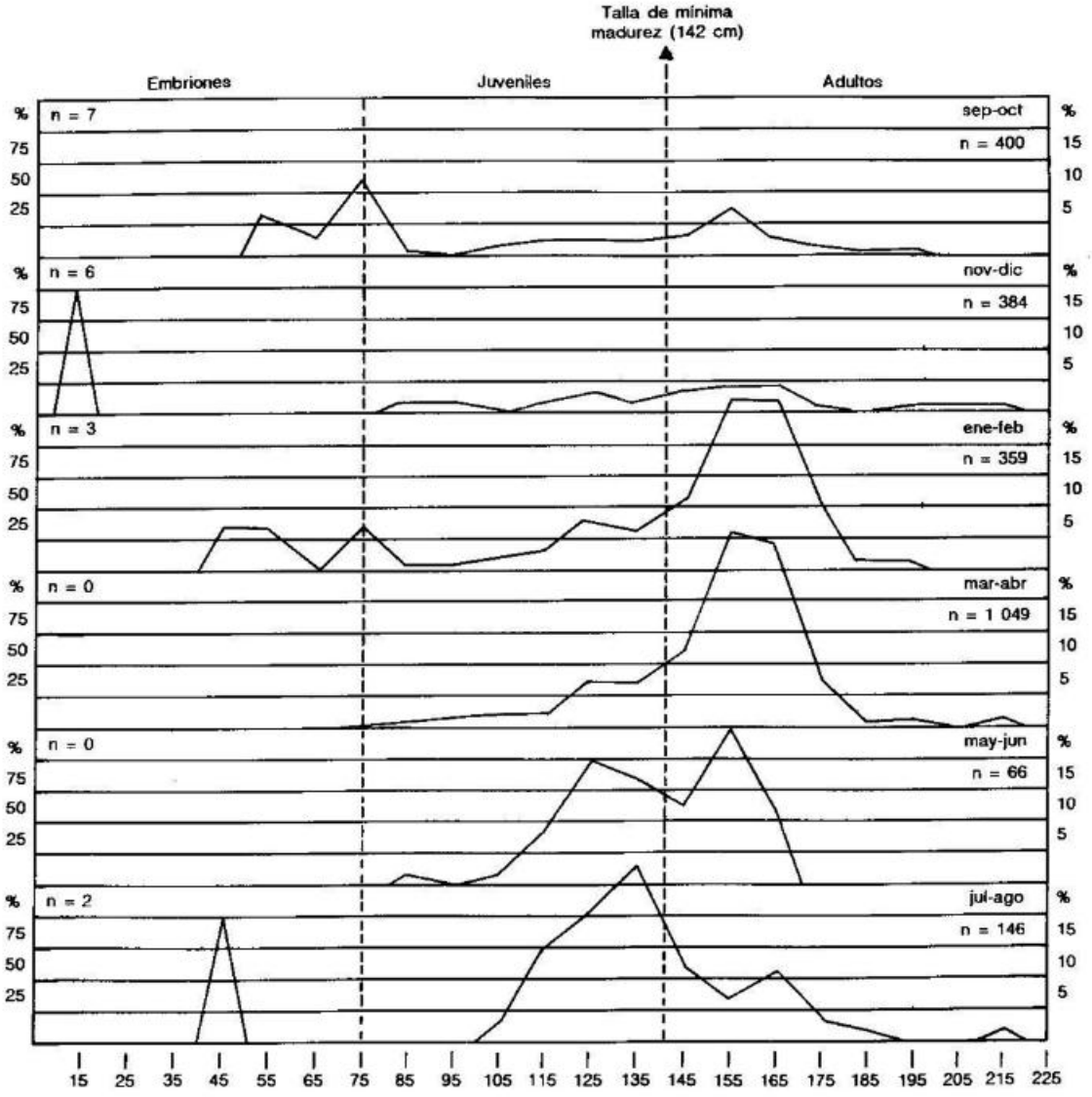


Figura 6
Frecuencias de longitud furcal (cm) en porcentaje por bimestre y embriones del tiburón volador, *Carcharhinus limbatus*, 1986-1987 (hembras y machos)

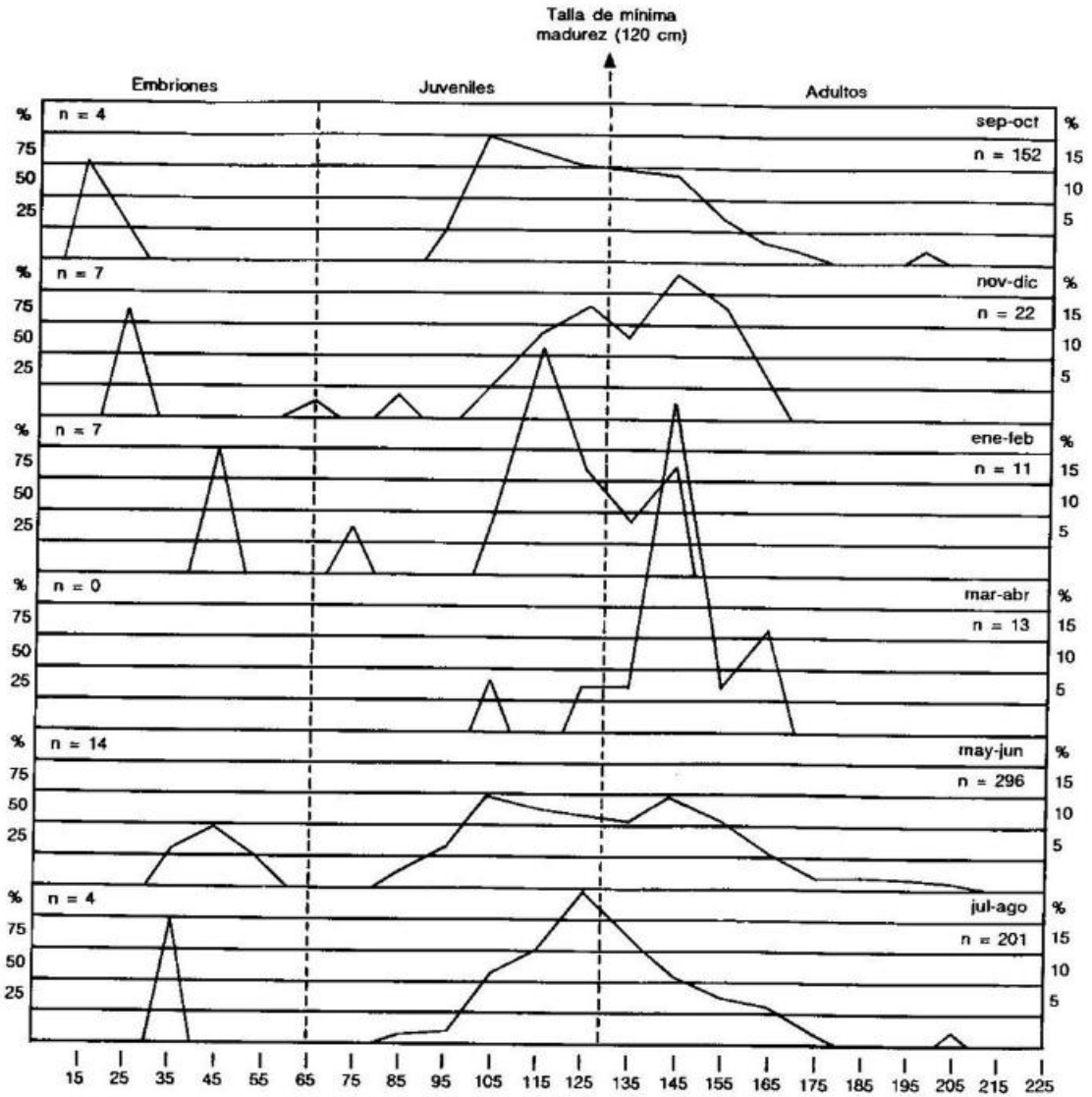


Tabla 5

Valores de talla, peso y fecundidad en hembras grávidas del tiburón zorro y el tiburón volador (1986-1987 y 1989-1990)

	T. zorro					T. volador			
	L.F. (cm)	peso (kg)	N	n		L.F. (cm)	peso (kg)	N	n
	125					125	26	1	
	135					135			
	145	42.1	6			145	33	3	4
	155	50.3	31			155	40	3	2
	165	60.3	51	2-2-2-2-2-2		165	49	8	6-3-2-5
	175	79.3[1]	33	1-2-1		175	54	3	6-5-8-18
	185	77.2	5	2		185	62.5*	2	7-10
	195	95.8[1]	3	2-2		195	69.5*	1	9
	205	114.2*	3	2-2		205	6		
Min.	142	39			Min.	128	26		
Prom.	178.5	74.1			Prom.	171.1	49.6		
Max.	289	114.2			Max.	193	69.5		
Total			132		Total			23	

* Valor calculado de hembras grávidas: 2.72

$W = 0.000056\ (L.F.)^{2.72}$

$r^2 = 0.99$

[1] Valor promedio de datos de 1986-1987 y 1989-1990.

* Valor calculado de hembras grávidas: 2.43

$W = 0.000194\ (L.F.)^{2.43}$

$r^2 = 0.99$

la cópula. En la figura 1 se presenta la talla, peso promedio y número de los embriones examinados del tiburón zorro.

La población de esta especie presentó una abundancia de preadultos durante el periodo mayo-junio y julio-agosto a los 125 y 135 cm respectivamente. Los adultos fueron abundantes de enero-abril, siguiendo en abundancia mayo-junio con una longitud furcal de 155 y 165 cm. La proporción de sexos del tiburón zorro fue 2:1 (hembras:machos).

La talla mínima de madurez fue de 142 cm y correspondió a hembras preñadas durante marzo-abril y a hembras con gónadas maduras de mayo-agosto. Las tallas de nacimiento en longitud total variaron de 95 a 125 cm, presentando los organismos recién nacidos tallas superiores a los reportados por Cailliet y Bedford (1983) para la misma especie. En la tabla 5 se proporciona el peso promedio, número y fecundidad por hembra grávida de tiburón zorro.

El apareamiento de acuerdo a los niveles altos de madurez gonádica observados para machos y para hembras, señalaron su inicio en julio-agosto para continuar hasta marzo-abril.

De octubre a noviembre se colectaron gónadas maduras de hembras con crías y en diciembre huevos fertilizados. La fecundidad estimada como

número de embriones por hembra grávida fue de 2 embriones por hembra.

Para el tiburón volador, se observó que su principal temporada reproductiva fue durante el periodo de mayo y junio frente al Golfo de Tehuantepec, con termoclinas medias de 24.7°C ubicadas a los 51.9 m de profundidad. La proporción de sexos del tiburón volador fue 1:1.

Los embriones de esta especie iniciaron su nacimiento entre los 45 y los 60 cm de longitud furcal durante el periodo de mayo-junio, 12 meses después de haberse llevado a cabo la cópula, para integrarse a la pesquería a los 85 cm de longitud furcal. La talla mínima de madurez sexual fue de 128 cm y correspondió a hembras preñadas observadas en marzo y abril y a hembras con gónadas maduras en mayo y agosto. Los adultos fueron abundantes de marzo a junio y de septiembre a diciembre, con una longitud furcal promedio de 165 centímetros.

El apareamiento de *Carcharhinus limbatus* comprendió de marzo a diciembre, con un pico máximo durante marzo y junio. La fecundidad tuvo un rango de 2 a 12 crías, con un promedio de 6 embriones por hembra (Tabla 5). No se observó una relación significativa entre la talla de las hembras grávidas y el número de sus cifras.

Los resultados de las observaciones de contenidos estomacales de 926 *Alopias vulpinus* y 417 individuos de *Carcharhinus limbatus* a bordo de las embarcaciones palangreras durante 1986-1987 y 1989-1990 fueron las siguientes:

El tiburón zorro se alimentó principalmente de cefalópodos (73.5%), particularmente del calamar gigante, *Dosidicus gigas*, peces 26% (macarela 14.7%, sardina 6.1%, pez trompeta 3.3%, y otros 1.9%) y crustáceos (langostilla 0.5%). En la tabla 6 se enlistan los grupos taxonómicos de presas encontradas en los estómagos examinados. La composición de las presas indicó que esta especie es un depredador oportunista que se alimenta fundamentalmente de presas pelágicas.

Para esta especie de tiburón se calculó en el laboratorio la tasa alimenticia de cada estómago colectado (peso del estómago entre el peso del organismo), obteniendo para ambos ciclos anuales una tasa alimenticia de 3% (Tabla 7).

El tiburón volador se alimentó casi exclusivamente de peces 53.8% (atún 21.5%, macarela 17.9%, sardina 7.2%, pez trompeta 3.6% y dorado 3.6%), aunque también se observaron crustáceos 15.4% (langostilla 10.2%, cangrejos 2.6% y jaibas 2.6%) (Tabla 8). La composición alimenticia encontrada en los estómagos del tiburón volador mostraron que esta especie es un piscívoro oportunista de especies pelágico-costeras.

La comparación de las dietas de ambos tiburones indicó que el tiburón zorro se alimenta en regiones oceánicas mientras que el tiburón volador en zonas más cercanas a la costa.

Golfo de México

Los resultados de los estudios llevados a cabo en el Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén, sobre la pesquería de tiburón de Yucatán, durante el periodo 1985-1990, se encuentran resumidos en Bonfil (1987), Bonfil *et al.* (1988) y Bonfil *et al.* (1990).

A continuación se presenta información sobre los parámetros de edad, crecimiento y biología reproductiva del tiburón sedoso, *Carcharhinus*

Tabla 6
Estudio del contenido estomacal del tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, 1986-1987 y 1989-1990

1986-1987	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	anual	%
Cefalópodos:								70.4
Calamar	70	34	25	35	3	33	200	
Peces:								28.9
Sardina	5	2	1			1	9	
Macarela	2	1	4	24			31	
Pez trompeta		7					7	
Peces digeridos	10	1	5	10		1	35	
Crustáceos:								0.7
Langostilla	2						2	
Vacíos:								
Machos	24	11	16	42	4	12	109	
Hembras	17	18	39	59	9	10	152	

1989-1990	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	anual	%
Cefalópodos:								82.5
Calamar	3	16	25		5		49	
C. chico	1	1					2	
C. grande	4	12	9		4		29	
Peces:								17.5
Sardina			2		2		4	
Peces digeridos	2	2	4		5		13	
Vacíos:								
Machos	19	108	30	1	18		176	
Hembras	9	64	23		10		106	

Resumen anual de 1986-1987 y 1989-1990

Cefalópodos:		73.5
Calamar	249	
C. chico	2	
C. grande	29	
Peces:		26.0
Sardina	13	
Macarela	31	
Pez trompeta	7	
Peces digeridos	48	
Crustáceos:		0.5
Langostilla	2	
Vacíos:		
Machos	285	
Hembras	258	

Tabla 7
Estudio del contenido estomacal del tiburón volador, *Carcharhinus limbatus*, 1986-1987 y 1989-1990

1986-1987	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	anual	%
Cefalópodos:								36.0
Calamar	5	1		1		1	8	
Pulpo		[2]1					1	
Peces:								
Sardina						2	2	40.0
Macarela	1			4			5	
Pez trompeta		1					1	
Peces digeridos	2						2	
Crustáceos:								24.0
Langostilla	3					1	4	
Cangrejo	[3]1						1	
Jaiba		[1]1					1	
Vacíos:								
Machos	10	6	2	5	44	23	90	
Hembras	29	11	5	5	57	21	128	

1989-1990	S-O	N-D	E-F	M-A	M-J	J-A	anual	%
Cefalópodos:								21.4
Calamar		1					1	
C. grande					2		2	
Peces:								78.6
Sardina					6		6	
Atún					1		1	
Dorados					4		4	
Peces digeridos								
Vacíos:								
Machos		19	2		69		90	
Hembras		27	3		44		74	

Resumen anual de 1986-1987 y 1989-1990

Cefalópodos:		30.8
Calamar	9	
C. grande	2	
Pulpo	1	
Peces:		53.8
Sardina	2	
Macarela	5	
Pez trompeta	1	
Atún	6	
Dorado	1	
Peces digeridos	6	
Crustáceos:		15.4
Langostilla	4	
Cangrejo	1	
Jaiba	1	
Vacíos:		
Machos	180	
Hembras	202	

[1] Edgar cubero (colecto); [2] T. zorro l.f 100 cm; [3] T. zorro 80 cm.

falciformis, que forma parte del trabajo de Bonfil *et al.* (en prensa).

Un total de 83 vértebras de tiburón sedoso fueron colectadas de los desembarques comerciales de la costa de Yucatán. De cada uno de los ejemplares, de ambos sexos, se extrajeron de 4 a 5 vértebras provenientes de la región de la base de la primera aleta dorsal. Dicha colecta cubrió todos los intervalos de tallas de la población explotada. Las vértebras fueron fijadas en formalina al 10%, para luego conservarlas en alcohol al 70%.

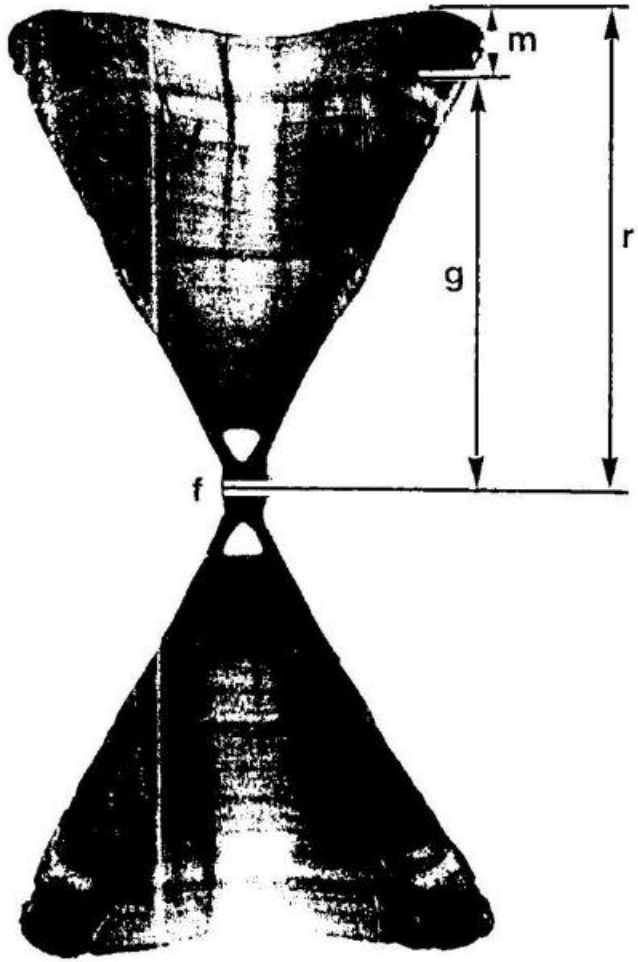
Una vez en el laboratorio, se separó un centro de cada grupo de vértebras y se eliminó el tejido conectivo remojándolo en blanqueador al 50%. Los procesos vertebrales se quitaron con un cuchillo. Para determinar la zona más adecuada para leer las marcas de crecimiento, se seccionaron las vértebras con una cortadora Isomet en mitades, a través del plano frontal, para posteriormente obtener una sección fina en forma de "moño", de un ancho de 0.21 mm, mediante un corte sobre el eje longitudinal de cada una de las mitades antes obtenidas (Fig. 7).

Se realizaron pruebas de tinción sobre las vértebras con el fin de realzar los anillos de crecimiento con las dos técnicas más comúnmente empleadas según la literatura: el método de nitrato de plata utilizado por Stevens (1975) y el de rojo alizarina empleado por Gruber y Stout (1983).

La lectura de las marcas de crecimiento se realizó con la ayuda de un microscopio de disección de 5x de amplificación, con luz tanto transmitida como reflejada según la nitidez de cada muestra, dado que se observó gran variabilidad en la definición de las marcas en cada individuo.

Figura 7

*Corte de vértebra en forma de "moño" del tiburón sedoso, **Carcharhinus falciformis**, teñido con rojo alizarina*



r = radio de la vértebra
m = incremento marginal
g = marca de crecimiento

Con el fin de minimizar el sesgo, se realizaron dos lecturas independientes de cada vértebra, en ocasiones distintas, por el mismo observador, sin conocer el tamaño del organismo del que provenía la muestra ni el conteo asignado en lecturas anteriores. Cuando no hubo coincidencia en ambas lecturas se realizó una tercera bajo las mismas condiciones, y se tomaron las dos que coincidieron. Se realizaron mediciones del incremento marginal y de los radios de cada una de las marcas de crecimiento.

Se empleó la técnica de retrocálculo para estimar la longitud del organismo en edades anteriores, en base al radio de la vértebra y la longitud total del organismo. Esta técnica permite estimar, asimismo, los vacíos de información que frecuentemente se observan por no colectarse organismos de todas las edades. Se compararon dos métodos de retrocálculo, el de Dahl-Lea (Casey *et al.*, 1985) y el basado en la ecuación del radio de la vértebra y la longitud total del tiburón.

Datos de la longitud total de 734 organismos de *Carcharhinus falciformis*, se agruparon en histogramas de frecuencias de longitudes de dos tipos: los obtenidos directamente de los muestreos de campo y otros ponderados con respecto al número de muestreos realizados cada mes y en cada año (1984-1989).

Los datos de distancias radiales de cada marca de edad fueron agrupados por edad y se calcularon las medias de longitud-edad a partir de ellos. Para las longitudes-edad retrocalculadas, las medias se obtuvieron dentro de cada grupo de edad presente en la muestra, y a partir de ellos se calcularon medias terminales promediando los valores de cada clase de edad a través de la matriz.

Los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy se calcularon a partir de las longitudes-edad por medio de un método de máxima verosimilitud. Las comparaciones entre curvas de crecimiento obtenidas por diferentes métodos, se realizaron a través del análisis de covarianza para curvas paralelas.

Aunque la técnica de tinción con nitrato de plata produce bandas obscuras y cafés en los centros vertebrales, en las secciones delgadas de las vértebras proporcionó una diferenciación muy pobre de las bandas, las cuales se tornaron prácticamente obscuras. En contraste con el rojo de alizarina S las vértebras teñidas mostraron una diferenciación más consistente del patrón de bandas a través del centro vertebral y en la de las secciones delgadas. En general, las secciones en forma de "moño" obtenidas de las vértebras presentaron un claro patrón de anillos pares en el cuerpo calcáreo de una ancha banda de color púrpura obscuro, seguida de una banda estrecha de púrpura claro o de una banda clara. Las marcas de nacimiento fueron identificadas como un cambio en el ángulo del margen interno del cuerpo calcáreo.

Los conteos de los anillos realizados en dos lecturas independientes concordaron en un 44.57%, en donde el 31.33% de las lecturas diferían por un solo anillo y el 24.1% por más de uno.

Se encontró una relación lineal significativa ($a = 0.0005$) entre el radio vertebral y la longitud total de los tiburones sedosos (Fig. 8)

El ajuste del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCVB) para los datos por sexos separados, generó los siguientes valores para las hembras: de $k = 0.091$, $L\infty = 314.9$ cm

Figura 8

Relación lineal entre el radio de la vértebra y la longitud total del tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis*, del Banco de Campeche

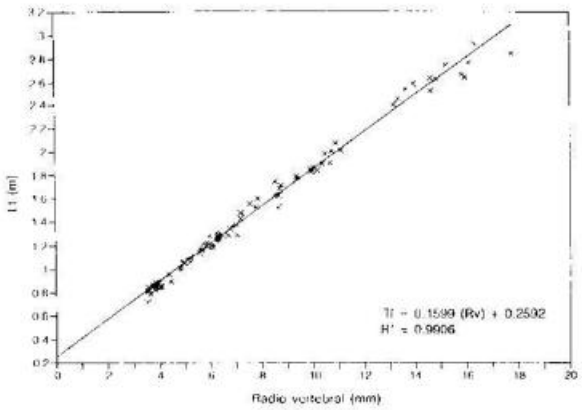
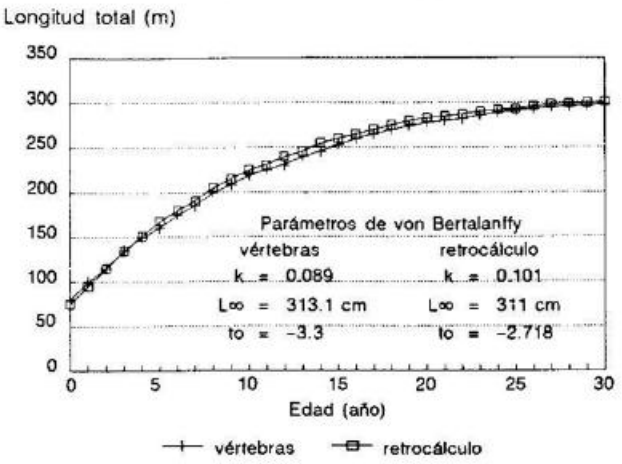


Figura 9

Curva de crecimiento del tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis*, del Banco de Campeche



de l.t. y un to = –3.18 años, y para los machos: de k = 0.098, L∞ = 301 cm de l.t. y una to = –3.05 años. La comparación de ambas curvas no mostró diferencias significativas entre el crecimiento de machos y hembras, por lo tanto se combinaron los datos de ambos sexos para el ajuste del MCVB. Los parámetros de crecimiento para los datos combinados fueron: k = 0.089, L∞ = 313.1 cm y to = –3.3.

Las longitudes medias por edad retrocalculadas fueron muy semejantes a las determinadas directamente por las lecturas vertebrales (Tabla 8). La curva de crecimiento de von Bertalanffy ajustada a los valores de longitud promedio por edad retrocalculados fue casi idéntica a la resultante de los conteos directos (Fig. 9). Dado el gran número de datos tomado en consideración para la curva retrocalculada, los parámetros derivados de esta última fueron considerados como los que mejor describen el crecimiento del tiburón sedoso en la zona del Banco de Campeche. Estos valores fueron: k = 0.101, L∞ = 311 cm de l.t. y to = –2.718. El análisis de las longitudes medias por edad permitió observar fuertes variaciones en el crecimiento entre individuos de *Carcharhinus falciformis*, pero no se detectaron indicios de la presencia del fenómeno de Rosa-Lee, por lo que estos valores retrocalculados sirvieron para corroborar los resultados obtenidos a partir de las lecturas vertebrales.

Se observaron machos maduros del tiburón sedoso a partir de la talla de 216 cm de longitud total (l.t.), pero se encontraron algunos machos inmaduros con longitudes de 220 cm. Para conocer la talla mínima en la cual los machos alcanzan su madurez sexual, se graficó la longitud de los claspers en porcentaje de la longitud total contra la longitud total del organismo y se ajustó

Tabla 8

Longitud media por edad retrocalculada para el tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis*, del Banco de Campeche

Marcas de crecimiento	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Edad	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	16+	17+	18+	19+	20+	21+	22+
0	0.75																							
1	0.74	0.87																						
2	0.74	0.87	1.98																					
3	0.73	0.85	1.00	1.18																				
4	0.74	0.91	1.07	1.27	1.49																			
5	0.77	0.94	1.14	1.35	1.49	1.62																		
6	0.75	0.85	1.07	1.24	1.41	1.55	1.72																	
7	0.76	0.86	1.07	1.19	1.34	1.45	1.59	1.73																
8	0.73	0.90	1.05	1.16	1.29	1.40	1.54	1.67	1.81															
10	0.66	0.80	1.07	1.32	1.42	1.56	1.63	1.71	1.81	1.89	1.94													
13	0.78	0.88	1.16	1.44	1.54	1.69	1.75	1.82	1.88	1.99	2.08	2.14	2.25	2.33										
14	0.80	0.95	1.18	1.41	1.67	1.91	2.01	2.12	2.20	2.29	2.33	2.40	2.49	2.53	2.58									
15	0.72	0.80	0.93	1.17	1.44	1.69	1.93	2.11	2.20	2.27	2.32	2.37	2.40	2.43	2.46	2.47								
16	0.74	0.84	0.98	1.11	1.29	1.44	1.51	1.60	1.69	1.87	2.04	2.16	2.20	2.26	2.29	2.35	2.40							
17	0.77	0.91	1.06	1.28	1.46	1.63	1.76	1.91	2.03	2.15	2.21	2.26	2.30	2.36	2.40	2.44	2.51	2.55						
19	0.76	0.87	1.07	1.24	1.45	1.68	1.91	2.09	2.24	2.33	2.42	2.46	2.51	2.55	2.58	2.61	2.63	2.66	2.67	2.69				
20	0.76	0.88	1.01	1.20	1.45	1.63	1.78	2.01	2.17	2.26	2.35	2.42	2.46	2.49	2.52	2.54	2.57	2.59	2.61	2.63	2.64			
21	0.76	0.86	1.08	1.27	1.44	1.66	1.91	2.07	2.23	2.29	2.37	2.46	2.52	2.59	2.65	2.71	2.76	2.80	2.84	2.87	2.90	2.93		
23	0.72	0.95	1.30	1.39	1.53	1.61	1.71	1.78	1.84	1.96	2.10	2.22	2.35	2.43	2.51	2.64	2.67	2.72	2.76	2.78	2.80	2.82	2.84	2.85
LT Media	0.75	0.88	1.08	1.26	1.45	1.61	1.75	1.89	2.01	2.13	2.22	2.32	2.39	2.44	2.50	2.54	2.59	2.66	2.72	2.74	2.78	2.87	2.84	2.85
D.S.	0.02	0.04	0.08	0.09	0.12	0.15	0.18	0.20	0.18	0.16	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.13	0.07		

una curva de Gompertz para facilitar el análisis de los datos (Fig. 10). Los puntos localizados en la parte superior de la gráfica correspondieron a machos completamente maduros. Para el análisis de estos datos, la longitud total de 225 cm fue considerada como la talla común de primera madurez para los tiburones sedosos machos del Banco de Campeche. Considerando a los 278 cm como la longitud máxima observada más frecuente para los machos en dicha región, la madurez sexual de éstos es alcanzada al 81% de la longitud máxima.

Para las hembras de *Carcharhinus falciformis*, el análisis de 13 hembras preñadas sólo proporcionó una aproximación de los rangos de talla a la que alcanzan su madurez sexual. La hembra preñada más pequeña fue de 246 cm de lt (dos especímenes), pero marcas de mordidas de apareamiento fueron observadas en tres hembras de 232 cm, 235 cm y 241 cm de longitud total. Este rango de longitudes correspondió al 75-78% de la máxima longitud total observada.

La longitud de nacimiento fue determinada analizado las frecuencias de las longitudes de embriones tardíos y de tiburones recién nacidos (Fig. 11). Las tallas modales de embriones completamente desarrollados fueron de 75 y 76 cm de lt; sólo se encontró un especimen de 77 cm de lt dentro de los 90 embriones examinados. Los tiburones recién nacidos o neonatos del tiburón sedoso presentaron un rango de tallas de 65 (un solo ejemplar) a 80 cm de lt, con un promedio de 77 cm. En este sentido un rango de talla de nacimiento para el C. falciformis puede estar comprendido entre 65 y 77 cm de lt, considerando a los 76 cm como la talla más común de nacimiento para esta especie dentro del Banco de Campeche.

Figura 10
Determinación de la talla de primera madurez sexual para los machos del tiburón sedoso, basada en el desarrollo de la longitud de los "claspers" y la longitud total de los tiburones

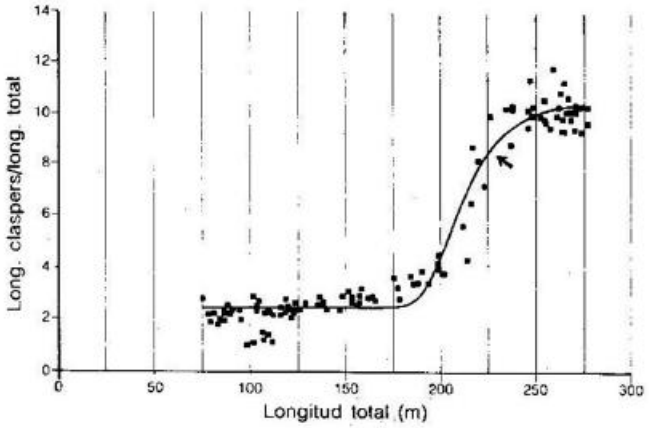
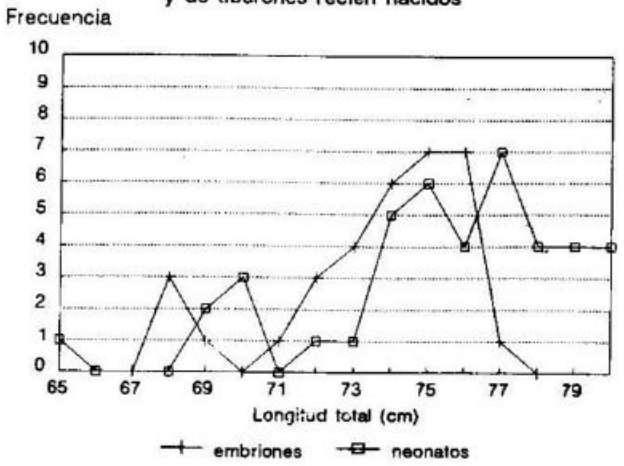


Figura 11
Estimación de la talla de nacimiento para el tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis*, a partir de la frecuencia de longitudes de embriones completamente desarrollados y de tiburones recién nacidos



La estación y duración del periodo de gestación fueron estimadas a partir del análisis de incrementos a través del tiempo de la longitud total promedio de 13 camadas (Fig. 12). Se pudo observar una clara tendencia de desarrollo de estos embriones de septiembre a julio. Embriones completamente listos para nacer fueron encontrados de mayo hasta junio, cuando la gran mayoría de las crías se encuentran cercanas a las tallas de nacimiento. No se observaron embriones durante el mes de agosto. Asumiendo que el apareamiento se lleva a cabo al final de la primavera (Brasntetter, 1987), un periodo de gestación de aproximadamente 12 meses puede derivarse de los datos presentes.

El número de crías por hembra varió entre 2 y 12. La proporción de sexos calculada a partir de 100 embriones fue 1:1.17 (machos:hembras). Para tiburones de vida libre de esta especie, se observó una proporción de sexos de 1:1.1 (n = 739) y para mayores de 200 cm de lt se estimó una proporción de 1:1.37 (n = 211. Si existe una mortalidad diferencial entre los sexos de esta especie, los datos de este estudio no lo permitieron vislumbrar.

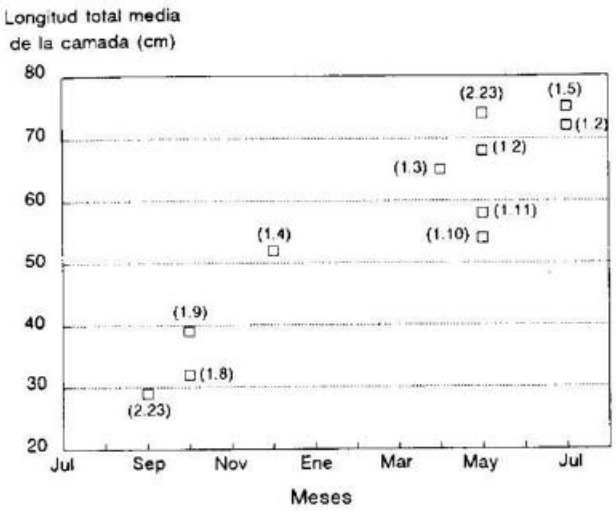
De acuerdo con los parámetros de crecimiento adoptados y las longitudes de madurez sexual determinadas para esta especie en el Banco de Campeche, la edad de madurez para los machos es de 10 años y para las hembras de 12 años.

Condición actual de las poblaciones

A partir de las curvas de crecimiento elaboradas para el cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio*, del sur de Sinaloa, se definió la estructura por edades (teórica) de la población, y a partir del decremento en número de individuos por edad se calculó el coeficiente instantáneo de mortalidad

Figura 12

Desarrollo de embriones de tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis*, en aguas de Yucatán



total para las hembras Z = 0.77 y los machos Z = 0.73 (Fig. 13).

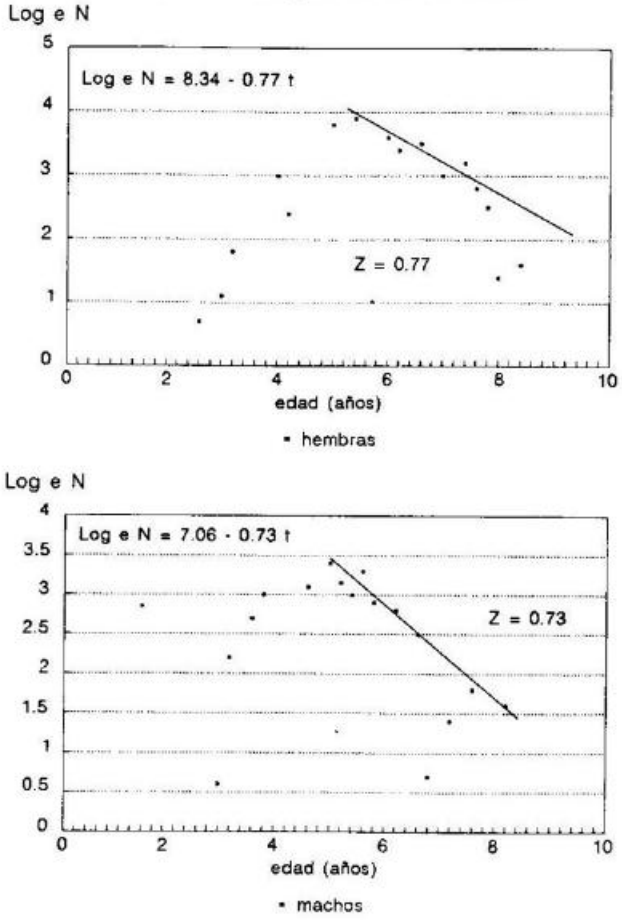
La estimación de la mortalidad natural (M) estuvo precedida del cálculo de la longevidad máxima de la especie, precisada por el método de Taylor (1958); el valor estimado para las hembras fue de 10.99 años y de 10.07 años para los machos. Con estos valores se estimó una mortalidad natural para las hembras de M = 0.27 y para los machos de M = 0.29.

Una vez estimados los valores de Z y M, se obtuvo el valor de la mortalidad por pesca (F) para cada uno de los sexos, mediante una simple sustracción entre Z y M, F = 0.50 (hembras), F = 0.44 (machos).

Con los valores numéricos de Z, M y F para cada sexo, se estimó la tasa de explotación,

Figura 13

Curvas de captura para hembras y machos del *Rhizoprionodon longurio* del sur de Sinaloa



E = 0.6494 (hembras), y E = 0.6027 (machos). Conociendo la tasa de explotación para ambos sexos, junto con la captura de la última temporada de pesca en número de organismos (valor estimado para Playa Sur), se calculó el tamaño de la población migratoria para el cazón bironche, P = 2 799 hembras y P = 3 016 machos.

En la tabla 9 se totalizan los parámetros poblacionales estimados en este estudio para el *Rhizoprionodon longurio.*

Los valores obtenidos de mortalidad total, para ambos sexos, fueron altos ya que sobrevivió el 46% de las hembras y el 48% de los machos. La mortalidad total estuvo afectada principalmente por la mortalidad por pesca, que fue significativamente alta.

Tabla 9

Parámetros poblacionales del cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio*, del sur de Sinaloa, 1987

Hembras		Machos	
Z =	0.77	Z =	0.73
S =	0.46	S =	0.48
M =	0.27	M =	0.29
F =	0.50	F =	0.44
E =	0.64	E =	0.60
P =	3 016.00	P =	2 799.00

Z = Mortalidad total
S = Supervivencia
M = Mortalidad natural
F = Mortalidad por pesca
E = Tasa de explotación
P = Tamaño de la población No.

Aparentemente la mortalidad natural fue reducida; sin embargo, el bironche, por su pequeña talla y peso es altamente vulnerable al ataque de otras especies de tiburones, de mayor talla, que habitan en el sur del Golfo de California. Estimados de mortalidad natural en tiburones son escasos en la literatura. Holden (1968) reportó una tasa de mortalidad natural para el cazón espino del Mar del Norte, *Squalus acanthias*, de 0.10; Aasen (1963) estimó una mortalidad de 0.18 para el tiburón marrajo sardinero, *Lamna nasus* y Hanan (1984) calculó un valor de 0.16 para el tiburón zorro del Pacífico oriental norte, *Alopias vulpinus.*

Estos valores muestran que la mortalidad natural en la mayoría de las especies de tiburones pudiera estar comprendida entre el 0.1 y el 0.2, lo que corroboraría que dicha mortalidad es baja, lo cual puede ser explicado en función del rol de depredadores tope que juegan los tiburones en las cadenas tróficas marinas.

Las áreas de mayor captura de tiburones, incluyendo los cazones, en el país son la Sonda de Campeche, el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec, que se caracterizan por ser regiones de alta productividad marina y áreas importantes de pesca de numerosos recursos comerciales. En dichas regiones la pesca del tiburón es fundamentalmente artesanal, con embarcaciones menores y un limitado radio de operación.

Contornos de densidad del recurso

Generalmente se utilizan datos de captura por unidad de esfuerzo, como medida relativa de densidad. Uno de los principales obstáculos para la ordenación de la pesquería de tiburón en México ha sido la falta de registros confiables de las capturas por especie y por embarcación, debido a las características artesanales de la pesquería

Modificaciones en las poblaciones del recurso por cambios ambientales y actividad de captura

Hasta el momento, no se cuenta con la información científica necesaria para evaluar las causas de las aparentes fluctuaciones que ha venido presentando la captura anual del recurso, con relación a los cambios medio-ambiente y a su nivel de extracción.

Un número importante de especies de tiburones llevan a cabo migraciones, en una escala tanto diaria como estacional. Las migraciones se pueden clasificar en tres grupos: aquellas que son ocasionadas por sus hábitos alimenticios, es decir, desplazamientos en busca de alimento; movimientos como resultado de su propio ciclo de vida, como cuando las hembras se segregan de los machos para dar a luz en lugares cercanos a la costa; y las provocadas por factores medioambientales como el cambio estacional de la temperatura del mar y por fenómenos oceanográficos como "El niño". No existen estudios que precisen los cambios en la distribución y abundancia de las poblaciones de los tiburones de importancia comercial.

Descripción de las operaciones de pesca

Unidad de Pesca

La pesca del tiburón en las costas de México constituye fundamentalmente una pesquería artesanal ribereña multiespecífica, la cual opera de acuerdo a la disponibilidad estacional del recurso. Esta pesquería se caracteriza por ser una pesquería tropical poco desarrollada y de rendimientos económicos limitados.

De acuerdo a las modalidades encontradas en la unidad de pesca, régimen de operación y composición de la captura en el principal estado productor de tiburón, Campeche, se pueden caracterizar las siguientes pesquerías:

1) Ribereña de cazón, con embarcaciones menores de motor fuera de borda y redes agalleras: formada por 5 118 unidades, distribuidas en 12 bases de operación; utilizan redes escameras (2.5 a 5") y cazoneras (7 a 8"); hacen

un viaje por día operando cerca de 270 días al año; realizan un lance nocturno con una red de 400 m de longitud, en profundidades de 2 a 12 brazas (b) y el potencial del esfuerzo estimado para la flota es de 11 millones de horas/año. Aunque las capturas pueden incluir hasta 9 especies, está enfocada a la captura de tres que aportan el 91% del número total de individuos capturados: *Carcharhinus acronotus*, *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo*; cuyas tallas van de 30 a 120 cm y un 79% es de organismos inmaduros.

2) Ribereña de tiburón, con embarcaciones menores de motor fuera de borda y redes agalleras: integrada por 3 189 unidades, con 12 bases de operación; aunque algunas unidades transportan redes jaquetoneras (8") especiales para capturar tiburoncetes, la mayoría emplea redes netamente tiburoneras (12"); hacen un viaje por día y casi 120 al año, efectuando un lance nocturno con una red de 450 m en profundidades de 7 a 18 brazas y su potencial de esfuerzo es de 3 millones de horas/año. Pueden capturar hasta 8 especies, aunque están enfocadas a tres (96%): *Ginglymostoma cirratum*, *Carcharhinus leucas* y *C. limbatus*; con tallas que varían de 86 a 455 cm y un 31% es de animales inmaduros.

3) Costanera de tiburón, con embarcaciones menores de motor estacionario y redes agalleras para tiburón (12 a 16"); compuesta por 18 unidades con tres bases de operación; hacen un viaje con promedio de 7 días y 30 viajes por año, realizando un lance nocturno con una o dos redes que pueden sumar hasta 800 m, en fondos de 10 a 40 brazas y su potencial de esfuerzo alcanza 30 mil horas/año. Aunque a veces capturan hasta 11 especies, predominan cinco (87%): *G. cirratum*, *C. leucas*, *C. limbatus*, *Sphyrna lewini* y *S. mokarran*; en tallas de 145 a 341 cm y con 23% de organismos inmaduros.

4) Mediana altura de tiburón, con embarcaciones mayores y redes agalleras para tiburón (12" a 17"): con 11 unidades en una base de operaciones; efectúan un viaje con promedio de 12 días y casi 20 viajes por año, haciendo un lance nocturno con tres y cinco redes que pueden totalizar hasta 4 500 m de longitud en aguas de 25 a 60 brazas de profundidad y su potencial calculado es de 21 mil horas/año. Aunque pescan hasta 12 especies, 95% de la captura la forman ocho: *G. cirratum*, *C. falciformis*, *C. leucas*, *C. obscurus*, *C. perezi*, *C. plumbeus*, *S. lewini* y *S. mokarran*; con tallas de 144 a 373 cm y un 30% de organismos inmaduros.

Embarcaciones

Alrededor del 80% de la captura nacional total anual del recurso tiburón, proviene de las operaciones de pesca de flotillas de embarcaciones menores tipo panga. Estas embarcaciones (lanchas) tiene un rango de eslora de 5-10 m y están construidas de fibra de vidrio; utilizan motores fuera de borda de 45 caballos de fuerza. Estas lanchas por su limitada autonomía impiden que la pesca de tiburón pueda exceder el radio de operación de las 20 millas náuticas de la costa. No existen registros confiables del número de embarcaciones menores que participan en la pesca de este recurso.

En la tabla 10 se presentan el número y las características principales de las embarcaciones que participan en la pesca del tiburón y cazón en aguas de Campeche.

Tabla 10
Características principales de las unidades de pesca en el estado de Campeche

Característica de la embarcación	Carácter de la pesquería: Ribereña de cazón		Ribereña de tiburón	Costera de tiburón	Media altura de tiburón
Unidades del casco (material)	5 118*		3 189*	18**	11***
Eslora	7.28	a	7.60 m	25 a 33 ft	40 a 74 ft
Manga	1.83	a	1.86 m	7 a 13"	13 a 22"
Puntal	0.53	a	0.73 m		
Peso	300	a	900 kg		
Carga	1.5	a	2.0 T	3 a 9 T	12 a 70 T
Autonomía (días)	1	a	2	3 a 6	8 a 60
Compás	no		no	si	si
Ecosonda	no		no	si	si
R. goniómetro	no		no	no/si	si
R. transmisor	no		no	no/si	si
Cobralíneas	no		no	no/si	si
Tripulantes	2		2	3 a 5	4 a 6
Redes	1		1	1 ó 2	2 ó 3

* Fibra de vidrio y madera; ** Fibra de vidrio; *** Madera y ferrocemento.

Métodos y artes de pesca

El equipo de pesca utilizado para la captura de las diversas especies de tiburones y cazones en las costas de México es principalmente artesanal y consiste en: chinchorros, líneas de mano, arpones, cimbras o palangres, y redes agalleras fijas y a la deriva.

En la pesca de altura se utilizan palangres de hasta 100 km con 2 000-3 000 anzuelos en promedio. Estos palangres son de deriva y poseen radioboyas que facilitan su rápida localización (Fig. 14).

Pesca artesanal con cimbra

El lance de la cimbra se lleva a cabo generalmente al atardecer, una vez cebado cada anzuelo de los reynales, con la embarcación en movimiento. Este tipo de cimbra de 200-300 anzuelos, con una longitud de línea madre de 1 000 m, se fija al sustrato por medio de granpines o anclas (Fig. 16). Los anzuelos son generalmente encarnados con peces provenientes de la fauna de acompañamiento del camarón (especies demersal). Cuando la temporada de camarón se encuentra en veda, los pescadores ribereños pescan su propia carnada con líneas de mano y curri-

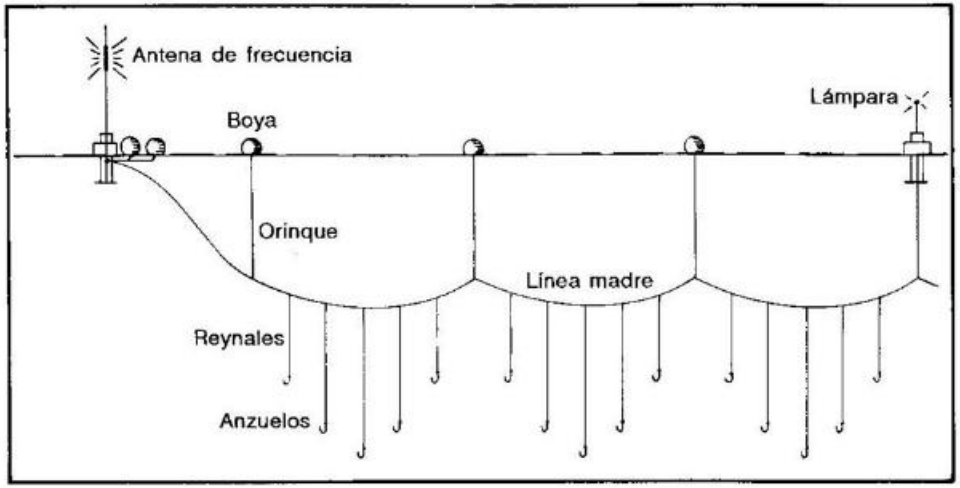


Figura 14

Diagrama del palangre de altura utilizado en la captura de tiburón y cazón

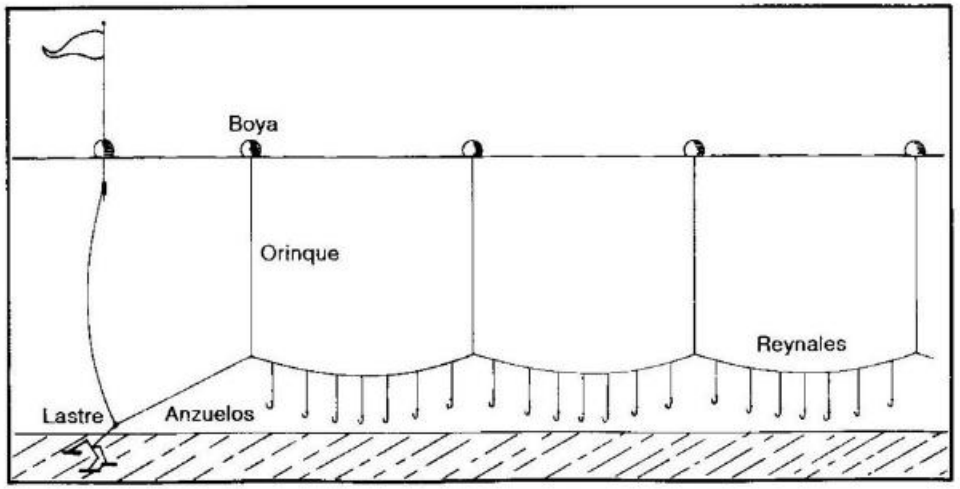


Figura 15

Diagrama del palangre o cimbra artesanal utilizado en la captura de tiburón y cazón

canes. Una vez colocada la cimbra, transcurren de 10 a 18 horas, generalmente durante la noche. Al día siguiente la cimbra se cobra, subiendo y revisando cada uno de los reynales.

En la Sonda de Campeche, para la pesca de tiburón y cazón con redes agalleras, la operación comienza con la elección del caladero, para después tender la red poco antes del anochecer y

recuperarla en las horas de la mañana siguiente. La red opera calada a fondo, en posición transversal a la corriente para facilitar la dispersión de la carnada.

Pesca de altura con palangre

Durante la operación de un lance normal de pesca; se realiza lo siguiente: se anota la posición geográfica, la hora y los datos del estado físico del ambiente; se lanza un batitermógrafo para determinar la profundidad de la termoclina que prevalece en ese punto.

Para iniciar el calado del palangre, se descongela la carnada con tres o cuatro horas de anticipación. Para iniciar la maniobra se alistan los reynales, se prueba y conecta una radioboya.

Cuando se da la orden para dar inicio a la operación, en primer lugar se lanza la radioboya. La línea madre se lanza con una maquinilla eléctrica, de manera automática; a esta línea se le da un seno o descuello de 70-100 m de longitud y se van colocando las boyas con su respectivo orinque; la velocidad de lance está determinada por la especie que se quiere capturar; por ejemplo, para el tiburón zorro y el marlin rayado, la velocidad se controla para que se lancen seis metros por segundo; cada ocho segundos se coloca un reynal y cada cinco reynales se coloca una boya. La embarcación debe navegar a 520 RPM (aproximadamente 5 o 6 nudos). Los anzuelos quedan en un rango de 45-70 metros de profundidad. Cada 50 boyas se colocan lámparas de señalamiento. Para facilitar la rápida ubicación del palangre, cada radioboya tiene diferente frecuencia. El tipo de lanzado del palangre a la deriva depende de la cantidad de anzuelos que se deseen colocar en el lance. Para 1 500 anzuelos se necesitan alrededor de cinco hora.

El cobrado del palangre se inicia después de las ocho horas de pesca efectiva. La maniobra se realiza de la siguiente manera: primero se localiza la radioboya final, utilizando el radiogoniómetro. El oficial de cubierta, ubicado en los controles en el puente de mando, mantiene el rumbo del barco de acuerdo a la posición en que está orientada a línea madre, 10 marineros se encargan de adujar los reynales, cobrar las piezas capturadas, separar los reynales defectuosos, acomodar los reynales y orinques de boyas en paquetes y dirigirlos a sus respectivos compartimentos, que se encuentran en la popa de la embarcación utilizando una banda sin fin. Cuando faltan 40 boyas para terminar el cobrado del lance, dos marineros empiezan a acomodar el producto en el cuarto de congelación. El lance termina en el momento en que se recoge la radioboya final.

Generalmente las operaciones con palangres de altura, las cimbras artesanales y las redes agalleras, corresponden a un día, tiempo que transcurre entre el lance y el cobrado de los artes de pesca.

Áreas de operación de la flota

La pesca de tiburón se lleva a cabo en las costas de ambos litorales. Destacan como puertos base de las flotillas tiburoneras, así como centros de acopio y distribución de las capturas, los puertos de Ensenada, BCN; Guaymas y Puerto Peñasco, Son.; Mazatlán y Teacapán, Sin.; Manzanillo, Col.; y Puerto Madero, Chis., en el litoral Pacífico. En el Golfo de México sobresalen Soto la Marina, Tamps.; Alvarado, Ver.; Ciudad del Carmen, Camp., y Progreso, Yuc. Las bases de operación de las flotillas tiburoneras y cazoneras del estado de Campeche se encuentran enumeradas en la tabla 11.

Tabla 11
Bases de operación de las flotas tiburoneras en el estado de Campeche

Comunidad	Carácter de la pesquería			
	Ribereña de cazón	Ribereña de tiburón	Costera de tiburón	Media altura de tiburón
Nvo. Campechito	x	x		
E. Zapata	x	x		
S. Antonio C.	x	x		
Atasta	x	x		
Pto. Rico	x	x		
Cd. del Carmen	x	x		
Isla Aguada	x	x		
Sabancuy	x	x		
Champotón	x	x	x	
Seybaplaya	x	x	x	
Pto. de Campeche	x	x	x	x
Isla Arena	x	x		

Situación actual y desarrollo histórico de la flota

Oficialmente, la pesca del tiburón en México comenzó a finales de los años veinte en el Puerto de Guaymas, Son., aunque existen documentos históricos que hablan de ella remontándose al siglo pasado. La fuerza que impulsó el primer desarrollo de esta pesquería en el litoral Pacífico fue la alta demanda de hígados de tiburón durante la Segunda Guerra Mundial. Se desconocen los datos del número de embarcaciones que participaron en aquella pesquería, la que posteriormente se desplomó por la caída del precio internacional de la vitamina A.

En la actualidad no se cuenta con los registros históricos de las embarcaciones que se han dedicado a la captura del tiburón en México, debido en gran parte a que no es una flota específica, sino que está compuesta por embarcaciones menores que participan en otras pesquerías, como la de escama ribereña, según la estacionalidad de los recursos por región.

A la fecha, la flota tiburonera está constituida principalmente por embarcaciones tipo panga, ya que el número de embarcaciones de mayor eslora es reducido por el bajo valor del tiburón en el mercado interno.

Durante la década de los ochenta una flota palangrera de altura operó en aguas de la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano, dedicándose a la captura de peces de pico, tiburones y atunes. Sin embargo, a finales de 1990 dejó de operar por un conflicto de intereses con la flota deportiva.

Eficiencia operativa de la flota

A la fecha no existe información disponible con respecto a la eficiencia operativa de la flota.

Condiciones de operación de la flota

Básicamente las flotillas tiburoneras operan en condiciones poco óptimas, ya que no cuentan con centros de desembarco específicos. Muchos campamentos tiburoneros, así como escameros, se encuentran ubicados en áreas poco accesibles para los servicios portuarios. No existen muelles ni bodegas donde puedan conservar y almacenar sus capturas. Una gran parte de las embarcaciones que pertenecen a pescadores libres operan de acuerdo a las capturas diarias; si éstas fueron óptimas es posible continuar pescando, pero si fueron escasas se dificulta el avituallamiento para el siguiente viaje. De esta forma, las embarcaciones y artes de pesca tienen un promedio de sólo

10 años de operación, lo que reduce la efectividad de los mismos hasta en un 50 por ciento.

Lo mismo se presenta con las cooperativas, básicamente por problemas financieros se les imposibilita aspirar a nuevos créditos que les permitan modernizar sus equipos de pesca

En consecuencia, la pesca se ha llevado a cabo en las regiones tradicionales en donde el recurso es capturado intensamente. No hay posibilidad de explorar nuevos caladeros que permitan incrementar la producción.

Captura del recurso

Áreas de captura

En México, el tiburón y el cazón se pescan en los diferentes tipos de sustrato (fondo) que presenta la plataforma continental de ambos litorales: arenoso, limoso, rocoso y coralino.

En la figura 1 se indican cuáles son las áreas de mayor producción (abundancia relativa) de tiburón. Las zonas que destacan son la Sonda de Campeche, primera región en producción a nivel nacional, el Golfo de Tehuantepec y el Golfo de California.

La pesquería comercial del tiburón en México se inició oficialmente en el Pacífico hacia finales de los años 30 en los puertos de Mazatlán, Sin. y Guaymas, Son., puertos que en esa misma época fueron escenarios del comienzo de otras pesquerías, hoy en día mucho más desarrolladas, como la de sardina y la de camarón.

La pesca de tiburón llegó a su máximo auge en la década de los cuarenta, durante la Segunda Guerra Mundial, debido a la significativa demanda internacional de vitamina A, (EUA), proveniente de los hígados de tiburón. En 1949, al llevarse a cabo la elaboración sintética de dicha vitamina a un menor costo, se produjo una constricción en el mercado mundial de la vitamina A proveniente del tiburón, que trajo como consecuencia la no rentabilidad de su pesca y la caída de los niveles de producción de este recurso en el noroeste del país. En 1953 solamente se capturaron 480 toneladas que representaron el 5.3% de la producción de 9 000 toneladas correspondientes a 1944.

A partir de 1954 se incrementaron nuevamente las capturas de tiburón, en función del crecimiento de la demanda mundial de aletas de tiburón, consolidándose dicho crecimiento en 1964 con el incremento de la demanda doméstica de carne de tiburón en estado fresco y seco salado.

Durante el desarrollo histórico de la pesquería del tiburón, las capturas del litoral Pacífico han contribuido con alrededor del 70% del volumen total de la producción nacional. Gran parte de estas capturas en el Pacífico mexicano proviene de la operación de numerosos campamentos tiburoneros que se desplazan a lo largo de la costa, incluso en islas, de acuerdo a los movimientos estacionales de las principales especies de dicha región.

Actualmente las actividades de pesca de tiburón, por ser fundamentalmente una pesquería artesanal, se han concentrado dentro de la franja costera de las 30 millas náuticas y que corresponden a la plataforma continental de las regiones arriba mencionadas.

Temporada de captura

En general, la pesca del tiburón en ambos litorales no se efectúa durante todo el año, sino entre seis

y ocho meses, dependiendo de la propia disponibilidad estacional del recurso, así como de las otras pesquerías de escama fina que se presentan en la región. La mayor parte de las especies capturadas en aguas nacionales es migratoria, así, se pueden observar "corridas" durante los meses de invierno en el Golfo de California, que constituyen la mejor temporada de pesca en todo el año en esta zona.

En el Golfo de México, también las mejores temporadas de pesca de tiburón y cazón se dan a finales del año con la presencia de migraciones masivas de diferentes especies como el cazón de ley, *terraenovae*.

En regiones como las costas de Campeche, la pesquería se desarrolla prácticamente durante todo el año.

Regulación del recurso

Hasta la fecha no existe ninguna medida de reglamentación pesquera para la explotación de este recurso, a pesar de ser altamente vulnerable en intensos regímenes de pesca. En las regiones en donde se concentran grandes flotillas tiburoneras se ha observado que algunas especies de tiburones se capturan en su temporada reproductiva. Como una medida preventiva, el Instituto Nacional de Pesca ha recomendado a la Dirección de Administración de Pesquerías de la Secretaría que no expidan nuevos permisos de pesca de tiburón en tales regiones, como el Golfo de California y Sonda de Campeche, hasta no determinar la situación de las poblaciones sujetas a explotación.

En virtud de las características intrínsecas del recurso, lenta tasa de crecimiento, bajo potencial reproductivo y tardía madurez sexual, es necesaria la elaboración e implementación de un plan de administración pesquera que asegure la explotación racional de las diferentes especies que componen las capturas comerciales. Cualquier plan deberá incidir necesariamente en la protección de la población reproductiva, es decir en las hembras preñadas.

Esfuerzo pesquero

No hay disponible un registro del esfuerzo pesquero que se ejerce sobre el tiburón a nivel nacional. Se cuenta con datos locales y preliminares de las regiones en que el INP ha desarrollado sus programas de investigación y monitoreo.

La tabla 12 muestra el esfuerzo potencial estimado para la flota de pesca de tiburón y cazón que opera en aguas de Campeche.

Tabla 12
Esfuerzo potencial estimado para las unidades de la flota de pesca de tiburón y cazón de Campeche

Esfuerzo*	Carácter de la pesquería			
	Ribereña de cazón	Ribereña de tiburón	Costera de tiburón	Media altura de tiburón
horas/año	11 054 880	3 061 440	30 240	21 120

* (8 horas/lance) x (días/viaje) x (No. de viajes/año) x (No. de unidades).

Como parte de las actividades de investigación llevadas a cabo por el Programa de Pelágicos Mayores del Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Col., durante el periodo comprendido de septiembre de 1986 a agosto de 1987, se realizaron seis cruceros bimestrales en el barco palangrero de construcción japonesa

de 120 toneladas de capacidad de bodega, denominado "Tiburón II".

El estudio proporcionó la información básica de la composición taxonómica de las especies involucradas en la captura, el régimen alimenticio de las especies capturadas en el ámbito nerítico y oceánico, los periodos de madurez gonádica de los tiburones, la identificación de las principales zonas de pesca con relación a la abundancia relativa del recurso. A partir de la información de captura por unidad de esfuerzo en kilogramos y en número de organismos por kilómetro cuadrado, se elaboraron mapas que representan la abundancia relativa por cuadrante de las principales especies capturadas (Vélez, *et al.*, 1989).

La longitud promedio del palangre operado por lance fue de 78.7 km. La operación a la deriva duró en promedio 7.25 horas (tiempo de pesca efectivo), a una velocidad de desplazamiento de 1.17 km por hora, cubriendo un área promedio por lance de 659.4 km². Se llevaron a cabo 138 días de pesca efectiva, utilizando un total de 188 510 anzuelos, con un promedio por lance de 1 366 anzuelos.

La captura anual en número de ejemplares capturados fue de 13 514, con un promedio de 98 por lance. La composición de las capturas en número de organismos estuvo constituida por 33% de tiburón zorro, *Alopias vulpinus*; 27% de pez vela, *Istiophorus platypterus*; 19% de tiburón volador, *Carcharhinus limbatus*; 8.5% de dorado, *Coryphaena hippurus*; 4.0% de marlin rayado, *Tetrapturus audax*; 2.2% de tiburón martillo, *Sphyrna lewini*; 1.4% de tiburón azul, *Prionace glauca*; 1% de pez espada, *Xiphias gladius*; 0.9% de atún aleta amarilla, *Thunnus albacares*; 0.4% de mako, *Isurus oxyrinchus* y tintorera, *Galeocerdo cuvieri*; 0.2% marlin negro, *Makaira indica* y tiburón grillo, *Alopias superciliosus*; 0.1% tiburón chato, *Carcharhinus leucas*; y 0.04% de otras especies. De la figura 16 a la 19 se presentan las capturas totales en kilogramos y número de organismos por bimestre del barco "Tiburón II", durante el periodo 1986-1987, para los tiburones zorro, volador, azul y martillo. En la figura 20 se muestra la captura total anual para las diferentes especies de tiburones capturados por viaje, durante el periodo de captura 1986-1987.

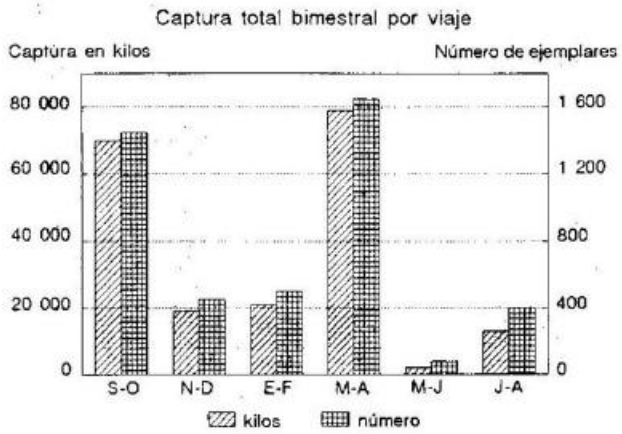
En peso desembarcado (eviscerado), el 66% correspondió a tiburones (zorro y volador), el 32% a picudos (pez vela 18%, marlin rayado 4%, pez espada 2% y otros 9%), dorado 2%, cazón 0.4% y atún aleta amarilla 0.02% (Mendizábal, *et al.*, 1990).

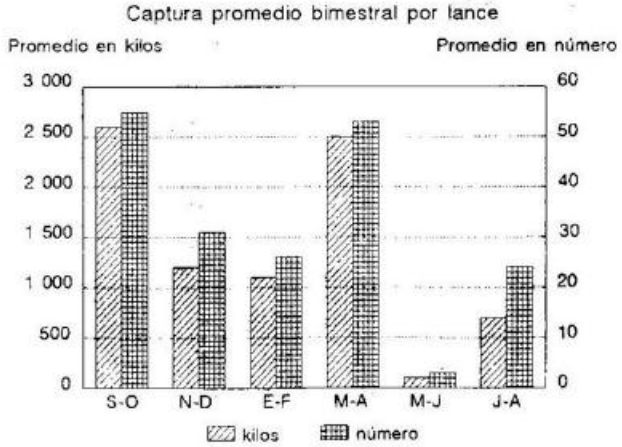
Por otra parte, a partir de los avisos de arribo expedidos por la Delegación de Pesca del Puerto de Manzanillo, Col., para las embarcaciones palangreras de alta mar, se analizaron sus capturas comerciales en peso eviscerado, por especie y número de viajes por barco, mensual y anual. Se calcularon los índices de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), dividiendo la captura mensual y anual entre el número de viajes.

La captura anual de la Flota Palangrera, constituida por cuatro embarcaciones, que se dedicaron a la pesca del tiburón y pez vela durante los años de 1984, 1986 y 1987 fue de 1 302, 1 674 y 1 306 t respectivamente. El promedio anual durante el periodo de 1983 a 1988 fue de 944 t, 23.7 viajes y 40.4 t por viaje mensual (CPUE).

Las temporadas de máxima captura (descargas) por especie fueron: pez vela, junio, julio y septiembre; marlin rayado, febrero, marzo y no-

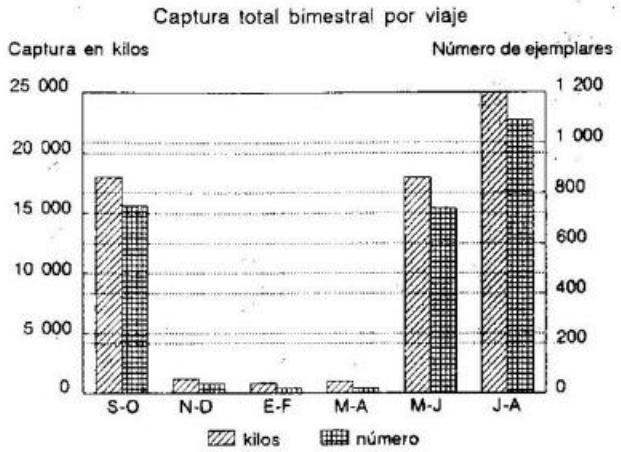
Figura 16
Captura por viaje y por lance del tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, 1986-1987

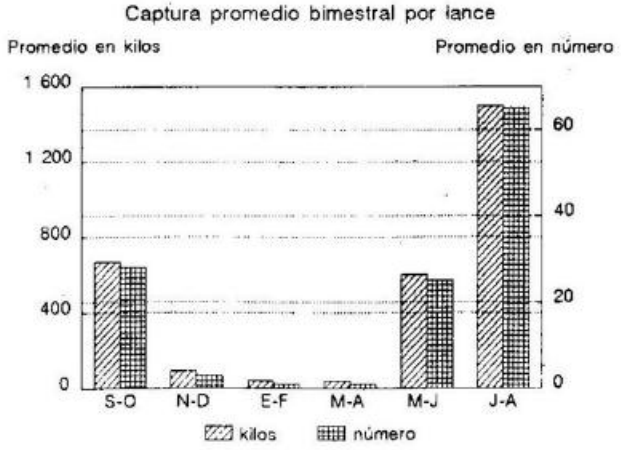




FUENTE: Macías, 1992.

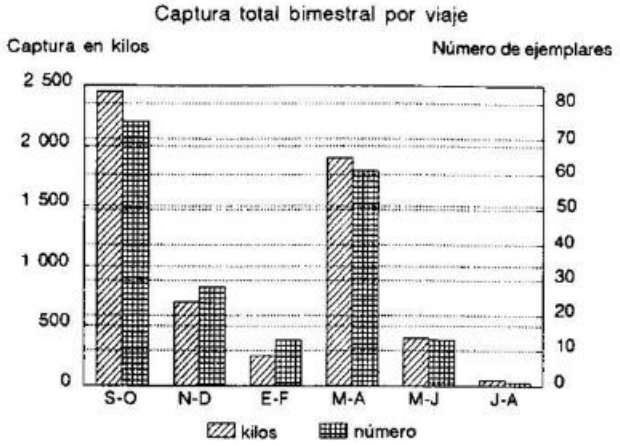
Figura 17
Captura por viaje y por lance del tiburón volador, *Carcharhinus limbatus*, 1986-1987

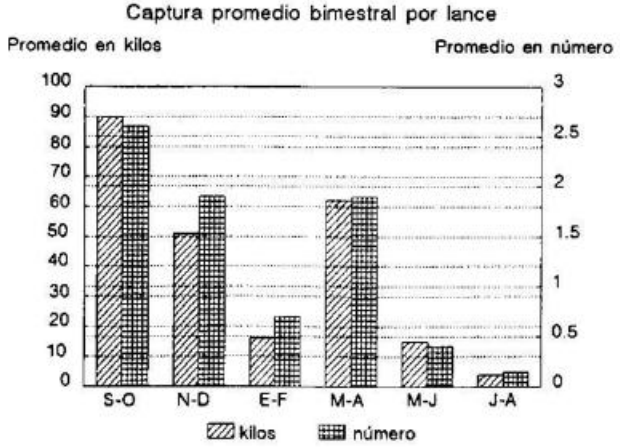




FUENTE: Macías, 1992.

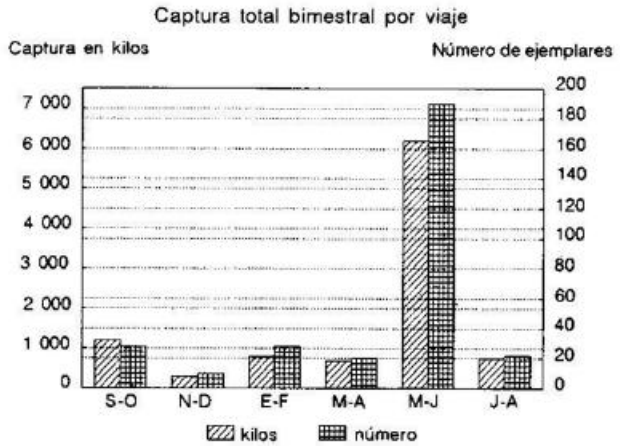
Figura 18
Captura por viaje y por lance del tiburón azul, *Prionace glauca*, 1986-1987

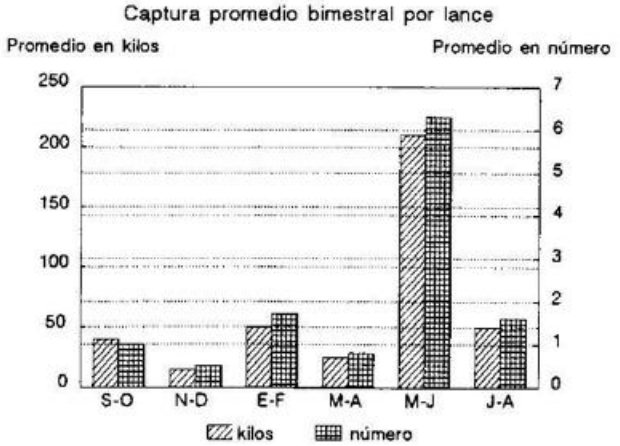




FUENTE: Macías, 1992.

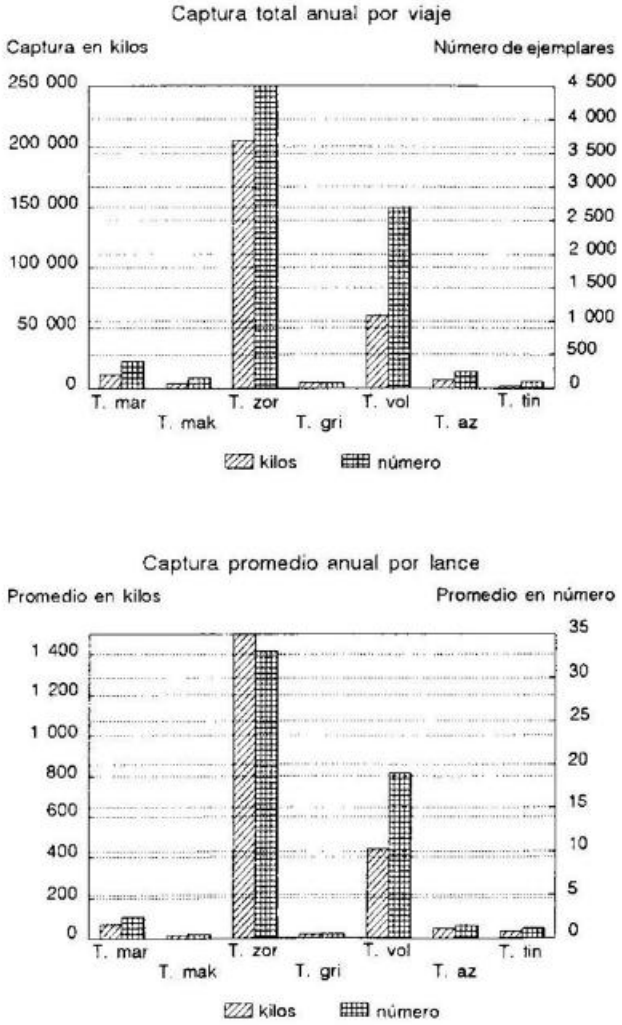
Figura 19
Captura por viaje y por lance del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, 1986-1987





FUENTE: Macías, 1992.

Figura 20
Captura total del barco Tiburón II, por viaje, por lance y por especie de tiburón. Periodo 1986-1987



FUENTE: Macías, 1992.

viembre; pez espada, marzo, abril, septiembre y diciembre-enero; tiburón zorro y volador de noviembre a febrero y abril; cazón (tiburón volador pequeño), junio y julio (Tabla 13).

Los porcentajes en peso durante el periodo analizado fueron de 65.6% para tiburón (zorro y volador); picudos 31.9% (pez vela 17.7%, "picudos en general" 8.8%, marlin rayado 3.8% y pez espada 1.7%); dorado 2.0%; cazón 0.4%; y atún aleta amarilla 0.2%.

La captura descargada mensualmente varió de 43 a 120 t con un promedio de 78 t. El número de viajes de 1.3 a 2.8, con un promedio mensual de 1.97. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) osciló entre 27.2 y 59.8 con un promedio mensual de 39.6 t. Se determinaron cuatro periodos de mayor rendimiento, superiores al promedio anual por embarcación, siendo enero-febrero, junio-julio, septiembre y noviembre-diciembre, los que corresponden con los periodos de mayor captura del tiburón zorro y pez vela.

Desembarques de las capturas

La información de la producción de tiburón y cazón por estado de la República, en el periodo 1976-1990, se resume en las tablas 14 y 15.

Tipificación de las capturas

Litoral Pacífico

Como resultado del estudio titulado: "Prospección y pesca exploratoria de los recursos pesqueros de la zona económica exclusiva del Pacífico mexicano" llevado a cabo por el CRIP de Manzanillo, Col., (Vélez *et al.*, 1988) se determinó que la distribución por tallas del tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, comprendió de 80 a 220 cm de longi-

Tabla 13

Periodos de mayor captura por especie descargada por la flota palangrera de Manzanillo, Col., 1983-1988

Especie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pez vela						—	—		—			
Marlin rayado		—	—								—	
Pez espada	—		—	—					—			—
Dorado					—	—	—	—	—			
Atún						—					—	
Tiburón zorro	—	—		—							—	—
Tiburón volador						—	—					

Tabla 14

Volumen de la producción anual de cazón por estado de la República, periodo 1976-1990 (cifras en toneladas)

Entidad	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
BCN	0	5	0	0	0	0	18	60	163	204	185	248	286	293	341
BCS	340	310	713	954	1 243	1 218	1 263	1 236	1 227	1 468	1 324	933	1 276	1 544	1 723
Sonora	800	1 695	2 703	4 156	3 760	3 904	4 128	2 764	2 898	2 721	2 457	1 637	1 873	2 570	3 700
Sinaloa	2 942	2 696	2 474	3 076	3 122	3 378	1 974	928	1 877	1 394	1 007	1 282	1 301	1 216	2 331
Nayarit	372	313	225	620	449	639	297	221	199	264	227	273	544	586	553
Jalisco	91	38	107	49	69	1 466	1 117	43	145	39	21	265	268	185	407
Colima	13	19	34	43	79	92	45	38	39	16	91	38	42	97	104
Michoacán	0	7	4	23	39	68	41	33	27	67	46	50	57	105	92
Guerrero	84	85	71	10	121	222	246	152	140	148	228	129	178	197	254
Oaxaca	5	9	14	0	77	117	138	81	66	141	170	383	227	200	314
Chiapas	2	0	3	0	33	11	30	35	34	39	21	54	43	294	98
Pacífico	4 689	5 177	6 348	9 011	8 992	11 112	9 292	5 591	6 125	6 501	5 777	5 292	6 095	7 287	9 917
Tamaulipas	266	575	439	733	889	2 486	1 044	1 019	1 291	1 479	1 382	1 583	1 744	1 917	2 467
Veracruz	474	654	358	627	706	1 036	1 309	1 493	2 433	1 144	991	777	838	1 254	1 254
Tabasco	169	189	204	228	274	407	392	311	500	442	438	467	477	410	667
Campeche	627	544	377	429	491	441	847	2 013	2 005	1 582	1 174	1 390	1 363	1 128	1 200
Yucatán	172	154	94	61	160	91	154	212	62	96	173	165	140	156	469
Q. Roo	39	32	26	24	49	80	83	65	79	84	57	41	54	59	87
G. México	1 647	2 148	1 498	2 102	2 669	3 541	3 829	5 113	6 376	4 827	4 215	4 423	4 616	4 924	6 144
Total Nacional	6 296	7 325	7 846	11 113	11 661	14 653	13 127	10 704	12 495	11 328	9 992	9 715	10 711	12 211	16 061

FUENTE: Anuarios Estadísticos de la Secretaría de Pesca.

Tabla 15

Volumen de la producción anual de tiburón por estado de la República, periodo 1976-1990 (cifras en toneladas)

Entidad	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
BCN	941	1 162	1 327	2 869	2 700	2 912	3 469	3 321	2 015	944	1 745	2 052	2 240	1 186	1 548
BCS	2 649	2 864	4 245	1 763	1 752	794	1 263	1 299	950	699	1 017	1 221	2 012	785	1 519
Sonora	3 792	3 453	1 616	2 334	3 092	3 146	2 457	1 286	1 256	1 582	1 537	1 703	1 690	1 433	1 564
Sinaloa	1 115	1 133	1 220	1 628	271	955	935	730	802	626	507	652	486	469	763
Nayarit	138	185	507	1 276	1 213	1 313	869	539	361	342	564	281	245	444	485
Jalisco	152	163	261	196	77	1 712	779	37	87	19	30	202	231	101	179
Colima	443	385	494	465	873	701	584	841	1 583	807	1 991	1 349	1 211	1 431	2 356
Michoacán	3	42	51	25	38	92	74	66	29	24	12	17	38	160	44
Guerrero	60	76	110	244	379	323	514	285	254	236	137	117	183	167	161
Oaxaca	103	36	123	220	314	777	910	754	458	345	851	399	246	115	341
Chiapas	123	101	389	294	238	1 697	2 968	2 746	3 944	3 653	2 675	1 818	4 917	4 487	3 859
Pacífico	9 516	9 600	10 343	11 314	11 947	14 422	14 822	11 902	12 239	9 277	11 066	9 811	13 699	10 778	12 819
Tamaulipas	75	155	133	203	371	703	286	423	466	378	372	494	631	573	688
Veracruz	234	190	667	738	1 351	3 676	3 461	2 719	3 133	1 239	1 935	1 425	2 283	1 617	1 828
Tabasco	92	358	309	193	182	187	148	374	397	414	812	669	372	252	380
Campeche	468	817	1 037	640	391	758	706	1 741	1 839	1 249	1 754	2 671	2 573	1 400	2 011
Yucatán	213	251	369	121	277	679	1 939	2 139	2 012	2 025	2 078	1 377	1 486	1 741	2 456
Q. Roo	200	63	81	55	75	215	248	320	403	487	301	215	223	244	350
G. México	1 282	1 834	2 596	1 950	2 647	6 218	6 788	7 716	8 250	5 792	7 252	6 851	7 568	5 826	7 713
Total Nacional	10 798	11 434	12 939	13 264	14 594	20 641	21 610	19 620	20 489	15 069	18 318	16 662	21 267	16 604	20 532

FUENTE: Anuarios Estadísticos de la Secretaría de Pesca.

tud furcal (l.f.), y de 5 a 140 kg de peso total, siendo organismos maduros sexualmente según Compagno (1984) y Castro-Ignacio (1983).

La distribución por tallas en el tiburón volador fue de 75 a 210 cm de l.f. y de 3.5 a 46 kg de peso entero.

Para el tiburón azul, las frecuencias de tallas variaron de 120 a 205 cm de l.f. y de 20.5 a 57.6 kg de peso entero.

El tiburón martillo tuvo un rango de tallas de 95 a 220 cm de l.f. y 16 a 128 kg de peso total.

En el análisis de la relación longitud furcal-peso total para el tiburón zorro, se observó que para sexos agrupados el promedio anual fue de $a = 1.48 \times 10 - 5$ y $b = 2.98$. Esta relación incluyó organismos capturados en las cuatro estaciones del año, desde el sur del Golfo de California, norte de las Islas Marías, frente y sur de Cabo Corrientes, noroeste de Manzanillo, frente y

norte de Zihuatanejo y Golfo de Tehuantepec (Fig. 21).

Para el tiburón volador, la relación fue de a = 3.18 x 10 - 6 y b = 3.23 (Fig. 20).

La relación longitud furcal-peso entero para el tiburón azul fue de a = 1.63 x 10 - 4 y b = 2.40 (Fig. 22).

En el análisis de longitud furcal-peso total para el tiburón martillo, se observó que para sexos agrupados el promedio anual fue de a = 1.82 x 10 - 5 y b = 2.90.

El trabajo de Saucedo (1982) sobre la pesquería del tiburón en Mazatlán, Sin., menciona que las especies más abundantes en las capturas comerciales de la flota artesanal fueron el cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio*, el tiburón martillo, *Sphyrna lewini* y el tiburón volador, *Carcharhinus limbatus*. Con respecto al cazón bironche, se observó un intervalo de talla de 54-115 cm de longitud total. En el caso del tiburón martillo, el 90% de los organismos correspondió a juveniles con un rango de tallas de 37-134 cm de l.t., y el restante a tiburones adultos de 200-270 cm de l.t.

Castillo (1990) en su estudio sobre la biología y pesquería del cazón bironche, *R. longurio*, del sur de Sinaloa, concluyó que esta especie es la que proporciona el mayor volumen de la captura anual de la pesquería de tiburones del puerto de Mazatlán.

La estructura de tallas de las hembras tuvo un intervalo de longitud total de 82-120 cm, siendo 110 cm la talla más representativa en las capturas. Para los machos, el intervalo de tallas comprendió de 86 a 110 cm, siendo la longitud más fre-

Figura 21
Relación peso-longitud del tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, y tiburón volador, *Carcharhinus limbatus*, capturados por el barco Tiburón II durante 1986-1987 (hembras y machos)

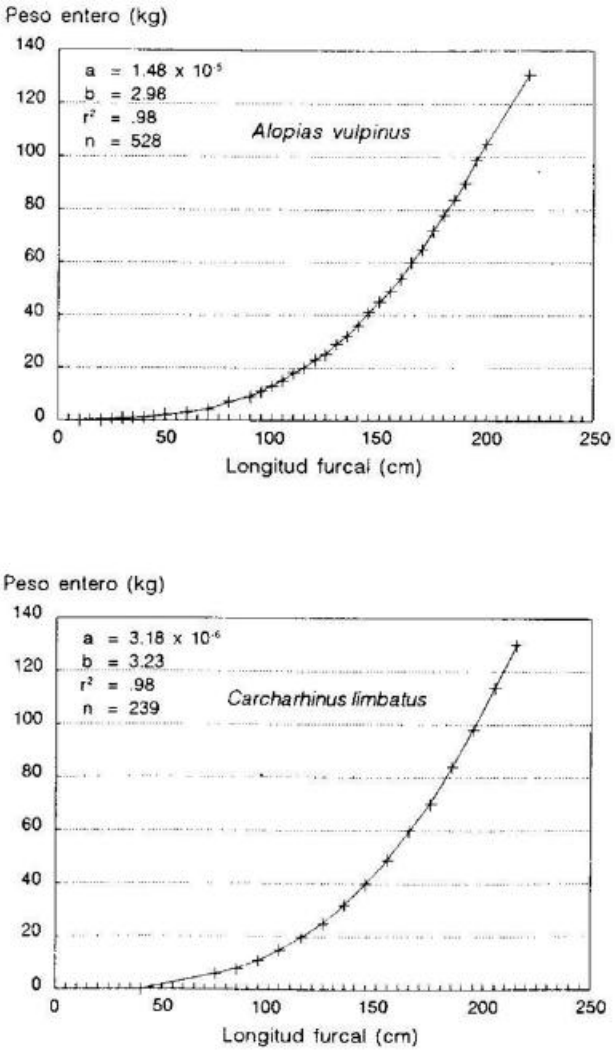
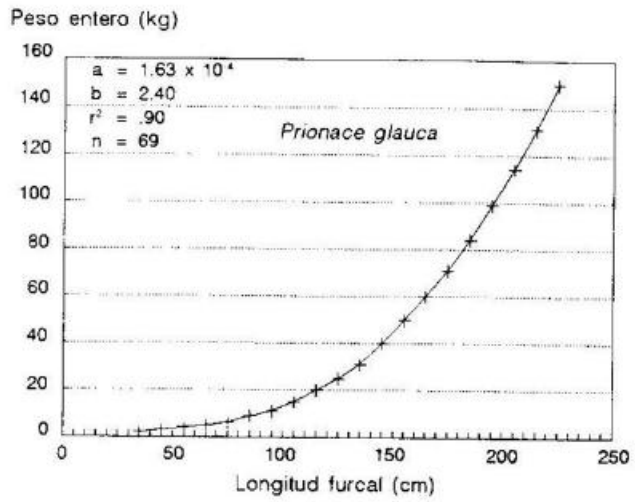
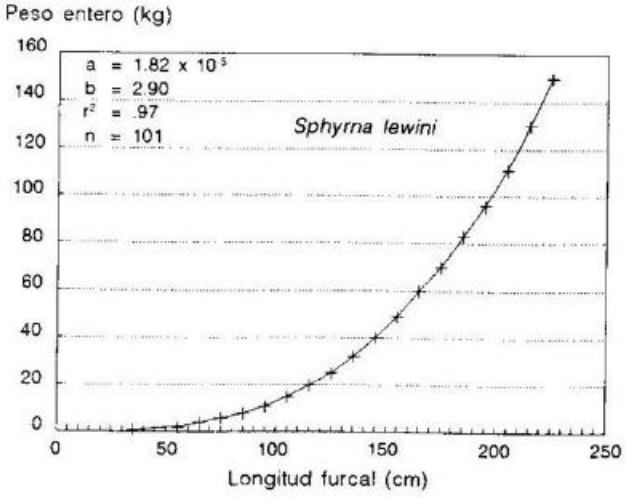


Figura 22
Relación peso-longitud del tiburón azul, *Prionace glauca*, y tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, capturados por el barco Tiburón II durante 1986-1987 (hembras y machos)





cuente la de 100 cm. La proporción de sexos observada fue de 2.04:1 (hembras-machos).

Golfo de México

Los estudios llevados a cabo por Bonfil *et al.* (1988) permitieron describir la estructura poblacional, en tallas y sexo, de las principales especies de tiburón localizadas en las aguas de Yucatán, en la Sonda de Campeche.

De acuerdo con los autores, el tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis*, es la especie más abundante en las capturas comerciales de dicha zona. En la frecuencia de tallas de esta especie se observan dos grupos característicos: uno compuesto por organismos recién nacidos (70-175 cm de longitud total), y otro menos abundante, compuesto por adultos (240 cm de l.t.). La proporción de sexos de esta especie fue 1:1 (hembras-machos).

Para la segunda especie en importancia, el tiburón toro o "xmoa", *Carcharhinus leucas*, se observó que la mayoría de los ejemplares capturados por las embarcaciones comerciales eran adultos, con longitudes superiores a los 175 cm (l.t.). La proporción de sexos observada fue 1:2.5.

Para el cazón de ley *Rhizoprionodon terraenovae*, se observaron tallas correspondientes a un rango de 34-100 cm que representa toda la población biológica. La proporción de sexos fue 1:1.2.

La frecuencia de tallas para el cazón mamón, *Mustelus norrisi*, demostró que toda la población se encuentra incorporada a la pesquería (30-100 cm de l.t.). La proporción de sexos fue 1.4:1.

Por último, las capturas de *Sphyrna tiburo*, el cazón cabeza de pala, comprenden a todas las tallas de la población (30-100 cm de l.t.), con una proporción de sexos de 1:1.4.

Los trabajos de Uribe (1982, 1984, 1986 y 1990) han permitido conocer la composición específica de las capturas comerciales de tiburones en aguas del estado de Campeche. En la tabla 16 se establece la distribución relativa de las especies en dicha región.

En la tabla 17 se presentan las frecuencias de tallas de los tiburones capturados en las cuatro pesquerías definidas de Campeche, así como información sobre su peso promedio y su proporción de sexos.

Tabla 16
Distribución relativa de las especies de tiburón en las aguas de Campeche

Especies	espacial A	espacial M	espacial R	temporal TA	temporal AM
G. cirratum			AB	x	
C. acronotus			AB	x	
C. brevipinna		x			x
C. falciformis			AP	x	
C. leucas	x			x	
C. limbatus	x				x
C. obscurus			AP	x	
C. perezi			AP		x
C. plumbeus			AP	x	
C. porosus			AB		x
G. cuvieri	x				x
N. brevirostris		x			x
R. terraenovae			AB	x	
S. lewini	x			x	
S. mokarran	x			x	
S. tiburo			AB	x	

A amplia, M media, R restringida, AB aguas bajas, AP aguas profundas, TA todo el año, AM algunos meses.

Tabla 17
Características del recurso tiburón capturado en las costas de Campeche

Captura	Carácter de la pesquería: Ribereña de cazón	Ribereña de tiburón	Costera de tiburón	Media altura de tiburón
Especie objeto	3	3	5	8
(%)	91	96	87	95
Especies que inciden en el arte de pesca	6	5	6	4
(%)	9	4	13	5
Talla $\bar{x}$	30-120	86-455	145-341	144-373
Talla común (cm)	35-65	157-213	151-262	189-266
(%)	67	80	66	78
Peso $\bar{x}$	0.123-11.8	15-341	5-185	19-238
Peso común (kg)	0.171-1.2	26-69	19-86	44-94
Proporción de sexos (♂ ♀)	5.4:4.6	6.4:3.6	8.1:1.9	6.0:4.0
Relación inmaduros/maduros (%)	79/19	31/69	23/77	30/70

Volumen de captura

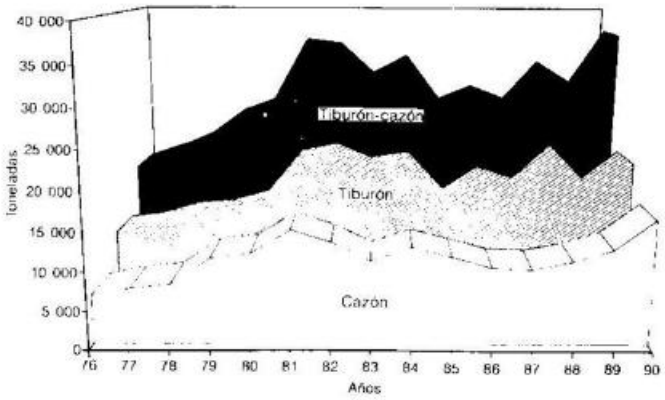
En los registros estadísticos de producción pesquera, para fines prácticos se clasifica la captura de este recurso en dos categorías artificiales: tiburón y cazón, siendo la diferencia entre ambos el tamaño del organismo. Se llama cazón a los tiburones que poseen una longitud total menor a 150 cm, mientras que los ejemplares que exceden esta medida reciben el nombre de tiburón.

En 1976 la captura de tiburón y cazón fue de 17 092 toneladas métricas (TM), mientras que

para 1981 se alcanzó la cifra récord de 35 294 t, lo que significó un incremento de más de 100% en cinco años. A partir de dicho año la captura anual de tiburón y cazón ha mostrado notables fluctuaciones. En 1987 se capturaron 126 377 t, 9 000 t menos que en 1981; sin embargo en 1988 la producción alcanzó las 32 000 t. En 1989 el volumen de captura del recurso se ubicó en 30 000 t. Para 1990 la cifra preliminar es de 35 000 t. El promedio anual total durante los últimos diez años es de 30 000 t, colocando a esta pesquería en el sexto lugar nacional en volumen de captura (Fig. 23).

Según el *Anuario Estadístico Pesquero* de la FAO (1988), México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial después de Pakistán (53 000 ton), India (48 000 ton), e Indonesia (45 000 ton).

Figura 23
Tendencia histórica de la captura anual nacional de tiburón y cazón, periodo 1976-1990



FUENTE: Anuarios Estadísticos de la Secretaría de Pesca.

En la actualidad no existe un registro estadístico de captura por especie, por lo que se desconoce con precisión qué especies de tiburones han aportado históricamente los mayores volúmenes de captura. Por esta razón, el Instituto Nacional de la Pesca lleva a cabo desde 1981 un monitoreo continuo de la pesquería en la Sonda de Campeche, incluyendo las aguas de Yucatán. Los resultados de estos estudios han permitido identificar la composición específica de las capturas comerciales de tiburones, las que a nivel nacional están compuestas de 40 especies.

Por lo que se refiere a las fluctuaciones en la producción de tiburón y cazón, se desconoce su causa, por lo que una de las líneas de investigación prioritarias respecto a este recurso es la correlación de su abundancia con los aspectos climatológicos.

Costos de operación

El valor monetario del volumen de la captura total nacional de cazón de 1989 fue de $38 140 millones de pesos, mientras que la de tiburón alcanzó el valor de $49 353 millones de pesos. Ambas categorías suman un valor total de $87 493 millones de pesos, que ubican a esta pesquería como la cuarta más importante en valor a nivel nacional, siendo superado por la de camarón ($1 093 486 millones), atún ($310 962 millones y mojarra ($207 729 millones).

En la pesca artesanal de este recurso, el ingreso bruto logrado con la venta de la captura se divide en tres porciones iguales: una para gastos de avituallamiento, reparaciones y pago de embarcación o artes de pesca; otra que integra las utilidades del propietario de la unidad; y la tercera que pertenece a los tripulantes. Esta última es

repartida en forma diferencial de acuerdo con la categoría del tripulante o en forma equitativa, dentro del contexto de una cooperativa de producción pesquera. En el caso de los permisionarios de pesca que contratan pescadores libres, estos porcentajes son diferentes, ya que en este caso el patrón, que es el dueño de la embarcación y de los artes de pesca, decide qué proporción le corresponde al pescador.

No hay datos precisos sobre los gastos de operación, de avituallamiento, mantenimiento de la embarcación y valor de la captura, en virtud de que los permisionarios de pesca manejan en forma confidencial este rubro de la pesquería.

Descargas en puertos nacionales o extranjeros

Las capturas artesanales de tiburón y cazón en ambos litorales se descargan generalmente en todos los puertos principales del país. Existe un gran número de campamentos pesqueros temporales en donde la captura es comercializada y enviada a los principales centros urbanos, tanto locales como del interior de la República.

Industrialización

De los tiburones, se aprovecha el 100% del cuerpo: piel, carne, hígado, aletas, restos, mandíbulas y dientes. La carne (filete) de mejor calidad y mayor valor en el mercado es la de los tiburones pequeños (cazones).

Del hígado del tiburón se obtiene aceite, del cual se extrae la vitamina A y se obtienen otras sustancias como el escualeno, que se utiliza en la industria de los cosméticos para la elaboración de perfumes y cremas humectantes para el rostro, así como aceites para maquinaria de alta precisión.

La piel se curte para la elaboración de accesorios como: carteras, cinturones y bolsas. También se le emplea como material abrasivo.

Las aletas son casi exclusivamente utilizadas para la elaboración de platillos cotizados en la gastronomía asiática como la "sopa de aleta de tiburón". Por esta razón las aletas de primera calidad se exportan y las de segunda y tercera calidad se comercializan en los restaurantes de especialidades orientales de la localidad.

Con los restos (vísceras) de los cuerpos de los tiburones, por su alto contenido orgánico, se elaboran fertilizantes y alimentos avícolas (harinas de pescado).

Recientemente, este grupo de peces ha adquirido importancia para la ciencia biomédica, ya que estos organismos poseen un sistema inmunológico capaz de destruir células cancerosas y de otro tipo de enfermedades contagiosas, por lo que se están empleando cientos de tiburones en estudios de laboratorio para adentrarse en esta materia.

Asimismo, a partir del plasma sanguíneo de los tiburones, se extraen sustancias anticoagulantes semejantes a la heparina, que se están utilizando experimentalmente en pacientes con problemas cardiovasculares.

Por otra parte, las córneas de algunas especies de tiburones han resultado idóneas para el transplante de córneas humanas dañadas, debido en gran parte a su notable resistencia a cambios osmóticos.

Organización institucional

En la pesquería del tiburón participa principalmente el sector privado, representado por los permisionarios de pesca, y el sector social a través de las cooperativas de producción pesquera. El sector público se ha retirado de la pesquería por la política de desincorporación de empresas paraestatales. Dentro del sector pesquero destacaba Productos Pesqueros Mexicanos, ahora transferida al sector privado.

A excepción del gobierno federal, a través de la Secretaría de Pesca, no existen instituciones que favorezcan, recomienden o apoyen la explotación integral del tiburón. Por esta misma razón los recursos humanos especializados con que cuenta la pesquería, excluyendo a los pescadores, son casi nulos.

A pesar de que el gobierno federal, a través de sus programas de desarrollo y modernización pesquera, ha apoyado la diversificación de la pesca en México, pocos créditos de la banca nacional han sido canalizados al desarrollo de la pesca del tiburón en ambos litorales, situación que ha permitido que el sector privado desarrolle un sistema de manejo de acuerdo a sus intereses. Esto ha traído como consecuencia que los rendimientos económicos que proporciona la pesquería han sido monopolizados por los permisionarios de pesca, lo que se ha reflejado en un atraso en materia socio-económica de los pescadores que participan en esta actividad.

Existen pocas plantas procesadoras de tiburón en el país. En general, no existen instalaciones adecuadas para el manejo y procesamiento del producto. En los campamentos tiburoneros, ya sean permanentes o temporales, se carece de los mínimos servicios, como agua potable y corriente eléctrica, que permitan asegurar la calidad de las capturas.

Existe un número considerable de fábricas de hielo, frigoríficos y almacenes, astilleros y varaderos, servicios de refacciones y de equipos de pesca, necesarias para apoyar e impulsar el aprovechamiento integral del tiburón en México, sin embargo en la actualidad este aprovechamiento se encuentra lejos de ser un proceso industrial.

Capacidad estimada industrial

No hay información disponible al respecto.

Abasto de materia prima

Ya que la materia prima proveniente del tiburón es fundamentalmente su carne, empleada como alimento de consumo humano directo, se puede hablar de que el abasto a través del año es constante; se incrementa a finales de año cuando su precio alcanza los valores más altos dentro dél mercado doméstico debido a su demanda como sustituto del bacalao de importación.

Procesamiento y presentación del producto

La producción de tiburón se comercializa principalmente como alimento para consumo humano directo, siendo las presentaciones más comunes en fresco-congelado, seco-salado y, recientemente, ahumado. El 70% de la producción anual del recurso se consume fresco; el resto de la producción se destina a procesos de congelado y ahumado.

Resultados de operación de la industria

Transformación

En 1988 la captura total de tiburón y cazón fue de 31 978 ton métricas, de las cuales se obtuvo una producción en peso neto de 12 113 ton. Para 1989 la captura nacional del recurso fue de 30 338 ton, de las cuales solamente se procesaron 9 413 ton de peso vivo desembarcado, obteniéndose una producción en peso neto de 3 110 ton. Del total de peso vivo desembarcado, 8 707 ton fueron destinadas a congelado, obteniéndose una producción de 2 838 ton, cifra muy semejante a la generada en 1988, 2 406 ton. Para otros procesos se utilizaron 706 ton de peso vivo, generando 272 ton en peso neto de producción.

En general menos del 30% de la producción anual de tiburón y cazón se destina a la industria de la transformación, ya que la mayor parte se destina al consumo en fresco.

Mercado Interno

El mercado nacional de este producto es relativamente estable y en expansión, ya que la carne de tiburón está sustituyendo a la que proviene de otras especies de escama fina, así como a la de bacalao seco-salado que se importa de Europa. La piel de tiburón tiene gran demanda en la industria peletera internacional, por su resistencia y calidad con relación a la de los bovinos.

En lo que respecta a las aletas de tiburón, las de primera calidad son exportadas al mercado oriental vía los Estados Unidos, aunque en algunas localidades del país, las aletas se procesan para extraerles las fibras y luego ser enviadas al oriente. El precio al que se cotiza un kilogramo de aleta procesada (fibras) en el mercado internacional puede alcanzar un valor de hasta $80.00 dólares.

Mercado externo

El único producto del tiburón que se exporta es precisamente las aletas, ya sean en estado seco o procesadas (fibras), las cuales se envían hacia los Estados Unidos (San Francisco y Miami) para luego ser transportadas hasta los centros de acopio del mercado oriental, que son las ciudades de Hong Kong y Singapur.

El volumen de aletas que se exporta no es registrado en los anuarios estadísticos de pesca, porque generalmente este producto no se reporta en las oficinas de pesca. No hay un control establecido, por tal motivo se desconoce el monto de divisas que genera este comercio.

Diagnóstico de la pesquería y situación de la investigación científica del recurso

El recurso

Los tiburones presentan un serio problema para su explotación y aprovechamiento comercial porque sus poblaciones, poco abundantes en comparación con otros recursos, son incapaces de resistir una intensa y prolonga presión de pesca. Son organismos que por lo general presentan tasas de crecimiento relativamente lentas y su edad de madurez sexual es tardía, entre los 10 y 15 años, dependiendo de la especie. Por otra parte, su potencial reproductivo es bajo, producen algunas

crías en cada ciclo, que puede durar entre 1 y 2 años. La historia ha demostrado que las pesquerías de tiburones y rayas (elasmobranquios), así como la del cazón aleta de sopa, *Galeorhinus zyopterus*, en los años cuarentas y la del tiburón zorro, *Alopias vulpinus*, en la década pasada, en California, EUA, se desplomaron en un periodo no mayor de ocho años, por la intensa explotación a que fueron sometidas dichas poblaciones.

Hasta la fecha, en la pesquería artesanal nacional no se han presentado caídas abruptas de la captura. Durante los últimos diez años la producción anual de tiburón y cazón ha mantenido un promedio de 30 000 t métricas. Sin embargo en algunas regiones del país se han observado reducciones importantes de algunas poblaciones locales de tiburones, pero éstas no han sido corroboradas ni documentadas científicamente. Pero de continuar creciendo el número de embarcaciones que pescan en la región costera de forma irracional, podría afectarse la tasa de renovación natural de algunas de las especies que se capturan a lo largo del año. Por tal motivo es necesario un plan de administración pesquera, sustentado científicamente, que permita la explotación racional del recurso y proteja las fuentes de alimento y empleo que provee a un número importante de mexicanos.

La pesquería

La presencia de más de 80 especies de tiburones en aguas de México ha permitido desarrollar una pesquería artesanal multiespecífica que opera de acuerdo a la disponibilidad estacional del recurso, la cual forma parte importante de la pesca ribereña de escama en México.

Entre los problemas que enfrenta esta pesquería destacan:

- Las capturas se caracterizan por su bajo nivel tecnológico, mismas que se realizan en la mayoría de los casos en condiciones artesanales en ambos litorales. Los equipos y artes de pesca no son renovados en el tiempo apropiado.

- Faltan embarcaciones apropiadas para la pesca oceánica de tiburón.

- Por las características de los medios de captura, esta pesquería generalmente se realiza en áreas cercanas a la costa, lo cual ha impedido la localización de nuevas áreas de captura y ha provocado la concentración desordenada del esfuerzo de pesca en algunas regiones del país, como la Sonda de Campeche y el Golfo de California.

- Los tiburones de profundidad, a pesar de las divisas que potencialmente pueden generar al país por los precios tan altos que se pagan internacionalmente por sustancias como el escualeno, proveniente del hígado, son prácticamente ignorados por el sector productivo, quizás debido en parte a falta de conocimiento.

- Se carece de información histórica y actual de los volúmenes de captura por especie, así como del número de embarcaciones y artes de pesca que son empleadas en su captura. Esto se debe principalmente a la naturaleza difusa de los sistemas de manejo instaurados en esta pesquería por parte del sector privado, y por la reducida prioridad que los organismos institucionales, encargados de la administración de los recursos naturales del país, le asignan a esta pesquería.

La organización y capacitación de los pescadores dedicados a la pesquería es insuficiente,

lo que ha ocasionado el manejo inadecuado de las capturas en los centros de desembarque y acopio, en detrimento de la calidad óptima de los productos derivados del tiburón. Esto también ha producido un atraso en el nivel socioeconómico de los pescadores con relación a otras pesquerías nacionales.

- Existe un desconocimiento total del volumen de aletas de tiburón comercializado hacia el exterior. Se desconoce también quiénes son las personas físicas que participan en este comercio y las divisas que generan al país.

- Los sectores social y privado no han adquirido la plena conciencia de las expectativas que ofrece la explotación integral del tiburón. Sólo en contadas localidades del país se aprovecha íntegramente el recurso. Por tal razón, la pesca del tiburón no se ha consolidado como una ocupación eficiente en términos de rentabilidad.

- El procesamiento del tiburón en la mayoría de los campamentos artesanales se efectúa en condiciones poco higiénicas y sin control sanitario. Hasta la fecha no se lleva a cabo el análisis del contenido de mercurio en las capturas del tiburón.

- Las instalaciones para la recepción de la producción hacia las áreas urbanas y rurales son deficientes y no se han logrado mejorar los niveles de comercialización. Aunado a esto, los canales de distribución de los productos son insuficientes y poco eficientes.

- La producción es acaparada y comercializada por intermediarios, quienes controlan la oferta y la demanda de este recurso.

- Existe un mercado exterior con gran demanda potencial para las aletas y pieles de tiburón, que no se ha aprovechado debidamente.

Investigación científica

Los esfuerzos realizados hasta la fecha por los Programas de Investigación Biológico-Pesquera del Recurso Tiburón de los CRIP de Lerma, Yucalpetén, Manzanillo y de la Dirección de Análisis de Pesquerías del INP, han permitido desde 1982, conocer la composición específica de las capturas comerciales de la pesca artesanal y de altura de ambos litorales, su estacionalidad y algunos aspectos de su ciclo de vida, como estructura en talla y sexo de los tiburones capturados, aspectos reproductivos y hábitos alimenticios de algunas de las especies de importancia comercial. Por último, se han llevado a cabo algunos análisis preliminares sobre la dinámica poblacional de algunas especies, destacándose el estudio de edad y crecimiento del tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis*, de las aguas de Yucatán.

Sin embargo, aún faltan estudios sobre la biología reproductiva de algunas de las especies, pero fundamentalmente no se han llevado a cabo los estudios de dinámica poblacional de las principales especies de tiburones de importancia comercial de ambos litorales. Para tal efecto es necesario desarrollar primero los estudios de edad y crecimiento que permitan definir las estructuras por edad de las poblaciones explotadas.

Alternativas para la administración de la pesquería

Dadas las características biológicas del recurso y las de su pesquería, el Instituto Nacional de la

Pesca desde 1990 ha recomendado a la Secretaría de Pesca no otorgar ni expedir nuevos permisos de pesca de tiburón en las regiones en donde ésta es intensa (Golfo de California y Sonda de Campeche). Sin embargo, es necesario elaborar e implementar un plan de administración pesquera nacional para su explotación racional y óptimo aprovechamiento, a fin de proteger y conservar las fuentes de alimento y empleo que genera la pesca de tiburón en México. Para lograr esto, se necesita llevar a cabo las siguientes acciones:

- Establecer un registro nacional de capturas por especie de tiburón que permita conocer las fluctuaciones naturales de este recurso multiespecífico. Para esto, se deberán promover y desarrollar programas de capacitación para la identificación correcta de las diferentes especies de tiburones que componen las capturas comerciales.

- Realizar estudios específicos sobre edad y crecimiento, así como de la biología reproductiva de las principales especies de tiburones que se capturan en ambos litorales del país.

- Conocer la dinámica poblacional de dichas especies.

- Es particularmente importante conocer la captura incidental de tiburones que realizan otras pesquerías como la de atún con redes de cerco, la de pez espada con redes agalleras y la de escama demersal con redes de arrastre, para evaluar su impacto en las poblaciones de tiburones en ambos litorales.

- Definir las medidas de regulación pesquera por especie o grupo de tiburones por litoral o región.

Cualquier tipo de regulación pesquera que sea resultado de los estudios científico-tecnológicos, deberá incluir un apartado especial para la protección de hembras grávidas y organismos juveniles, ya que el reclutamiento de estos organismos es directo. Una abrupta reducción de los organismos juveniles se reflejará casi inmediatamente en las abundancias de las poblaciones explotadas.

En cuanto a la pesquería destacan las siguientes opciones:

- Se deberá fomentar el aprovechamiento integral del tiburón para incrementar los beneficios económicos de los sectores participantes, en particular el social, mediante la formación de plantas de aprovechamiento integral de tiburón.

- No deberá permitirse la pesca del tiburón sólo para la comercialización de sus aletas. Para evitar esto tendrá que instrumentarse que el número de las aletas que se pretendan comercializar corresponda al número de tronchos desembarcados.

- Es necesario llevar a cabo un inventario de las embarcaciones y artes de pesca que se emplean en la pesquería.

- Es recomendable implementar un sistema de aseguramiento de la calidad de los productos derivados del tiburón, debido al alto contenido de mercurio y metales pesados que se presentan en su carne.

Agradecimientos

Los autores de la presente contribución desean expresar su profundo agradecimiento a las siguien-

tes personas que colaboraron en las diferentes fases de las investigaciones aquí citadas: Javier Valdez, Gildardo Macías, Miguel Seca, Daniel Murillo, Humberto Ramírez, José Martín López y Alicia Cruz, así como al innumerable grupo de pescadores que hicieron posible el registro y colecta de la información presentada.

Bibliografía

AASEN, O., 1963. Length and growth of the Porbeagle (*Lamna nasus*, Bonaterre) in the North West Atlantic. *Fisk Dir. Skr.* Serie Havundersokelser 13(6): 54-72.

APPLEGATE, S.P., L. ESPINOSA, L. MENCHACA y F. SOTELO. 1979. *Tiburones Mexicanos.* Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas, Dirección General de Ciencias y Tecnología del Mar, 146 p.

BONFIL, R.S., 1987. Composición por especies de la pesquería de tiburón y cazón de Yucatán y relaciones morfométricas para las principales especies. INP/CRIP-Yucalpetén, *Contribuciones de Investigación Pesquera.* Doc. Tec. 1:1-10.

BONFIL, R., R. MENA y D. DE ANDA. 1988. El recurso tiburón-cazón en el sureste de México. *Los Recursos Pesqueros del País.* Secretaría de Pesca. México. Pp. 421-439.

BONFIL, R.S., D. DE ANDA y R. MENA. 1990. Shark fisheries in Mexico: The case of Yucatan as an example. En: Pratt, H.L., Gruber, S.H. y Taniuchi, T. (Eds.) *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecolology, systematics and the status of fisheries.* NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 427-441.

BONFIL, R.S., D. DE ANDA y R. MENA. Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis* from the Campeche Bank, Mexico. US. Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS.* (En prensa).

BRANSTETTER, S., 1987. Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis* and the scalloped hammerhead, *Sphirna lewini* from the northwestern Gulf of Mexico. *Environ. Biol. Fish.* 19(3): 161-173.

BRODEUR, R., H. LORZ y W. PEARCY. 1987. Foods habits and dietary varibility of pelagic nekton off Oregon and Washington 1979-1984. *NOAA Technical Report, NMFS* 57: 37 p.

CAILLIET, G.M. y D. BEDFORT. 1983. The biology of three pelagic sharks from California waters and their emerging fishery: A review. *CalCOFI Rep.* Vol. XXIV: 57-68.

CAILLIET, G.M., L.K. MARTIN, J.T. HARVER, D. KUSHER y B.A. WELDEN. 1983. Preliminary studies on the age and growth of the blue shark, *Prionace glauca*, common thresher, *Alopias vulpinus* and shartfin mako *Isurus oxyrinchus*, sharks form California waters. *NOAA. Tech. Rep. NMFS* 8: 179-188.

CARRANZA, J., 1959. La pesca II. En: Beltrán, E. (Ed.). *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento.* Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, tomo III, capítulo V.

CASEY, J.G., H.L. JR. PRATT y C.E. STILLWELL. 1985. Age and growth of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, from teh western north Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 963-975.

CASTILLO, G.J.L., 1989. Tiburones. *Ciencias* (Revista de difusión de la Facultad de Ciencias), UNAM. (14): 13-18.

CASTILLO, G.J.L., 1990. *Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del cazón bironche, Rhizoprionodon longurio (Jordan y Gilbert, 1882; Elasmobranchii Carcharhinidae), del sur de Sinaloa, México.* Tesis Prof., Facultad de Ciencias, UNAM. 128 p.

CASTILLO, G.J.L., 1990. Shark fishery and research in Mexico. A review. *Chondros* 1(2): 1-2.

CASTILLO, G.J.L., 1991. La pesca del tiburón en México y su futuro. *Panorama Pesquero,* CANAINPES. 1(3): 27-31.

CASTILLO, G.J.L., 1992. *Diagnóstico de la pesquería del tiburón en México*. Secretaría de Pesca. 72 p.

CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1967. *Contribución al estudio de los tiburones de México*. Tesis Prof., Esc. Nal. Cienc. Biol. IPN, México. 258 p.

CASTRO-IGNACIO, J., 1983. *The sharks of North American waters*. Texas, A y M University Press, 180 p.

CLARKE, M.R., 1962. The identification or Cephalopod "beaks" and the relationship between beak siza and total body weight. *Bull. Br. Mus (Nat. Hist.), Zool.* 8: 133-144.

COMPAGNO, L.J.V., 1978. Sharks. En: Fisher, W. (Ed.). *FAO species identification sheets for fishery purposes. West Central Atlantic (Fishing Area 31)*. Roma: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 5: s/pp.

DODD, M.J., 1983. Reproduction in cartilaginous fishes (*Chondrichthyes*). En: Hoar, W.S., Randall, D.J. y Donaldson, E.M. (Eds.). *Fish Physiology*. Academic Press. Orlando, Florida, 10: 31-95.

FRANCIS, M.P., 1981. Von Bertalanffy growth rates in species of *Mustelus* (Elasmobranchii:Triakidae), *COPEIA* (1): 189-192.

GRUBER, S.H. y L.J.V. COMPAGNO. 1981. Taxonomic status and biology of the bigeye thresher, *Alopias superciliosus*. *Fishery Bulletin* 79(4): 617-640.

GRUBER, S.H. y R.G. STOUT. 1983. Biological materials for the study of age and growth in a tropical marine elasmobrach, the lemon shark, *Negaprion brevirostris* (Poey), *US. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS* 8: 193-205.

HANAN, D.A., 1984. Analysis of the common thresher shark *Alopias vulpinus* in the California bight. *NMFS Administration Report*, Lj -84. 10 p.

HERNÁNDEZ, C.A., 1971. *Pesquerías de los tiburones en México*. Tesis Prof. Esc. Nac. Cienc. Biol. IPN. México. 123 p.

HOEY, J.J. y J.G. CASEY. 1984. Shark longline fisheries: gear and production characteristics. *Thirty-seventh Gulf and Caribbean Fisheries Institute Annual Session*, Cancun, Q. Roo, Mexico, 1984.

HOLDEN, M.J., 1968. The rational explotation of the Scottish Norwegian stock of spurdog, *Squalus acanthias L. Fish. Invest.* London. Ser. 2, 25(8): 27 p.

HOLDEN, M.J., 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobrachs populations and some suggested solutions. En: F.R. Harden Jones (Ed.), *Sea Fisheries*. Jonh Wiley and Sons. New York. Pp. 117-137.

KESTEVEN, G.L., 1972. Las pesquerías de México. *Técnica Pesquera*, México, (57): 11 p.

— 1973. Metodología para la descripción de una pesquería. *Curso I de Introducción a la Biología Pesquera*. Villahermosa, Tabasco, México, 1983, 13 p.

MACÍAS, G.S., 1992. *Análisis Estadístico del Recurso Tiburón a nivel Nacional (1937-1987) y Mundial (1978-1987)*. Tesis para obtener el grado de Licenciado de Administración de Recursos Marinos de la Escuela de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Colima.

MÁRQUEZ, F.F., 1991. *Esfuerzo de Pesca y distribución de las especies capturadas por el barco palangrero "Tiburón IV" en el Océano Pacífico Mexicano (Octubre-Noviembre 1988)*. Tesis para obtener el grado de Licenciado de Recursos Marinos. Fac. de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima. México. 86 p.

MENDIZÁBAL, D.O., R. VÉLEZ y J. VALDEZ. 1990. *Relación de la captura con la temperatura y profundidad de la termoclina durante la pesca comercial de picudos, tiburones y dorados en la zona oceánica del Pacífico central mexicano*. Informe de Investigación, INP/CRIP-Manzanillo, Col. 10 (tabla y figura).

MENDIZÁBAL, D.O., R. VÉLEZ, J. VALDEZ, A. RAMÍREZ, E. BEJARANO y A. VEGA. 1991. *Información y representación gráfica de los datos estadísticos de captura y esfuerzo de la flota palangrera de Manzanillo, Colima*. Informe de Investigación, INP/CRIP-Manzanillo. 15 p.

MENDIZÁBAL, D.O., R. VÉLEZ, F. MÁRQUEZ y J. VALDEZ. 1992. *Distribución, estacionalidad, madurez y fecundidad del Tiburón Zorro, Alopias vulpinus, y Tiburón Volador, Carcharhinus limbatus, capturados en barco palangrero del Pacífico mexicano (1986-1987).* Informe de Investigación, INP/CRIP-Manzanillo, Col. 15 p.

MENDIZÁBAL, D.O., R. VÉLEZ y J. VALDÉZ. 1992. *Distribución estacional e índices alimenticios de las especies forrajeras del Tiburón Zorro, Alopias vulpinus, y Tiburón Volador, Carcharhinus limbatus, en el Pacífico central mexicano.* Periodo 1986-1987 y 1989-1990. Informe de Investigación, INP/CRIP-Manzanillo, Col. 18 p.

MOSS, S.A., 1984. *Shark. An introduction for the amateur naturalist.* Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. 246 p.

OLSEN, A.M., 1984. Sypnosis of biological data on the school shark, *Galeorhinus australis* (Maxleay, 1981). FAO *Fish. Synop.* (139): 42 p.

PARSONS, G.R., 1983. The reproductive biology of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae* (Richarson). *Fish. Bull.* 81: 61-73.

PARSONS, G.R., 1985. Growth and age estimation of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae. COPEIA* 80-85.

PAULY, D., 1980. A selection of simple method for the assessment of tropical fish stocks. FAO. *Fish Circ.* (729): 54 p.

PRINCE, E.D. y L.M. PULOS (Eds.). 1983. *Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks.* Southeast Fisheries Center, Miami Laboratory, National Marine Fisheries Service, NOAA, Miami, Florida, February 15-18, 1982. *NOAA Technical Report NMFS* (8): 211 p.

REGIL, J.M. y A.M. PEÓN. 1853. Estadística de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, México, II: 251 p.

RODRÍGUEZ, G.H., 1986. *Contribución al estudio de la pesquería del tiburón en la zona Sur del Estado de Sinaloa (Mazatlán).* Memoria Prof., Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. México. 91 p.

SAUCEDO, C., 1982. *Estudio sobre algunos aspectos biológico pesqueros del tiburón en la zona Sur de Sinaloa.* Memoria Profesional, Esc. Cienc. Mar., UAS, México. 80 p.

SECA, M., J. URIBE y D. MURILLO. 1987. *Estructura y biometría de tiburones capturados comercialmente en el puerto de Campeche, Campeche.* INP/CRIP-Lerma-Campeche, Campeche, México, Informe de Investigación (inédito), impaginado.

SHEPERD, J.G., 1987. A weakly parametric method for the analysis of length composition data. En: Pauly, D. y Morgan G.P. (Eds.). *Lenght-base methods in fisheries research.* ICLARM Conf. International Center for living Aquatic resources Management, Manila, Philippines and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat Kuwait. Proc 13, 468 p.

SPRINGER, S.; 1967. Social organization of Shark populations. En: Gilbert P.W., Mathewson, R.F. y Rall D.P. (Eds.). *Sharks, skates and rays.* Baltimore, Md., John Hopkins press. Pp. 149-174.

STEVENS, J.D., 1975. Vertebral rings as mean of age determination in blue shark, *Prionace glauca. Journal Marine Biological Asessment U.K.* (558): 657-665.

STEVENS, J.D., 1987. Sharks Biology. En: Stevens, I.J.D. (Ed.). *Sharks.* Facts on file publications. New York. Pp. 70-75.

TAYLOR, C.C., 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons Int. Explor Mer.* 23: 366-370.

TRICAS, T., 1987. Shark Ecology. En: Stevens, J.D. (Ed.). *Sharks.* Facts on file publication, New York. Pp. 96-107.

URIBE, J., 1982. *Informe preliminar sobre la pesca de tiburón y cazón en el estado de Campeche, México.* INP/CRIP-Ciudad del Carmen, Campeche, México, Informe de Investigación (inédito), impaginado.

— 1984. *Aspectos de la pesquería costera de tiburón y cazón en el estado de Campeche, México.* INP/

CRIP-Ciudad del Carmen, Campeche, México, Informe de Investigación (inédito), 54 p.

— 1986. *Distribución, estructura y biometría de las especies de tiburones y cazones que habitan en el estado de Campeche, México.* INP/CRIP-Lerma-Campeche, Campeche, México, Informe de Investigación (inédito), impaginado.

URIBE, J., 1990. Guía de campo para la identificación de especies de tiburones y cazones en la Sonda de Campeche. INP, México, *Documentos de Trabajo*, (23): 48 p.

— 1992. Investigaciones acerca de la pesquería de tiburón y cazón en aguas del Estado de Campeche, México. *Ciclo de Conferencias y Taller de Trabajo sobre Las Pesquerías de Tiburones de México y Australia*. INP, México, D.F. 17 p.

URIBE, J. y D. MURILLO. 1987. *Composición, abundancia, rendimiento y eficiencia de la captura de tiburones por embarcaciones mayores en la Sonda de Campeche, México.* INP/CRIP-Lerma-Campeche, México, Informe de Investigación (inédito), impaginado.

URIBE, J. y D. MURILLO. 1991. Descripción de las pesquerías de cazón y tiburón del Estado de Campeche, México. *Reunión regional de CRIPs para elaborar el diagnóstico pesquero de la Península de Yucatán.* Yucalpetén, Yucatán, México. 19 p.

URIBE, J., M. SECA y D. MURILLO. 1987. *Composición de la captura, estructura y biometría de tiburones en el área de Ciudad del Carmen, Campeche.* INP/CRIP-Lerma-Campeche, Campeche, México, Informe de Investigación (inédito), impaginado.

URIBE, J., D. MURILLO y H. RAMÍREZ. 1991a. *Evaluación preliminar de la pesquería de cazón en el área de Seybaplaya, Campeche.* INP/CRIP-Lerma-Campeche, Campeche, México, Informe de Investigación (aceptado para publicación), 24 p.

— 1991b. *Análisis preliminar de la pesquería de tiburón con embarcaciones costaneras en la Sonda de Campeche, México.* INP/CRIP-Lerma-Campeche, Campeche, México, Informe de Investigación (inédito), impaginado.

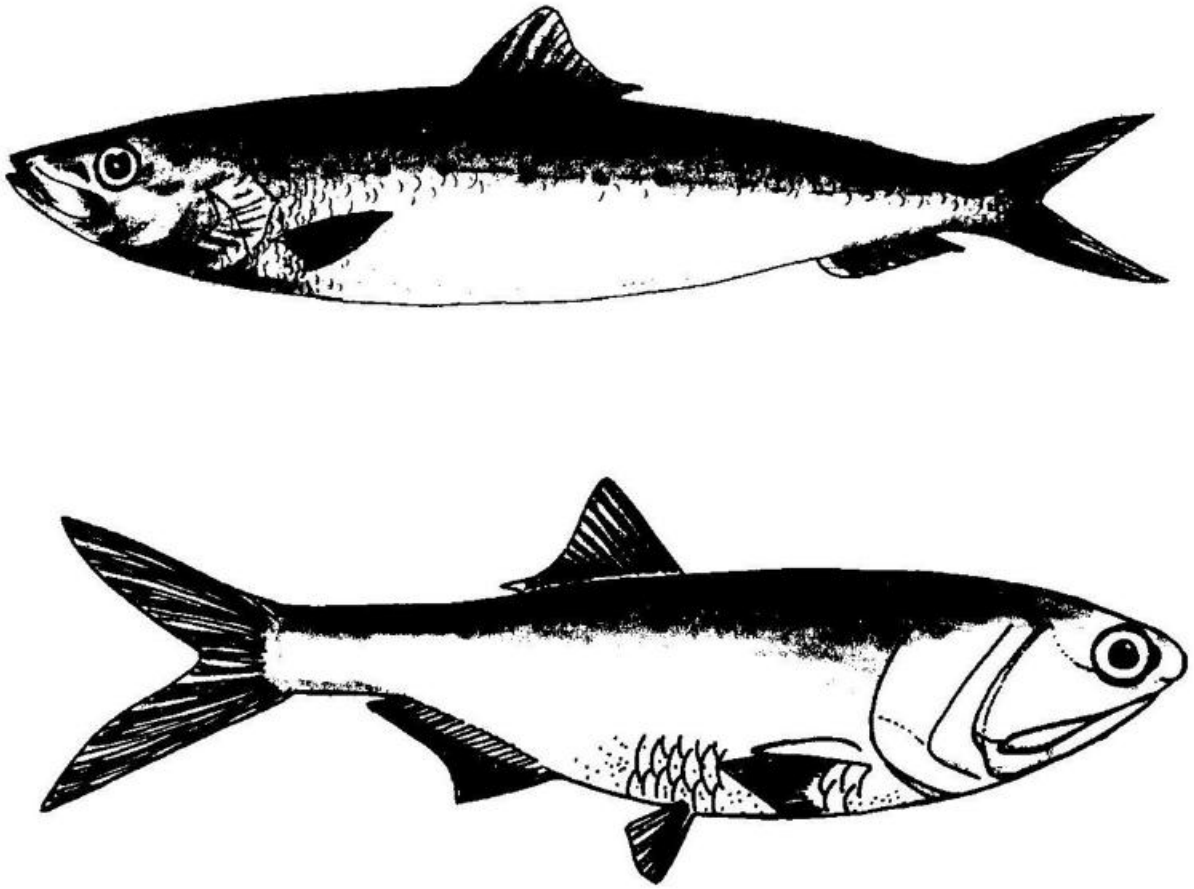
— 1991c. *Análisis preliminar de la pesquería de tiburón con embarcaciones mayores en la Sonda de Campeche, México.* INP/CRIP-Lerma-Campeche, Campeche, México, Informe de Investigación (inédito), impaginado.

VELASCO, A.L., 1895. *Geografía y estadística de la República Mexicana.* Secretaría de Fomento, México.

VÉLEZ, M.R., D. MENDIZÁBAL, J. VALDÉZ y A. VENEGAS. 1989. *Prospección y pesca exploratoria de recursos pesqueros en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico.* INP/CRIP-Manzanillo, Col. México. 179 p.

VÉLEZ, R.M., F. MÁRQUEZ, D. MENDIZÁBAL, A. MORALES, y J. VALDEZ. 1991. *Esfuerzo de pesca y distribución de las especies capturadas por el barco palangrero "Tiburón IV" en el Océano Pacífico mexicano (periodo octubre-noviembre, 1988).* Informe de Investigación, INP/CRIP-Manzanillo, Col. 15 p.

SARDINA
Y ANCHOVETA



La pesquería de sardina y anchoveta

*Daniel Lluch Belda et al.**
Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. La Paz, BCS

Recurso pesquero

La pesquería de pelágicos menores está basada en la explotación de ciertas especies de peces, los clupeoideos, que se agrupan en cardúmenes, por lo que son altamente vulnerables a algunos artes de pesca (particularmente redes de cerco). Además, son tan abundantes que han constribuido entre una cuarta y una tercera parte de las capturas mundiales (ver *Anuarios FAO de Estadísticas Pesqueras)*. De hecho, los peces clupeoideos representan el mayor grupo de vertebrados no domesticados que es utilizado por el hombre. Los clupeoideos son también, tanto en número como en peso, el grupo de peces mayormente capturados en aguas mexicanas.

Los peces clupeoideos del mundo, sardinas, anchovetas y arenques, (Orden Clupeiformes, Suborden Clupeoidei), comprenden cerca de 354 especies, colocadas en cuatro familias: Clupeidae o sardinas y arenques (56 géneros), Engraulidae o anchovetas (16 géneros), Chirocentridae, sin nombre común en español (wolfherrings, en inglés, 1 género) y Pristigasteridae, sin nombre común (9 géneros) (Whitehead, 1985).

Cerca de 56 especies de clupeoideos son conocidas en México, de las cuales 34 han sido encontradas en las costas del Pacífico y sus afluentes (Tabla 1). Las otras 22 especies de clupeoideos se localizan en las costas del Golfo de México, Caribe mexicano y sus afluentes (Tabla 2).

Especies que conforman el recurso

En las pesquerías mexicanas, del total de las especies listadas, la captura principal gravita sobre siete: cinco de sardinas y dos de anchovetas. La mayor parte se obtiene en el noroeste de México, principalmente en el Golfo de California. En algunos años, estas siete especies han contribuido con más del 40% de la captura total nacional de peces (477 076 ton de sardinas o 44.7% de 1 066 838 ton totales en México durante 1987).

La especie más importante en la pesquería de pelágicos menores en el noroeste de México, hasta 1991, fue la sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*, también reportada por muchos autores como *S. sagax* y como *S. sagax caerulea*), que contribuyó hasta con un 75% del total de la captura nacional de clupeoideos. La anchoveta norteña (*Engraulis mordax*), aportó cerca del 15% del total hasta 1989. Las tres especies de sardina crinuda

* El resto de los autores se enlistan al final del capítulo.

Tabla 1
Peces clupeoideos en el Pacífico mexicano

Familia	Subfamilia	Especie	Zona
Clupeidae	Dussumieriinae	*Etrumeus teres* (De Kay, 1842)*	PN GC
	Clupeinae	*Clupea pallasi* (Valenciennes, 1847)	PN
		Sardinops caeruleus (Girard, 1854)*	PN GC
		Harengula thrissina (Jordan y Gilbert, 1882)	PN GC PS
		Opisthonema libertate (Gunter, 1867)*	PN GC PS
		Opisthonema medirastre (Berry y Barrett, 1964)*	PN GC PS
		Opisthonema bulleri (Regan, 1904)*	PN GC PS
		Lile stolifera (Jordan y Gilbert, 1882)	PN GS
		Lile gracilis (Castro y Vivero, 1990)	PS
	Alosinae	*Alosa sapidissima* (Wilson, 1811)	(PN)
	Dorosomatinae	*Dorosoma petenense* (Gunther, 1867)	(GC)
		Dorosoma smithi (Hubbs y Miller, 1941)	GC
Pristigasteridae		*Pliosteostoma lutipinnis* (Jordan y Gilbert, 1882)	GC PS
		Neoopisthopterus tropicus (Hildebrand, 1946)	GC PS
		Opisthopterus dovi (Gunter, 1868)	GC PS
Engraulidae		*Engraulis mordax* (Girard, 1854)*	PN GC
		Anchoa nasus (Kner y Steind., 1866)	PN GC PS
		Anchoa argentivittata (Regan, 1904)	GC PS
		Anchoa ischana (Jordan y Gilbert, 1882)	GC PS
		Anchoa helleri (Hubbs, 1921)	GC
		Anchoa compressa (Girard, 1854)	PN
		Anchoa mundeola (Gilbert y Pierson, 1898)	GC PS
		Anchoa lucida (Jordan y Gilbert, 1882)	GC PS
		Anchoa parri (Hildebrand, 1943)	GC
		Anchoa scofieldi (Jordan y Culver, 1895)	GC
		Anchoa mundeoloides (Breder, 1928)	GC
		Anchoa delicatissima (Girard, 1856)	PN
		Anchoa curta (Jordan y Gilbert, 1882)	GC PS
		Anchoa exigua (Jordan y Gilbert, 1882)	GC PS
		Anchoa walkeri (Baldwin y Chang, 1970)	GC PS
		Anchoviella analis (Miller, 1945)	GC
		Anchovia macrolepidota (Kner y Steind., 1865)	GC PS
		Anchovia magdalenea (Hildebrand, 1943)	PN
		Cetengraulis mysticetus (Gunther, 1867)*	PN GC PS

PN = Pacífico Norte (Costa Pacífica de la Península de Baja California).
PS = Pacífico Sur (Costa Pacífica del sur México al sur de Puerto Vallarta, Jalisco).
GC = Golfo de California (para fines de esta tabla se considera a partir de una línea imaginaria que cruza desde Cabo San Lucas, Baja California Sur hasta Puerto Vallarta, Jalisco).
( ) = Especies introducidas.
* = Especies capturadas comercialmente.

Tabla 2
Peces clupeoideos en el Golfo de México y Caribe mexicano

Familia	Subfamilia	Especie	Zona
Clupeidae	Dussumieriinae	*Estrumeus teres* (De Kay, 1842)	GM
		Jenkinsia lamprotaenia (Gosse, 1851)	GM CM
		Jenkinsia majua (Whitehead, 1963)	CM
	Clupeinae	*Harengula clupeola* (Cuvier, 1829)	GM CM
		Harengula humeralis (Cuvier, 1829)	CM
		Harengula jaguana (Poey, 1865)	GM CM
		Opisthonema oglinum (LeSueur, 1818)	GM CM
		Sardinella aurita (Valenciennes, 1847)	GM CM
		Sardinella brasiliensis (Steindachner, 1879)	GM CM
	Alosinae	*Brevoortia gunteri* (Hildebrand, 1948)	GM
		Brevoortia patronus (Goode, 1878)	GM
	Dorosomatinae	*Dorosoma anale* (Meek, 1904)	CM
		Dorosoma cepedianum (LeSueur, 1818)	GM
		Dorosoma petenense (Gunther, 1867)	GM CM
Pristigasteridae		*Chirocentrodon bleekerianus* (Poey, 1867)	CM
Engraulidae		*Anchoa belizensis* (Thomerson y Greenfield, 1975)	CM
		Anchoa cayorum (Fowler, 1906)	CM
		Anchoa colonensis (Hildebrand, 1943)	CM
		Anchoa cubana (Poey, 1868)	CM
		Anchoa hepsetus (Linnaeus, 1758)	GM
		Anchoa lamprotaenia (Hildebrand, 1943)	CM
		Anchoa lyolepis (Evermann y Marsh, 1902)	GM CM
		Anchoa mitchilli (Valenciennes, 1848)	GM
		Anchoa parva (Meek y Hildebrand, 1923)	CM

GM = Golfo de México.
CM = Caribe mexicano (Yucatán y Quintana Roo).

(*Opisthonema* spp.) habían representado un 10% hasta los últimos años, en los que su contribución se ha incrementado significativamente. De manera similar, la sardina bocona (que en realidad es un engráulido: *Cetengraulis mysticetus*), había significado alrededor del 10% del total de la captura nacional de clupeoideos, y en la actualidad (1992) es una especie importante en términos de su contribución. La especie más incidental en las capturas comerciales ha sido la sardina japonesa (*Etrumeus teres*), que tradicionalmente ha mantenido niveles de producción bajos.

En la captura de pelágicos menores también se registran otras especies que no pertenecen al grupo propiamente conocido como sardinas y anchovetas; entre éstas destacan la macarela (*Scomber japonicus*, Familia Scombridae), el charrito (*Trachurus symetricus*, Familia Carangidae), y la monda o sardina piña (*Oligoplites* spp., Familia Carangidae).

Las siete especies de clupeoideos principales, junto con los carángidos y el escómbrido mencionados, históricamente han sido capturadas por una flota pesquera que ha desembarcado en puertos, con infraestructura industrial para el procesamiento del producto, constituyéndose así lo que se conoce propiamente como la pesquería de sardina (principalmente *S. caeruleus*) y anchoveta (exclusivamente *E. mordax*).

Sin embargo, la captura de otras especies de clupeoideos se ha venido realizando desde tiempo atrás. Tal es el caso de *Harengula thrissina*, o sardina plateada, que se utiliza como carnada viva para la pesca deportiva y en barcos vareros para la captura de atún, quienes también utilizan sardina monterrey, sardina bocona y anchoveta. Más recientemente, se ha venido realizando la captura de juveniles de otras especies, entre las que se ha reconocido a *Lile* spp. y *Anchoa* spp., que se presentan al mercado en forma deshidratada para su consumo como "charal seco".

Las capturas de estas especies no son consideradas dentro de la pesquería de sardina y anchoveta, y tampoco son registradas en la pesca deportiva ni en la pesca artesanal o de escama. La carencia de registros no permite evaluar su importancia económica o el impacto que representa la captura de juveniles en sus poblaciones.

Comparativamente, con las siete especies de clupeoideos que se capturan en la pesquería de pelágicos menores del noroeste de México, el resto de las sardinas y anchovetas, casi todas ellas menores de 15 cm de longitud patrón, juegan un papel menor en el consumo humano directo o indirecto. Sin embargo, todas en general participan de manera importante en las relaciones tróficas dentro de estuarios, bahías y aguas costeras; a menudo los huevos, larvas, juveniles y adultos de sardinas y anchovetas predominan en abundancia sobre los de otros grupos de peces, por lo que son consumidos por un amplio número de depredadores.

Distribución geográfica y ecótica

Los aspectos relativos a la distribución de los recursos en general han sido abordados, tradicionalmente, desde dos puntos de vista diferentes. El primero de ellos consiste en describir los límites extremos en los que se ha registrado la presencia de la especie, ofreciendo una imagen esquemática, que se utiliza básicamente con fines biogeográficos y sistemáticos.

Por otra parte, los cambios en la distribución de las especies en cuestión son sumamente marcados, y se dan como resultado tanto de variaciones en el medio ambiente como de interacciones muy importantes entre los elementos que conforman la asociación sobre la que actúa la pesquería. Ello hace necesario considerar la distribución en términos más dinámicos, a fin de entender los mecanismos involucrados y, en consecuencia, los cambios en la abundancia y disponibilidad de los recursos pesqueros.

Puesto que los dos enfoques obedecen a diferentes propósitos, en el presente trabajo se han mantenido ambos. A continuación se presentan de manera independiente. En primer término se describen, para cada especie, los límites de la

distribución extrema reportada junto con una descripción general de la distribución estacional, a lo que en conjunto llamamos distribución estática. Posteriormente se presentan las variaciones de esta distribución, en sus componentes estacional, interanual y en escalas de tiempo mayores, esto es, la distribución dinámica del recurso.

Distribución estática

Sardina monterrey *(Sardinops caeruleus)*

Es una especie pelágica costera que forma cardúmenes grandes y puede realizar movimientos amplios dentro de su área de distribución.

Distribución total (Fig. 1A): Se le encuentra en la costa pacífica de América, desde la costa sureste de Alaska (EUA) hasta la punta sur de la Península de Baja California y el Golfo de California, tan al sur como Mazatlán.

Distribución estacional: En la primavera el recurso se localiza en el Golfo de California, de Cabo Tepoca a Yavaros (Son.) y de Bahía San Luis Gonzaga a Punta Chivato, en las costas de Baja California. En el verano, desde Puerto Libertad (Son.) a Isla Patos (Son.), y desde Bahía San Luis Gonzaga a Bahía San Rafael (BC). En el otoño, desde Puerto Libertad hasta Isla Lobos (Son.) y desde Bahía San Luis Gonzaga a Isla San Marcos, en la porción occidental del Golfo. En el invierno, desde Cabo Lobos (Son.) hasta Agiabampo (Sin.), y en la costa de la Baja California en los alrededores de Isla Tortuga e Isla San Marcos.

Anchoveta *(Engraulis mordax)*

Especie pelágica, usualmente se localiza dentro de una franja costera de 30 km de ancho, aunque excepcionalmente se encuentra hasta 480 km fuera de la costa y a profundidades de hasta 200 m. Forma cardúmenes grandes y penetra a bahías y ensenadas.

Distribución total (Fig. 1B): Se distribuye en el Pacífico nororiental, desde la parte norte de la Isla de Vancouver (Canadá) hacia el sur, hasta Cabo San Lucas, BCS. Desde 1985 ha adquirido importancia pesquera en el Golfo de California.

Distribución estacional: Hasta donde se sabe, esta especie no presenta un patrón estacional definido en la costa occidental de la Península de Baja California. En el Golfo se observa que, durante el invierno-primavera, la distribución alcanza su máxima cobertura: de Isla Tiburón hasta Yavaros (Son.) y de Bahía San Luis Gonzaga (BC) hasta Loreto (BCS). Durante el verano se concentra únicamente en el canal de Salsipuedes y en los alrededores de Isla Ángel de la Guarda.

Sardina Crinuda *(Opisthonema libertate, O. medirastre, y O. bulleri)*

Especies pelágico-costeras, forman cardúmenes grandes y realizan amplios movimientos a lo largo del área de distribución.

Distribución total (Fig. 1C): Las tres especies se distribuyen en el Pacífico central oriental:

- *O. libertate* (sardina crinuda azul): Del norte, desde Santa Rosalita en la costa pacífica de Baja California, dentro del Golfo de California, y hacia el sur hasta Punta Sal y Punta Picos, Perú.
- *O. medirastre*: Al norte desde Bahía de Los Ángeles (CA), EUA, y en el sur hasta Bahía Sechura, Perú, incluyendo el Golfo de California.

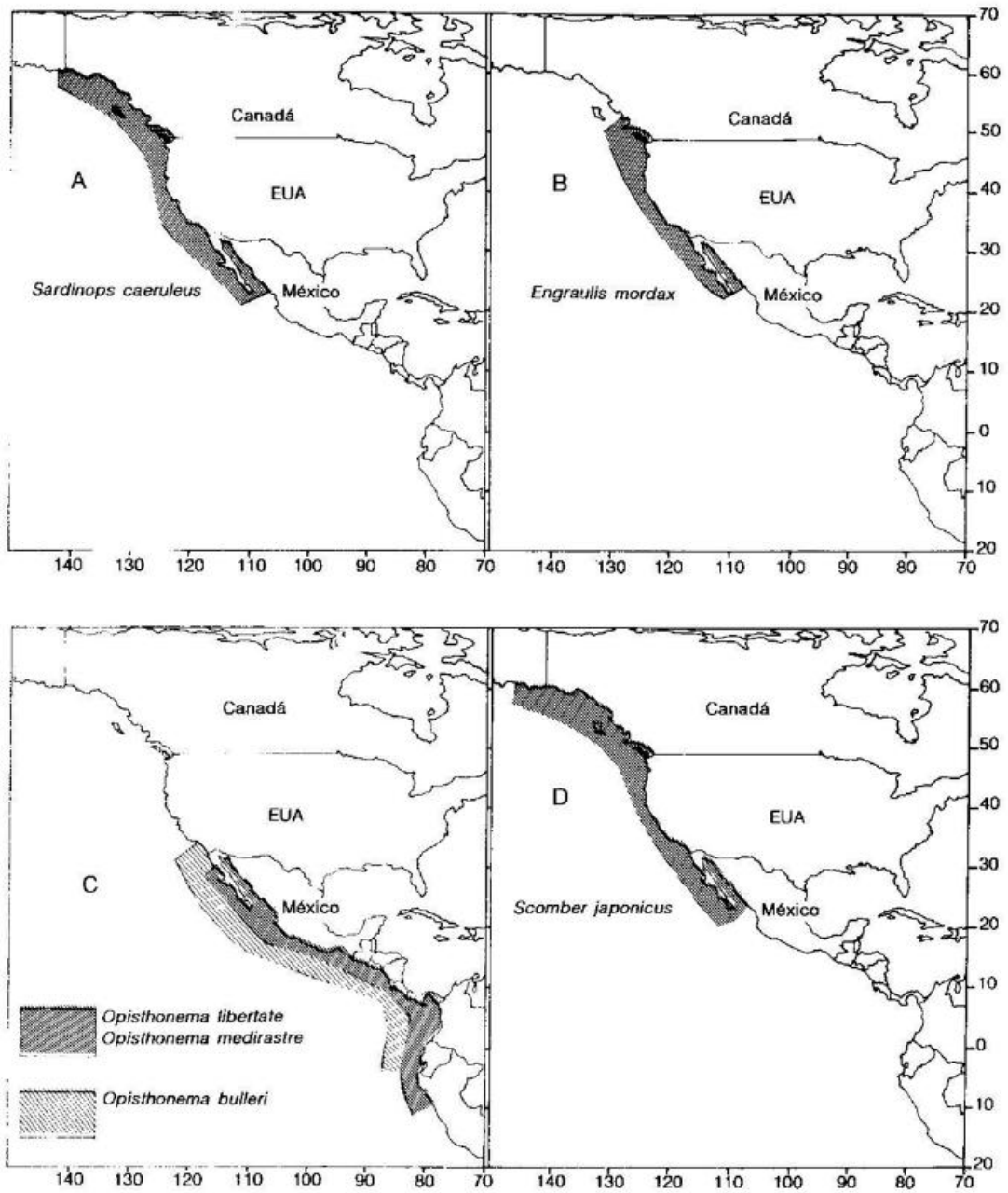


Figura 1

Distribución geográfica de sardina monterrey (A), anchoveta (B), sardina crinuda (C) y macarela (D)

O. bulleri (sardina crinuda blanca): Bahía Magdalena, en la costa pacífica de Baja California Sur; alrededor de las Islas Tiburón y Ángel de la Guarda, dentro del Golfo de California, y al sur, hasta Punta Sal y Punta Picos, Perú.

Distribución estacional: En la primavera, en el Golfo de California, se encuentra desde Bahía Kino (Son.) hasta Teacapán (Sin.). En el verano, la especie se puede distribuir desde Teacapán hasta Puerto Libertad (Son.) y al norte de Bahía Concepción (BCS). En el otoño, su distribución es igual a la del verano, en la costa oriental, y desde Bahía San Luis Gonzaga hasta Bahía Santa Inés, en la porción occidental del Golfo. En el invierno, se localiza desde Desemboque (Son.) hasta Chametla (Sin.), y en la costa de la Baja California en los alrededores de Isla San Marcos.

Macarela *(Scomber japonicus)*

Especie pelágica costera, que puede encontrarse en aguas retiradas de la costa (150-360 km). Forma cardúmenes grandes.

Distribución total (Fig. 1D): Se distribuye en el Pacífico nororiental, desde el sur de Alaska hasta el Golfo de California.

Distribución estacional: En invierno-primavera, se encuentra en el Golfo de California, costa oriental, desde Puerto Libertad (Son.) a Bahía de Agiabampo (Sin.); y en la costa occidental de Bahía San Luis Gonzaga a Bahía Concepción. En verano-otoño, dentro del Golfo, en los alrededores de las grandes islas del Golfo de California.

En la costa occidental de la Península de Baja California se le encuentra durante todo el año, desde la frontera con los Estados Unidos hasta Punta Eugenia, BCS. En la región de Bahía Magdalena se presenta durante los meses de primavera y verano.

Sardina Bocona *(Cetengraulis mysticetus)*

Especie pelágica costera, vive usualmente dentro de los 8 km de distancia a la costa, forma grandes cardúmenes, encontrándose principalmente sobre fondos poco profundos, planos lodosos arenosos, cerca de las desembocaduras de ríos.

Distribución total (Fig. 2A): en el Pacífico central oriental, desde Bahía Magdalena (BCS) y Golfo de California hacia el sur, hasta Bahía de Sechura (Perú). Existen registros en Los Ángeles, CA (EUA), que posiblemente sean resultado de ejemplares liberados de los tanques de carnada viva que se usa para la pesca de atún en los barcos palangreros.

Distribución estacional: En esta especie no se ha observado un patrón estacional definido; sin embargo, es muy común en la actualidad al sur de Mazatlán (Sin.), llegando hasta Piaxtla (Sin.) en los meses más cálidos de verano. Existen reportes sobre su presencia en la cabecera del Golfo de California, donde llega a ser objeto de pesca comercial.

Sardina Japonesa *(Etrumeus teres)*

Especie pelágica marina, principalmente de aguas costeras y de distribución mundial.

Distribución total (Fig. 2B): en la costa pacífica de América; al norte, desde Bahía Monterrey, CA (EUA) hacia el sur, hasta Cabo San Lucas (BCS) y dentro del Golfo de California. Nuevamente ocurre en el Ecuador y alrededor de las Islas Galápagos y hacia el sur, hasta la parte norte de Perú.

Distribución estacional: Se tiene poca información sobre la variación estacional de esta especie a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California. Casas (1987) encontró que el recurso se presenta con cierta abundancia durante los meses de junio y julio en la región de Bahía Magdalena, no presentándose en esa área el resto del año. En la primavera, en el Golfo de California, se puede encontrar de Guásimas a Yavaros (Son.), mientras que en las costas de Baja California ocurre en los alrededores de la Isla San Marcos y Bahía San Rafael. En el verano, se puede capturar desde Puerto Libertad a Isla Patos (Son.), y de Bahía Las Ánimas hasta la parte sur de la Isla Ángel de la Guarda en la costa occidental del Golfo. En el otoño, se localiza desde Puerto Libertad a Guásimas (Son.), y desde Bahía San Luis Gonzaga hasta Bahía San Rafael (BC). En el invierno, se encuentra desde Cabo Tepopa (Son.) hasta la Bahía de Agiabampo (Sin.), y de Bahía Concepción a Loreto (BCS).

Charrito *(Trachurus symetricus)*

Especie pelágica costera, forma cardúmenes grandes.

Distribución total (Fig. 2C): Se distribuye desde la costa sur de Alaska hasta Cabo San Lucas (BCS).

Distribución estacional: En invierno-primavera, el área de distribución va de la frontera con los Estados Unidos a Cabo San Lucas (BCS). En verano y parte del otoño, el límite sur está situado a la altura de Punta Eugenia, BCS.

Sardina Piña *(Oligoplites spp.)*

Especie pelágica costera, forma cardúmenes grandes en algunas épocas del año, por lo que se llega a capturar y comercializar como sardina.

Distribución total (Fig. 2D): Se distribuye desde el sur de California (EUA) a Guerrero (Méx.).

Distribución estacional: En primavera-verano penetra hasta la cabecera del Golfo.de California. No se conoce información adicional para el Golfo ni para la costa occidental de la Península de Baja California.

Distribución dinámica

Los pelágicos menores mencionados constituyen poblaciones que se desarrollan en el sistema de la Corriente de California-Golfo de California, y son un ejemplo de las asociaciones características de los márgenes de surgencias costeras de los grandes giros oceánicos.

Esta asociación está integrada por especies de los géneros de peces *Engraulis*, *Sardinops*, *Trachurus*, *Etrumeus*, *Scomber*, *Sarda*, *Merluccius*, *Ophistonema* y *Cetengraulis*. Entre otras especies, que probablemente también forman parte de la asociación, de importancia pesquera se encuentra el calamar (*Loligo* sp). Como se puede apreciar, por lo ya mencionado en cuanto a la distribución total de las especies, el sistema se extiende desde la Columbia Británica, en Canadá, al menos hasta el interior del Golfo de California.

La dinámica de las interacciones dentro y entre las especies que forman la comunidad (depredación, canibalismo, competencia, etc.) es muy elevada, lo que determina que los cambios en el ambiente la afecten en su conjunto, con cada uno de los componentes, respondiendo de manera particular, aunque ligada, en función de sus características ecológicas propias.

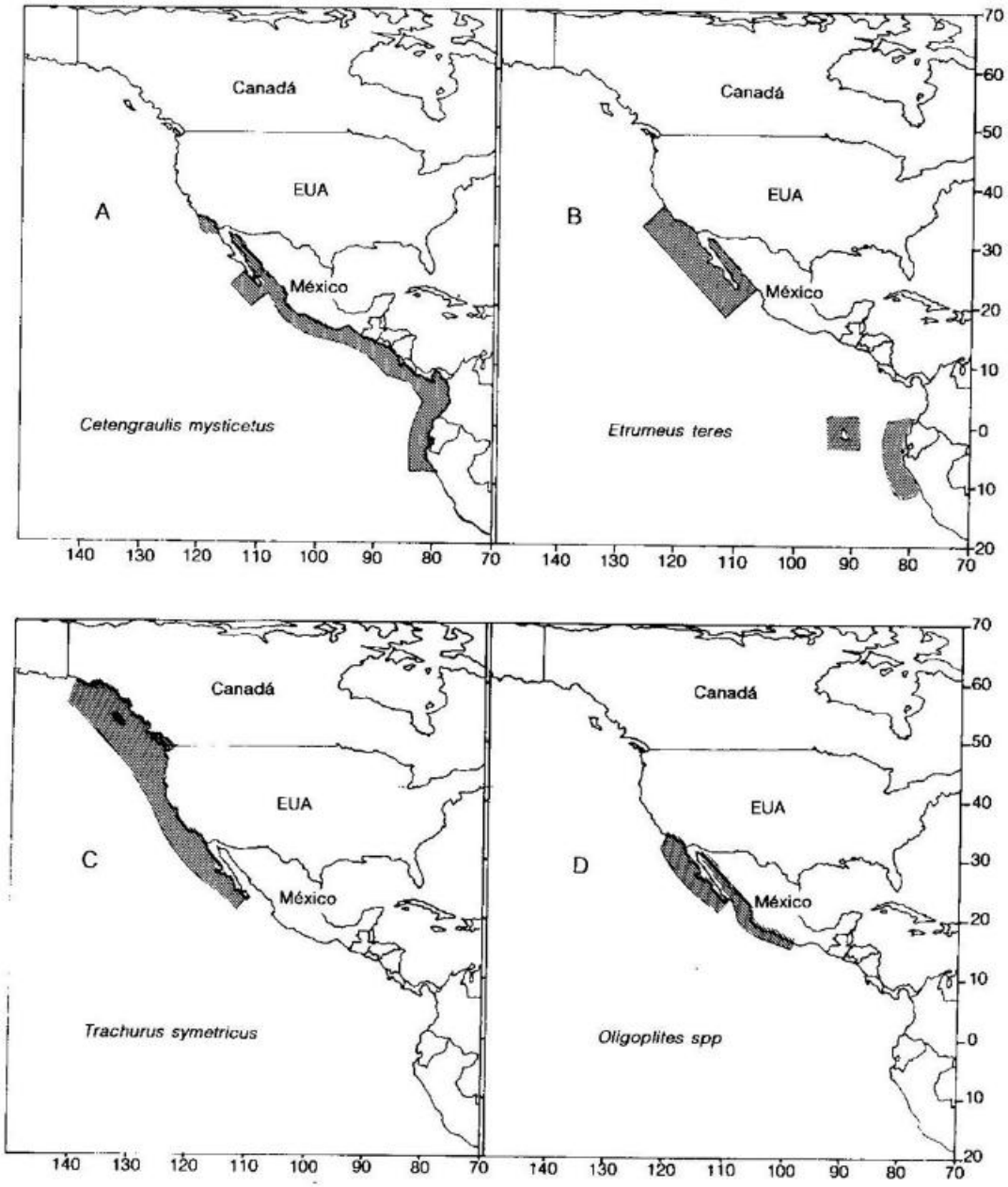


Figura 2

Distribución geográfica de sardina bocona (A), sardina japonesa (B), charrito (C) y sardina piña (D)

Por su parte, el ambiente en estas zonas en sumamente dinámico, debido a que está influido por cambios tanto de las regiones tropicales como de las templadas, al ser propiamente una zona de transición. Los diferentes periodos en los que opera esta variabilidad ambiental, y la respuesta por parte de la comunidad pelágica, dan como resultado cambios de distribución dinámicos, expansiones y contracciones en diferentes escalas de tiempo, desde la estacional hasta la geológica. En algunas escalas de tiempo, los cambios de distribución también están asociados a variaciones importantes en los niveles de abundancia, afectando drásticamente a la actividad pesquera.

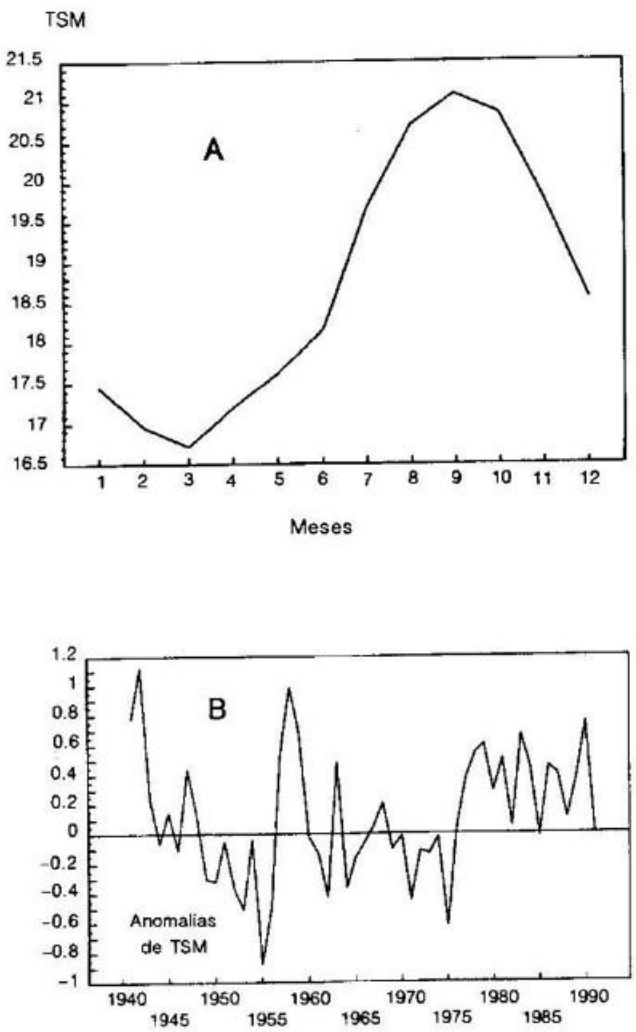
Componente estacional

El componente estacional en estos sistemas es importante. A diferencia de lo que podría ocurrir en condiciones más tropicales, las características de transición climática determinan una marcada estacionalidad en algunas variables importantes del ambiente abiótico, como temperatura, surgencias, luminosidad, vientos, corrientes, etc.

En la figura 3A se presenta el patrón estacional de la temperatura superficial del mar, según lo refleja un índice térmico calculado para una porción del Pacífico mexicano y considerando el área entre los 105-135°W y los 20-40°N, y los promedios de temperatura en tiempos y áreas equivalentes (Lluch-Cota, en prep.). Por su parte, la figura 3B muestra las variaciones interanuales de los valores de este índice, que se analizarán en la sección correspondiente.

La temperatura ha sido considerada de manera tradicional no sólo como un factor importante en sí mismo, sino también como un buen indicador de los cambios del ambiente abiótico, capaz de reflejar las variaciones de otros parámetros tam-

Figura 3
Índice térmico para el Pacífico mexicano: patrón estacional de largo plazo (A) y variabilidad interanual (B), para el periodo 1940-1991



FUENTE: Luch-Cota *et al.* (en prep.).

bién importantes. En este sentido, se han correlacionado de manera exitosa las variaciones de temperatura con las de productividad, salinidad, surgencias y vientos, entre otros. En la figura 3A es evidente la importancia de las variaciones estacionales de la temperatura (y en consecuencia de otros factores) para la zona mencionada, que incluye el área de acción de la pesquería.

Sardina monterrey

Una de las especies que responde de manera más clara a estas variaciones es la sardina monterrey, que se ha identificado como una especie determinante en la dinámica del sistema. A partir de los diferentes trabajos que al respecto se han realizado, es posible conceptualizar un modelo general para describir sus desplazamientos, en función de la variabilidad estacional, como se presenta a continuación.

Los movimientos de las poblaciones se dan, en términos generales, a partir de centros permanentemente ocupados por la especie, o sea, centros de dispersión. En el caso del Golfo de California, éste se presenta alrededor de las grandes islas, en tanto que para la costa occidental ocurre en Punta Eugenia. Estos centros se constituyen en tales al presentar condiciones favorables para la sardina durante todo el año; dentro de los factores que se han identificado como determinantes en este sentido, además de la temperatura superficial del mar, están los niveles de surgencias, ya sean producidos por viento o por factores orográficos.

A partir de ellos, la sardina expande su área de distribución, tanto de adultos reproductores como de juveniles, durante la época del año en la que las condiciones favorables se presentan también en las inmediaciones, permitiendo por lo tanto un movimiento de la población hacia áreas desocupadas. Éste se realiza durante todo el periodo en el que las condiciones favorables permanecen, registrándose un repliegue hacia el centro de dispersión cuando cesan.

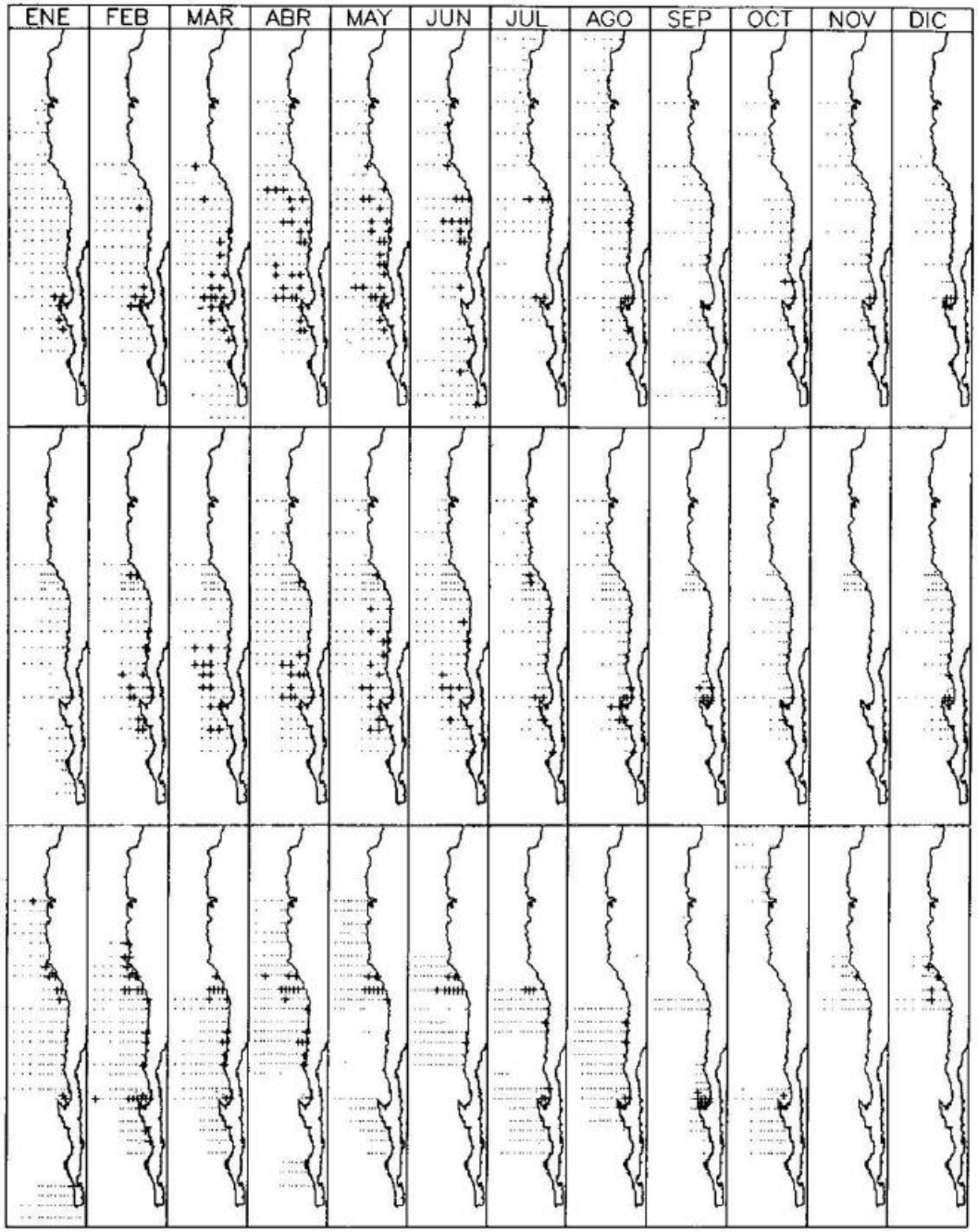
Lluch-Belda *et al.* (1991a) presentaron un modelo para el caso de la costa occidental. En él, establecen Punta Eugenia (BCS) como un centro de desove permanente, por lo tanto también permanente en términos de ocupación, gracias a una combinación de altos valores de productividad y temperaturas adecuadas a lo largo del año. Entre abril y junio se da el establecimiento de corredores de surgencias a lo largo de la costa y hacia el norte, por lo que muchos cardúmenes desovantes migran a lo largo de éstos, llegando al norte hasta Punta Concepción (CA), EUA.

Una vez que la actividad de surgencias cesa, los cardúmenes se mueven hacia el sur (agosto-septiembre). Los huevos y larvas se desarrollan mayormente en los lugares en los que fueron desovados, con algún componente de advección. Por su parte, los desovadores de verano se mueven a lo largo de la costa y hacia el sur, hasta Bahía Magdalena, donde probablemente se presente otro centro permanentemente ocupado por la sardina, gracias a la alta productividad de esta laguna costera.

En la figura 4, panel superior, se presenta la distribución de los desoves en la zona de la Corriente de California, de acuerdo a los datos de los cruceros realizados por el programa CalCOFI, para 1951. Este año se puede considerar "normal", en cuanto a que no se presentaron eventos mayores de calentamiento o enfriamiento (véase Fig. 3B) que alterasen sensiblemente la estacionalidad del ambiente abiótico. Se puede apreciar que la distribución del desove es congruente con el esquema planteado. Adicionalmente, el análi-

Figura 4

Cobertura de los cruceros CalCOFI (puntos) y estaciones positivas para huevos de sardina monterrey (cruces), para los años de 1951 (panel superior), 1953 (panel medio) y 1959 (panel inferior)



· Estaciones negativas

\+ Estaciones positivas

FUENTE: Lluch-Belda *et al.*, 1992 (*South Afr. J. Mar. Sci.*, en prensa).

sis de todo el periodo cubierto por CalCOFI muestra la misma coherencia general, con Punta Eugenia como centro de desove y ocupación que permanece como tal a lo largo del año. Cabe destacar, sin embargo, que la magnitud de los movimientos y la persistencia de la sardina fuera de este centro de distribución son sumamente variables, particularmente cuando se analizan años "anómalos", en los términos señalados anteriormente.

En el caso del Golfo de California, a finales del otoño inician los vientos del noroeste y desciende la temperatura, con lo que la población inicia un movimiento hacia el sur a partir de las grandes islas (su centro de dispersión). Las inmediaciones de las grandes islas presentan temperaturas menos cálidas y productividades mayores que el resto del Golfo de California, gracias a que la topografía determina el establecimiento de surgencias permanentes.

Los movimientos de la sardina en la zona fueron descritos originalmente por Sokolov y Wong-Ríos (1972, 1973) como un ciclo migratorio, según el cual la sardina migra hacia el sur por la costa de Sonora-Sinaloa desovando en el trayecto. Huevos y larvas son transportados hacia la costa de Baja California, de donde los juveniles regresan al centro de dispersión. A partir de este planteamiento, diferentes autores han propuesto ciertas modificaciones y precisado algunos aspectos. En términos generales, sin embargo, existe una concordancia entre este proceso y los eventos oceanográficos dentro del Golfo de California (Hammann *et al.*, 1988).

Los desplazamientos a partir del centro de dispersión ocurren por la costa de Sonora, como fue propuesto originalmente por Sokolov y Wong-Ríos (1972, 1973), así como por la costa de la Península de Baja California (Cisneros-Mata *et al.*, 1988, 1991). A lo largo de este movimiento se presentan desoves, que incluyen tanto la zona costera como la parte central del Golfo (Nevárez-Martínez, 1990; Hammann, 1991). Los análisis de la distribución de estaciones positivas para huevos y larvas han demostrado que el desove ocurre más intensamente entre los meses de noviembre y mayo, aun cuando se pueden presentar todo el año.

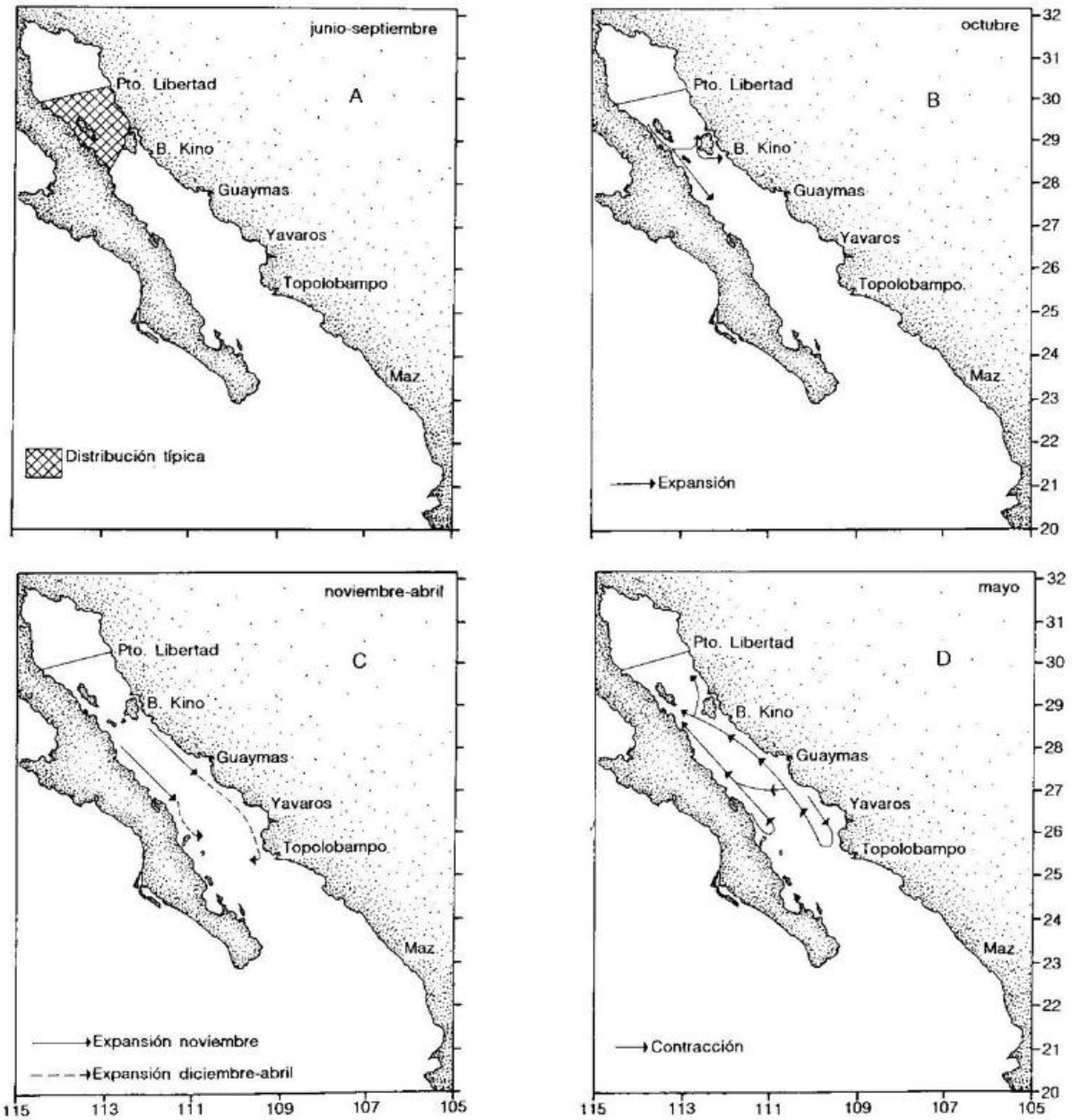
En lo referente al transporte de los huevos de una costa a otra, la distribución y abundancia de los diferentes estadios de desarrollo sugiere que éste no es un factor tan importante para la sobrevivencia como la retención de los productos del desove en condiciones favorables, asociadas a los giros que se presentan en la parte central del Golfo (Hammann 1988, 1991, Nevárez-Martínez, 1990, Hammann y Rosales, com. per.).

A finales de la primavera se registran el cambio en la dirección de los vientos, de noroeste a suroeste, y el ascenso de la temperatura, con lo que los cardúmenes inician el movimiento hacia el norte. Para el verano, el recurso se concentra principalmente en la región del Canal de Ballenas-Salsipuedes (Sokolov y Wong-Ríos, 1972, 1973; Cisneros-Mata *et al.*, 1987, 1989, 1991).

En la figura 5 se muestran los movimientos propuestos de adultos y juveniles (Cisneros-Mata *et al.*, 1991), en lo que correspondería a condiciones "normales" (en ausencia de eventos oceanográficos extremos). En cuanto a la distribución de los desoves, la figura 6 muestra la correspondiente a 1981, un año con estas características (véase Fig. 3B). Se aprecia que la cobertura del desove es coincidente con el patrón de expansión (Fig. 5C); así como la inexistencia de una distribución diferente entre huevos y larvas, como

Figura 5

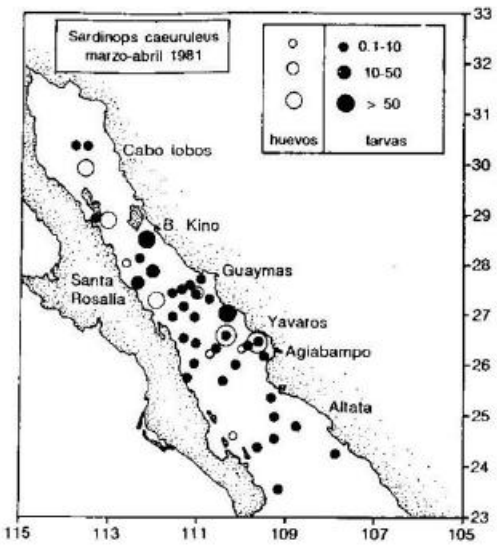
Patrón de distribución estacional de la sardina monterrey en el Golfo de California: (A) junio-septiembre (B) octubre (C) noviembre-abril y (D) mayo



FUENTE: Modificado de Cisneros-Mata *et al.* (1991).

Figura 6

Distribución y abundancia relativa de huevos y larvas de sardina monterrey durante el crucero AA8103, realizado entre el 18 de marzo y el 3 de abril de 1981



FUENTE: Modificado de Olvera-Limas y Padilla (1986), según Nevárez-Martínez (1990).

ocurriría si existiera un transporte larval importante.

Al igual que en la costa occidental, la información disponible para el Golfo de California, derivada de la distribución de las capturas, de los cruceros de pesca exploratoria y de la distribución de huevos y larvas, indica que el patrón de contracción y expansión de la sardina es sumamente variable entre años, particularmente en presencia de eventos oceanográficos no estacionales importantes.

Anchoveta (costa occidental)

En comparación con la sardina monterrey, los movimientos de los cardúmenes de anchoveta en la costa occidental son mucho menos notables, sin centros de dispersión definidos. La figura 7 muestra el patrón mensual promedio del porcentaje de estaciones positivas para huevos de anchoveta, a partir de los datos de los cruceros CalCOFI, agrupados por línea de muestreo (la red de muestreo puede ser consultada en cualquier número de *CalCOFI Reports*). Se aprecia una distribución del desove comparativamente homogénea, a pesar de la cual dos núcleos de desove son evidentes: uno mayor y permanente, ubicado en el sur de California, y uno secundario, a la altura de Punta Eugenia, con un carácter estacional más marcado que el primero.

Melcer *et al.* (1976) describieron los movimientos poblacionales de expansión y repliegue en Baja California mediante mapeo hidroacústico, con base en datos recopilados de 6 cruceros realizados durante el periodo 1975-1976. A partir de ellos, mostraron los movimientos estacionales asociados a variaciones de temperatura, encontrando una distribución más costera y superficial durante primavera y verano (Fig. 8 A, B, C y F).

Este movimiento permite un mayor acceso al recurso por parte de la flota, determinando el pico máximo de capturas. En cambio, durante el otoño y el invierno, las poblaciones se repliegan hacia la porción norte de Baja California Sur y Baja California, y hacia zonas más oceánicas y profundas, con lo que el recurso se vuelve menos accesible (Fig. 8 D y E). Para California, Baxter (1967) describió un comportamiento muy similar, con movimientos en dirección norte durante el otoño y hacia mar afuera en el invierno. En la primavera, los movimientos son hacia la costa, coincidiendo con la temporada de desove más intenso.

En lo referente a la relación entre la distribución y la temperatura, Baxter (1967) reportó que para los cardúmenes situados al norte de los 31°N, las mayores concentraciones se presentan entre

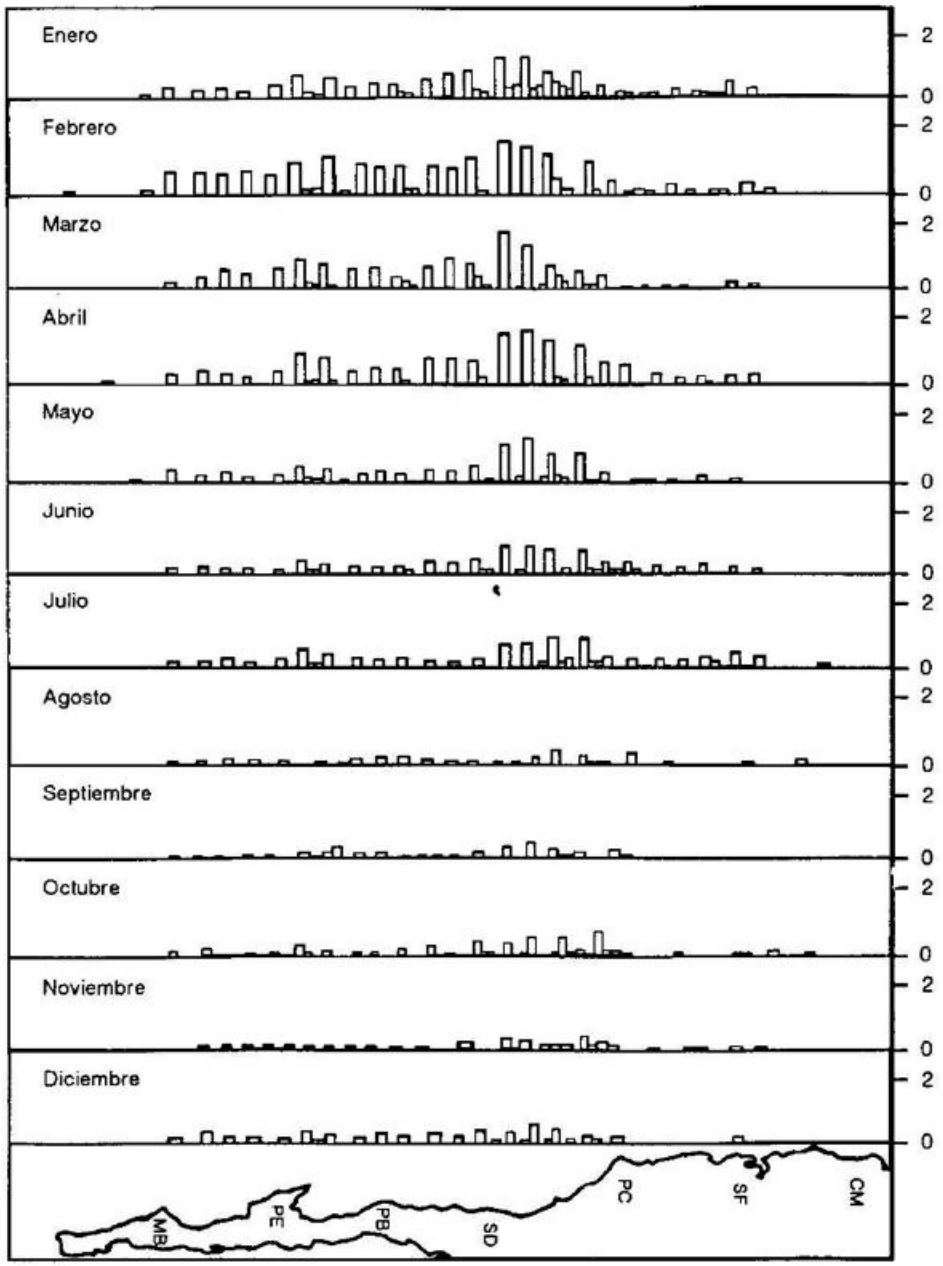
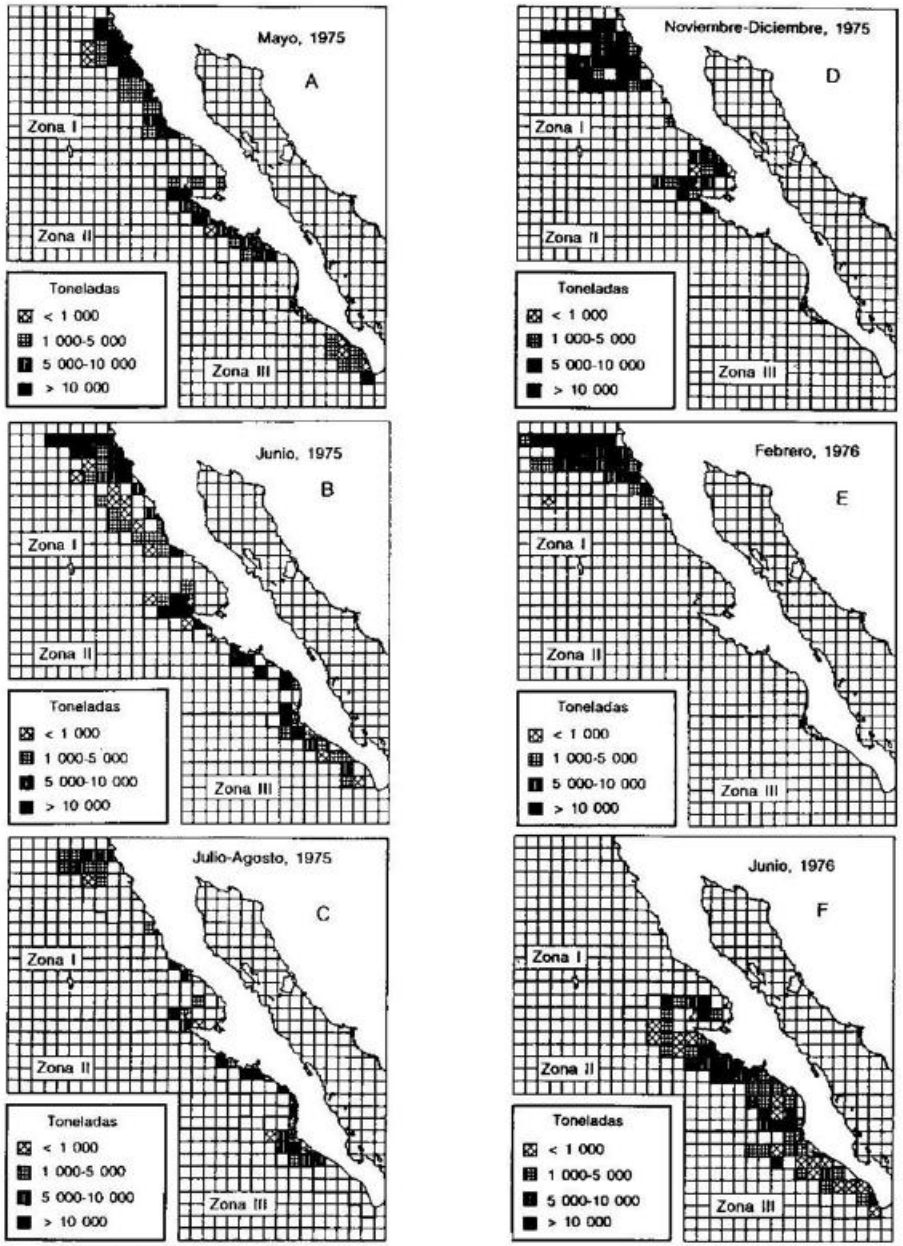


Figura 7

Porcentaje de estaciones positivas de huevos de anchoveta para todos los cruceros CalCOFI en el periodo 1951-1989, agrupados por mes del año y por línea CalCOFI

FUENTE: Hernández-Vázquez (en prep.).



FUENTE: Melcer *et al.*, 1976.

Figura 8

Distribución y abundancia estimada (método hidroacústico) de la población de anchoveta, establecida en los cruceros AH/75/03,04,05 07 y 76/02,06

los 14.4°C y 18.5°C. En cambio, los cardúmenes situados al sur de los 31°N presentan límites de temperaturas entre 13°C y 25°C, con las mayores frecuencias entre 15°C y 25°C (Tabla 3). También encontró diferencias en la distribución por edades, señalando que los organismos de un año de edad o menores son, al parecer, más tolerantes a intervalos de temperaturas mayores que los adultos.

Esta tolerancia de los organismos más jóvenes puede ser relevante en términos del estado actual del recurso, ya que podría explicar, en alguna medida, los incrementos en las tasas de explotación de juveniles que se han registrado en los últimos años, como se discutirá en la sección correspondiente.

Anchoveta (Golfo de California) y otras especies

Los movimientos de la anchoveta en el Golfo, así como los patrones correspondientes a otras especies, han sido comparativamente menos estudiados. En el caso de la macarela en la costa occidental, los movimientos a lo largo del año muestran cierta relación con los de la sardina monterrey, sugerida por el comportamiento de las capturas comerciales para ambas especies, que tienden a presentarse de manera simultánea en los diferentes años (Tabla 4). Esta relación aparentemente no ha sido descrita y probablemente obedezca a que la macarela, en su carácter de depredador, se asocie a los cardúmenes de sardina con fines alimenticios.

En el Golfo de California, los movimientos estacionales de la macarela, la anchoveta y la sardina japonesa han sido descritos como muy similares a los de la sardina monterrey, con base en la información derivada de las capturas comerciales y de los cruceros de pesca exploratoria (Nevárez-Martínez y Santos-Molina, com. per.). La figura 9A muestra los patrones de la macarela y la japonesa, en tanto que la figura 9B ilustra los correspondientes a la anchoveta.

En lo referente a la distribución estacional de los desoves de anchoveta en el Golfo de California, el reciente establecimiento de la especie en el área hace que la información disponible sea comparativamente pobre; y sólo se contó con la correspondiente a los meses de enero-febrero de 1987 (Green-Ruiz y Aguirre-Medina, 1989), abril de 1985 (Green-Ruiz y Acal-Sánchez, 1987) y agosto de 1990 (Hammann y Rosales-Casián, 1991).

La figura 10 muestra la distribución correspondiente a dichos periodos (A, B y C, respectivamente). El área principal de desove en los meses de enero-abril, con temperaturas entre 13-18°C, se ubicó a todo lo ancho del Golfo, entre Santa Rosalía y Guaymas (Fig. 10 A y B); mientras que en el mes de agosto (cálido), el centro de desove se presentó en la zona de las grandes islas (Fig. 10C).

Este patrón coincide, en términos generales, con el descrito para la sardina monterrey. La ocupación de las mismas áreas de desove en las mismas épocas del año indica que ambas especies utilizan, preferentemente, los mismos recursos en términos de niveles de productividad, temperatura, turbulencia, etc. Sin embargo, esta ocupación no se ha dado de manera simultánea; al menos no por periodos prolongados (de varios años). En la actualidad, se reportan desoves extensos sólo para anchoveta, mientras que los de sardina se han visto muy reducidos. De manera similar, cuando se presentaron desoves extensos de sardina en el Golfo de California, no se encontraban desoves importantes de anchoveta.

Tabla 3
Estaciones por temperatura (°C) superficial del mar, donde se obtuvieron muestras de anchoveta en los barcos de investigación del Departamento de Fish and Game, EUA, 1955-1964

Temp °C	Al norte de Lat 31°N	Al sur de Lat 31°N	Total	Temp °C	Al norte de Lat 31°N	Al sur de Lat 31°N	Total
8.5	1	—	1	17.0	32	27	59
9.0	1	—	1	17.5	22	29	51
9.5	2	—	2	18.0	20	20	40
10.0	1	—	1	18.5	17	21	38
10.5	2	—	2	19.0	13	17	30
11.0	2	—	2	19.5	13	13	26
11.5	4	—	4	20.0	10	15	25
12.0	5	—	5	20.5	4	15	19
12.5	5	—	5	21.0	1	9	10
13.0	12	1	13	21.5	1	14	15
13.5	6	2	8	22.0	—	8	8
14.0	11	4	15	22.5	—	8	8
14.5	38	7	45	23.0	—	15	15
15.0	23	10	33	23.5	—	8	8
15.5	31	10	41	24.0	—	5	5
16.0	35	7	42	24.5	—	1	1
16.5	28	10	38	25.0	—	1	1
Total	207	51	258	Total	133	226	359

FUENTE: Baxter, 1967.

En lo relativo a los patrones de desove de las otras especies dentro del Golfo, en la figura 11 se presenta la distribución de los correspondientes a macarela (Fig. 11 A y B), (Martínez-Aguilar y De Anda, 1990) y sardina japonesa (Fig. 11C), (Green-Ruiz y Acal-Sánchez, 1987) y figura 11D (Olvera-Limas y Padilla, 1986). Estos años (1981 y 1985) se pueden considerar como "normales"; se aprecia que la distribución de los desoves es congruente con el movimiento propuesto en la figura 9A.

En cuanto a la sardina crinuda, el movimiento estacional se presenta en la figura 12A. Simultáneamente al enfriamiento del agua de mar en el otoño-invierno, la especie se mueve de Isla Tiburón hacia el sur de Sonora y norte de Sinaloa (distinguiéndose un "stock norteño"); y por la parte media de Sinaloa hacia Jalisco ("stock sureño"). A finales de la primavera y principios del verano, con el calentamiento del agua, empieza el movimiento hacia el norte de los dos stocks (Cisneros-Mata *et al.*, 1987, 1988). La distribución de los

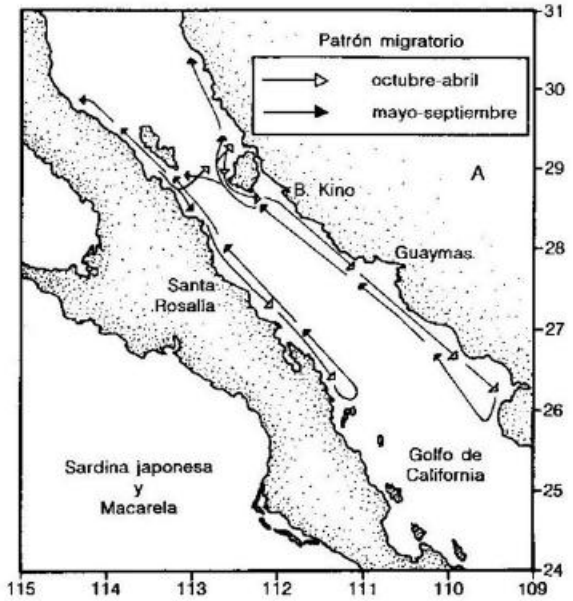
Tabla 4

A) Registro mensual de las capturas de sardina (Sardinops caeruleus) durante el periodo de 1983 a 1991, (t)

Mes/año	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Ene	—	—	3 174.2	85.9	74.6	62.1	—	1 949.8	1 359.6
Feb	—	—	—	—	—	140.0	—	1 306.5	1 315.7
Mar	—	—	—	—	—	154.0	—	815.7	1 074.9
Abr	—	—	—	—	72.6	54.9	27.0	1 077.1	1 062.0
May	75.0	—	—	13.3	243.4	67.8	269.0	346.2	1 102.1
Jun	74.5	—	—	—	584.4	141.4	165.0	404.7	3 356.7
Jul	29.8	—	128.2	23.4	2.1	340.9	947.0	463.8	1 352.0
Ago	94.3	—	39.7	40.3	—	753.4	1 079.1	1 535.0	1 007.3
Sep	—	—	306.8	51.9	146.9	44.5	223.8	1 973.5	5 710.1
Oct	—	—	—	—	783.2	90.2	2 954.4	1 015.2	7 484.7
Nov	—	—	73.4	27.8	422.5	89.5	206.3	171.5	3 329.3
Dic	—	—	—	—	101.9	96.2	350.6	316.3	3 237.4
Anual	273.6	—	3 722.3	242.6	2 431.6	2 034.9	6 222.2	11 375.3	31 391.8

B) Registro mensual de las capturas de macarela (Scomber japonicus) durante el periodo de 1983 a 1991, (ton)

Mes/año	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Ene	—	—	—	1 055.5	9.0	—	335.0	—	202.7
Feb	—	—	2 077.9	354.0	42.0	26.4	—	—	2 553.2
Mar	—	—	—	—	18.6	13.5	122.0	—	27.9
Abr	—	—	—	7.7	94.3	20.0	120.6	—	129.5
May	—	—	—	132.6	40.9	—	626.0	4 327.9	31.1
Jun	81.5	—	—	114.2	242.0	20.7	1 336.0	4 643.6	821.4
Jul	18.7	—	262.2	134.6	755.4	43.8	1 448.2	13 128.3	3 559.3
Ago	34.8	—	37.7	139.8	148.8	305.8	9 115.5	7 629.1	3 796.5
Sep	—	—	68.0	275.5	642.0	3 151.9	114.6	3 109.8	2 625.9
Oct	—	128.0	135.7	1 323.9	38.0	902.2	443.5	928.6	2 614.4
Nov	—	—	—	1 344.9	50.6	—	225.9	821.4	848.8
Dic	—	—	—	—	—	—	—	1 178.2	308.8
Anual	135.0	128.0	2 581.5	4 882.7	2 081.6	4 484.3	13 887.3	35 766.9	17 519.5



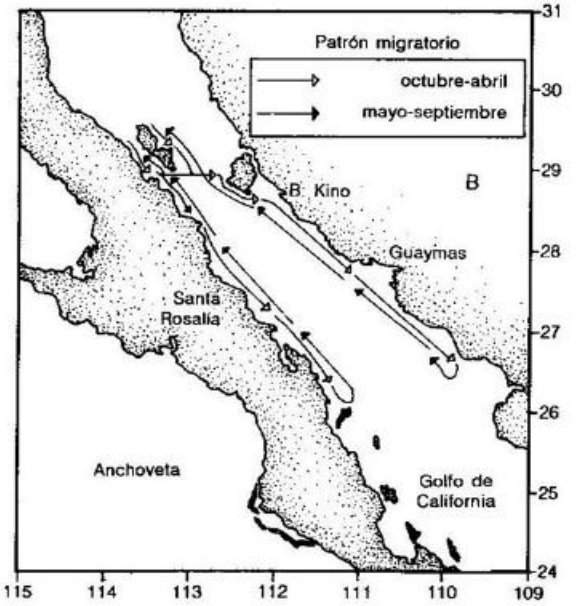
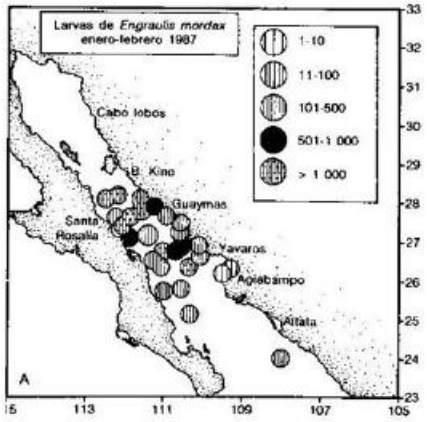
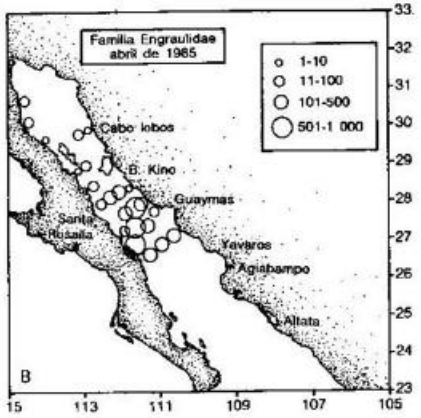


Figura 9

Patrón de distribución estacional de: (A) sardina japonesa y macarela y (B) anchoveta en el Golfo de California

FUENTE: Nevárez-Martínez y Santos-Molina (com. per.).





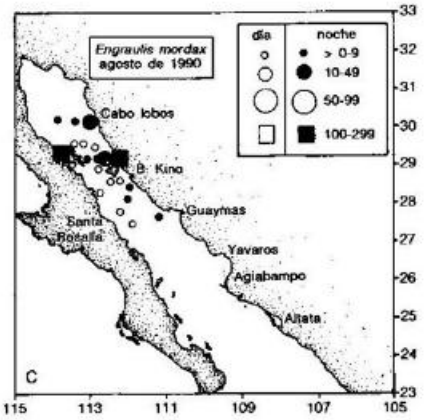


Figura 10

Distribución y abundancia de: (A) larvas de anchoveta durante enero-febrero de 1987 (modificado de Green-Ruiz y Aguirre-Medina, en prep.), (B) huevos de la familia Engraulidae durante abril de 1985 (modificado de Green-Ruiz y Acal, 1987), y (C) de larvas de anchoveta del crucero BIP XI-9008 (agosto) (modificado de Hammann y Casian, 1991)

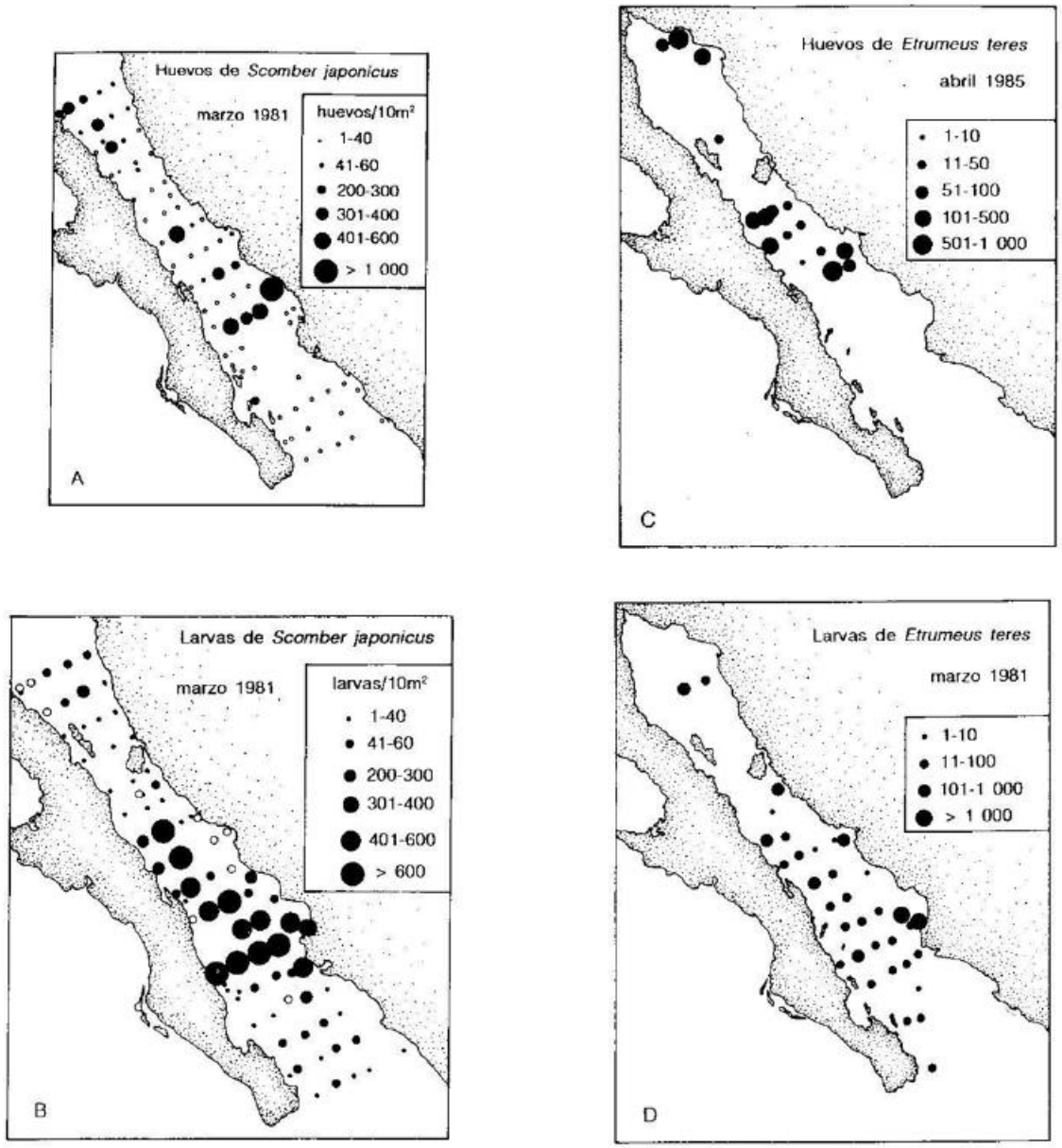
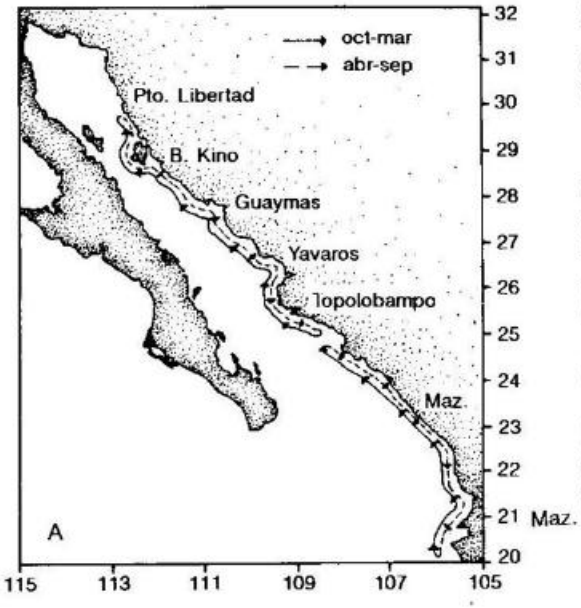


Figura 11

Distribución y abundancia de: (A) huevos y (B) larvas de macarela durante marzo de 1981 (modificado de Martínez Aguilar y De Anda Montaño 1990); (C) huevos de sardina japonesa durante abril de 1985 (modificado de Green-Ruiz y Acal, 1987) y (D) larvas de sardina japonesa durante marzo de 1981 (modificado de Olvera-Limas y Padilla, 1986)



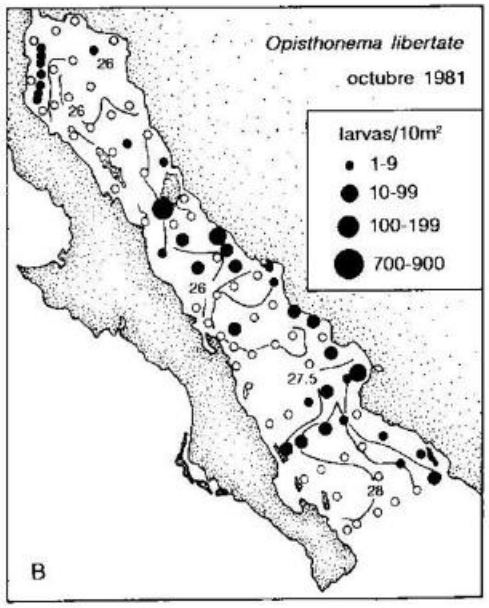


Figura 12

(A) Movimientos aparentes de sardina crinuda en el Golfo de California, según Nevárez-Martínez y Santos Molina (com. per.); (B) distribución y abundancia de larvas de sardina crinuda, con isotermas de temperatura a 10 m (intervalos de 0.5°C), durante octubre de 1981. Modificado de Martínez y De Anda (1986)

desoves para el Golfo de California en 1981, año "normal" (véase Fig. 3B), se presenta en la figura 12B (Martínez-Aguilar y De Anda, 1986), con fines comparativos.

La sardina bocona parece presentar un patrón migratorio muy similar al del "stock sureño" de la sardina crinuda (Fig. 13), según datos de capturas. No se contó con la información para comparar este patrón con la distribución de los desoves de la especie.

Componente interanual

La asociación de pelágicos descrita se desarrolla en el marco de la zona de transición templado-tropical del Pacífico de Norteamérica. En términos

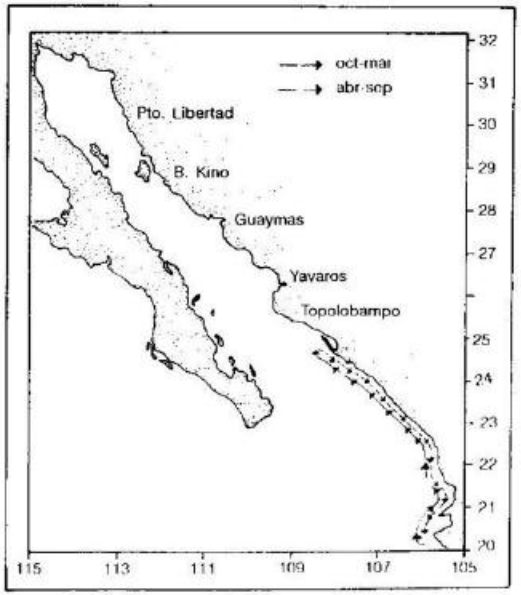


Figura 13

Movimientos aparentes de la sardina bocona en el Golfo de California. Según Navárez-Martínez y Santos Molina (com. per.)

generales, las zonas de transición se caracterizan por presentar una variabilidad interanual muy pronunciada. Dentro de los eventos oceánicos no estacionales el más conocido es el fenómeno de "El Niño"; además, se presentan enfriamientos como "La Niña" y fenómenos de calentamiento de origen extratropical o "Mid Latitude Warming". La magnitud, cobertura y distribución temporal de estos eventos pueden ser sumamente variables.

La figura 3B ilustra la gran variabilidad térmica a la que la región está sujeta. Los cambios en los valores del índice utilizado llegan a ser de más de 1°C de un año al siguiente, pese a que considera un área muy amplia y en consecuencia enmascara un porcentaje importante de la variación. Para localidades en lo particular, por ejemplo Punta Eugenia, las diferencias interanuales pueden rebasar los 5°C, como ocurrió en agosto de 1991 respecto a agosto de 1990 (Lluch-Cota *et al.*, en prep.). En el Golfo de California también se presenta una elevada variabilidad térmica: entre enero de 1991 y enero de 1992, la diferencia alcanzó los 3°C (Green-Ruiz *et al.*, 1992). El efecto de estos cambios sobre las poblaciones de pelágicos se manifiesta, entre otras cosas, con alteraciones considerables en la distribución estacional "normal" de las especies, como se mencionó en la sección anterior.

Sardina monterrey

Estas modificaciones son particularmente evidentes en el caso de las poblaciones de sardina monterrey. Lluch-Belda *et al.* (1991a) propusieron un modelo a fin de explicar la variabilidad interanual en la distribución de la población de la Corriente de California. Este modelo puede ser derivado como una extensión del previamente planteado, referente a los cambios en la distribución estacional de la especie en la costa occidental, de la siguiente manera:

La figura 4 muestra la distribución del desove para tres años con condiciones climáticas diferentes. La parte superior corresponde a 1951, ya mencionado como un año "normal", y que presenta el patrón descrito correspondiente, con el corrimiento de las poblaciones a lo largo de los corredores de surgencia, a partir del centro de dispersión en Punta Eugenia.

En cambio, la parte central de la figura corresponde a 1953, un año comparativamente frío, como se puede apreciar en la figura 3B. Es evidente que el corrimiento de la sardina a partir de su centro de desove se ve restringido con respecto a 1951, al no presentarse condiciones adecuadas para la expansión. En términos de temperatura, los desoves prácticamente se limitan al centro de dispersión.

En contraste, durante un año cálido (1959, parte inferior de la Fig. 4, véase también Fig. 3B), las condiciones adecuadas para el desplazamiento y desove a lo largo de los corredores de surgencias, condiciones de las cuales las temperaturas elevadas son, al menos, un indicador, pueden persistir prácticamente todo el año. En consecuencia, se establece un núcleo secundario de desove en el sur de California, que puede ser permanente en tanto el ambiente se mantenga propicio.

En el caso del Golfo de California, y de manera similar a lo que sucede en la costa occidental de la Península, la variabilidad ambiental interanual determina cambios en la distribución espacial de huevos, larvas y adultos, impactando en consecuencia la distribución y reproducción de la sardina (Cisneros-Mata *et al.*, 1988; Hammann *et al.*, 1988; Nevárez-Martínez, 1990). La respuesta de la especie ante condiciones cálidas y frías es inversa a la mencionada para la costa occidental, debido a que en el caso del Golfo de California la

especie se encuentra en su límite cálido de distribución.

Los eventos cálidos "El Niño", pueden afectar el extremo meridional de la distribución, restringiendo los huevos, larvas y adultos hacia el norte, y retardando la expansión al sur de los adultos. En cambio los enfriamientos, por ejemplo "La Niña", afectan de manera opuesta, al expander el área de distribución más al sur, llegando a alcanzar las costas del centro y sur de Sinaloa (Molina-Valdez *et al.*, 1984; Lluch-Belda *et al.*, 1986; Cisneros-Mata *et al.*, 1988; Nevárez-Martínez, 1990), y ampliando con ello el área y la temporada de desove (Nevárez-Martínez, 1990).

En las figuras 6 y 14 se muestran los desoves para tres años en condiciones climáticas diferentes. La figura 6 corresponde a un año "normal" (1981), descrito previamente. En cambio, la figura 14A muestra la cobertura en 1984, con condiciones cálidas resultado del evento "El Niño", de 1983-1984 (véase Fig. 3B). Es apreciable un desove más restringido en la parte norte del Golfo, con respecto a 1981. En comparación, la figura 14B muestra la distribución para el año de 1975, caracterizado como frío (véase Fig. 3B). En estas condiciones térmicas favorables, el desove se presentó en un área más amplia, más concentrado al sur y durante un mayor tiempo, desde Bahía de Kino hasta Teacapán, Sin. (Nevárez-Martínez, 1990).

Es evidente la importancia que el conocimiento de estos fenómenos tiene para las expectativas de la pesca: los cambios climáticos, al afectar la distribución, modifican también la disponibilidad y la accesibilidad de la sardina monterrey (y de los pelágicos menores en general); afectando además el desove y, en consecuencia, la fuerza del reclutamiento de las siguientes clases.

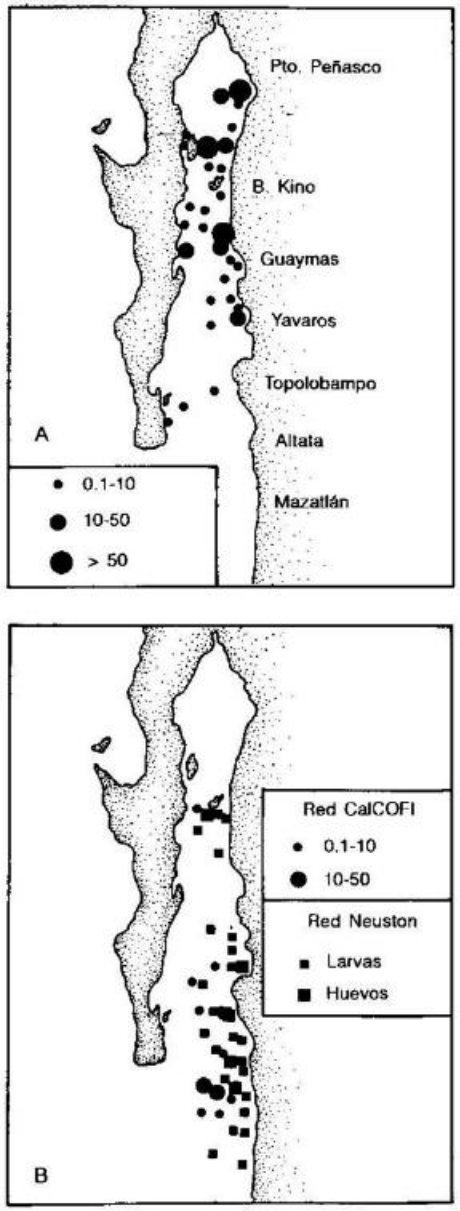


Figura 14

Distribución y abundancia relativa de larvas de sardina monterrey durante: (A) el crucero PU8403, realizado entre el 13 de marzo y el 7 de abril de 1984 y (B) durante el crucero AA7501, del 16 al 30 de enero de 1975

FUENTE: Nevárez-Martínez, 1990.

Adicionalmente, el comportamiento y el patrón de agrupación de cardúmenes también se modifica en función de la variabilidad climática. En el Golfo de California, durante eventos de calentamiento, los cardúmenes son dispersos y pequeños, respecto a los que se presentan en condiciones más favorables, lo que afecta a las operaciones de captura, al registrar bajos rendimientos durante búsquedas prolongadas.

En contraste, cuando existen eventos de enfriamiento, el área de distribución se expande, alcanzando el centro y el sur de Sinaloa. En estas condiciones las capturas son mayores, debido tanto al aumento en la disponibilidad del recurso como a la prolongación de la temporada de pesca en las áreas de Guaymas y Yavaros.

Anchoveta

La anchoveta de la costa occidental de Baja California, en la escala interanual, también muestra variaciones en distribución y abundancia, aparentemente relacionadas tanto con el ambiente como con los cambios en la población de sardina monterrey. Cabe destacar que la interrelación entre sardinas y anchovetas es considerada, al menos por algunos autores, como una característica general para este tipo de asociaciones en el mundo (Kondo, 1980, 1988; Kawasaki, 1983; MacCall, 1986, 1989; Kawasaki y Omori, 1988; Lluch-Belda *et al.*, 1989).

En condiciones "normales" de clima, como las que se presentaron en 1951 (Fig. 15, panel superior), los centros de desove de anchoveta en la costa occidental muestran en general una coherencia con la descripción estacional típica: dos centros con desoves más extensos, uno mayor alrededor de Punta Eugenia y otro menor con características de permanente en el sur de California, y presencia de huevos entre ambos y a lo largo de la costa.

La misma figura 15 (panel inferior) muestra lo que ocurre en un año caliente, ejemplificado por 1959 (véase Fig. 3B). Pese a que la cobertura no es la misma para todos los meses, el desove sugiere una mayor amplitud, abarcando de Bahía Magdalena hasta el norte de San Francisco, con el núcleo de Punta Eugenia prácticamente confundiéndose con el desove costero y manteniéndose el del sur de California, aunque muy extendido hacia el norte. En 1953, año comparativamente frío (Fig. 15, parte central, véase también Fig. 3B) el desove presenta, al igual que en condiciones cálidas, una distribución hasta Bahía Magdalena y poca concentración; sin embargo, el núcleo frente a San Diego (CA) se mantiene evidente, sin extenderse hacia el norte como en 1959.

Aunque recientemente la presencia de la anchoveta en el Golfo de California dificulta la descripción de la variabilidad interanual en su distribución, existe información en el sentido de que la especie aparentemente responde a los cambios de las condiciones térmicas de manera similar a la sardina monterrey. Durante 1992 (año cálido), la distribución de la especie, indicada por las capturas, fue menos amplia que durante 1991. Los resultados de los cruceros de pesca exploratoria también arrojaron una distribución más restringida en enero-mayo de 1992, respecto al mismo periodo de 1991, con una abundancia relativa mayor en la zona de las grandes islas.

Los datos referentes a la distribución de los desoves concuerdan; ésta parece ampliarse bajo condiciones comparativamente frías (Fig. 16A, correspondiente a enero-febrero de 1987 (Green-Ruiz y Aguirre-Medina, 1989)); en tanto que durante eventos cálidos se concentra en la región

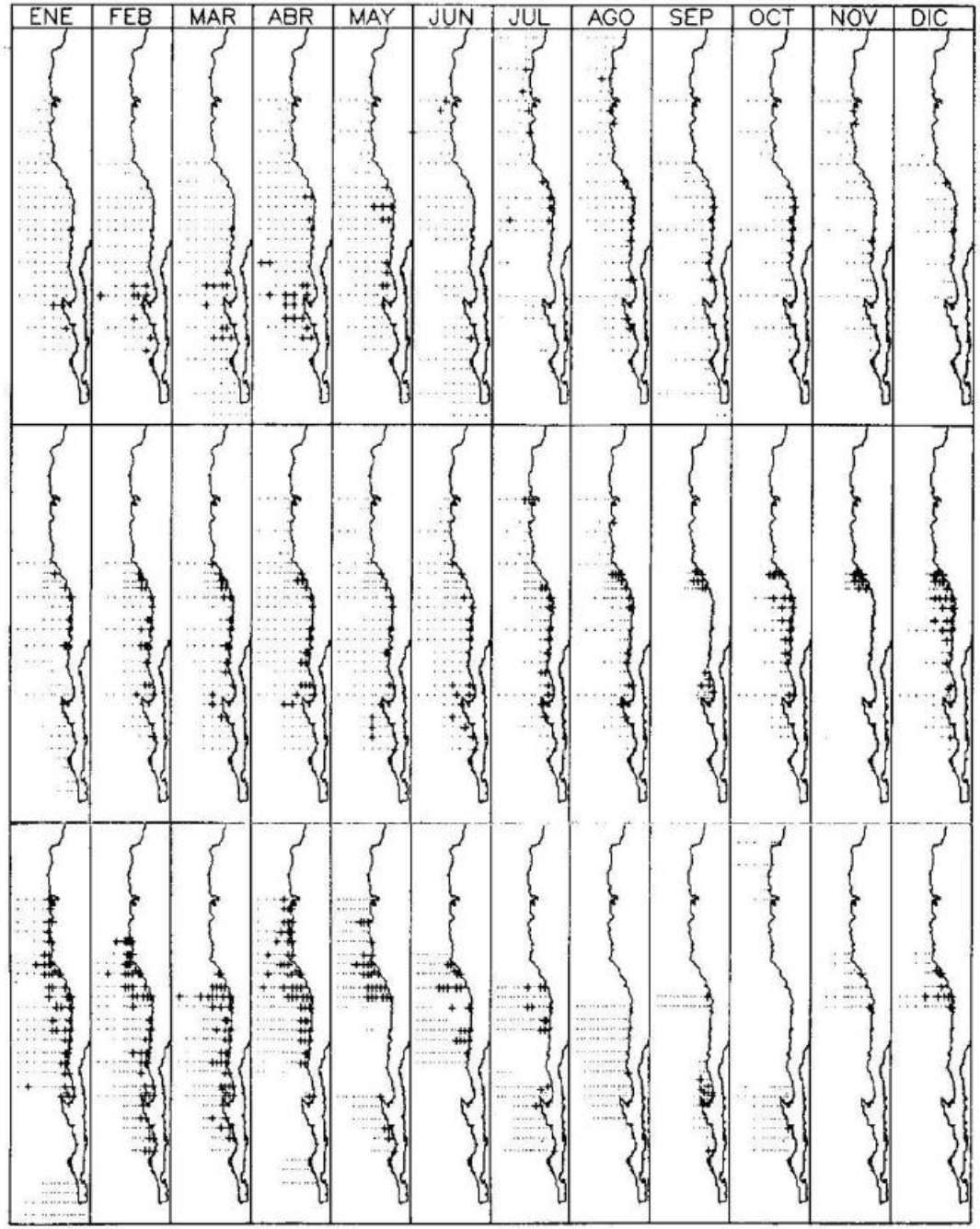


Figura 15

Cobertura de los cruceros CalCOFI (puntos) y estaciones positivas para huevos de anchoveta (cruces), para los años de 1951 (panel superior), 1953 (panel medio) y 1959 (panel inferior)

· Estaciones negativas

\+ Estaciones positivas

FUENTE: Hernández-Vázquez (en prep.).

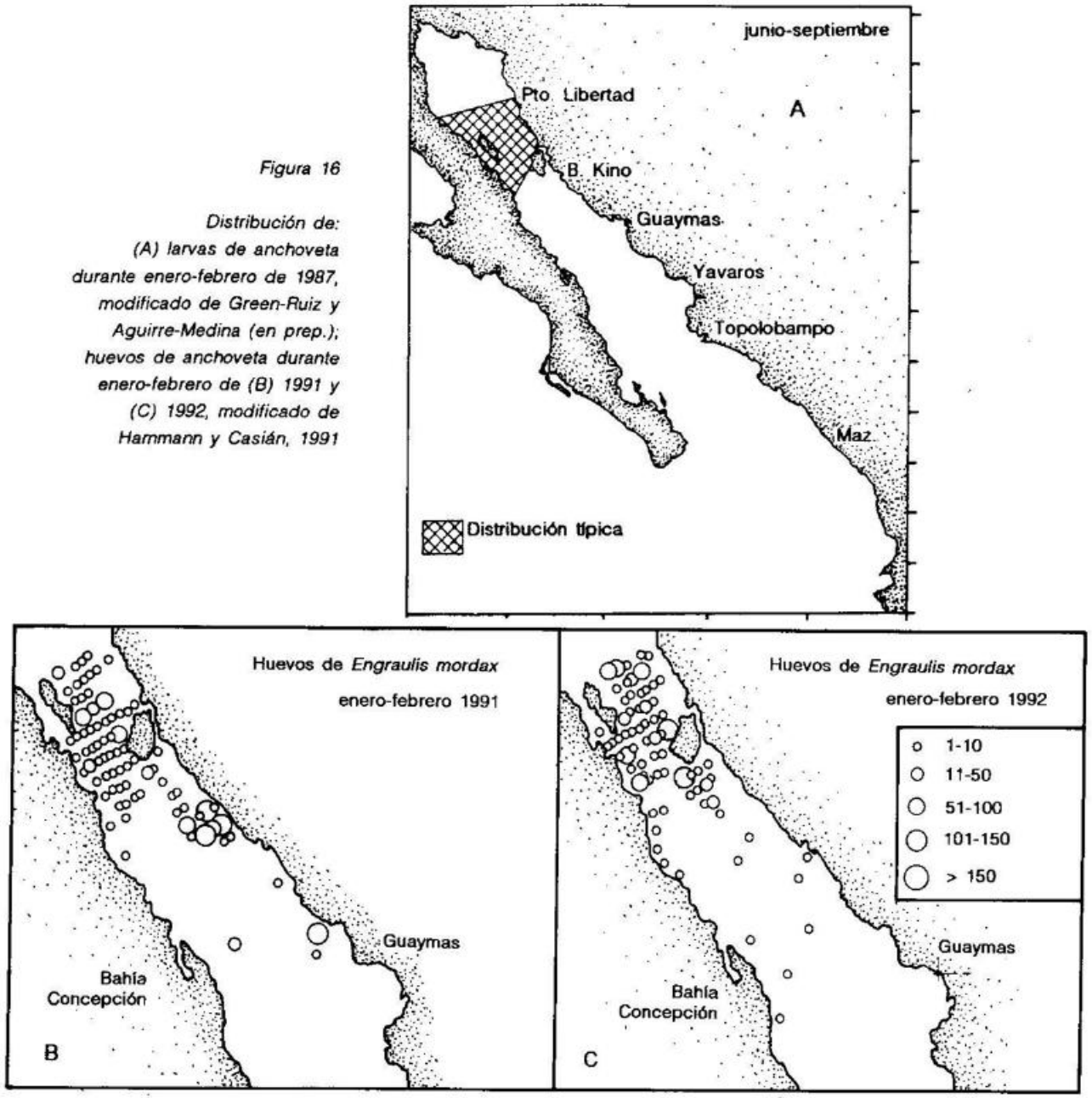


Figura 16

Distribución de: (A) larvas de anchoveta durante enero-febrero de 1987, modificado de Green-Ruiz y Aguirre-Medina (en prep.); huevos de anchoveta durante enero-febrero de (B) 1991 y (C) 1992, modificado de Hammann y Casián, 1991

de las grandes islas (Fig. 16 B y C, correspondientes a enero-febrero de 1991 y 1992, respectivamente (Green-Ruiz *et al.*, en prep.).

La presencia de cantidades importantes de anchoveta dentro del Golfo es, en términos de la pesquería, un evento nuevo que demanda explicación, así como un ejemplo de cambios en distribución y abundancia asociados a variaciones no estacionales del sistema. La distribución de la anchoveta en la costa occidental, en los dos tipos de casos extremos (fríos y cálidos), además de reflejar la influencia del ambiente, sugiere que ambos representan posibilidades de ingreso de la anchoveta al Golfo de California, puesto que se presentan desoves en las inmediaciones de Cabo San Lucas.

En 1986 se efectuaron las primeras capturas de anchoveta en el Golfo de California. Hammann y Cisneros (1989) plantearon la expansión de su distribución como resultado del corrimiento hacia el sur de las isotermas superficiales en la región de Baja California Sur. A partir de esta idea, Cisneros-Mata *et al.* (1991) presentan una hipótesis de la ruta probable de su ingreso (Fig. 17).

Por su parte, Granados (1974) detectó la entrada de la Corriente de California al Golfo en noviembre de 1972, a los 109°W, cerca de la Península de Baja California. Esta masa de agua subsuperficial penetró a una profundidad de 100 metros, formando un núcleo de baja salinidad de 34.4‰, con una concentración de oxígeno disuelto de 3.0 ml/l (la más alta encontrada a esa profundidad). Por su parte, la termoclina presentó un gradiente más pronunciado que el típico para la zona.

La figura 18 muestra las distribuciones horizontal y vertical de la salinidad durante este fenómeno, en tanto que la figura 19 muestra las correspondientes a concentración de oxígeno. Resultados similares se han presentado para otros años, como los de Stevenson (1970), quien además hace una descripción del canal de flujo que se forma a los 109°W, por el que penetró la Corriente de California al Golfo, de enero a agosto de 1967.

De acuerdo con estas evidencias, las posibilidades de entrada de la anchoveta de la Corriente de California al Golfo, en términos de distribución de la población y de factores oceanográficos favorables, pueden darse en diferentes años. En este sentido, resultan sugerentes los resultados preliminares de presencia de escamas de anchoveta en sedimentos anóxicos en la cuenca de Guaymas hasta principios de siglo (Baumgarter, com. per.), además de los registros no confirmados de huevos y larvas de la especie en la boca del Golfo, muy anteriores a la aparición de las capturas comerciales (Hammann y Cisneros-Mata, 1989).



Figura 17

Ruta aparente de ingreso de Engraulis mordax al Golfo de California. Modificado de Cisneros-Mata et al., 1991

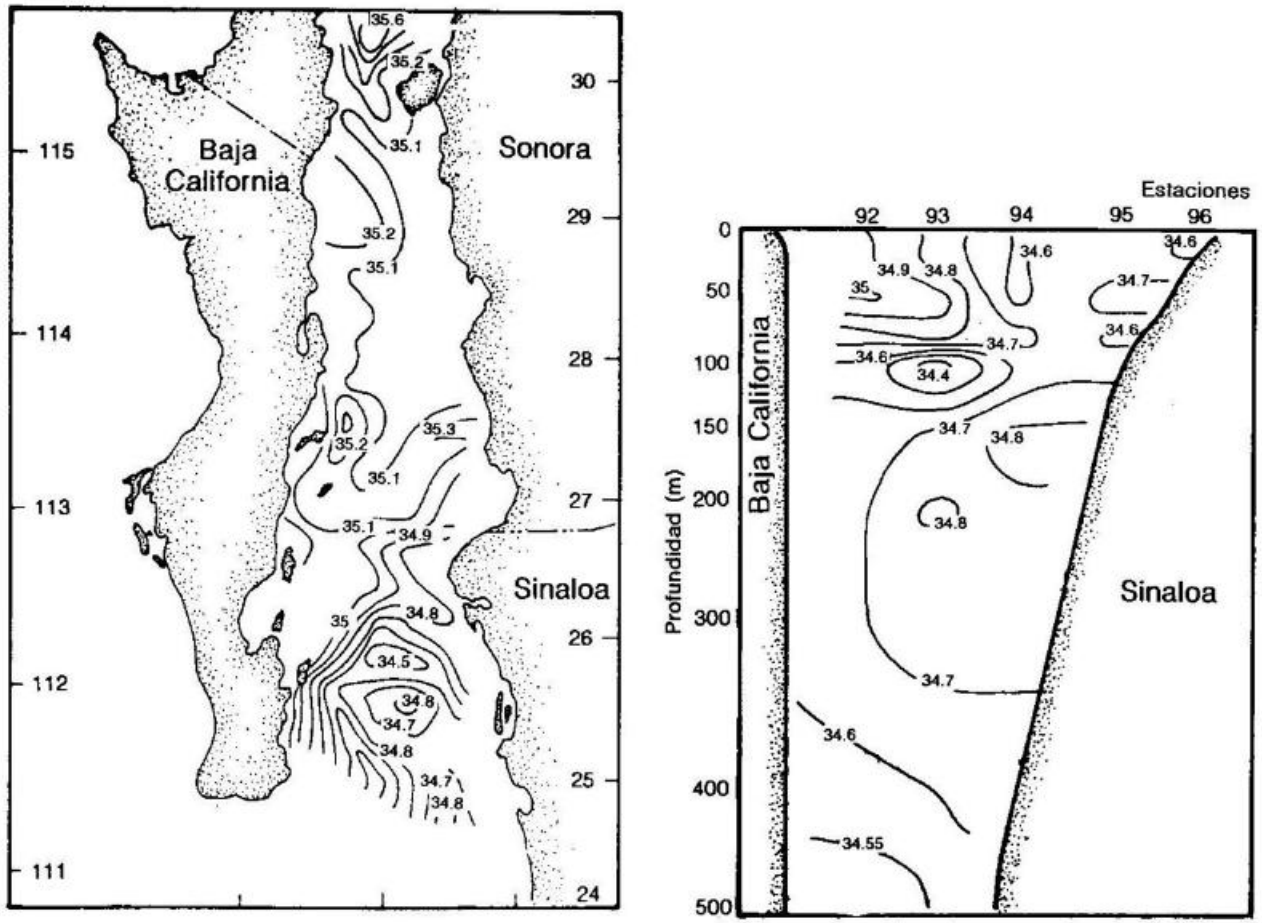


Figura 18

Izquierda: distribución horizontal de la salinidad a 100 m de profundidad, noviembre de 1972. Intervalo: 0.1 ppm. Derecha: perfil vertical de salinidad a lo largo del transecto T. Crucero AH-72-04. Modificado de Granados-Gallegos, 1974

Otro factor que podría haber contribuido al éxito del establecimiento de la anchoveta en el Golfo es la caída de los niveles de abundancia de la población de sardina monterrey, como competidor dominante. Se han presentado evidencias en el sentido de que la anchoveta no desova en presencia de cantidades importantes de sardina (Lluch-Belda et al, 1991b), lo que probablemente obedezca al fuerte papel de esta especie como predador de huevos y larvas (Radovich, 1982). Este aspecto de la discusión se amplía posteriormente, al profundizar sobre la variabilidad en la escala de décadas.

Lo anterior concuerda con la baja frecuencia y abundancia de los desoves de sardina monterrey en el Golfo durante los últimos años, paralela al incremento en la cobertura e importancia de los desoves de anchoveta, en las mismas zonas en las que tradicionalmente se presentaba la sardi-

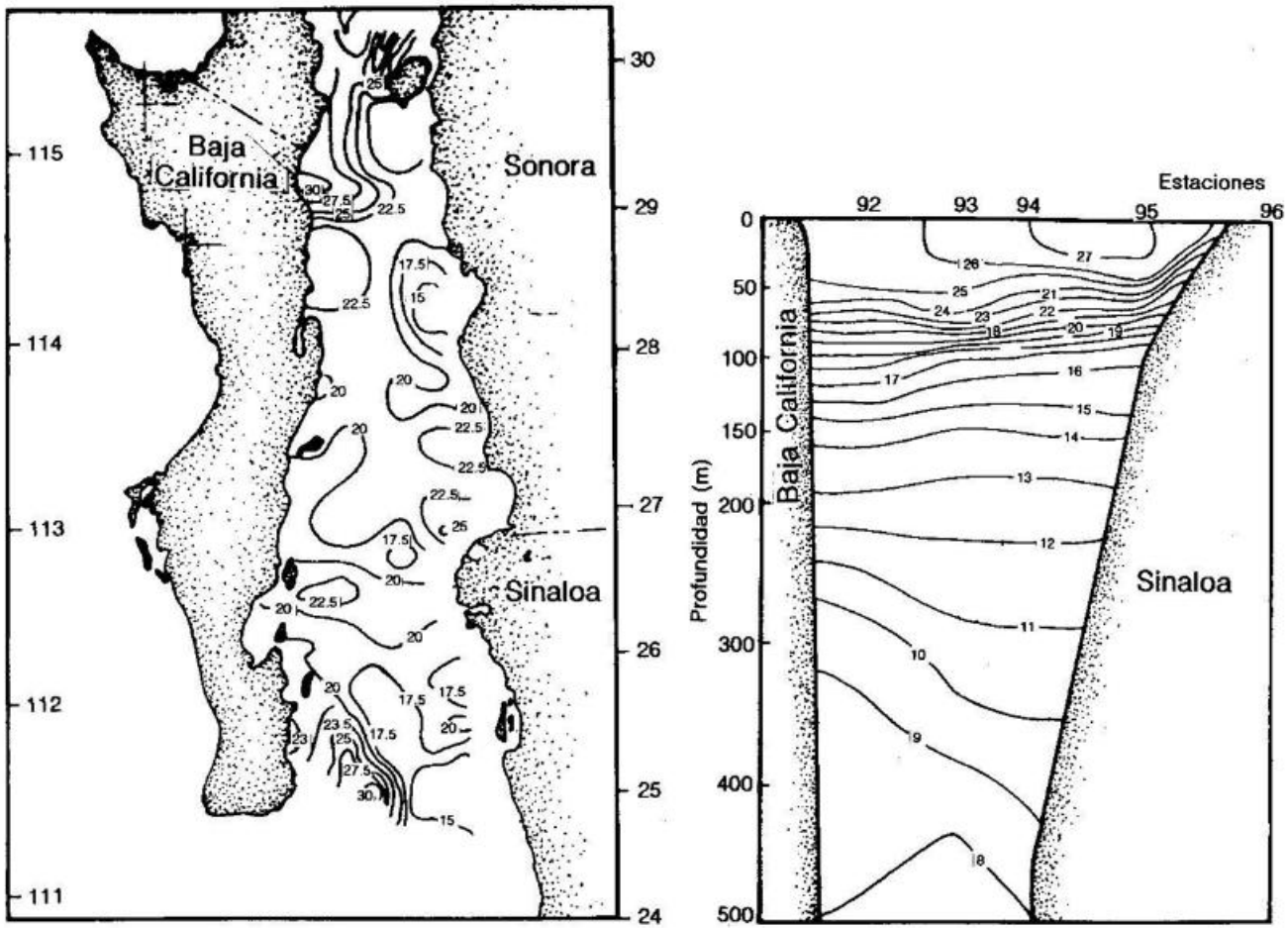


Figura 19

Izquierda: distribución horizontal de oxígeno disuelto (ml/l) a 100 m de profundidad, noviembre de 1972. Derecha: perfil vertical de temperatura (°C) a lo largo del transecto T. Crucero AH-72-04. Modificado de Granados-Gallegos, 1974

na. Sin embargo, la situación no es clara, y otros autores han presentado hipótesis en el sentido inverso; es decir, que implican una dominancia de la anchoveta como competidor, y en consecuencia, como uno de los factores que determinaron el colapso de la sardina monterrey en el Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, en prep.).

De cualquier manera es razonable suponer que el establecimiento de poblaciones de anchoveta requiera de la combinación de por lo menos algunas de las condiciones mencionadas, y que cada una de ellas en lo particular no sea suficiente para permitir la sobrevivencia y el desarrollo de la especie en esta zona.

Las otras especies

El resto de las especies, debido a que tradicionalmente han contribuido con proporciones comparativamente bajas a los totales de producción,

han sido menos estudiadas en lo referente a sus variaciones en abundancia y disponibilidad.

La variabilidad de los desoves de macarela parecen indicar que tanto en condiciones "normales" como frías (por ejemplo 1981 y 1956 respectivamente, véase Fig. 3B), la distribución se presenta de manera amplia dentro del Golfo, y se extiende hasta el norte de las grandes islas. Tanto Moser *et al.* (1974) (Fig. 20, para 1956) como Martínez y De Anda (1990) (Fig. 11B, para 1981) encuentran más del 50% de las estaciones positivas en los cruceros correspondientes. En cambio, durante 1984, con altas temperaturas provocadas por el evento "El Niño" de 1982-83, que se reflejó en la región con un cierto desfasamiento (véase Fig. 3B), la proporción de estaciones positivas disminuyó a 30%, y el desove se concentró mayormente en la porción sur (Esqueda-Escárcega, 1988).

Este fenómeno, de confirmarse, requerirá una explicación que no parece darse en términos del efecto directo de la temperatura, ya que en condiciones cálidas el desove se restringiría al extremo caliente y no al frío, al tiempo que los eventos de enfriamiento parecen propiciar una extensión del mismo.

La respuesta de los desoves de sardina crinuda a la variabilidad térmica del Golfo de California tampoco es clara. En un año "normal" (1981), se localizaron larvas de crinuda a lo largo del Golfo, con un núcleo entre las costas de Guaymas y Bahía Kino, tal como se aprecia en la figura 12B (Martínez-Aguilar y De Anda, 1986). Durante un evento cálido (por ejemplo, en 1957), las larvas se distribuyeron también a lo largo del Golfo, pero con una alta concentración costera en la parte norte (Fig. 21A), (Moser *et al.*, 1974). Por otra parte, en un año ligeramente frío (1973), las larvas

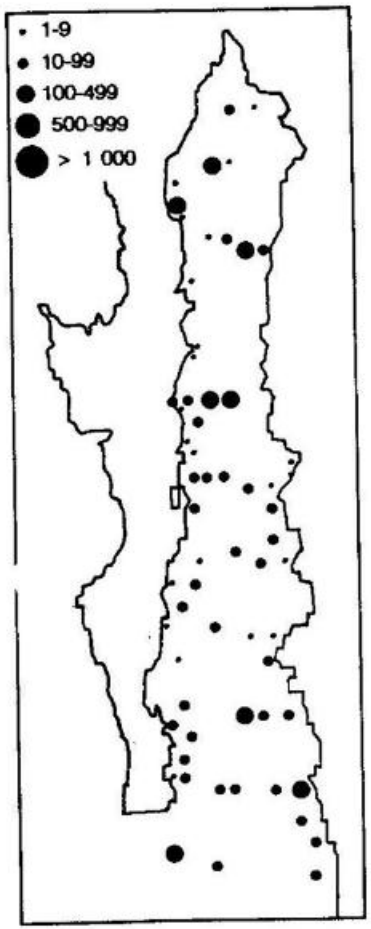


Figura 20

Distribución de larvas de macarela en el Golfo de California durante el crucero 5604. Modificado de Moser et al., *1974*

se presentaron básicamente en el Canal de Ballenas e Isla Tiburón, pero con abundancias bajas en comparación con los años referidos anteriormente (Fig. 21B), (Gutiérrez y Padilla, 1974).

La sardina japonesa, por su parte, aparentemente muestra un comportamiento similar al descrito para macarela. Se han registrado desoves a todo lo ancho y largo del Golfo durante años tanto "normales" como fríos (1981 y 1956, respectiva-

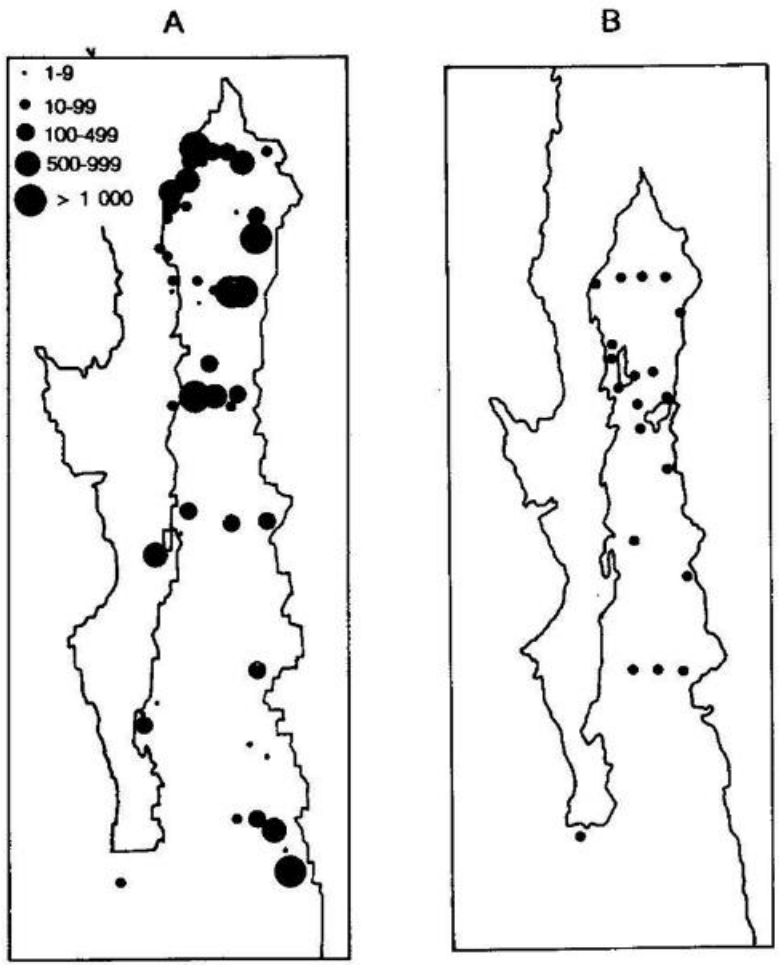


Figura 21

Distribución de larvas de crinuda en el Golfo de California (A) durante el crucero 5706, modificado de Moser et al., (1974) y (B) durante julio de 1973, según Gutiérrez-Hernández y Padilla (1974)

mente), como se ilustra en la figura 11D, (Olvera-Limas y Padilla, 1986) y en la figura 22A (Moser *et al.*, 1974). En contraste, durante un año cálido (1990), mostrado en la figura 22B (Hammann y Rosales-Casián, 1991), los desoves se presentaron al sur de las grandes islas, y fueron comparativamente menos abundantes.

En términos generales, parece probable que la explicación a los cambios interanuales en la distribución de los desoves (y en consecuencia de la distribución y abundancia de las poblaciones) de las tres especies mencionadas: macarela, sardina crinuda y sardina japonesa, se encuentre en las interacciones con las otras especies de la comunidad, más que en el efecto directo de la variabilidad térmica.

Esto hace el problema mucho más complicado, ya que existe una falta de estudios en términos

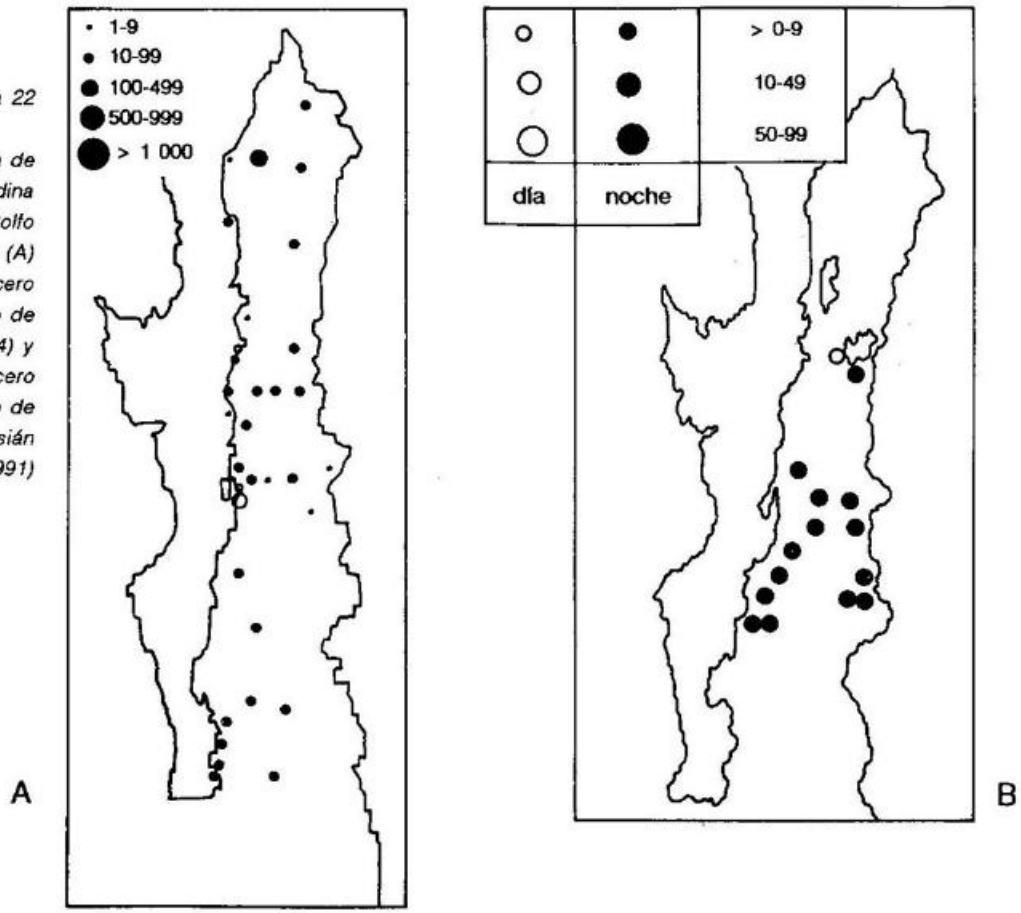


Figura 22

Distribución de larvas de sardina japonesa en el Golfo de California (A) durante el crucero 5602, modificado de Moser et al. (1974) y (B) durante el crucero AL-9002, modificado de Hammann y Casián (1991)

de descripciones más adecuadas de la distribución de los desoves, y del análisis del efecto de los factores bióticos y abióticos en las diferentes especies, que permitan llegar a integrar modelos que describan el funcionamiento del sistema. Bajo las actuales condiciones de los recursos, con una contribución de estas especies a las capturas totales incrementada sustancialmente, es evidente la necesidad de contar, a la brevedad posible, con este tipo de modelos.

El régimen (variabilidad entre décadas)

Además de lo ya mencionado para la variabilidad interanual, las modificaciones en la distribución y abundancia de los pelágicos menores, al menos

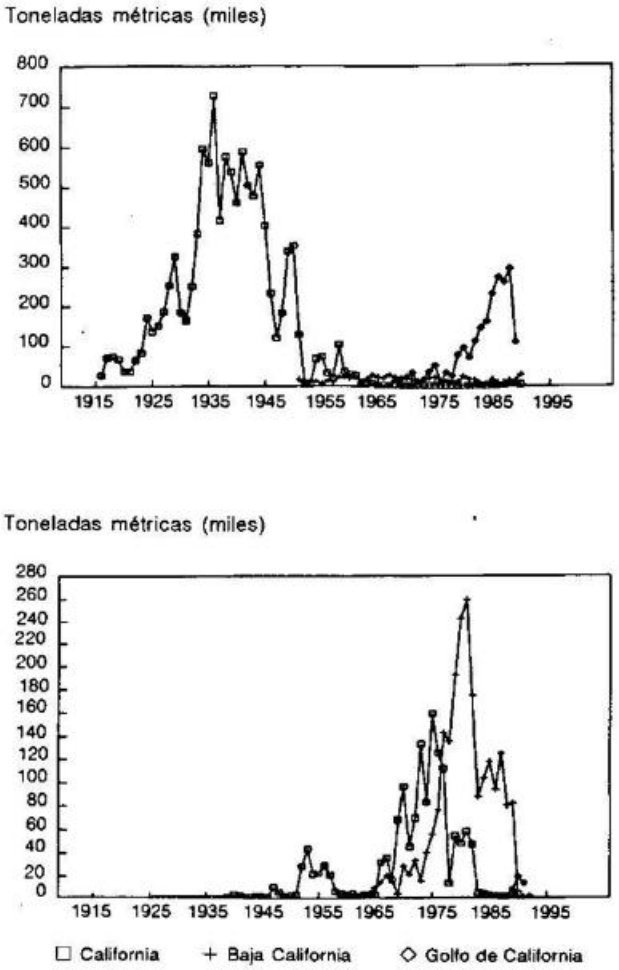
de sardinas y anchovetas, son aún más notables en escalas de tiempo más largas, al grado de llegar a modificar sustancialmente la actividad pesquera durante varias décadas.

Esto ha sido evidente en el caso del Pacífico de Norteamérica, y se registra claramente en la actividad pesquera de los últimos 70 años, tanto en México como en Estados Unidos. En la figura 23 se presenta el desarrollo histórico de las pesquerías de sardina y anchoveta en las diferentes áreas. Se pueden distinguir tres etapas de la pesquería en su conjunto, con base en sus especies objeto: la primera etapa, a partir de 1920, se caracterizó por la explotación de la sardina en California, que llegó a su máximo nivel a finales de los años treinta y principios de los cuarenta.

Al periodo de buenas capturas siguió una declinación sostenida, que se mantuvo hasta fines de los años cincuenta; a partir de estas fechas la pesquería operó en niveles comparativamente muy bajos, al grado de suspenderse a partir de 1967. Por su parte, la pesquería de Baja California Sur y la del Golfo de California experimentó un crecimiento a partir de estas fechas; cabe destacar que, en la primera localidad, la pesquería surge alrededor de Punta Eugenia, el centro de dispersión.

La segunda etapa, caracterizada por la explotación de anchoveta, inicia en la misma década de los años sesenta, cuando la biomasa crece hasta alcanzar sus niveles máximos a principios de 1970. A partir de entonces inicia la declinación, que se agudiza a partir de principios de los ochenta; al tiempo que la población de sardina monterrey muestra las primeras señales de crecimiento. Esto corresponde a la última etapa, caracterizada por una incipiente recuperación de la sardina en Baja California y sur de California, su fuerte decli-

Figura 23
Capturas de sardina monterrey (arriba) y anchoveta (abajo) para California (datos de *CalCOFI Reports*), Baja California (datos de los *Anuarios Estadísticos* de la SEPESCA, actualizados por García-F. (com. per.)), y Golfo de California (datos de los *Anuarios Estadísticos* de la SEPESCA, actualizados por Báez y Nevárez-Martínez (com. per.))



nación en el Golfo de California, la baja de la anchoveta en la costa occidental y su crecimiento en el Golfo.

Respecto al mecanismo que regula estas variaciones, Lluch-Belda *et al.* (en prensa) hacen una breve revisión de las diferentes propuestas que se han dado por parte de diferentes autores; desde el efecto de la pesquería hasta los mecanismos a través de los cuales el cambio global del clima actúa para determinar la distribución y abundancia de la sardina.

Históricamente, la primera explicación que se planteó fue el efecto de la explotación intensiva sobre la población, bajo la idea de que el incremento de la mortalidad a través de la pesca determina fracasos en la capacidad de reposición de las poblaciones. Diversos autores, sin embargo, han opinado en el sentido de que la variabilidad en la abundancia es tal, que no puede ser explicada por el solo efecto de la pesquería (Clark y Marr, 1955; Radovich, 1982), aunque existe consenso en cuanto a que ésta puede potenciar un colapso o retardar una recuperación. Dentro de la evidencia que se ha presentado se incluyen las series de escamas en sedimentos anóxicos (Soutar e Issacs, 1974; Baumgartner *et al.*, en prensa), que han permitido identificar variaciones muy considerables de abundancia y distribución de sardina monterrey y anchoveta en ausencia de pesca.

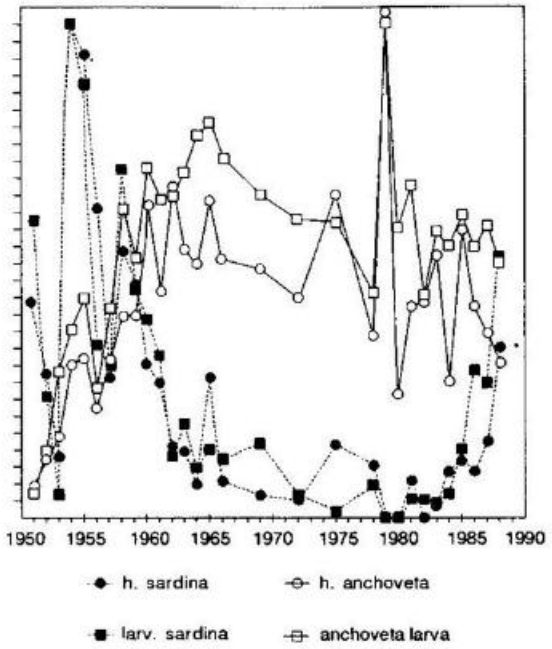
Un segundo grupo de modelos propuestos se conocen en su conjunto como el "problema del reclutamiento". Basados en la hipótesis de Hjort (1914), han sido sustentados por un buen número de investigadores. La idea central es que la sobrevivencia diferencial entre el estadío de huevo y el de larva determina mayormente el éxito del reclutamiento y por lo tanto el tamaño de la población. A partir de estas ideas, y a diferencia del "problema pesquero", existe un reconocimiento implícito de que el clima puede jugar un papel en la determinación de las variaciones de la abundancia. Lasker y MacCall (1983) realizaron una revisión de los diferentes mecanismos propuestos para explicar esta diferencia en la sobrevivencia y llegaron a la conclusión de que la gran mayoría de ellos considera que el elemento crítico es la disponibilidad de alimento para la larva.

Lluch-Belda *et al.* (CalCOFI, en prensa) señalan, sin embargo, que la proporción de huevos y larvas (reflejada por el número de estaciones positivas), básicamente se mantiene entre años, y que la variabilidad no se presenta en el desarrollo del huevo en larva, sino que el desove en sí mismo es variable (Lluch-Belda *et al.* 1991b). Esto confirma lo previamente señalado por Ahlstrom (1965), quien destacó que la relación huevo/larva es, en esencia, constante. La figura 24 muestra el porcentaje de estaciones positivas para huevos y larvas de sardina y anchoveta en la red CalCOFI y su variación interanual. Se puede apreciar que la proporción huevos/larvas cambia poco en el tiempo, en relación con la variabilidad total de las series.

Un tercer intento de explicación surge a partir de la comparación entre los niveles de producción de las pesquerías de diferentes regiones del mundo. La alternancia entre las altas abundancias de sardinas y anchovetas no es una característica de la región únicamente; por el contrario, se ha presentado en las áreas en las que se realizan pesquerías masivas de estas especies: Japón, Sudamérica, Sudáfrica y California. Además, se han dado de manera aproximadamente sincrónica, sugiriendo el efecto de factores a nivel global. En este sentido, algunos autores han señalado la simultaneidad que existe entre los cambios en

Figura 24

Proporción de estaciones positivas de huevos y larvas de sardina monterrey y anchoveta, según datos de los cruceros CalCOFI, para el periodo 1951-1988. Modificado de Lluch-Belda *et al.*, 1992 (CalCOFI Rep., en prensa)

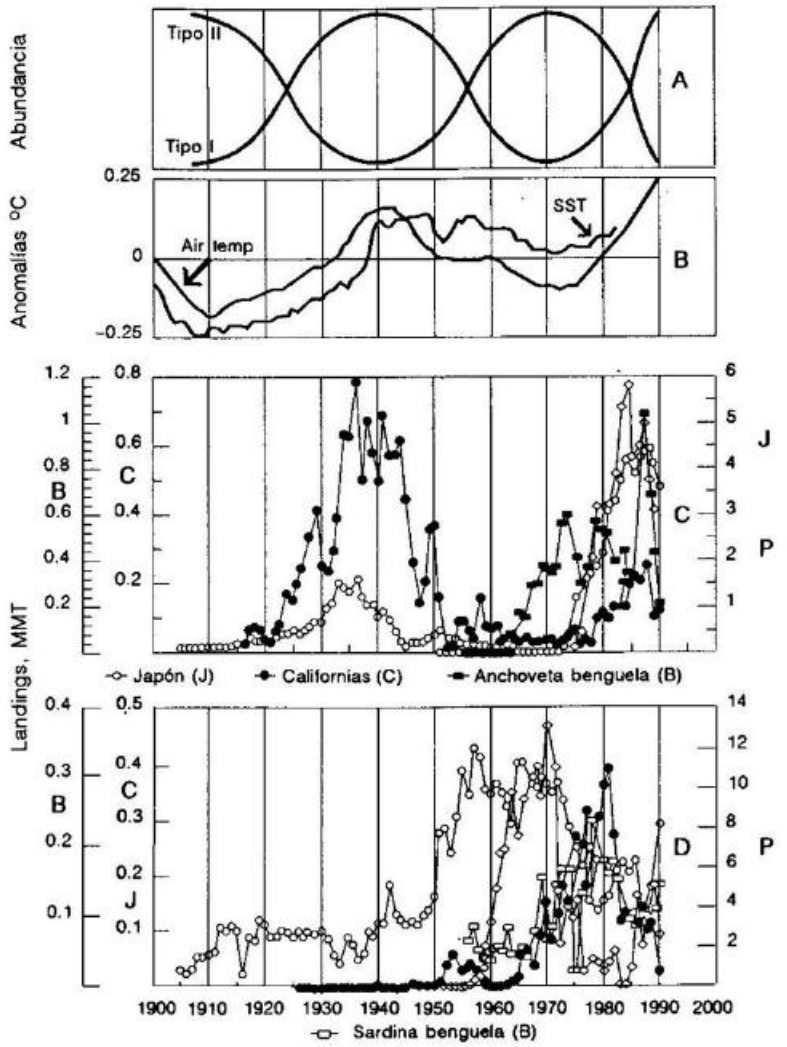


estas pesquerías y las variaciones de algunos factores que afectan el clima, particularmente el ciclo solar (Kawasaki, 1983; Kawasaki y Omori, 1988; Kondo, 1988).

Lluch-Belda *et al.* (1989) plantearon la hipótesis de que esta sincronicidad no es aparente, sino que las modificaciones del clima a escala global son un factor dominante en los grandes cambios de distribución y abundancia de estas especies, a lo que denominaron el "problema del régimen". La figura 25 muestra las curvas de captura para las regiones analizadas (Fig. 25 C y D), así como

Figura 25

Regímenes de abundancia de sardinas y anchovetas en las principales pesquerías del mundo. (A) representación esquemática de los ciclos del régimen. (B) indicadores del clima global: temperatura global del aire en superficie (según Jones y Wigley, 1990) (Air temp) y temperatura superficial del mar (promedio global) (SST). (C) capturas de sardina en Japón, California y Sudamérica (rombos); y de anchoveta en Sudáfrica. (D) capturas de anchoveta en Japón, California y Sudamérica (rombos); y de sardina en Sudáfrica



FUENTE: Lluch-Belda *et al.* (en prep.).

indicadores de temperatura del aire y del mar a nivel global (Fig. 25 B).

En la parte superior (Fig. 25 A) se ilustra de manera esquemática la sincronía entre la variabilidad climática y las variaciones en la abundancia de las especies, es decir, los "ciclos del régimen". Se pueden identificar especies que presentan abundancias elevadas cuando el clima global es cálido: concretamente, las sardinas de Japón, California y Sudamérica, junto con la anchoveta de Sudáfrica (Fig. 25 C). En cambio, las anchovetas de las tres primeras regiones y la sardina de Sudáfrica se alternan con las primeras e incrementan su abundancia cuando el clima global es comparativamente frío (Fig. 25 D).

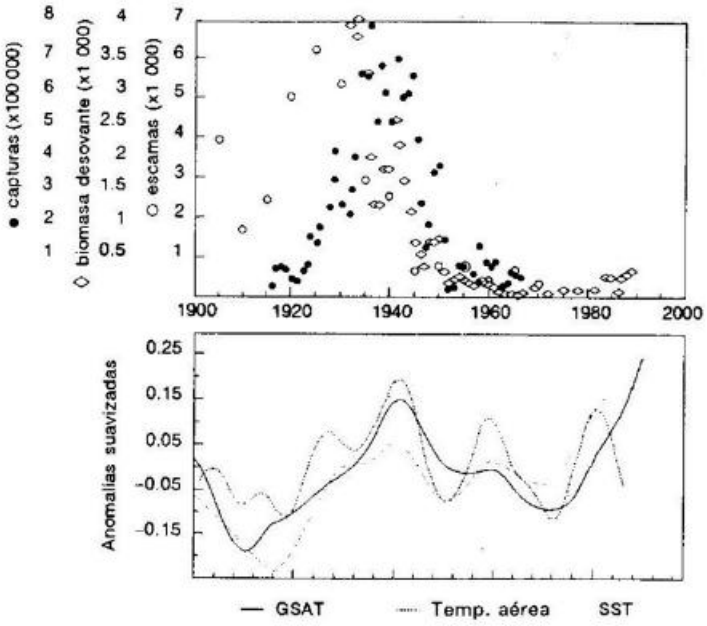
Se han planteado diferentes mecanismos para explicar esta correlación entre el clima global y las especies de pelágicos menores, sin que hasta la fecha exista consenso sobre alguno de ellos en lo particular. Pese a ello, se han podido identificar algunos factores considerados determinantes; entre ellos, la radiación solar, productividad primaria, temperatura, turbulencia y advección.

Lluch-Belda *et al.* (CalCOFI 1992, en prensa) identifican una relación directa entre el régimen global de temperatura, el régimen regional (a nivel del Pacífico norteamericano) y las variaciones en la abundancia de sardina, y proponen que el mecanismo planteado para la variabilidad interanual explique también estas variaciones.

En la figura 26 (parte superior) se presentan diferentes indicadores de abundancia para la sardina de California, tales como escamas en sedimentos anaerobios (Soutar e Issacs, 1974), biomasa desovante (Smith, 1990) y capturas. La parte inferior muestra la sincronicidad entre el indicador global utilizado y los indicadores del clima a nivel

Figura 26

Panel superior: indicadores de abundancia de sardina en la Corriente de California (escamas según Soutar e Issac, 1974; biomasa desovante según Smith, 1990 y capturas según CalCOFI Reports). Panel inferior: series suavizadas de la temperatura global del aire en superficie (GSAT, según Jones y Wigley, 1990), y series promediadas de temperaturas del aire (Air temp) y de temperatura superficial del mar (SST) para las estaciones de la costa pacífica de Norteamérica, según datos de Cayan *et al.* (1991). Modificado de Lluch-Belda *et al.*, 1992 (CalCOFI Rep., en prensa)



regional. Se puede apreciar que la sardina monterrey presenta abundancias elevadas en condiciones de régimen climático global y regionalmente cálido, bajo las cuales encontraría temperaturas adecuadas a lo largo de la costa de Norteamérica.

Con temperaturas cálidas sostenidas, se produciría una expansión desde el centro de disper-

sión en Punta Eugenia hasta las zonas de alta productividad de Punta Concepción y San Francisco, que se constituirían en centros permanentes de ocupación y reproducción, permitiendo a su vez expander el área disponible para los adultos al norte, hasta Columbia Británica, región en la que se registraba sardina durante la fase de altas capturas de la pesquería.

En el mismo trabajo, los autores hacen una revisión de otros mecanismos que se han propuesto para explicar la relación régimen climático-régimen de abundancia, y de su aplicabilidad a la sardina de Norteamérica. Ellos sugieren que otros modelos no parecen ser aplicables a las características de la zona, en base a las posibles relaciones a nivel local entre temperatura, productividad y radiación solar. En un trabajo complementario (Lluch-Belda *et al.*, en prensa), se plantea que el mecanismo descrito explica también las variaciones en la abundancia y en la distribución de la sardina en Sudamérica.

No existe, a la fecha, un consenso sobre el peso específico de los diferentes factores: la pesquería, la sobrevivencia diferencial huevo/larva y el cambio de régimen climático sobre la abundancia y distribución de las especies. Es posible que los tres actúen simultáneamente, aunque su contribución relativa puede ser muy diferente.

Adicionalmente, tampoco existe consenso en cuanto al mecanismo a través del cual opera el régimen. A pesar de ello, su mera identificación plantea modificaciones importantes, tanto en lo referente al conocimiento sobre las especies, como en cuanto a las alternativas de administración. En un trabajo reciente, Lluch-Belda *et al.* (en prep.) presentan el estado actual de las poblaciones de sardinas y anchovetas en las principales regiones pesqueras del mundo. Aunque la evidencia sólo puede considerarse como preliminar, sugieren que la sardina en California está entrando en una etapa de baja abundancia, provocada por cambios globales que ya se han manifestado en las pesquerías de Japón, Sudamérica y Sudáfrica.

En lo referente a las variaciones en escala de décadas de la abundancia de anchoveta, se ha propuesto que están gobernadas por la presencia de sardina; y por lo tanto también son sincrónicas en las diferentes pesquerías. Lluch-Belda *et al.* (1991b) analizan los datos de desoves de sardinas y anchovetas de la red CalCOFI, en relación a las temperaturas asociadas al desove y a los valores del índice de surgencias. En este trabajo, además de redefinir los intervalos de temperaturas de desove para ambas especies, sugieren que existe una dominancia de la sardina sobre la anchoveta, y que ambas especies utilizan los mismos recursos de las zonas de surgencia de manera diferente, desde el punto de vista ecológico.

La figura 27 muestra la frecuencia relativa de desoves para las dos especies, en función de intervalos del índice de surgencias. Es evidente que, mientras la sardina desova a valores intermedios de surgencia, la anchoveta lo hace a valores bajos y altos. Los valores intermedios de surgencia tienen ventajas evidentes para el éxito del desove, ya que proporcionan cantidades adecuadas de alimento sin llegar a altos valores de turbulencia, que han sido señalados como perjudiciales para la sobrevivencia larval (Lasker, 1981).

La sardina muestra preferencia por estas condiciones para desovar, mejorando con ello las probabilidades de sobrevivencia larval. El que los desoves de anchoveta se presenten preferentemente en los extremos, ambos desfavorables para la sobrevivencia larval, sugiere que la sola presencia de sardina es un factor aún más determinante

Figura 27

Porcentaje de estaciones positivas para huevos de sardina y anchoveta, en función de intervalos del índice de surgencias de Bakun, para los cruceros CalCOFI entre 1951 y 1989. Modificado de Lluch-Belda *et al.* (1991b)



en una sobrevivencia larval pobre, que niveles bajos de alimento o incrementos en la turbulencia.

Radovich (1982) realizó una revisión de otros trabajos y señala que existe evidencia de que la presencia de sardina es deletérea para la anchoveta, pero no lo contrario. Principalmente, se ha observado que la depredación de huevos por parte de la sardina es muy intensa, por lo cual los desoves de anchoveta en presencia de grandes cantidades de sardina podrían resultar muy desventajosos para esta última especie. Como se mencionó en la sección anterior, estos planteamientos apoyan la idea de que la disminución de la sardina monterrey en el Golfo de California fue una de las condiciones esenciales para el éxito de la anchoveta en dicha zona.

Aunque no ha sido objeto de estudio formal, parece existir una relación también entre la presencia de sardina crinuda y la de sardina monterrey, que se ha evidenciado a partir de su casi desaparición en el Golfo de California. Trabajos anteriores (Lluch-Belda *et al.*, 1986) habían señalado una relación inversa entre la disponibilidad de sardina monterrey y de sardina crinuda durante eventos como "El Niño", con disminución de las capturas de sardina monterrey e incremento de las de crinuda. Estos autores atribuyeron esta relación al efecto de la temperatura sobre la distribución de los recursos.

Cisneros-Mata *et al.* (1987), por su parte, sugieren que la presencia de sardina crinuda depende más de la presencia de sardina monterrey que de la temperatura. Bajo las condiciones actuales, se ha observado que la sardina crinuda puede estar presente también en condiciones frías, siempre y cuando cantidades elevadas de sardina monterrey no ocupen dichas áreas (Nevárez-Martínez *et al.*, en prep.). De confirmarse esto, sería posible considerar que la abundancia y distribución de la sardina crinuda pudiera estar afectada por mecanismos similares a los ya propuestos para la anchoveta; con lo que la presencia de sardina monterrey, con sus variaciones asociadas al régimen climático, se constituiría en una variable sumamente importante para la comunidad de pelágicos menores.

Variabilidad en escalas de tiempo mayores

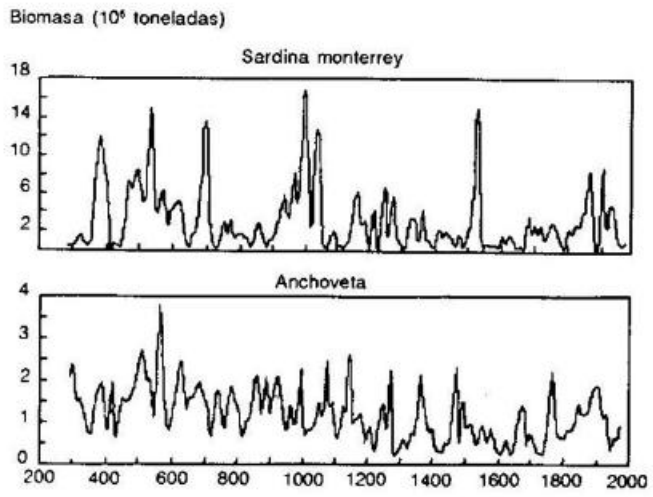
Los depósitos de sedimentos anaerobios costeros, tanto en el Golfo de California como en la cuenca de Santa Bárbara (California, EUA), proporcionan registros naturales de la historia de las poblaciones de pelágicos menores. Baumgartner *et al.* (en prensa) reconstruyeron la variabilidad de las poblaciones por medio de las tasas de

depositación de escamas de sardina y anchoveta en dichos sedimentos, y desarrollaron series de tiempo de casi 1 700 años para la zona de la Corriente de California. Como ya había sido descrito con anterioridad por otros autores (Soutar e Issacs, 1974), las poblaciones de sardina y anchoveta han experimentado fluctuaciones naturales significativas en el pasado, en ausencia de presión de pesca.

En el trabajo mencionado, Baumgartner *et al.* determinan que una parte importante de la variabilidad está centrada alrededor de periodos de 60 años, sin llevar una relación de fase consistente de manera permanente. En la figura 28 se presenta la serie de biomasa estimada de sardina y anchoveta para la zona de la Corriente de California, para los últimos 1 700 años.

Figura 28

Biomasa estimada de sardina y anchoveta en la Corriente de California durante los últimos 1700 años a partir de las tasas de depositación de los sedimentos anaerobios de la cuenca de Santa Bárbara CA. Modificado de Baurngartner et al. (en prensa)



Por su parte, los resultados preliminares del análisis de los sedimentos en la cuenca de Guaymas indican la presencia de anchoveta de manera casi continua en el Golfo central, desde aproximadamente 1730 hasta principios del presente siglo, con un máximo de depositación (indicativo de abundancia) alrededor de 1875. En cambio, la presencia de sardina en la zona sólo se da a partir de 1920, aproximadamente, con un máximo alrededor de 1945, previo al inicio de la actividad pesquera en la zona.

Aparentemente, el declive y la desaparición de la anchoveta llevaron un periodo de aproximadamente 50-60 años, mientras que el crecimiento de la población de sardina hasta su máximo tardó entre 30 y 40 años. También se registró la presencia de sardina con anterioridad, en el periodo 1770-1800. Los resultados sugieren que un proceso de reemplazamiento ocurre sobre una escala de tiempo de aproximadamente 80 años (Baumgartner, com. per.)

Las comparaciones preliminares entre las poblaciones del Golfo y las de la costa occidental apuntan hacia relaciones opuestas en las distribuciones de la sardina versus la anchoveta. La variación de la abundancia de sardina en el Golfo parece tener una historia que tiende, en general, a ser inversa en relación a la población de la Corriente de California (ausencia en el Golfo cuando hay presencia en la Corriente de California). Por el contrario, la presencia de anchoveta en el Golfo sí ocurrió durante un periodo de abundancia de anchoveta en la Corriente de California (Baumgartner, com. per.).

De lo mencionado en las diferentes secciones anteriores, se aprecia una coherencia, en términos generales, entre los procesos que regulan las variaciones de sardina monterrey y anchoveta (y probablemente de las otras especies) en las

diferentes escalas de tiempo, desde la estacional hasta la de cientos de años, si bien muchos aspectos requieren ser precisados. También es claro que estos procesos dinámicos afectan al sistema en su conjunto, y que tienen repercusiones por demás trascendentes en términos tanto de los aspectos científicos que es necesario desarrollar, como de la actividad productiva en lo referente a explotación, administración y planificación.

Reproducción

La reproducción es una etapa sumamente crítica en la definición tanto de los grandes cambios de distribución como de los niveles de abundancia. La variabilidad del proceso reproductivo está muy ligada a los cambios ambientales, particularmente en lo referente a condiciones de productividad, temperatura y probablemente turbulencia, sin olvidar el papel de las relaciones de densodependencia que se establecen tanto intraespecífica como interespecíficamente.

Como se discute más adelante, es posible que, al menos para algunas especies, la mayor parte de la respuesta a cambios en las condiciones ambientales, bióticas y abióticas, esté dada en términos de la distribución y abundancia de los desoves y de la variación en la fecundidad y en la calidad de los huevos, más que en la sobrevivencia larval. La reproducción es probablemente el evento biológico que mejor responde a los cambios del sistema, tanto de las relaciones con otras especies como del ambiente. Por ello, su estudio resulta muy importante para entender la dinámica del sistema como un todo.

Aspectos generales

El sistema reproductor de las especies tratadas está colocado en la cavidad celómica, sostenido por el mesenterio en posición céfalo-caudal, e intercalado entre el plano urinario y el sistema digestivo; la vascularización la recibe de la arteria ovárica, derivada de la arteria dorsal.

El sistema femenino está formado por un par de ovarios alargados, cilíndricos, con extremos redondeados. Normalmente, el izquierdo es más largo y voluminoso. Un pequeño conducto los une en la región caudal, para constituir el oviducto y terminar en el gonoducto. El sistema masculino lo forma un par de testículos de morfología alargada, aplanada y con extremos agudos. Por lo general, el izquierdo es también más largo y voluminoso. Se unen en la región caudal por medio de los conductos espermáticos cortos, para constituir el gonoducto. Diferentes autores han elaborado descripciones detalladas de la estructura del aparato reproductor, así como del desarrollo de las células germinales (Clark, 1931; Cotero, 1987; Tapia *et al.*, 1988).

Desde los inicios de la pesquería, se ha llevado un seguimiento del comportamiento reproductor de algunas de las especies, y ya desde entonces se observaba que los ejemplares no maduran al mismo tiempo, ni en una sola época del año. Normalmente se presentan individuos en diferentes estadíos de maduración y en proporciones variables de manera continua (Villamar *et al.*, 1979; Escudero, 1984). Ello es característico de peces con reproducción parcial, es decir, especies en las que las hembras activas presentan al mismo tiempos ovocitos en muchos estadios de desarrollo (Wallas y Selman, 1981).

La elaboración de escalas de madurez sexual para reproductores parciales resulta difícil, debido a las diferentes fases de desarrollo de los ovocitos en una gónada en cualquier tiempo. De la misma manera, existen problemas para esti-

mar la fecundidad anual al depender ésta de la frecuencia de los desoves y del número de ovocitos liberados en cada uno. El estadío de madurez y la fecundidad son variables importantes para la aplicación de modelos que estiman la biomasa desovante de una población de peces (Parker, 1985; Picquelle y Stauffer, 1985).

Se han utilizado diferentes escalas morfocromáticas para determinar el estadio reproductor casi todas ellas basadas en las de Hjort (1914) y de Wood (1930), adaptadas a las especies en cuestión. Si bien estas escalas proporcionan cierto índice reproductivo (Clark, 1931; Flores, 1970; Sokolov y Wong-Ríos, 1973; Mais, 1974; Chávez *et al.*, 1977; Villamar *et al.*, 1979; Escudero, 1984), es necesario establecerlas para cada especie, utilizando criterios macroscópicos y microscópicos (Páez, 1976).

Ciclo reproductor y variabilidad del proceso

En principio, existen diferencias en los criterios que se consideran para definir los estadios de madurez a nivel histológico, sobre todo en cuanto a las diferentes etapas que deben considerarse para la maduración. Sin embargo, a partir de la utilización de los folículos postovulatorios por Hunter y Goldberg (1980) y Hunter y Macewicz (1980) para estimar la frecuencia de desovantes por noche, se han definidos los criterios para observar el desove y los eventos que ocurren unas horas antes y después de la ovulación, posibilitando una descripción objetiva del ciclo reproductivo.

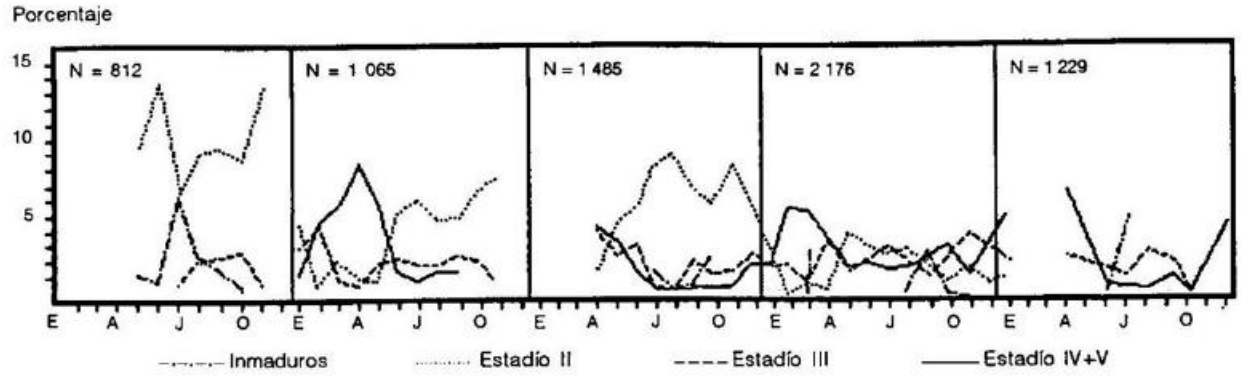
Anchoveta

Uno de los factores que más han contribuido al desarrollo de estudios finos sobre la reproducción, ha sido la necesidad de información para la administración del recurso. A finales de los años setenta se desarrollan modelos específicos que permiten evaluar el tamaño de la población y establecer los consecuentes criterios de manejo; modelos que incluyen algunas variables asociadas a los aspectos reproductivos. Por ello, en las investigaciones de la biología reproductiva, paulatinamente se incorporan los análisis de la gónada a nivel microscópico, que permiten entender el comportamiento reproductivo de este tipo de especies y perfeccionar los modelos de evaluación con estimaciones más precisas.

Desde 1980, la reproducción de los pelágicos menores se analiza con métodos histológicos, estableciéndose los ciclos reproductores de manera más objetiva, longitudes de primera madurez y estimándose los parámetros reproductores (frecuencia de desove, fecundidad parcial, proporción sexual y peso de los individuos maduros) que requieren los modelos mencionados. De entre ellos, se ha prestado particular interés al método de producción de huevos (MPH), que determina la biomasa de la población con base en el número de huevos encontrados en los muestreos planctónicos; y que por lo tanto requiere información de calidad sobre la fecundidad individual media y sobre la proporción de reproductores activos.

Esta necesidad ha permitido conocer diferentes aspectos de la reproducción de la especie, como el ciclo reproductor. La anchoveta se reproduce todo el año, presentando dos máximos: uno principal en febrero, marzo y abril, y otro de menor intensidad en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Si bien, en términos generales, lo continuo del proceso confirma lo dicho sobre la asincronía de la reproducción, existe una cierta relación inversa entre la frecuencia de los estados de desarrollo temprano (gametogéni-

Figura 29
Porcientos mensuales de los diferentes estadíos gonadales de la anchoveta en la costa occidental de Baja California, para el periodo 1974-1978. Modificado de Escudero (1990)



cos y crecimiento) y la de individuos reproductivos (maduros y desovados). Esta relación se aprecia a partir de los datos sobre el porcentaje relativo de los diferentes estadios reproductivos, según se ilustra en la figura 29, para el periodo 1974-1978.

También ha sido posible comparar los promedios mensuales y estacionales de temperatura (NOAA, 1981-1983) e índices de surgencia (Bakun, 1974) con los datos de madurez, a fin de identificar el efecto del ambiente sobre el ciclo reproductor mencionado. En las figuras 30 y 31 se muestran, tanto para las hembras como para los machos, las fluctuaciones estacionales y mensuales de las etapas de madurez y su relación con los parámetros mencionados expresados en términos mensuales, durante los ciclos anuales que abarcó el estudio (Cotero, com. per.).

En el análisis estacional (Fig. 30 A para las hembras y 31 A para los machos) no se observan notables diferencias en la conducta con respecto al sexo. Las figuras 30 B y 31 B muestran que los meses de máxima actividad reproductora son abril y octubre, para ambos sexos, y que se presentan variaciones de las etapas gametogénica y de crecimiento, predominando en todos los meses la primera.

Estas variaciones están relacionadas con factores ambientales, que regulan el proceso reproductor y que tienen un efecto importante en general en peces clupeoideos, haciéndolos vulnerables a los cambios climáticos y afectando su reproducción. En las gráficas, se puede observar una relación inversa entre la temperatura y el estado de la población, con las etapas reproductoras y de liberación de gametos asociadas a temperaturas de 16-18°C, mientras que las etapas gametogénica y de crecimiento se relacionan con temperaturas mayores de 18°C.

Sin embargo, Parrish *et al.* (1981) mencionan que algunas poblaciones de anchoveta se reproducen en temperaturas cercanas a los 19°C y otras en los 13°C. Las condiciones cálidas son

Figura 30
Variación estacional (A) y mensual (B) de los estadios de madurez sexual (contribuciones relativas) para hembras de anchoveta, y variación de la temperatura superficial del mar y de los índices de surgencia de Bakun, durante el periodo 1981-1983. Modificado de Cotero (en prep.)

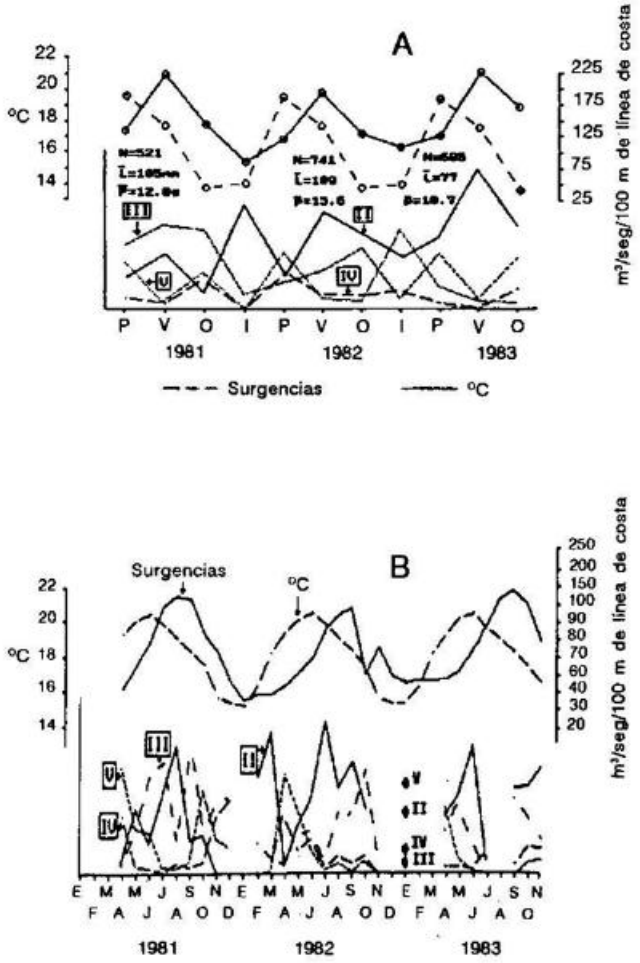
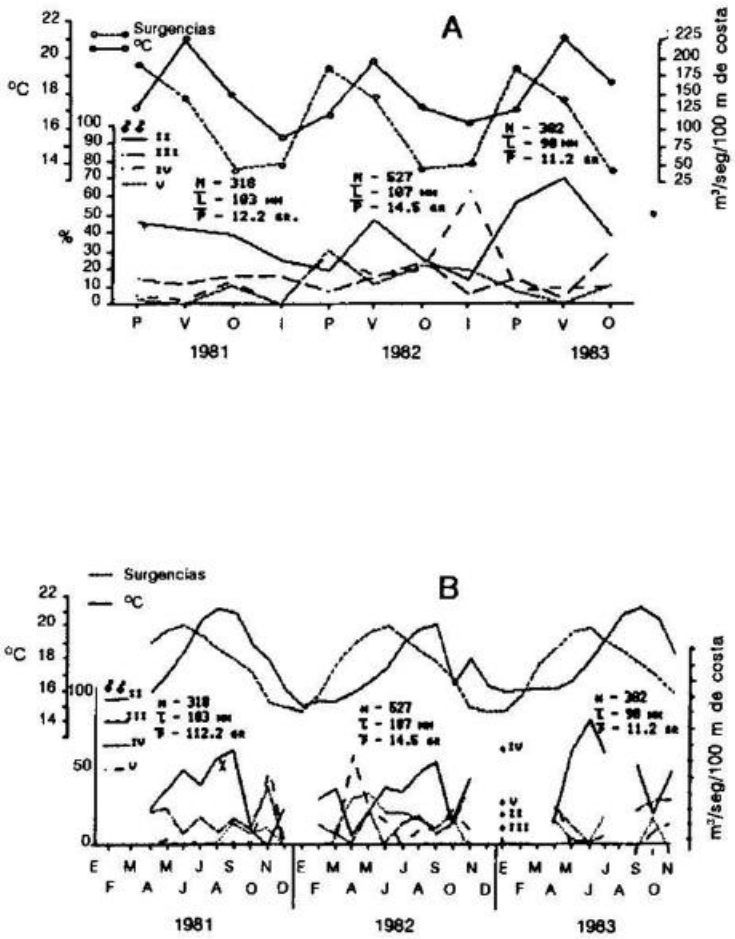


Figura 31
Variación estacional (A) y mensual (B) de los estadios de madurez sexual (contribuciones relativas) para machos de anchoveta, y variación de la temperatura superficial del mar y de los índices de surgencia de Bakun; durante el periodo 1981-1983. Modificado de Cotero (en prep.)



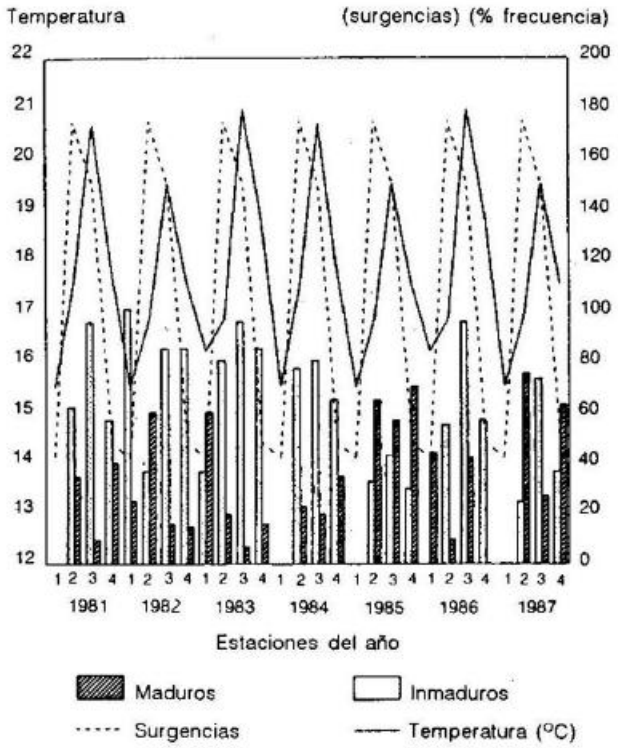
aprovechables para la reproducción en cualquier época del año, por lo que en regiones donde la temperatura está dentro de los límites fisiológicos, ésta no parece ser un factor dominante en la determinación de los hábitos reproductivos. Los autores indican que es el caso de la anchoveta de la subpoblación central, al menos en el periodo analizado.

En cuanto al vínculo de la madurez con las surgencias, se observa que los máximos de la etapa de liberación de gametos (abril-mayo) suceden antes de los máximos de surgencias. Estos resultados corroboran los patrones de desove sugeridos para las sardinas y las anchovetas respecto a que no ocurren en verano (Parrish *et al., op. cit.*), debido a que en el sistema de la Corriente de California se presenta un máximo de anomalía de agua fría asociado con el máximo de surgencia; y el extenso transporte fuera de la costa provocaría la pérdida de los huevos.

La figura 32 muestra un análisis de los porcentajes de organismos maduros e inmaduros y su relación con la temperatura superficial del mar y con los valores del índice de surgencias, para un número mayor de ciclos estacionales, permitiendo apreciar cómo el patrón descrito se mantiene, si bien se observan ciertas variaciones entre años.

En términos de variabilidad interanual, el año de 1982 fue más frío que los años anterior y posterior; y se observó, durante el primer semestre, una proporción significativamente mayor de actividad de las etapas reproductiva y de liberación de gametos, lo que indica la posibilidad de que las temperaturas entre 16-18°C del periodo favorecieran la reproducción. El comportamiento diferente del segundo semestre de 1982 respecto al de años anteriores podría ser explicado como un efecto del fenómeno de "El Niño", que se detectó a

Figura 32
Variación estacional de la madurez de la anchoveta en la costa occidental de Baja California y su relación con la temperatura y las surgencias. Modificado de Cotero (en prep.)



NOTA: 1, invierno; 2, primavera; 3, verano; 4, otoño.

mediados de 1982 en las costas de Baja California como anomalías positivas en la temperatura superficial del agua.

También se detectaron diferencias en el comportamiento reproductivo posterior a este fenómeno, lo que se puede asociar a que "El Niño" elevó la temperatura sobre el promedio de los últimos

trece años (Norton *et al.*, 1985), manteniéndola elevada durante los años posteriores a 1982 y motivando alteraciones en la conducta reproductora de la anchoveta, como se observa en las figuras anteriores.

Otro efecto de la variabilidad interanual se refleja en la relación anual de hembras y machos. La figura 33 muestra el análisis estacional para el periodo 1982-1987; y aunque la información debe ser considerada preliminar, es notable la variabilidad de la proporción sexual, sobre todo en lo referente al otoño. De acuerdo a Escudero y Castellanos (1990), la proporción sexual ha cambiado con el tiempo, con una significancia mayor a 0.5 (Fig. 34). El desglose mensual (Fig. 35) señala que en todos los meses han predominado las hembras, a excepción del mes de diciembre de 1976 y de 1977. El autor hace notar que lo anterior parece estar ligado con los meses de máxima reproducción de la especie.

Figura 33
Variación estacional de la proporción de sexos de la anchoveta en la costa occidental de Baja California. Modificado de Cotero (en prep.)

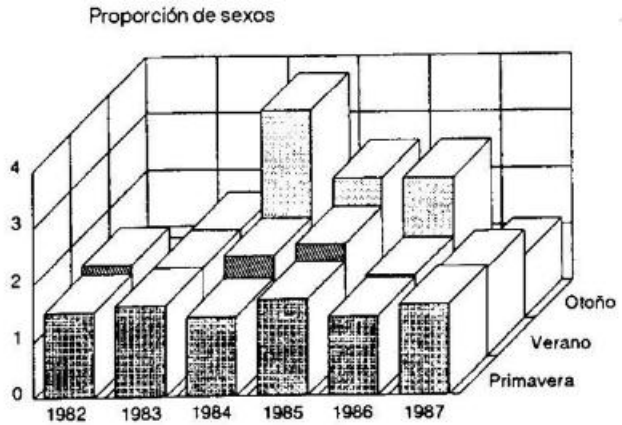
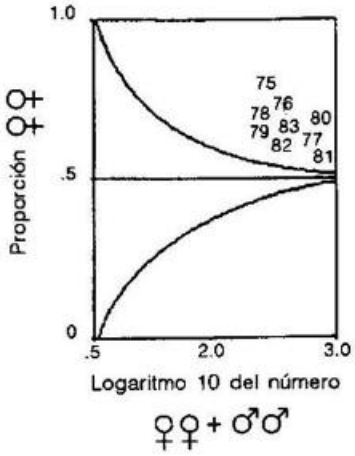


Figura 34
Proporción anual de hembras de anchoveta (1975-1983, arriba) y relación hembras-machos a través del tiempo (1975-1983, abajo). Modificado de Escudero (1990)



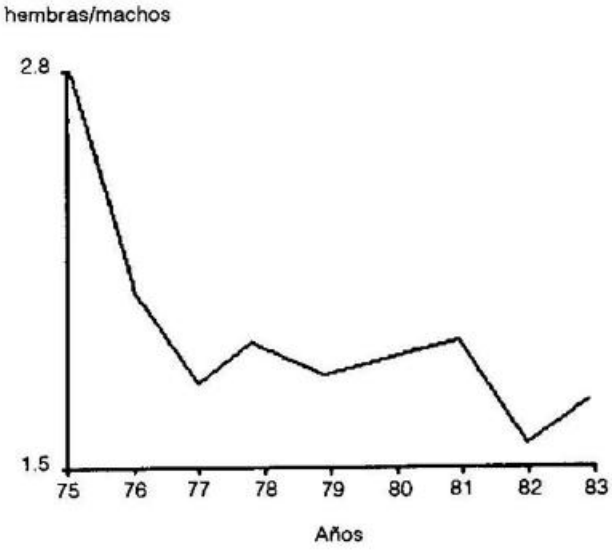
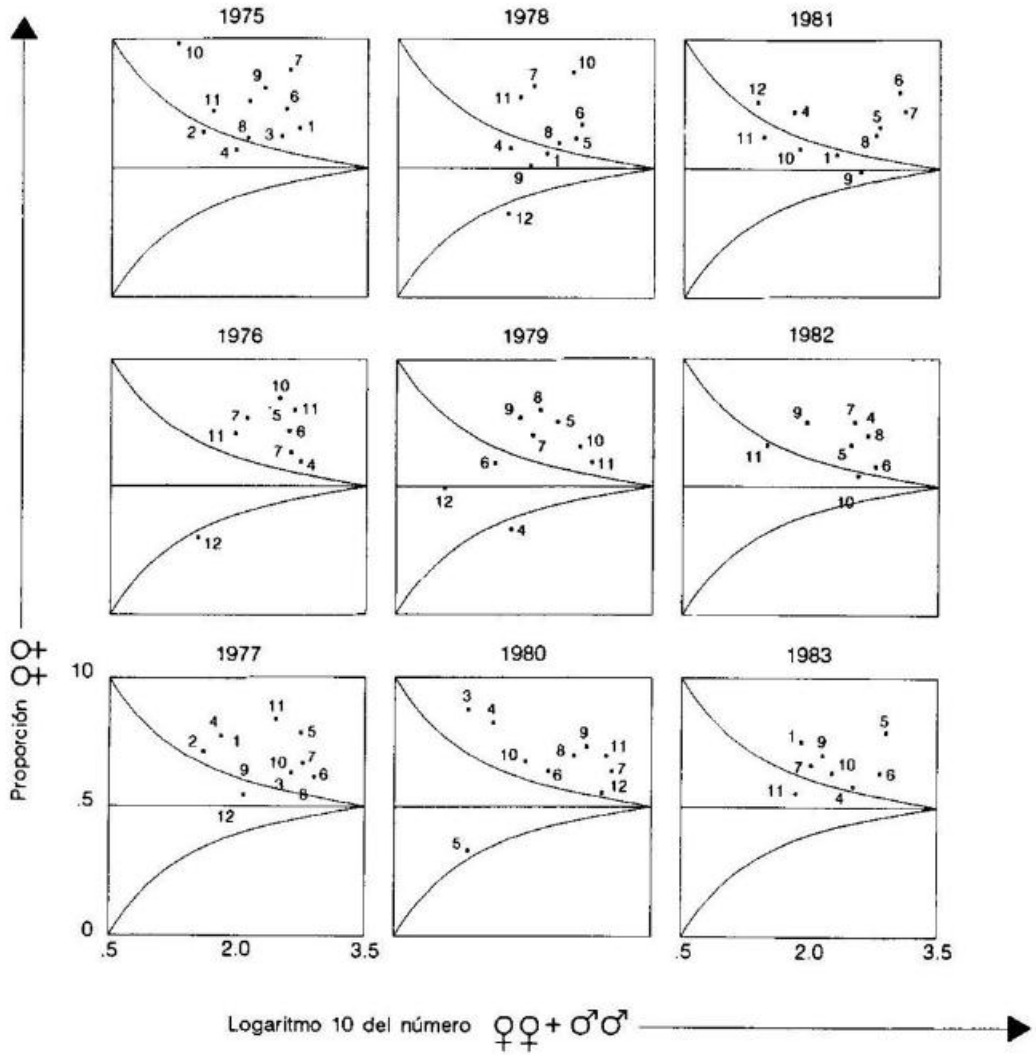


Figura 35
Proporción mensual de hembras de anchoveta para el periodo 1975-1983. Modificado de Escudero (1990)

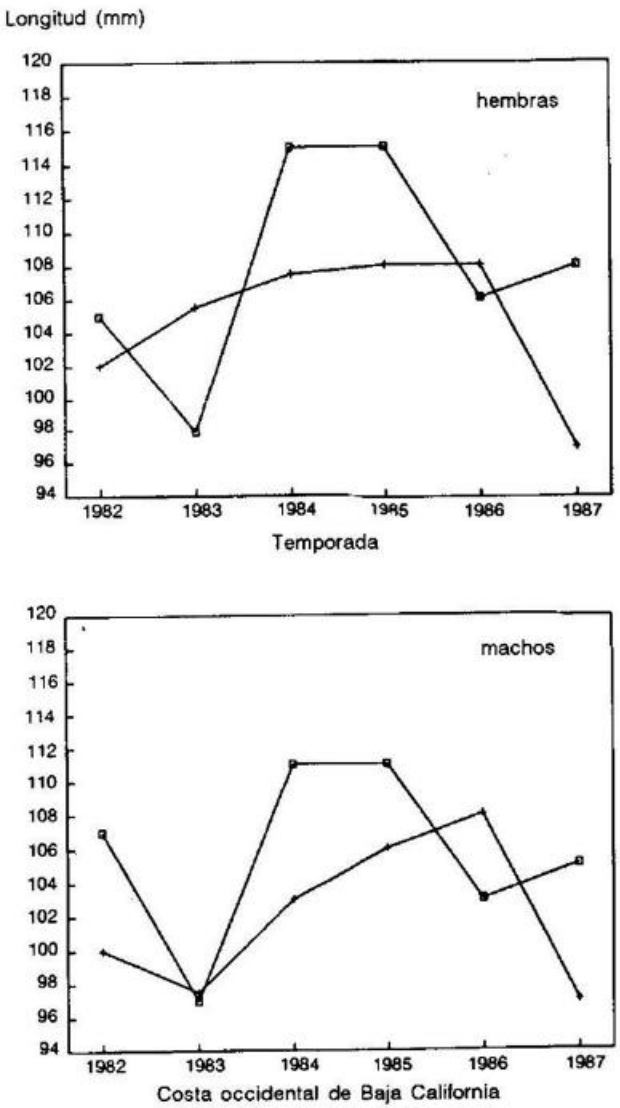


En la pesquería del sur de California, Klingbeil (1978) encontró que la proporción de sexos era de 1.03 a 1, derivado de 9 años de cruceros en alta mar que, a diferencia del muestreo de la captura comercial, resultó más extenso y sugirió una diferencia espacio-temporal en la composición sexual de la población, que se hace más evidente en ciertas épocas del año.

Otro aspecto importante en las estrategias de manejo es conocer la longitud de primera madurez. Al respecto, se considera que pocas hembras están maduras cuando tienen una longitud patrón en el intervalo de 90-100 mm (Clark y Phyllips, 1952). Sin embargo, se han registrado hembras de 81 mm con óvulos bien desarrollados, y machos de 78 mm maduros sexualmente (Brewer, 1978); así como algunas hembras ya sexualmente maduras a los 80 mm (Hunter y Goldberg, 1980). Los cálculos del porcentaje de probabilidad de madurez sexual indicaron que el 50% de los individuos alcanza la primera madurez sexual a los 96 mm de longitud patrón (Hunter y Macewiez, 1980).

En las longitudes de primera madurez para hembras y machos, en el periodo 1982-1987 (Fig. 36 A y B, respectivamente), también se detectan variaciones de año en año, con valores que van de los 98 a los 107 mm para las hembras, y de 98 a 106 mm en los machos, observándose los mínimos en 1983 y 1987, debido tal vez a corrimientos de la subpoblación de anchoveta sureña provocada por condiciones ambientales. Es importante hacer notar que, excepto en los años de 1983 y 1986, la longitud de primera madurez ha estado ligeramente por encima de la longitud promedio de captura, lo que significa que la pesquería incidió fuertemente en grupos de individuos que aún no se reproducían. Lo anterior puede ser indicativo del efecto que producen en

Figura 36
Longitudes promedio y de primera madurez en la anchoveta de la costa occidental de Baja California. Según García-F. y Pedrín-O. (com. per.)



una población los factores ambientales y la mortalidad por pesca, actuando conjuntamente.

Estimar la fecundidad en este tipo de organismos plantea serios problemas, que van desde los criterios para determinar cuáles son los ovocitos maduros y separarlos de los que no lo están (Pike, 1951; Balbotin y Fisher, 1981), hasta estimar el grupo de ovocitos liberados por desove, con la dificultad adicional para inferir la frecuencia de desoves (Clark, 1934; MacGregor, 1957). Sin embargo, la importancia de esta variable para la aplicación de los modelos de evaluación de biomasa hace indispensable el adecuar los métodos en la medida de lo posible. Uno de ellos, basado en el examen histológico de los ovarios en un ciclo reproductivo completo para un reproductor parcial, ofreció una solución al problema de separar los grupos de ovocitos maduros (Macer, 1974).

Otro de los problemas en los reproductores parciales es que es muy difícil determinar la fecundidad anual para evaluar el tamaño de la población, por lo que en estas especies se determinan las tasas instantáneas de producción de huevos y los parámetros reproductivos en la época de máxima actividad reproductora, para poder evaluar la biomasa desovante.

Hunter y Goldberg (1980), Hunter y Macewicz (1980) y Hunter *et al.* (1985), establecieron los criterios reproductivos que se analizan histológicamente para estimar los parámetros reproductores: frecuencia de desove, fecundidad, proporción sexual y peso de las hembras maduras de los desovadores parciales. Estos criterios se aplican al modelo de evaluación de biomasa, utilizando el Método de Producción de Huevos, contribuyendo así a mejorar la precisión de los métodos de evaluación. Con esta metodología, se han determinado los parámetros reproductivos y la fecundidad de la anchoveta. La tabla 5 muestra los parámetros reproductivos para las poblaciones de la costa occidental de Baja California (Cotero y Castro, 1990), y los resultados preliminares para la anchoveta del Golfo de California (Cotero, 1992).

Tabla 5

Parámetros reproductivos de la anchoveta *Engraulis mordax*

Parámetro	Símbolo	CoBC	GolCA
Peso promedio de hembras (g)	W	21.700	15.100
Fecundidad (huevo)	F	15 565.000	12 081.000
Fracción desovante/día	S	0.123	0.275
Fracción de hembras	R	0.487	0.670

CoBC: Costa occidental de Baja California, Cotero y Castro, 1990.

GolCA: Golfo de California, Cotero, 1992.

La fecundidad parcial de la anchoveta tiene, también, una variación anual significativa, como puede notarse en la tabla 6, donde se presentan las estadísticas de la fecundidad en ambas localidades para el periodo 1950-1991. Los valores muestran variaciones de un año a otro, tal vez como una respuesta a la presión combinada del ambiente y la pesquería. Es notable también que la anchoveta del Golfo de California presenta una fecundidad parcial mayor que la del Pacífico, tal vez debido a que es una población en sus primeras fases de crecimiento y a que los individuos son más pequeños que los de la subpoblación central.

Por último, cabe destacar que recientemente Escudero y Castellanos (1990) analizaron la composición anual de los estadíos de madurez gonadal de la anchoveta, y reporta que la proporción de los diferentes estadios gonádicos no se man-

Tabla 6

Estimación de estadísticas de varios años para la fecundidad de la anchoveta norteña de la subpoblación central en la costa occidental de Baja California, (COBC); y del Golfo de California, (GOLCA)

Estadístico	Región	1950 1960	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1989	1991
n	COBC	19+	23+	44+	33+	127+	109+	83+	87+	85+		
	GOLCA						21*	19*		21*	35*	64**
Coef. de	COBC	532	279	693	563	752	617	588	532	682	1 280*	**
Regresión	GOLCA						900*	1 068				1 173
Intercepto	COBC	1 122	2 023	−4 410	−1 891	−1 979	−180	−1 002	−554	−2 036		**
	GOLCA						−2 583*	−3 193*		15 805*	−4 944	−7663
S y x	COBC	2 752	3 103	2 935	1 276	2 522	2 583	1 282	1 281	1 936		
	GOLCA						2 212*	2 243*		1 712*	2 155	2710**
Peso promedio	COBC	17.18	19.76	18.6	17.1	14.7	16.54	11.63	12.06	15.43		**
	GOLCA						16.92*	12.81*		18.32*	29.28	16.82
Fecundidad	COBC	10 270	7 546	8 506	7 745	9 083	10 031	5 828	5 862	8 490		**
media	GOLCA						12 640*	10 502*		7 670*	15 565*	12081

\+ Hunter, Lo and Leong, 1985.

* Cotero, 1986, 1992.

** Cotero, 1992.

tiene a través de los años, lo que confirma lo ya mencionado respecto a la alta variabilidad del proceso. Señalan además que el estadío II predomina en la segunda mitad del año, lo cual indica que éste es el de desarrollo más largo (véase Fig. 29).

Sardina monterrey

El proceso de reproducción de la sardina monterrey se lleva a cabo de manera similar a como ocurre en otros peces clupeoideos, con desoves parciales y asincronía, lo que garantiza una amplia temporada de desove, con alguna fracción de la población disponible para desovar a lo largo de un periodo extenso de tiempo.

Para el área de Bahía Magdalena, se ha detectado un periodo reproductor principal en invierno, con un máximo en febrero, y un segundo periodo más prolongado pero menos intenso en el verano. En el área de Isla de Cedros, en cambio, la reproducción se ha detectado en verano y otoño (CICIMAR, 1983; Torres-Villegas *et al.*, 1986; Cisneros-Mata *et al.*, 1987).

Se han realizado varios trabajos sobre los diferentes aspectos reproductivos de la sardina monterrey que comprenden, desde los primeros estudios de prospección, muestreos de las capturas, y estudios de distribución de huevos y larvas, hasta estudios específicos sobre la maduración sexual. En estos estudios se menciona que la

especie, en el Golfo de California, se reproduce durante el invierno y la primavera con dos picos de desove: uno muy intenso en diciembre-enero y otro de menor intensidad en abril (Sokolov y Wong-Ríos, 1972, 1973; Gutiérrez, 1974; Gutiérrez y Padilla, 1974; De la Campa de Guzmán y Gutiérrez, 1974; De la Campa de Guzmán y Ortiz, 1975; De la Campa de Guzmán *et al.*, 1976; Molina-Valdez y Pedrín, 1975; Padilla-García, 1976a, 1976b, 1981; Pedrín, 1978; Olvera-Limas, 1981; Olvera-Limas y Padilla, 1986; Molina-Valdez *et al.*, 1984; Cisneros-Mata *et al.*, 1987, 1988, 1989, 1991; Nevárez-Martínez, 1990).

De acuerdo con Torres-Villegas *et al.* (1986), el ciclo reproductor en la zona se extiende entre septiembre y marzo, con un solo máximo de noviembre a enero. Al igual que ocurre con la anchoveta, también se presentan variaciones de acuerdo a la característica climática que predomina en cada año, pudiéndose adelantar la maduración si las condiciones son cálidas, lo que trae como consecuencia un periodo más corto de desove. Por el contrario, en los años fríos puede haber retraso, con un desove más extenso en el tiempo. En el trabajo mencionado se establece una talla mínima de reclutamiento reproductor para esta zona de 150 mm. Este resultado fue confirmado posteriormente por Cisneros-Mata *et al.* (1987), en tanto que los cálculos del porcentaje de probabilidad de madurez sexual de la sardina monterrey realizados por Nevárez-Martínez (com. per.) indican que el 50% de los individuos alcanzan la primera madurez a los 161.5 mm de longitud patrón.

En la costa occidental de Baja California, el periodo de reproducción comprende aproximadamente ocho meses, de noviembre hasta julio; sin embargo, se presenta un máximo entre enero y marzo, y un segundo máximo entre junio y julio, el cual no se presenta en años cálidos. Para este segundo pico es notable la dominancia de ejemplares de tallas mayores, haciéndose evidente una segregación por tallas en cada máximo de desove.

Esta aparente asociación entre la temperatura y la maduración sexual probablemente se presenta también interanualmente, derivada tanto de la dinámica de la comunidad donde se desarrolla la sardina como de las reservas acumuladas a partir del final de la temporada reproductiva anterior. Un impacto en la estructura y dinámica de la comunidad repercutiría en la producción de gametos y finalmente en el reclutamiento de la sardina, sin que ello pueda ser considerado como el único factor que influye en el reclutamiento.

La tendencia de la curva de regresión de la fecundidad, el diámetro promedio de los ovocitos intraováricos y la frecuencia de desovantes durante el máximo de reproducción, son indicadores de la respuesta de la sardina a cambios ambientales, como se discute más adelante. En cuanto al efecto de la explotación, es evidente que los cambios del esfuerzo de pesca difícilmente pueden afectar directamente a algunas de estas características biológicas; salvo en la simplificación de la estructura por edades de la población de sardina, puesto que los organismos mayores presentan índices de producción más elevados.

Por ahora, no hay evidencia clara sobre la relación entre el ciclo hormonal de la sardina y los factores ambientales, que permita inferir cuáles son los disparadores del desove, sobre todo debido a que no hay información sobre un proceso tan complejo. Asimismo, es poco lo que puede explicarse del subciclo de desove, el cual se presenta en una secuencia entre la maduración

avanzada, el desove y el proceso de reorganización, que lleva nuevamente a la maduración avanzada.

Este subciclo permite mantener la producción de gametos en un proceso constante. Considerando que la frecuencia de hembras desovantes por noche ha sido estimada para la sardina monterrey entre 5 y 16%, el subciclo de desove se estima ocurre entre 20 y 7 días, lo que puede estar asociado a condiciones del ambiente con variaciones de corto plazo, modulado por el sistema de control intrínseco a nivel individual.

Entre la costa occidental de Baja California y el Golfo de California existen condiciones oceanográficas diferentes; por lo tanto, las variaciones en la dinámica poblacional de la sardina monterrey están asociadas a dos fenómenos distintos, que finalmente tienen como resultado la intrusión de aguas con características biológicas templadas; lo cual, aunque no en todos los casos, está asociado a una baja en la temperatura.

En la costa occidental de Baja California se trata de la influencia de la Corriente de California. Las variaciones que ésta tiene y su relación con la masa de agua tropical proveniente del sur, son los procesos de gran escala a los cuales se encuentra asociada la maduración sexual. En cuanto al subciclo de desove, puede estar influido por fenómenos de menor escala, dentro de un sistema mucho más complejo.

En el Golfo de California se ha establecido una asociación entre la migración de la sardina, hacia el sur, y el enfriamiento de la superficie del mar, como resultado de las surgencias provocadas por los vientos del noroeste incidiendo en las costas del Golfo. En estas condiciones se presenta el máximo de la reproducción, extendiéndose aproximadamente hasta donde se desplaza la zona fría, abarcando de una a otra costa.

Para esta zona, se han detectado durante las últimas temporadas algunas anomalías del proceso reproductivo, que se han dado paralelamente a la baja en los niveles de abundancia de la especie. Cabe destacar algunos resultados que sugieren la presencia de condiciones ecológicas de inestabilidad (Torres-Villegas *et al.*, en prep.), que traen como consecuencia una situación poco favorable para las poblaciones de sardina. Es posible que la información que se presenta a continuación aporte elementos que confirmen algunas de las hipótesis planteadas para explicar la respuesta de este recurso ante el cambio climático.

En la tabla 7 se presentan los valores promedio de algunos de los parámetros reproductivos de la sardina monterrey en el Golfo de California. En el periodo que abarca la serie de datos es notable que la reproducción está sostenida por sólo dos grupos de talla, correspondiendo a una estructura por edades de la pesquería muy simplificada; de hecho, son organismos pequeños los que sostienen la reproducción.

Tabla 7
Parámetros reproductivos de la sardina monterrey en el Golfo de California

Año	LP mm	FEC ov/	W/LP	(B)FEC	DIAM mm
1984	150	21 409	2.12	0.68	0.626
1986	165	19 320	3.09	1.43	0.598
1986	170	28 394	2.63	7.62	0.587
1987	180	29 760	1.98	1.03	0.598
1988	150	21 329	2.94	0.88	0.575
1991	150	18 600	2.81	0.89	

FUENTE: Torres-Villegas *et al.* (en prep.).

Por otra parte, existe una correspondencia importante entre la tendencia de la fecundidad parcial y las capturas de sardina monterrey en el Golfo de California, con un desfasamiento de un año. Este comportamiento también se registra en el factor de condición, que es la relación que guarda el peso con respecto a la talla, el cual es un indicador de la biomasa acumulada en la población. Adicionalmente, las máximas capturas coincidieron con la presencia de ovocitos más pequeños, lo que puede ser una respuesta de los organismos ante condiciones de nutrición deficientes, tal como se menciona para otras especies (Blaxter y Hunter, 1982; Torres-Villegas y Perez-gómez, 1987).

Toda esta situación se relaciona con las variaciones en el ambiente. En 1991 se observaron tendencias a la mejoría, sin embargo las capturas siguen deprimidas. Tal vez esto haya llevado al nivel de no retorno a la población, sobre todo desde que en el Golfo de California apareció la anchoveta y su población está aumentando, tal vez desplazando a la sardina, sin descartar los posibles efectos por sobrepesca. Otra posibilidad es que estos cambios respondan a una baja en la productividad del sistema.

Sardina japonesa y macarela

Para la sardina japonesa y la macarela del Golfo de California se ha encontrado que el área de reproducción es también el Golfo central, y que la época correspondiente es invierno-primavera, mientras que en la parte norte de la costa occidental de la Península de Baja California se ha detectado reproducción en el verano y principios de otoño (Estrada-García *et al.*, 1986; Cisneros-Mata *et al.*, 1987, 1989, 1991; Gluyas-Millán, 1989, 1990). En el área de Bahía Magdalena, la macarela se reproduce entre enero y mayo, con un máximo en febrero-marzo (Gluyas-Millán, 1989, 1990; Arcos-Huitrón y Torres-Villegas, 1990).

Sardina crinuda

Bajo esta denominación se presentan algunos resultados aislados obtenidos con *Opisthonema libertate* en el noroeste de México. No es posible realizar generalizaciones, ya que de estas especies existen comparativamente pocos antecedentes. En el Golfo de California, la reproducción de esta especie ha sido estudiada por Páez (1976) en el área de Mazatlán, donde se describe un periodo de máxima actividad reproductora durante los meses de junio y julio, posiblemente prolongándose hasta agosto y septiembre, cubriendo esta temporada en tres desoves. Lo mismo se ha reportado para Sonora (Cisneros-Mata *et al.*, 1987, 1988, 1991).

En la costa occidental de Baja California se ha estudiado en el área de Bahía Magdalena, donde se describe como un desovante parcial asincrónico, tal como ocurre con otros clupeoideos. La temporada de reproducción en esta área es muy corta, ampliándose en los años cálidos. Los meses donde se presenta la reproducción son entre agosto y septiembre, pero en 1983 fue desde julio hasta agosto. Es posible que la maduración sexual comprenda periodos más amplios en localidades más al sur, puesto que cuando se presentan desoves durante mayor tiempo en la zona de estudio, predominan las condiciones tropicales (Torres-Villegas, com. per.).

Por lo que se refiere a los índices de producción de gametos, se han realizado estimaciones de fecundidad parcial que indican un comportamiento similar a otros clupeoideos, con valores que oscilan entre 40 000 a 60 000 ovocitos por hembra, y con variaciones importantes en el com-

portamiento de la pendiente de la curva de regresión entre la fecundidad y el peso del cuerpo. Asimismo, se han descrito diferencias en el diámetro promedio de los ovocitos intraováricos próximos al desove, las que es posible asociar con variaciones ambientales, especialmente en términos de la composición del fitoplancton del que se alimenta (Torres-Villegas y Perezgómez, 1987).

En cuanto a la duración del subciclo de desove, éste se lleva a cabo en tiempos notablemente menores con respecto a como ocurre en clupeoideos templados. La frecuencia de hembras desovantes por noche se ha estimado en alrededor de 30%, implicando que la reorganización del ovario se lleva a cabo en un tiempo menor a los 4 días. Esto pudiera interpretarse como una característica asociada a la afinidad tropical de la especie; sin embargo, no existen registros de estudios en regiones más al sur o con otras especies tropicales.

Sardina bocona

Finalmente, se ha encontrado que la sardina bocona se reproduce durante el invierno, en las zonas de Punta San Miguel a Altata (Cisneros-Mata *et al.*, 1988). Lo incidental de sus capturas y su poca importancia en términos económicos hasta hace pocos años, han propiciado un retraso considerable en los estudios de su biología básica. Esta situación deberá ser corregida en el futuro cercano, puesto que en la actualidad la especie contribuye con porcentajes significativos de las capturas (Nevárez-Martínez y Santos Molina, com. per.).

De lo mencionado sobre los aspectos reproductivos de las diferentes especies, es evidente que existe una estrecha relación entre las variaciones del proceso y los cambios en el sistema que, al menos en algunos casos, no se relacionan directamente con la presión de pesca. Algunos resultados, como los referentes a la relación entre el ciclo reproductivo de la anchoveta y las variaciones ambientales estacionales e interanuales, o los cambios en la fecundidad y en el diámetro de los ovocitos de sardina monterrey y crinuda son indicativos de que una parte importante de la respuesta de las especies a la variabilidad del sistema, en las diferentes escalas de tiempo, se da en términos del proceso reproductivo.

También es claro que nuestro panorama está lejos de ser completo, particularmente en lo referente a las especies no tradicionales de la pesquería. A futuro será necesario cubrir la falta de estudios sobre estas especies en aspectos básicos, profundizar en la relación entre la reproducción y los factores que la regulan y realizar un seguimiento, tanto del proceso reproductor en las diferentes especies, como de los cambios en el ambiente.

Crecimiento

Otro aspecto biológico de las especies que se ve afectado por los cambios en el sistema es el crecimiento corporal, variable que está en función tanto de factores abióticos (vientos, temperatura, surgencias, etc.), como de las relaciones que se establecen entre las propias especies de la comunidad. Junto con el proceso reproductor, el crecimiento es una de las variables que determinan la productividad de las poblaciones, al guardar relación directa con otros parámetros biológicos como la mortalidad natural (al ser ésta densodependiente), con la fecundidad y con la calidad de los huevos. En los pelágicos menores, el crecimiento determina en buena medida la fuerza de las clases anuales y, por lo tanto, los niveles de reclutamiento a la pesquería.

Parámetros de crecimiento

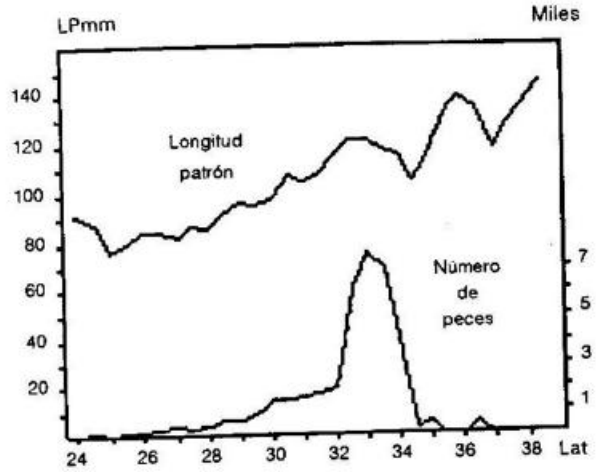
Anchoveta

El crecimiento de la anchoveta se ha estudiado en las poblaciones norteña, central y sureña de la costa occidental de la Península, así como en la del Golfo de California, a partir de métodos directos e indirectos. Los resultados muestran variaciones de tamaño para la misma edad, tanto regional como estacionalmente. En lo referente a la costa occidental, los estudios por región muestran que el crecimiento se realiza como un proceso heterogéneo, clinal, en toda el área de distribución de la especie; y que individuos de una misma edad presentan tamaños mayores en dirección norte y menor hacia el sur, lo cual está circunscrito en las áreas de distribución de cada subpoblación (Mallicoate y Parrish, 1981; Parrish *et al.*, 1981; Clark y Phillips, 1952). Un fenómeno similar se da también en función de la lejanía a la costa de las diferentes subpoblaciones.

La tabla 8 muestra la composición porcentual por edad de la anchoveta en función de la latitud, en tanto que la tabla 9 presenta lo correspondiente en términos de la distancia a la costa. Por su parte, la figura 37 ilustra el equivalente para la distribución por tallas en función de la latitud, apreciándose un claro incremento en la talla promedio conforme se consideran localidades más norteñas.

Las diferencias latitudinales en las tallas se han interpretado como características poblacionales. De los datos correspondientes a las pesquerías mexicana y estadounidense (Tabla 10) se aprecia que para individuos de la misma edad (0 años), las diferencias son de aproximadamente 16.4 mm entre Ensenada y San Pedro, CA; y de 6.9 mm entre éste y Monterey, CA. En cambio,

Figura 37
Distribución latitudinal de las tallas de anchoveta en la costa de California y Baja California (costa occidental). Modificado de Parrish y Mallicoate (manuscrito)



para el grupo de 4 años de edad, la diferencia se reduce entre Ensenada y San Pedro a 4.4 mm, en tanto que entre San Pedro y Monterey aumenta hasta 12.9 mm.

El incremento en el primer año de vida es el más rápido, declinando el ritmo en los años posteriores (Mallicoate y Parrish, 1981). Silva (1975) encontró que las anchovetas de las descargas de Ensenada crecen en un 50% en longitud en el primer año de vida, llegando a alcanzar más del 50% de su longitud máxima promedio.

Colateralmente, también ocurren variaciones del crecimiento en peso entre las poblaciones. En la población central, en los grupos de 1 a 4 años de edad, el crecimiento en peso se incrementa en una relación de 2:1; y se da aceleradamente en el periodo de primavera y verano, con nulos incrementos en otoño e invierno (Mallicoate

Tabla 8
Anchovetas por latitud y por edad (%)

	Subpoblación del sur	Zona de transición					Canal SO
Edad	–25°	25°-27.5°	27.5°-29	29.5°-31°	31°-32°	32°-33°	33°-34°	34°-34.5°
0	13.0	0.6	29.3	30.6	27.3	17.8	18.8	23.4
1	53.2	47.0	33.1	33.3	21.3	24.9	26.2	26.7
2	24.7	19.2	13.9	15.1	20.0	29.3	22.9	18.6
3	6.5	13.9	16.8	13.3	17.1	17.8	17.2	14.8
4	2.6	4.3	6.0	6.0	10.6	8.4	10.4	11.5
5	—	1.0	0.7	1.7	3.4	1.6	3.5	4.1
6	—	—	0.1	0.3	0.2	1.0	1.0	1.0
N°	77	302	685	1 309	953	1 167	2 624	1 333

FUENTE: Parrish *et. al.*, 1981.

Tabla 9
Anchovetas por edad (%), por distancia de la costa

	Área del norte 33°-34°				Área del sur 32°-33°			
Edad	Costa	Costa adentro	Costa afuera	Oceánica	Costa	Costa adentro	Costa afuera	Oceánica
0	28.0	10.9	4.6	4.8	39.0	1.2	2.1	1.0
1	30.5	22.4	17.1	14.7	22.8	25.6	16.7	7.3
2	18.5	26.5	26.5	19.9	18.7	38.0	23.3	18.9
3	14.3	19.7	24.7	24.0	11.9	22.8	30.9	33.3
4	6.4	14.1	18.4	21.4	6.6	9.9	17.2	23.1
5	1.9	5.0	6.8	12.3	0.6	2.5	8.4	12.3
6	0.3	1.4	2.0	2.9	0.4	—	1.4	4.1
N°	1 215	1407	1095	961	513	645	849	724

FUENTE: Parrish *et. al.*, 1981.

Tabla 10

A) Longitud patrón promedio por edad de anchoveta descargada. Ensenada, BC., México

Edad	Long. prom. mm	No
0	78	14
0+	88	48
1	85	5
1+	106	15
2	107	5
2+	116	14
3	113	1
3+	122	16
4	124	1
4+	128	10
5	—	—
5+	135	5

FUENTE: Silva, S.S., 1975.

B) Talla promedio. Ponderado por clase de edad de las capturas de San Pedro y Monterey, California

Edad	San Pedro Calif.	Monterey Calif.
0	104.4	111.3
1	113.3	121.8
2	121.2	131.0
3	126.4	137.9
4	132.0	144.9
5	138.2	149.9
6	144.3	155.9
7	148.6	157.9
8	159.5	—

FUENTE: Calculado con datos de Mallicoate y Parrish.

y Parrish, 1981). Por su parte, la anchoveta de la población norteña incrementa su peso con una relación de 2:3 entre 1 a 4 años de edad, con un crecimiento acelerado en primavera y otoño.

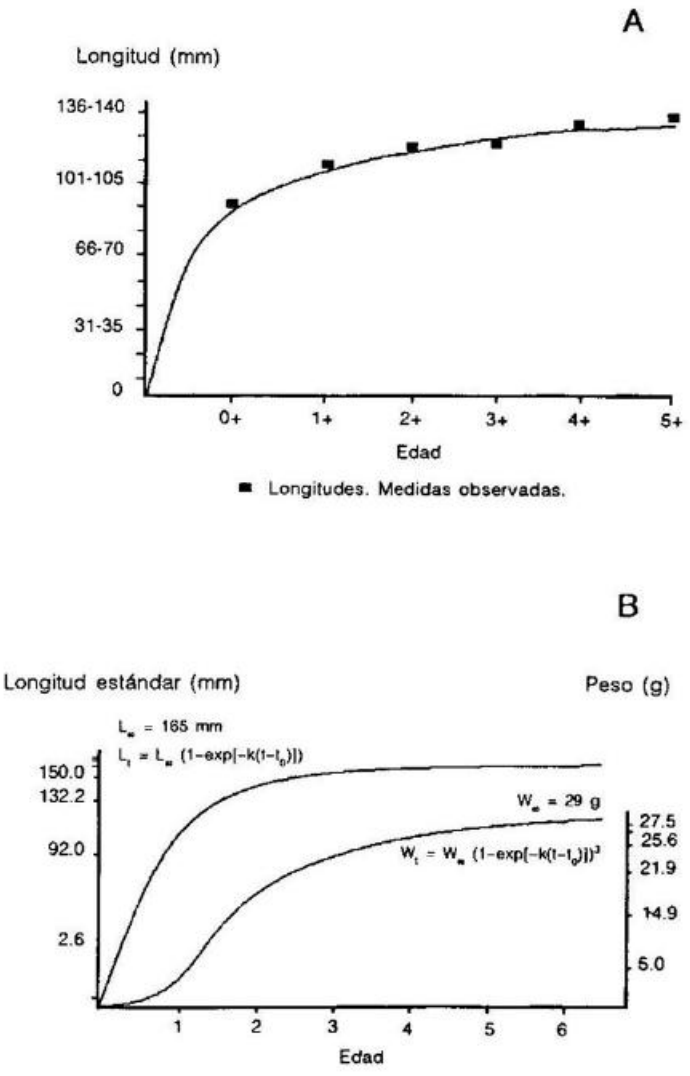
Los resultados sobre el crecimiento de la anchoveta muestran que se desarrolla como un proceso variable, geográfica y temporalmente, tanto entre las poblaciones como dentro de ellas, debido a diferencias ambientes, a su densidad poblacional y probablemente también en respuesta a los efectos de sobrexplotación de la pesquería. Los valores de los parámetros obtenidos desde 1952 por diferentes autores (Tabla 11) presentan diferencias considerables atribuibles, en alguna medida, a dicha variación en el crecimiento. La figura 38 muestra curvas de crecimiento en peso y longitud, determinadas recientemente.

Tabla 11

Parámetros de crecimiento para anchoveta

Autor	K	L mm	W gr	t/	Área
Clark y Phillips, (1952)	0.384	180.0	—	—	CC
Bayliff, (1967, según González-Dávila 1988)	0.045	164.0	—	—	CC
Spratt,	0.298	165.5	—	-170.00	CC
Silva, (1975)	0.380	143.0	—	-1.50	CC
Mallicoate y Parrish,					
(1981) S. Pedro	0.127	173.0	—	—	CC
Monterey	0.114	201.0	—	—	CC
González-Dávila (1988)	0.800	165.0	29	—	CC
Cisneros Mata *et al.*, (1989)	0.700	153.0	—	-0.30	GC
Cisneros Mata *et al.*, (1991)	0.830	122.0	—	-0.25	GC

Figura 38
(A) Curva de crecimiento en logitud de la anchoveta en el área de Bahía de Todos Santos, según Pedrín-O. et al. (en prep.); (B) Crecimiento idealizado en talla y peso para anchoveta, modificado de González-Davila (en prensa)



Sardina monterrey

Los parámetros de crecimiento de sardina monterrey se han calculado con la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy y mediante diferentes métodos. Los valores obtenidos se presentan en la tabla 12. De manera similar a lo ya mencionado para la anchoveta, son evidentes las diferencias entre los diferentes autores, que podrían deberse tanto al método empleado en la estimación como a crecimientos diferentes en función de la distribución geográfica (Holt, 1960; Félix-Uraga, 1990); reflejando, por lo tanto, respuestas particulares ante las condiciones ambientales de las diferentes regiones.

En cuanto al ritmo de crecimiento de esta especie, se ha encontrado que la formación de las bandas en los otolitos (hialina y opaca) tiene periodicidad anual en la subpoblación del Golfo, y semestral en la de Bahía Magdalena, confirmando además que la formación de la banda hialina está asociada a la actividad reproductiva en ambas subpoblaciones (Félix-Uraga, 1986; Méndez-Da Silveira, 1987; Jiménez-Rodríguez, 1991; Jiménez-Rodríguez *et al.*, en prep.).

Las variaciones del crecimiento en esta especie han sido notables entre áreas y tiempos, particularmente cuando las poblaciones se han distribuido prácticamente a todo lo largo de la costa del Pacífico norteamericano, y en escalas de tiempo de décadas. De manera similar, durante las fases de alta y baja abundancia de las sardinas en las diferentes regiones del mundo, los organismos presentan características morfológicas particulares, en función de áreas y tiempos, no sólo en términos de tallas mayores para las mismas edades sino también en caracteres como el número de vértebras. Ello contrasta fuertemente con la gran homogeneidad genética que se ha

Tabla 12
Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para: *Sardinops sagax caeruleus*

Método	L∞	k	t_o	Área de estudio
Holt (1959)*	260.0	0.5	—	California
Beverton (1963)*	290.3	0.4-0.5	—	California
Félix-Uraga (1990)*	170.0 a 183.0	0.82 a 1.73	-0.0086 a -0.0179	Bahía Magdalena
Molina y Pedrín (1976)**	198.6	0.32	-1.95	
Méndez-Dasilveria (1987)*	160.0	2.065	-0.0082	Golfo
Jiménez-Rodríguez (1991)*	202.9 a 245.6	0.28 a 0.59	-0.21 a -1.66	de
Estrada *et al.*, (1986)***	227.5	0.39	-0.235	
Cisneros *et al.*, (1989)***	224.5	0.60	-0.16	California
Cisneros *et al.*, (1991)***	250.0	0.43	-0.4014	
Nevárez *et al.*, (1992b)*	224.2	0.467	-0.8914	

* Estudios basados en la lectura de edad en otolitos.
** Estudios basados en la lectura de edad en escamas.
*** Estudios basados en el análisis de frecuencia de tallas.

determinado para las poblaciones de sardina de la Corriente de California. Para algunos autores, la variación del crecimiento, entre otras características fenotípicas, está relacionada con las estrategias de las especies, diferentes en periodos de alta y baja abundancia (Lluch-Belda *et al.*, 1989).

Sardina crinuda

Al igual que en las otras especies, los parámetros de crecimiento de sardina crinuda se han obtenido tanto a partir de métodos directos (lectura de edad en escamas) como indirectos (análisis de frecuencias de tallas). Los valores obtenidos se presentan en la tabla 13. Si bien los valores de Linf y k tienen poca variación, el parámetro "t_o" varía notablemente, desde un máximo de -0.02 a un mínimo de -1.84, posiblemente porque en el último caso se empleó un valor ajustado, de acuerdo con la longitud (edad) de eclosión de las larvas de crinuda.

Macarela

Para la macarela del Golfo de California y de Bahía Magdalena se han obtenido los parámetros

Tabla 13
Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para *Ophisthonema spp.*

Método	L∞	k	t_o	Área de estudio
Estrada-García *et al.* (1986)***	231.6	0.508	-0.1845	Golfo
García-Gómez y	193.19	0.45	-0.02	
Molina-Valdez (1986)**	a	a	a	de
	220.0	1.04	-1.84	
Cisneros-Mata *et al.* (1989)***	216.3	0.50	-0.38	California
Nevárez-Martínez *et al.* (1992c)***	230.0	0.54	-172.00	

** Estudios basados en la lectura de edad en escamas.
*** Estudios basados en el análisis de frecuencia de tallas.

de crecimiento mediante diferentes métodos, observándose comparativamente poca variación (Tabla 14) (Cisneros-Mata *et al.*, 1989; Gluyas-Millán, 1990).

Sardina japonesa

Para el Golfo de California, los parámetros de crecimiento estimados en base al análisis de frecuencias de tallas son los siguientes: Linf = 230.5 mm; k = 0.86/año; t_o = -0.11 (Cisneros-Mata *et al.*, 1989).

Patrones de reclutamiento

Se han analizado los patrones de reclutamiento de sardina monterrey, crinuda, japonesa, macarela y anchoveta del Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1989, 1991), es decir, las épocas del año en que las especies alcanzan la edad de reclutamiento pesquero, definida como la de menor vulnerabilidad, pero capturable, a la pesquería (Sparre *et al.*, 1989). En general, los resultados muestran que existen para todas las especies analizadas dos periodos de reclutamiento, siendo uno de mayor magnitud que el otro. La figura 39 muestra de manera esquemática los patrones de reclutamiento correspondientes.

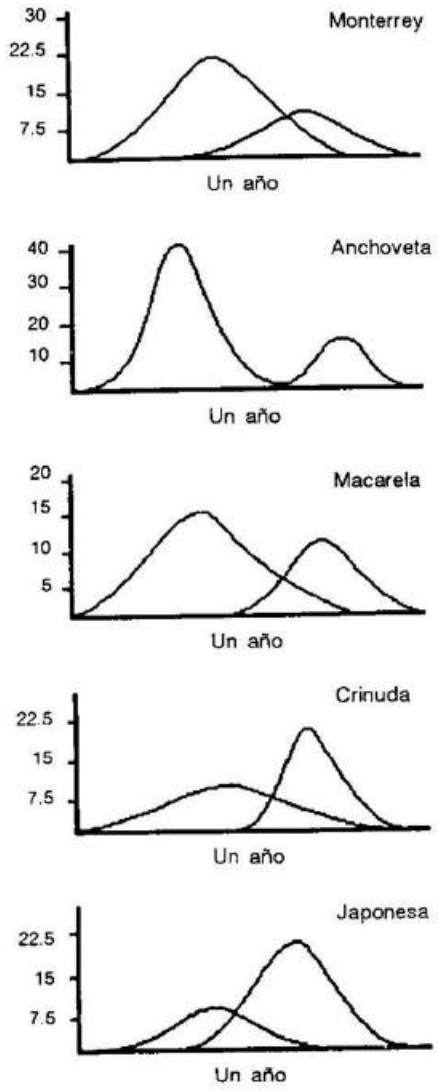
Variabilidad interanual del crecimiento

En términos generales existe una falta de estudios que exploren la variabilidad del crecimiento en escalas de tiempo interanuales; en muchas ocasiones, los parámetros estimados por los diferentes autores no se contrastan entre sí debido a que

Tabla 14
Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para: *Scomber japonicus*

Método	L∞	k	t_o	Área de estudio
Gulland-Holt	273.99	1.2128	-0.019	Bahía Magdalena
López-Vega	280.84	0.570	-0.019	Bahía Magdalena
Marquardt	299.00	0.550	-0.233	Bahía Magdalena
Pauly	293.00	0.500	-0.360	Golfo de California

Figura 39
Patrones de reclutamiento anual de sardina monterrey, crinuda, japonesa, macarela y anchoveta en el Golfo de California, según Nevárez-Martínez y Santos-Molina (com. per.)



los diferentes métodos utilizados, formalmente, no son directamente comparables al estar basados en la detección y medición del proceso por medio de marcas en estructuras diferentes (escamas, espinas, otolitos) o bien con base en la estructura poblacional.

No obstante, existen diferencias claras en el crecimiento de algunas de las especies en función de su distribución, que significan respuestas diferentes ante condiciones ambientales locales, particularmente en el caso de la sardina monterrey. Las variaciones en los factores abióticos también se presentan en una misma zona a través del tiempo, y pueden llegar a ser tan pronunciadas como las que se registran entre áreas. Por ello, y más allá de las diferencias metodológicas, es esperable que una parte importante de la variación observada entre los diferentes autores sea reflejo de cambios interanuales y de más largo plazo, bióticos y abióticos.

El crecimiento es una variable sumamente interrelacionada con todos los componentes del sistema que, al interior de las poblaciones, puede gobernar otros procesos biológicos relevantes como mortalidad, reclutamiento, movimientos poblacionales, maduración sexual, etc., algunos de los cuales (si no es que todos) se han correlacionado con variaciones ambientales. En este contexto existe una falta de trabajos que aborden la variabilidad interanual del crecimiento, sobre todo en términos de los factores ambientales que la modulan. Su desarrollo sería de mucha relevancia en el entendimiento de la dinámica del sistema; sin embargo, requiere de avances importantes en cuanto a metodologías de trabajo adecuadas que permitan realizar comparaciones entre años, así como la integración de series lo suficientemente largas de estimaciones de los diferentes parámetros.

Estado actual de las poblaciones

Las poblaciones de pelágicos menores, a! menos las de sardina monterrey en el Golfo de California y anchoveta en la costa occidental de Baja California, se encuentran actualmente en un nivel bajo, posiblemente resultado de un reciente proceso de transición del sistema en ambos litorales, con crecimiento de la sardina y la macarela en la costa occidental, y de la anchoveta en el Golfo de California.

La alta variabilidad ambiental de los últimos años, junto con las señales de cambio de las poblaciones en términos de distribución, abundancia y fecundidad, además de los probables cambios en crecimiento y alimentación, ya señalados para algunas especies, indican la altà probabilidad de que el sistema ambiente-recurso se encuentre en una etapa importante de variabilidad, lo que se manifiesta, entre otras cosas, con bajos niveles de abundancia de las especies antes dominantes. Estos periodos, lejos de ser una condición excepcional, se han presentado con frecuencia en el pasado y suelen durar varios años (Fig. 28).

La pesquería, por razones evidentes, utiliza preferentemente las especies de la asociación que presentan mayor disponibilidad. Aunque la explotación de las otras especies es innegablemente parte de la actividad pesquera, tradicionalmente la industria se había sostenido por la sardina monterrey y la anchoveta, porque han ofrecido mayor disponibilidad y accesibilidad en el pasado reciente. Esta situación ha cambiado en las últimas temporadas; actualmente no existe una especie que se presente con las características de abundancia y disponibilidad de las especies objeto tradicionales. La suma de la biomasa del conjunto no parece suficiente como para sustituir los niveles de captura de sardina o anchoveta en sus ciclos de predominio reciente.

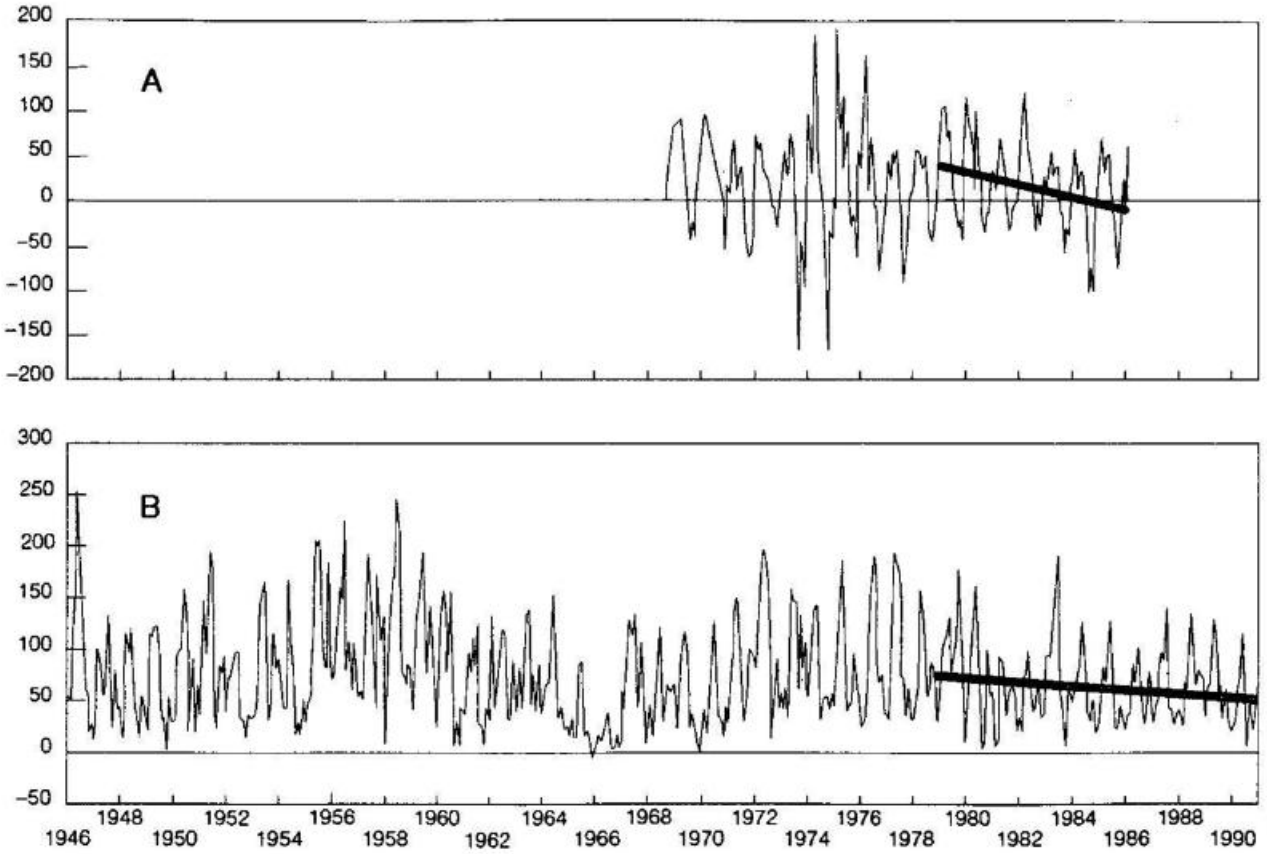
El análisis de los niveles de surgencias en el Golfo de California, derivados de mediciones de dirección y velocidad del viento, indican niveles, para la primera mitad de la década de los ochenta, significativamente menores que los correspondientes a los años anteriores (Fig. 40 A), (Lluch-Cota, en prep.). Adicionalmente, se han determinado correlaciones significativas entre los niveles de surgencia en el Golfo de California y la abundancia de sardina monterrey en la zona (De Anda, com. per.). En lo referente a la costa occidental, la tendencia a la baja en la intensidad de las surgencias, paralela al calentamiento durante los últimos años, ya había sido señalada por Bakun (1990), (Fig. 40 B). Todo ello hace suponer que la productividad del sistema y, por consiguiente, la biomasa total del conjunto de las especies (al menos en el Golfo de California), han disminuido significativamente.

Por otra parte, y como ya se mencionó, existe evidencia de que cambios a nivel global, que han afectado sistemas similares en otras regiones del mundo, están ocurriendo desde hace pocos años. Los cambios locales mantienen, hasta el momento, la coherencia que en el pasado han mostrado en relación con los que ocurren en las diferentes regiones, y que fueron descritos anteriormente (Lluch-Belda *et al.*, en prep.).

Estado actual de la sardina monterrey

El análisis de las series de captura y de captura por unidad de esfuerzo de la pesquería de sardina monterrey en el Golfo de California (Fig. 41 y 42) permite distinguir cuatro etapas: 1) de exploración y asentamiento, hasta 1975-1976; 2) de desarrollo, hasta 1981-1982; 3) de expansión y estabiliza-

Figura 40
(A) Índice de surgencias (T/s/100 m) frente a Topolobampo; (B) Índice de surgencias de Bakun ($m^3/s/100$ m) para el punto de estimación correspondiente a Bahía Magdalena. Se presenta la tendencia (como la regresión lineal simple) para el periodo a partir de 1979



FUENTE: Lluch-Cota (en prep.).

Figura 41
Descargas de sardina en Sonora. El año corresponde al cierre de la temporada. Modificado de Cisneros-Mata *et al.*, 1991

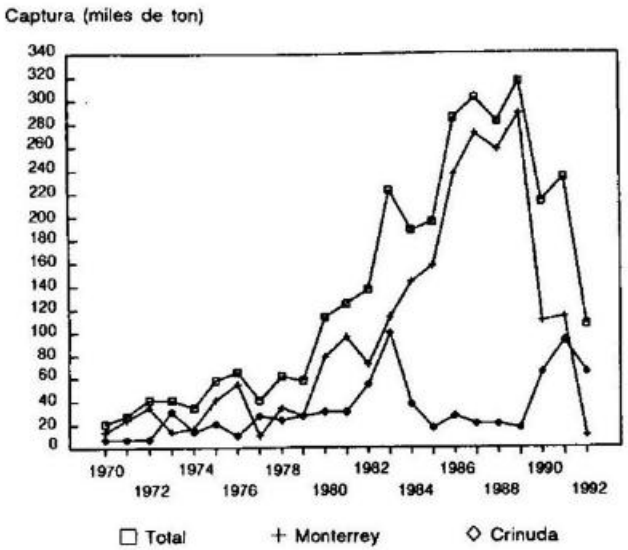
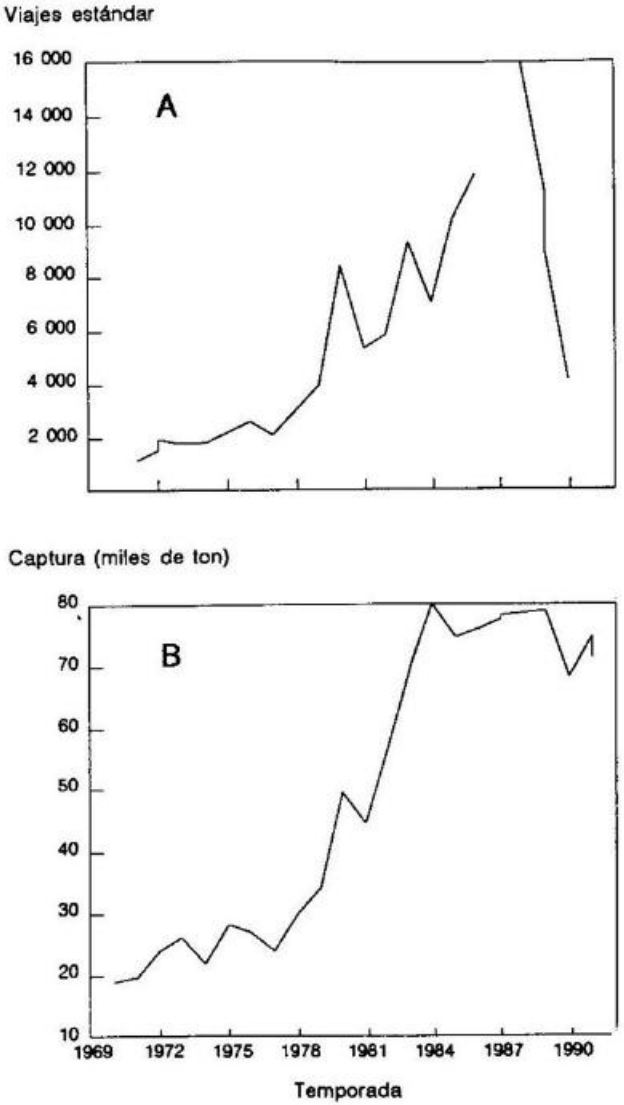


Figura 42
(A) Viajes estándar de la flota de Guaymas; (B) Captura por viaje nominal en Sonora. El año corresponde al cierre de la temporada. Modificado de Cisneros-Mata *et al.*, 1991



ción, hasta 1988-1989, y 4) de descenso a partir de 1989-1990 (Cisneros-Mata *et al.*, 1991; Nevárez-Martínez *et al.*, 1992). Los hechos más sobresalientes de cada etapa son los siguientes:

A finales de los sesenta se deja de pescar sardina en Ensenada y se impulsa la pesca en el Golfo de California (cerca de Guaymas) con barcos pequeños, de entre 30 y 40 ton de capacidad de bodega, en los meses de octubre a mayo, lo que se conocería como "pesca de invierno". En 1977 comienzan a llegar a Guaymas barcos más grandes; entre los primeros, 28 barcos de 120 ton, adquiridos por el Gobierno Federal en Sudamérica.

En 1978-1980, por primera vez, se registraron en Guaymas descargas en los meses de junio-

septiembre; y a partir de 1982-1983 se establece permanentemente la llamada "pesca de verano", particularmente en el fértil canal de Ballenas-Salsipuedes, en la costa centro-occidental del Golfo, y al norte de Isla Tiburón en la costa oriental. También al inicio de los ochenta, con la creciente demanda de sardina por la instalación de nuevas plantas procesadoras, la pesquería se expande hacia el sur, impulsando el surgimiento de Yavaros como puerto sardinero importante (Estrada *et al.*, 1986; Cisneros-Mata *et al.*, 1987; Nevárez-Martínez *et al.*, 1992).

Previa a la tercera etapa, la CPUE fue menor de 50 ton/viaje, mientras que durante ella creció en relación directa con el poder de pesca, con la experiencia de los pescadores y con la modernización de la flota y de los sistemas de localización (Cisneros-Mata *et al.*, en prep.). Por ejemplo, se inició la pesca con apoyo aéreo (ahora alrededor del 30% de la flota lo utiliza), eliminado la incertidumbre en la localización de los cardúmenes y aumentando la eficiencia de la flota.

Por otro lado, la CPUE aumentó artificialmente con la "pesca de verano". Al ser los viajes más largos (y por lo tanto más costosos), se procura llenar la bodega para hacerlos redituables. Por último, el aumento en la CPUE también puede ser atribuido al crecimiento de la población de sardina monterrey: existen planteamientos en el sentido de que la población y la pesquería crecieron a la par, con lo cual, y contrario a lo que se esperaría en una población en equilibrio que está siendo explotada, la CPUE aumentó a pesar de que el esfuerzo de pesca se incrementó significativamente (Cisneros-Mata *et al.*, en prep.) (Fig. 42).

Cisneros-Mata *et al.*, (en prep.) encontraron que la población de sardina monterrey estuvo creciendo entre las temporadas 1974-1975 y 1985-1986, y que a partir de 1986-1987 empezó a descender. En un análisis posterior predicen la biomasa y los rendimientos futuros (de 1988-1989 en adelante), encontrando que estas predicciones concuerdan con las tendencias observadas, esto es, a la baja en ambos casos.

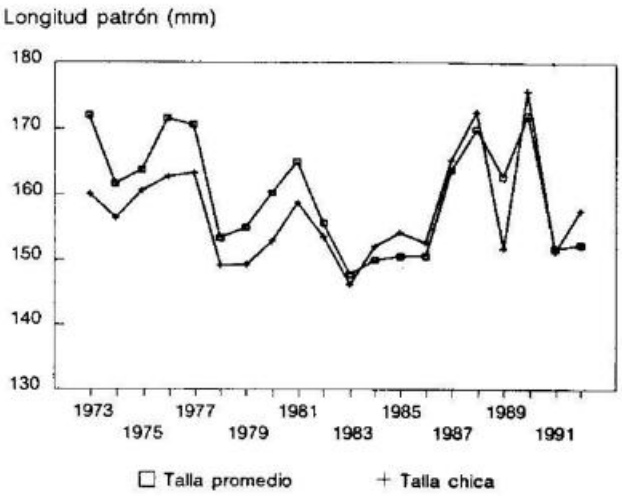
Otros hechos biológico-pesqueros significativos que se han detectado en la pesquería de sardina monterrey del Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1991; Nevárez-Martínez *et al.*, 1992b) son los siguientes:

1) Se han presentado fluctuaciones inversas entre la captura de sardina monterrey y crinuda (Fig. 41), principalmente en respuesta a fenómenos de calentamiento del agua superficial del mar. En años en los que han ocurrido los eventos "El Niño", se ha incrementado la captura de crinuda y ha disminuido la producción de monterrey, lo que ya había sido señalado anteriormente (Lluch-Belda *et al.*, 1986), atribuyéndose este efecto a cambios en la distribución de las especies, en función de la temperatura del mar.

   Sin embargo, observaciones recientes parecen apoyar la idea de que el factor determinante es la presencia de cantidades importantes de sardina monterrey; en los últimos años, con el descenso de la abundancia de esta especie, se ha registrado la presencia de sardina crinuda de manera independiente a la condición térmica prevaleciente (Nevárez-Martínez, 1992a).

2) Se han presentado oscilaciones de la talla media de captura y la talla crítica de sardina monterrey (Fig. 43), que reflejan variaciones del reclutamiento en respuesta a variaciones del ambiente y a la presión de pesca. Cisneros-Mata *et al.* (en prep.) mencionan que las varia-

Figura 43
Talla promedio de captura y talla crítica para la sardina monterrey descargada en Guaymas, Son. Modificado de Cisneros-Mata *et al.*, 1991



ciones en el reclutamiento podrían deberse, aparte de las causas mencionadas, a efectos denso-dependientes.

3) Se observan elevados coeficientes de mortalidad de pesca y tasas de explotación que han excedido los límites recomendados para pelágicos menores. Estos límites están entre 0.25 y 0.5 (25-50%), y para el caso de la sardina monterrey del Golfo de California el valor adecuado se estimó en 0.35 (Cisneros-Mata *et al.*, 1988).

   Durante las temporadas 1988-1989/1989-1990, los grupos de tallas menores o iguales a 135 mm presentaron tasas menores a 0.1, mientras que el grupo de 136-140 mm presentó un valor de 0.3755, es decir, 3.7 veces más que el grupo anterior. A partir de este grupo, la tasa se mantiene por arriba de 0.5, llegando a un máximo de 0.8377 para el grupo de 176-180 mm. A partir de las temporadas 1990-1991 y 1991-1992, la población empezó a explotarse fuertemente a partir de organismos muy pequeños (126-130 mm), alcanzándose el valor máximo de 0.88 en las tallas de 166 a 175 mm, aunque con una disminución en las de 191-200 mm. La tasa de explotación promedio para toda la población, en cada periodo, es de 0.64 y 0.684 respectivamente, es decir, casi el doble de la recomendada para la sardina monterrey del Golfo de California (Tabla 15).

4) Las capturas han sobrepasado el máximo rendimiento sostenible y el esfuerzo de pesca ha excedido al óptimo. El rendimiento máximo de la sardina monterrey en el Golfo de California, para las temporadas 1988-1989 a 1989-1990, debió ser de aproximadamente 190 000 ton (Fig. 44). Sin embargo, las capturas promedio fueron de 230 000 ton y la mortalidad por pesca fue un 10% mayor que la óptima. De manera similar, en lo referente a 1990-1991 y 1991-1992, los niveles de rendimiento recomendados fueron de 52 000 ton, y las capturas en promedio de 61 000 ton, mientras que la mortalidad por pesca fue un 20% mayor que la óptima.

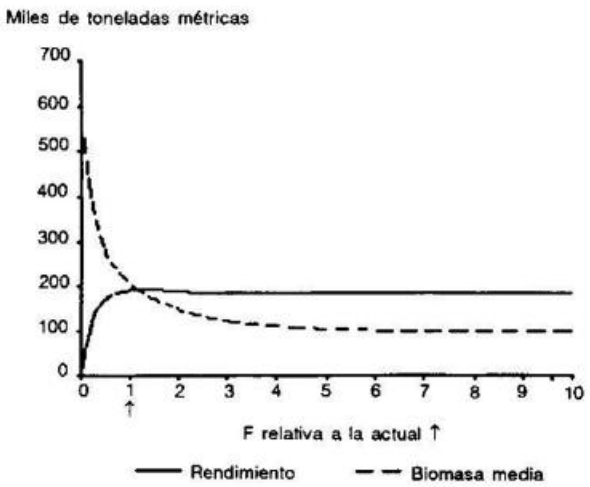
5) Otro evento relevante fue la aparición, en 1986, de la anchoveta en las capturas, y el incremento paulatino de su aportación. Probablemente éste hubiera sido más marcado de haberse dirigido más activamente el esfuerzo pesquero sobre la especie. Paralelamente, se observaron incrementos en la abundancia de juveniles y adultos de anchoveta en áreas caracterizadas de crecimiento y desove de la sardina monterrey. Las figuras 45, 46, 47 y 48 muestran las capturas de anchoveta y sardina monterrey en

Tabla 15

Tasas de explotación de la sardina monterrey en el Golfo de California

Talla mm	Temporada 88-89/89-90 Captura (números)	F	E	Temporada 90-91/91-92 Captura (números)	F	E
96-100	63 206	0.000163	0.000213	485 305	0.0041	0.0054
101-105	289 949	0.000760	0.000991	3 499 302	0.0303	0.0380
106-110	368 005	0.000979	0.001276	8 099 108	0.0714	0.0852
111-115	788 510	0.002129	0.002772	11 909 838	0.1072	0.1228
116-120	1 418 944	0.003894	0.005057	21 704 393	0.2006	0.2075
121-125	1 615 415	0.004507	0.005849	24 866 005	0.2373	0.2365
126-130	6 477 854	0.018402	0.023457	39 057 839	0.3881	0.3363
131-135	27 801 749	0.080708	0.095308	54 785 448	0.5753	0.4289
136-140	152 440 231	0.460820	0.375591	67 480 948	0.7622	0.4987
141-145	304 062 881	0.996511	0.565361	97 311 247	1.2182	0.6139
146-150	201 167 517	0.726780	0.486831	129 121 521	1.8913	0.7117
151-155	206 741 300	0.820192	0.517050	134 457 778	2.4613	0.7626
156-160	214 797 066	0.950741	0.553773	144 092 621	3.6163	0.8252
161-165	234 430 815	1.186852	0.607722	114 907 814	4.4824	0.8540
166-170	329 919 175	2.038822	0.726873	86 082 354	6.1039	0.8885
171-175	324 056 693	2.705253	0.779308	38 232 455	5.7808	0.8830
176-180	306 911 902	3.955465	0.837744	13 870 086	4.2606	0.8476
181-185	162 272 671	3.641583	0.826190	4 928 215	2.5497	0.7690
186-190	69 537 713	2.590278	0.771748	4 681 927	3.9389	0.8372
191-195	40 987 381	2.345327	0.753779	251 483	0.3232	0.2967
196-200	24 387 636	1.143622	0.736710	177 518	0.2492	0.2454
201-205	11 631 467	1.525499	0.665692	304 354	0.4773	0.3839
206-210	6 803 235	1.258756	0.621652	455 648	0.8603	0.5290
211-215	4 824 284	1.270727	0.623876	415 938	1.0348	0.5746
216-220	2 529 377	0.964900	0.557423	271 809	0.9413	0.5513
221-225	1 983 836	1.130197	0.596002	450 183	2.8694	0.7893
226-230	1 205 405	1.162276	0.602723	93 434	0.7661	0.5000
231-235	401 802	0.691899	0.474554			
236-240	334 835	0.766100	0.500000			

Figura 44
Curvas de mortalidad media y rendimiento (captura) de sardina monterrey, en función de la mortalidad por pesca (F). Modificado de Cisneros-Mata *et al.*, 1991



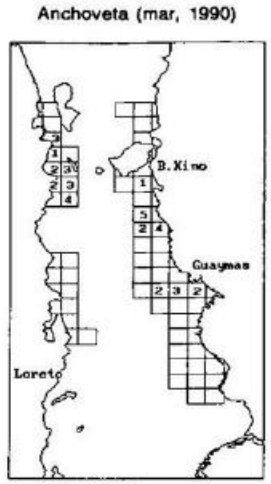
el Golfo para el periodo marzo de 1990 a mayo de 1991, siendo evidente la relación inversa en la abundancia de ambas especies respecto a la que se presentaba en el pasado reciente.

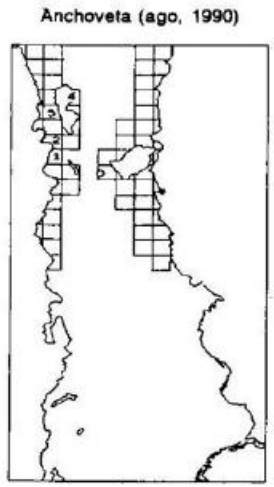
Cabe mencionar que lo mismo ocurrió en los cuarenta en California, durante el colapso de la pesquería de sardina. No existe consenso sobre los mecanismos que ocasionaron este cambio en la dominancia de las especies. Cisneros-Mata *et al.*, (en prep.) plantean una hipótesis en el sentido de que la presencia de la anchoveta, en conjunto con la pesca, jugaron un papel importante en la disminución de la población de la sardina monterrey.

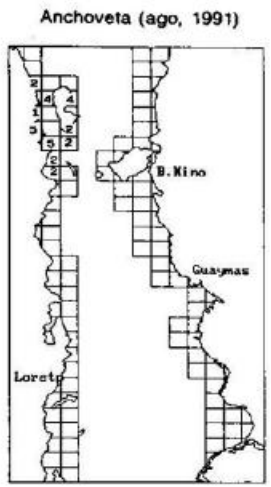
Otra posibilidad, sugerida a partir del modelo propuesto por Lluch-Belda *et al.* (1989), es que la sardina haya disminuido su abundancia debido principalmente a factores ambientales (por ejemplo, los bajos niveles de surgencias desde mediados de los ochenta), y que la población de anchoveta se desarrolló a partir del momento en el que la abundancia de sardina, deletérea para la anchoveta según diferentes autores (Radovich, 1982; Lluch-Belda *et al.*, 1991b) alcanzara valores suficientemente bajos (véase Fig. 27).

Colateralmente, existe evidencia en el sentido de que la pesquería de sardina monterrey en el Golfo de California se inició cuando ya la población había pasado sus niveles más altos y la abundancia estaba en descenso (Baumgartner, com. per.). Esto invalidaría la presencia de anchoveta en cantidades importantes (que se registraron después), la presión derivada de la pesquería y los bajos niveles de surgencia de principios de los ochenta, como las causas directas del colapso de la sardina monterrey.

Por su parte, la población de la costa occidental experimentó un crecimiento durante los últimos años, hasta 1991, registrándose una cierta recuperación de la sardina de California, cuya pesquería había permanecido cerrada durante aproximadamente 20 años. Las causas de esta recuperación difícilmente pueden ser atribuidas únicamente a la veda establecida por el estado de California; en vigor desde 1967, ya que transcurrieron alrededor de 10 años antes de que se empezaran a registrar señales de recuperación de la población. Desde hace tiempo, diferentes autores han argumentado en el sentido de que los cambios en la abundancia están más allá del mero efecto de la pesquería (Clark y Marr, 1955; Radovich, 1982). Por otra parte, la evidencia proveniente de sedimentos marinos, ya mencionada, junto con las sincronicidades entre la pesquería de Norteamérica y de otras regiones, indican que el problema es mucho más complejo que la simple







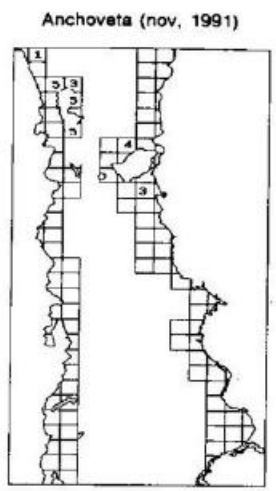
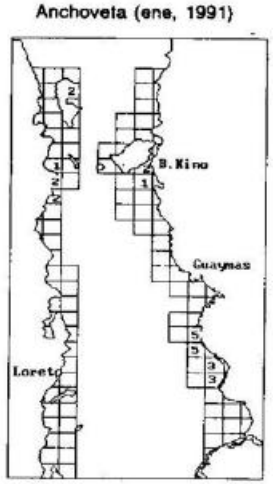
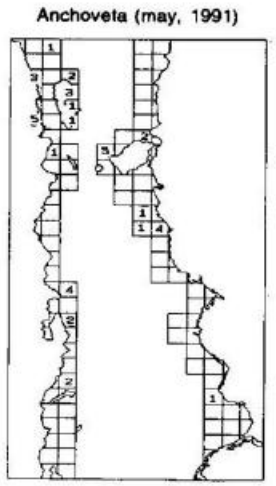
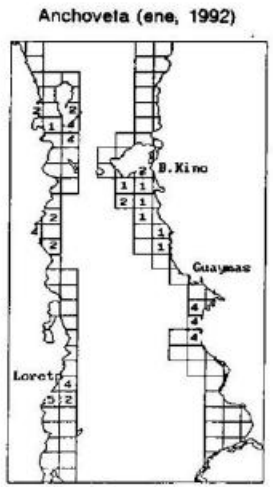


Figura 45

Distribución y abundancia de anchoveta, establecidas durante los cruceros de prospección correspondientes a marzo de 1990 (BIPXI0390), agosto de 1990 (BIPXI0890), enero de 1991 (BIPXI0190) y mayo de 1991 (BIPXI0591), en las costas de Sonora y Baja California, según Nevárez-Martínez y Santos-Molina (com. per.)







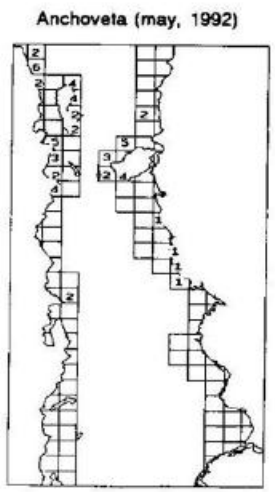
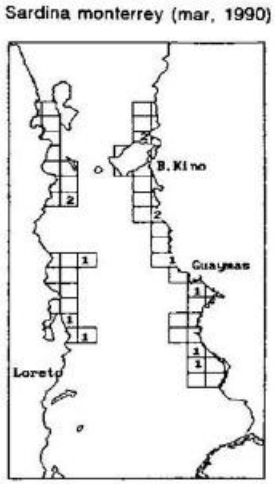


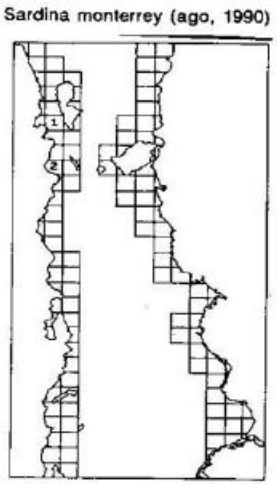
Figura 46

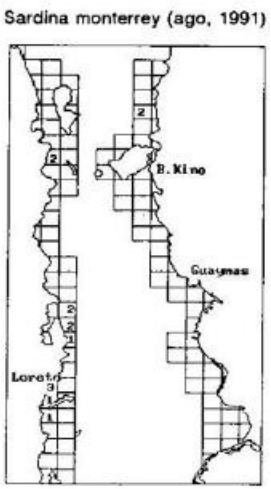
Distribución y abundancia de anchoveta, establecidas durante los cruceros de prospección correspondientes a agosto de 1991 (BIPXI0891), noviembre de 1991 (BIPXINOV91), enero de 1992 (BIPXI0192) y mayo de 1992 (BIPXI0592), en las costas de Sonora y Baja California, según Nevárez-Martínez y Santos-Molina (com. per.)

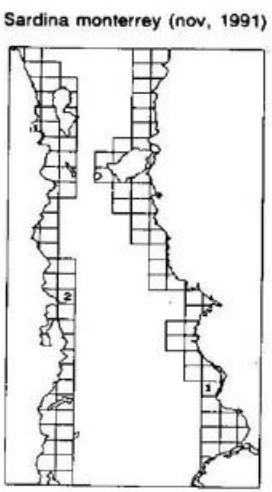
Captura en toneladas: 1 = 1-20; 2 = 20-500; 3 = 501-1 000; 4 = 1 001-5 000; 5 = 5 001-50 M; 6 = 50 M-100 M; 7 = >100 000.

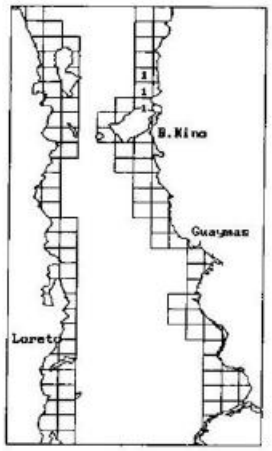
Captura en toneladas: 1 = 1-20; 2 = 20-500; 3 = 501-1 000; 4 = 1 001-5 000; 5 = 5 001-50 M; 6 = 50 M-100 M; 7 = >100 000.

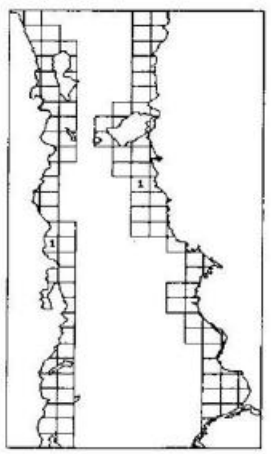


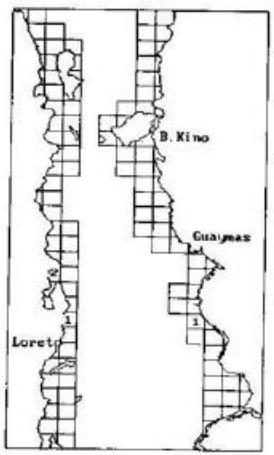












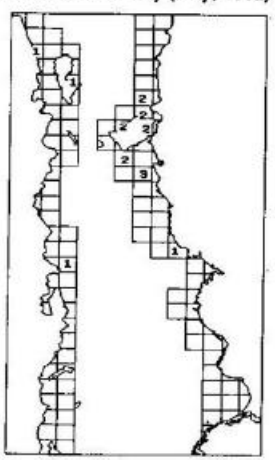


Figura 47

Distribución y abundancia de sardina monterrey, establecidas durante los cruceros de prospección correspondientes a marzo de 1990 (BIPXI0390), agosto de 1990 (BIPXI0890), enero de 1991 (BIPXI0190) y mayo de 1991 (BIPXI0591), en las costas de Sonora y Baja California, según Nevárez-Martínez y Santos-Molina (com. per.)

Captura en toneladas: 1 = 1-20; 2 = 20-500; 3 = 501-1 000; 4 = 1 001-5 000; 5 = 5 001-50 M; 6 = 50 M-100 M; 7 = >100 000.

Figura 48

Distribución y abundancia de sardina monterrey, establecidas durante los cruceros de prospección correspondientes a agosto de 1991 (BIPXI0891), noviembre de 1991 (BIPXINOV91), enero de 1992 (BIPXI0192) y mayo de 1992 (BIPXI0592), en las costas de Sonora y Baja California, según Nevárez-Martínez y Santos-Molina (com. per.)

Captura en toneladas: 1 = 1-20; 2 = 20-500; 3 = 501-1 000; 4 = 1 001-5 000; 5 = 5 001-50 M; 6 = 50 M-100 M; 7 = >100 000.

regulación de la abundancia por la presión de pesca.

Lluch-Belda *et al.* (CalCOFI, en prensa) plantean que este crecimiento se dio como resultado de condiciones climáticas favorables, particularmente en términos de las altas temperaturas registradas desde finales de los setenta y durante la mayor parte de la década de los ochenta; mismas que favorecieron la expansión de la población según el modelo planteado. En este trabajo se señala que la tendencia al incremento podría revertirse al restablecerse las bajas temperaturas en la zona.

Los datos preliminares para 1992 indican que la población ha detenido su crecimiento y, al mismo tiempo (desde 1985), se han registrado señales de cambio de régimen en las pesquerías de sardina en Japón y Sudamérica y de anchoveta en Sudáfrica, lo que resulta significativo, puesto que en el pasado los cambios entre estas áreas se han dado de manera sincrónica (Lluch-Belda *et al.*, en prep.).

Estado actual de la anchoveta

Las evaluaciones hechas en las poblaciones de las especies de peces pelágicos menores, en especial de la anchoveta, han permitido determinar su distribución y abundancia en el Pacífico noroccidental, frente a las costas de Baja California. Los primeros cruceros de investigación datan de finales de 1974, cuando se utilizaban los métodos de censo de huevos y larvas y de mapeo por sonar (Tabla 16).

Las estimaciones de biomasa son una de las fuentes de información más valiosas en el análisis y administración de las poblaciones silvestres, al servir como base para el diseño de modelos de análisis de su productividad, permitiendo definir porciones adecuadas para la explotación, en función de los niveles de abundancia. Las estimaciones de biomasa más actualizadas del stock central de anchoveta se han realizado mediante tres métodos diferentes: censos de huevos y larvas, barrido hidroacústico y método de producción de huevos (MPH).

De estas aproximaciones, el MPH se considera el más real; por otra parte, los censos de huevos y larvas han sido normalizados a través de éste. El desarrollo del método de síntesis por Methot (1986) permitió incorporar una herramienta de evaluación más fuerte en la administración de los pelágicos menores, así como reconstruir la abundancia histórica de la especie, incorporando la información disponible a partir de los diferentes métodos mencionados (Fig. 49).

Los niveles de abundancia de la anchoveta fueron de alrededor de 300 000 t para el año

Figura 49
Biomasa estimada mediante el uso del modelo de síntesis, modificado de Methot, 1989

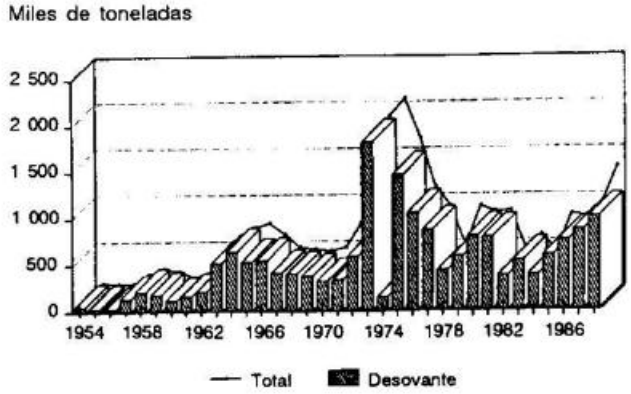


Tabla 16
Estimaciones de biomasa de las subpoblaciones central y sureña de la anchoveta

Año	Método	Mes	Subpoblación	Biomasa por subpoblación	Biomasa Total
1974	H y L	Nov.	Central	4 029*	4 434
1974	H y L	Nov.	Sureña	905	
1975	H y L	Feb-Mar	Sureña	3 946 258	3 946 258
1975	Acus.	Mayo	Central	622 543	644 695
1975	Acus.	Mayo	Sureña	22 152	
1975	H y L	Mayo	Sureña	2 075 530	2 075 530
1975	H y L	Jun.	Central	925 525	991 158
1975	Acus.	Jun.	Sureña	65 533	
1975	H y L	Jun.	Central	40 125*	229 103
1975	H y L	Jun.	Sureña	188 978	
1975	Acus.	Jul-Ago	Central	253 238	317 653
1975	Acus.	Jul-Ago	Sureña	64 415	
1975	H y L	Ago.	Central	2 154*	57 597
1975	H y L	Ago.	Sureña	55 443	
1975	H y L	Nov.	Central	99 184*	107 335
1975	H y L	Nov.	Sureña	8 151	
1975	Acus.	Nov-Dic.	Central	836 533	836 533
1976	H y L	Feb.	Central	16 255*	446 924
1976	H y L	Feb.	Sureña	430 669	
1976	Acus.	Feb.	Central	569 518	569 518
1976	H y L	Abr.	Central	125 188*	641 065
1976	H y L	Abr.	Sureña	515 877	
1976	Acus.	Jun.	Central	264 804	326 823
1976	Acus.	Jun.	Sureña	62 018	
1976	Acus.	Jul.Ago	Central	91 904	91 904
1976	Acus.	Sep.	Central	108 513	108 513
1976	H y L		Central	1 x 106	1 x 106
1977	H y L		Central	2.5 x 106	2.5 x 106

* Sólo es el 42% de área de distribución (aguas mexicanas).

FUENTE: Villamar, *et. al.*, 1979, y Olvera, R. 1983.

de 1991. Este nivel se encuentra dentro de la tendencia al decremento que se inició después de 1974, en que la población alcanzó su máximo nivel de abundancia (Jacobson y Lo, 1990). La tendencia se reflejó de manera diferente en la captura, ya que la pesquería mexicana se inició a partir de 1974, al tiempo que la población alcanzó su máxima biomasa.

A partir de 1975, la captura creció hasta alcanzar 260 000 ton en 1981, en tanto que la biomasa decrecía sostenidamente. A partir de 1982, paralelamente al calentamiento del mar, se inició la declinación sostenida de las capturas, que las situó en 100 ton en 1990 y 875 ton en 1991. La captura máxima obtenida a partir de este stock norteño por las pesquerías de California y Baja California fue del orden de 316 404 ton, en el año de 1981. En ese año, el estado de California prohibió la captura de la especie, en tanto que la actividad se ha mantenido en aguas mexicanas sin restricción alguna hasta la fecha.

Ha sido llevado un seguimiento del crecimiento de la población, desde el inicio del programa CalCOFI. El análisis de la abundancia del recurso, así como de la pesquería, arroja serias dudas respecto a la posibilidad de que la explotación haya sido la causante principal de la reducción de la población, ya que la biomasa se encontraba a la baja con anterioridad a los niveles altos de explotación. Después de la clase 1978, exitosa, se sucedieron frecuentes fracasos o reducciones en el reclutamiento (Fiedler, Methot y Hewitt, 1986), lo cual a su vez ocasionó el incremento en las tasas de explotación de casi todas las clases anuales (Methot, 1989; Pedrín, Granados y Cota, en prensa). Esto parece un cambio demasiado repentino como para ser atribuido enteramente al efecto de la presión de pesca sobre el recurso.

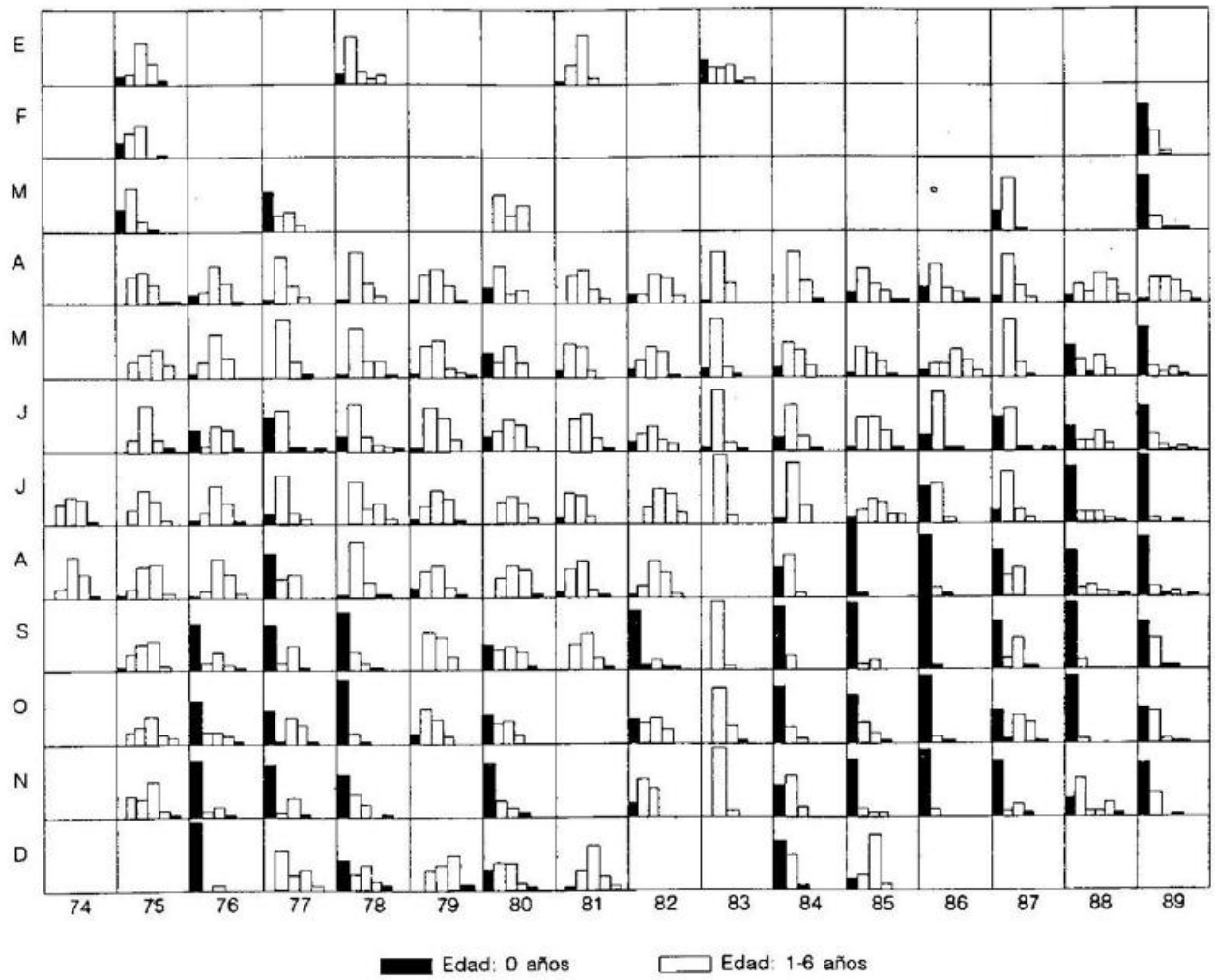
Sin embargo, no se puede descartar completamente el efecto de la pesquería como una de las causales de la baja en los niveles de abundancia, sobre todo a partir de 1982, ya que el mantenimiento del esfuerzo pesquero, en condiciones de disminución de la abundancia por reducción del reclutamiento, sólo, de suyo, significa un riesgo de intensificación de la utilización del recurso, como lo demuestran las altas tasas de explotación de la pesquería.

Por su parte, las estimaciones de abundancia para el stock del sur son muy dispares. Sólo se cuenta con datos referentes a los años de 1974, 1975 y 1976 (Tabla 16). Éstos sugieren que los niveles de abundancia de ambas poblaciones fueron iguales en esos años.

En lo referente al stock central, la estructura por edades, inferida a partir de la composición de las capturas comerciales de Ensenada para todo el periodo de la pesquería, muestra que en la serie de años que cubren el crecimiento y declinación de la población, de 1974 a 1982, la composición por edad se integra hasta por 5 clases, con los grupos correspondientes a 1 y 2 años como los más importantes. Por su parte, el grupo de edad 0 aparece sólo en los meses de menor intensidad de captura, como se muestra en la figura 50 (Pedrín *et al.*, en prensa). Mais K. (1981) reportó una condición equivalente para la pesquería del sur de California.

Con posterioridad, se presenta una contracción en el número de clases de edad, dominando el grupo 1 hasta 1988. A partir de 1989, dominaron los de edad 0 en todo el año, siendo estos grupos casi los únicos en la estructura por edad de la población. En estos últimos años la mortalidad específica por edad también se incrementó en los grupos de edad 0, 1 y 2, lo mismo que la tasa de

Figura 50
Distribución porcentual mensual de edad de las descargas de anchoveta en Ensenada, de 1974 a 1989.
Modificado de Pedrín-O., *et al.* (en prep.)



explotación, concurrentemente con una reducción en la edad de primera maduración, hasta llegar a la edad 0 a partir de 1985 (Fig. 50).

El análisis de la tasa de mortalidad por pesca (F) y de la composición por edad de las capturas comerciales, para el periodo de 1974-1989, se llevó a cabo mediante el método de cohortes. Los resultados reflejan para el grupo de 0 y 1 año, valores promedio de mortalidad por pesca de alrededor de 0.2 hasta el año de 1977, con una tasa de explotación del 27% (Tablas 17 y 18).

A partir de 1978 se aprecia un aumento en los valores de F para algunos grupos de edad, aunque de manera muy variable. Hacia mediados y finales de los ochenta, se manifiestan valores bajos para los grupos de mayor edad, lo que obedece a una baja en su disponibilidad quizá originada por los calentamientos que han sido frecuentes en la zona costera, y que habrían dado lugar a un posible desplazamiento hacia el norte por parte de los grupos de mayor edad. En la figura 51 se observan las fluctuaciones anuales en la mortalidad por pesca y en la tasa de explotación.

A fines de la década de los años ochenta se presentan los valores más altos para los grupos

Tabla 17
Mortalidad por pesca (F) de anchoveta (*Engraulis mordax*), capturada en Ensenada, BC, en México (1974-1989)

	Edad						
Año	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+
1974	0.005	—	—	—	—	—	—
1975	0.008	0.057	—	—	—	—	—
1976	0.128	0.081	0.260	—	—	—	—
1977	0.022	0.273	0.508	1.220	—	—	—
1978	0.301	0.261	0.326	0.437	0.629	—	—
1979	0.049	0.857	1.153	2.772	0.838	0.600	—
1980	0.448	0.990	0.504	0.207	0.399	1.134	—
1981	0.364	0.314	0.056	0.816	0.457	2.191	0.6
1982	0.065	0.466	0.552	2.301	0.664	0.600	0.6
1983	0.017	0.559	0.063	0.231	0.600	0.600	—
1984	0.242	0.496	0.473	0.413	0.053	—	—
1985	1.380	0.288	0.364	1.273	0.884	0.700	—
1986	0.390	0.217	0.176	0.101	0.376	0.433	—
1987	0.100	0.832	0.662	0.651	0.092	3.357	0.7
1988	—	0.469	0.390	0.753	0.109	0.785	0.7
1989	—	—	0.700	0.700	0.700	0.700	0.7

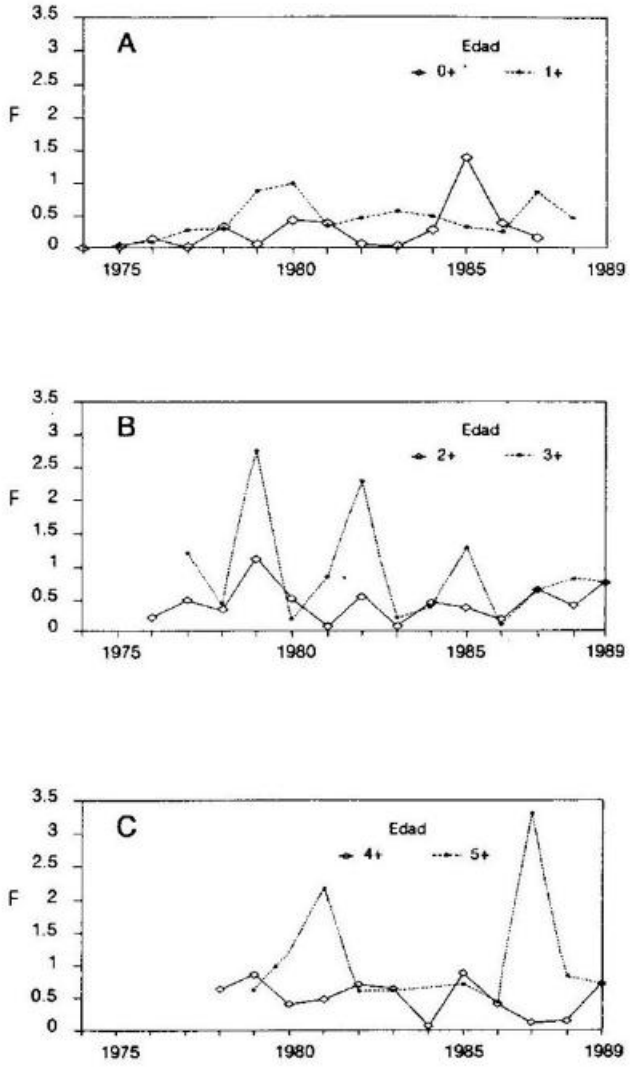
FUENTE: Pedrín-O., *et al.*

Tabla 18
Tasa de explotación (%) de anchoveta (*Engraulis mordax*), en BC., México (1974-89)

	Edad						
Año	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+
1974	0.70	—	—	—	—	—	—
1975	1.12	7.50	—	—	—	—	—
1976	15.40	10.30	27.00	—	—	—	—
1977	3.00	28.00	42.00	63.50	—	—	—
1978	30.10	27.10	31.70	38.40	47.30	—	—
1979	6.50	55.00	62.20	79.80	54.40	46.10	—
1980	39.00	58.50	41.80	22.80	36.30	61.80	—
1981	34.20	30.90	7.40	53.80	39.50	75.80	46.10
1982	8.40	39.90	44.00	76.60	48.60	46.10	46.10
1983	2.40	44.40	8.30	24.80	46.10	46.10	—
1984	25.60	41.40	40.30	37.10	7.00	—	—
1985	66.40	29.10	34.20	64.50	55.80	50.00	—
1986	36.10	23.60	20.00	12.60	34.90	38.20	—
1987	12.80	54.30	48.60	48.10	11.60	82.70	50.00
1988	—	40.10	35.70	51.80	13.40	52.80	50.00
1989	—	—	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00

FUENTE: Pedrín-O., Granados, Cota.

Figura 51
Mortalidad por pesca (F) de anchoveta de 1974 a 1989 en Ensenada. (A) grupos de edad 0 y 1; (B) grupos de edad 2 y 3; y (C) grupos de edad 4 y 5. Modificado de Pedrín-O. *et al.* (en prep.)



de menor edad (0 y 1 años). En este mismo periodo hubo un incremento considerable en la tasa de explotación para los grupos de 0 y 1 años de edad, llegando a ser del 66.4% y 54.0% respectivamente (Tabla 18). En este sentido resulta interesante el que los organismos de menor edad sean más resistentes a variaciones de la temperatura, como ha sido sugerido (Baxter, 1967), ya que ello permitiría incrementos en sus tasas de explotación, al permanecer en el área de pesca en mayor proporción que los de mayor edad, ante eventos climáticos como los mencionados. En el resto de los grupos de edad, los cambios en la tasa de explotación se dan en porcentajes superiores al 20%, como resultado del aumento en el esfuerzo de pesca que han ocasionado ciertos cambios en la estructura de la población (García *et al.*, 1990).

En conclusión, el estado actual de la población es resultado tanto de sus relaciones dinámicas con un medio ambiente biótico y abiótico cambiante, como del efecto de la pesquería, lo que ya había sido dimensionado por Escudero y Castellanos (1990) al considerar, también, los cambios en la estructura por edad y la composición de sexos en el periodo de intensificación de la explotación.

El efecto del ambiente sobre el recurso podría haberse dado por dos vías diferentes: a) las altas temperaturas del mar podrían haber determinado cambios en la distribución de la población, haciendo a los grupos de talla/edad más pequeños (menos móviles y más resistentes a los cambios térmicos) más susceptibles a la pesquería, en comparación con los grupos de talla más grande; y b) la ocupación del hábitat disponible para la reproducción por la sardina monterrey podría haber ocasionado fallas en el reclutamiento, según el modelo ya planteado.

Existe consenso en cuanto a que los tres factores (pesquería, temperaturas altas y competencia con la sardina monterrey) probablemente se hayan presentado, aunque no sobre su contribución relativa al resultado final.

El empleo de los modelos de producción excedente, utilizados por García *et al.* (1988), y Villamar *et al.* (1979), utilizando el modelo de Shaeffer, dieron estimaciones de rendimiento máximo sostenible de 120 000 ton para el año de 1979, y de 109 000 para 1988; en tanto que Escudero y Castellanos (1990), empleando el modelo de Pella-Tomlinson, obtuvieron un valor de 182 908 ton. Sin embargo, estos modelos no pueden considerarse representativos del proceso real de productividad de la población, ya que suponen condiciones de equilibrio estático, y la historia de la población nos enseña que éste no se presentó.

Por su parte, las capturas de anchoveta en el Golfo de California se obtienen a partir de 1985-1986, temporada en que se registraron organismos adultos mayores de 100 mm de longitud patrón, comprendiendo longitudes entre 103 mm y 128 mm y una moda de 113 mm. Para la temporada 1987-1988 hubo un alto porcentaje de organismos juveniles (aproximadamente 40%), y una distribución de frecuencias de tallas en un amplio intervalo (68 mm a 128 mm) con cuatro grupos modales de 73, 88, 103 y 113 mm, este último el principal.

Para la temporada 1988-1989, la captura se compone de organismos adultos en casi el 100%, con tallas entre 83 mm y 143 mm y una moda en 108 mm. En el periodo de 1989-1991, se registran frecuencias considerables de juveniles en las capturas. Para la temporada 1989-1990, el intervalo de longitudes fue bastante amplio, partiendo de organismos muy pequeños (53 mm); sin embargo, la moda dominante estuvo en 113 mm. En 1990/1991 los juveniles representaron el mayor porcentaje (más del 60%), con las modas dominantes en 93 mm y 73 mm.

Estado actual de los otros recursos

En cuanto a otras especies objeto de la pesquería, en términos generales no se cuenta con elementos suficientes para determinar el estado actual de sus poblaciones. Lo reciente del cambio en sus contribuciones relativas a la captura total, antes baja, ha dado como resultado una falta de estudios, muy necesarios bajo el contexto actual, sobre las especies no tradicionales.

Las estimaciones de la biomasa reproductora de macarela en la costa occidental de la Península, de 1962 a 1976, se reportaron en sus niveles más bajos, de 5 000 ton a 10 000 ton (Jacobson y Lo, 1991). A partir de 1977, se reporta un crecimiento sostenido en las estimaciones de biomasa llevando los niveles hasta las 500 000 ton, situación que se mantiene con algunas oscilaciones hasta la fecha (1992).

La presencia de macarela en las capturas comerciales se registra en la pesquería de Baja California, a partir de 1983, apareciendo en forma simultánea junto con la sardina monterrey. No obstante, la anchoveta fue la especie dominante durante la década de los sesenta y hasta finales de los ochenta. A partir de 1983, y hasta la fecha, se registra un crecimiento constante de las capturas de sardina y macarela, pasando de 400 ton en 1983 hasta 49 787.8 ton en 1991, con un incremento creciente de la CPUE a partir de este año y hasta la fecha. A partir de 1990, estas dos especies conforman cerca del 100% de las capturas, al descender la contribución de la ancho-

veta en un 99.9% en ese año y mantenerse baja en 1991 (García, *et al.* 1991a).

No se contó con información respecto al estado actual de los otros recursos para la elaboración del presente trabajo, aunque cabe remarcar lo ya mencionado en el sentido de que han incrementado su contribución a las capturas totales de manera importante, en particular de la sardina crinuda. Existen planteamientos en el sentido de que las condiciones actuales pudieran ser ventajosas para la especie, particularmente la baja en la abundancia de la sardina monterrey.

Sin embargo, el carácter tropical de la especie hace poco probable el lograr incrementos importantes en los volúmenes de producción con base en ella. En términos generales, las especies tropicales presentan menores ventajas, como recurso pesquero masivo, que las de áreas templadas, como resultado de las diferencia es el funcionamiento de los dos hábitat.

En los sistemas tropicales los diferentes factores, particularmente la productividad primaria, se mantienen relativamente constantes, lo que permite el desarrollo de un mayor número de especies. En consecuencia, las poblaciones son comparativamente pequeñas, la materia pasa rápidamente de un nivel trófico a otro y no suelen presentarse especies con poblaciones numerosas. En cambio, la estacionalidad de la productividad primaria (y de otros factores) determina que sólo unas cuantas especies, capaces de almacenar energía por periodos prolongados, puedan desarrollarse en los sistemas templados, por lo que suelen presentar niveles poblacionales elevados.

Si bien, como ya se mencionó, la zona presenta características de transición climática, las especies objeto tradicional de la pesquería han sido de afinidad templada en comparación con las no tradicionales. Será necesario, a la brevedad posible, obtener indicaciones sobre el estado actual de las especies tropicales, así como de su capacidad para soportar mayores presiones de una pesquería masiva como la de sardina en el Golfo de California.

En conclusión, el estado actual del recurso sardina-anchoveta no parece tener antecedentes desde que se inició la actividad pesquera. Buena parte del problema actual del sector se ha debido a que las especies más importantes en la captura bajaron sus contribuciones relativas de manera simultánea en los últimos años. La evidencia presentada indica que la población de sardina monterrey en el Golfo de California atraviesa por una etapa de muy baja abundancia, en tanto que en la costa occidental se encuentra en un lento proceso de recuperación, con algunas indicaciones de que ello no continúe en el futuro.

Por su parte, la población de anchoveta del Golfo se encuentra en crecimiento acelerado, aunque por el momento ello no ha representado mayores ventajas para el sector productivo. En cambio, la anchoveta de la costa occidental ha presentado bajas disponibilidades, como resultado de una combinación de fallas en el reclutamiento y cambios de distribución, sin que por el momento sea posible evaluar cuál de las dos causas ha contribuido mayormente a la brusca caída de los niveles de producción.

Medidas de regulación actuales

Las medidas de regulación más recientes que se han propuesto para la administración de la pesquería de sardina monterrey, macarela y anchoveta en Baja California, durante esta etapa, caracterizada como de transición, se fundamen-

taron considerando que la pesquerías de macarela y sardina se encuentran en un proceso de expansión, y que su explotación sin restricciones pudiera retardar su crecimiento.

En función de lo anterior se recomendó, en el caso de la sardina, limitar el esfuerzo pesquero, mantener sin cambios la flota en operación y establecer una talla mínima de captura de 20.0 cm de longitud furcal (LF). Para macarela, de manera similar, se estableció limitar el esfuerzo, mantener la misma flota y una talla mínima de 30 cm de LF. En el caso de la anchoveta, adicionalmente a medidas equivalentes en cuanto a flota sin cambios y esfuerzo limitado, se estableció una talla mínima de captura de 100 mm de longitud patrón.

Para la pesquería de sardina en el Golfo, las medidas de regulación decretadas hasta la fecha (Cisneros-Mata *et al.*, 1991) son:

- En 1983: 150 mm de longitud patrón como talla mínima de captura para la sardina monterrey y 170 mm para la crinuda; con un límite máximo de 20% de captura incidental por debajo de la talla mínima legal.

- En 1985: zona vedada en la costa occidental del Golfo de California, entre el 8 de agosto y el 21 de septiembre. Se prohibe la operación de barcos que carezcan de refrigeración en bodega más allá de 40 MN de su puerto base.

- En 1987: mantener el tamaño de la flota de Sonora y su capacidad de acarreo en las mismas condiciones que en la temporada 1985-1986. Veda en la costa de la Península de Baja California, entre el 5 de agosto y el 11 de octubre.

- En 1988: veda total en todo el Golfo de California, del 26 de julio al 2 de octubre. Veda zonal en la costa de Baja California, del 1o. de agosto al 9 de octubre. El sector productivo y la Sepesca acordaron, sin embargo, no operar en todo el Golfo durante el periodo antes mencionado.

- En 1990: veda zonal en la costa de Baja California, entre el 8 de agosto y el 1o. de octubre.

En términos generales, la estrategia seguida por el INP ha sido recomendar medidas preventivas, observando de cerca la evolución de la pesquería. Se ha hecho un esfuerzo importante por tener en cuenta las experiencias de otros países, en donde pesquerías de pelágicos menores se colapsaron por el efecto combinado de la pesca y de cambios drásticos del medio ambiente (Cisneros-Mata *et al.*, 1991).

Recientemente, se trabaja de manera coordinada entre la industria y el INP en modificaciones a las medidas de regulación, con la intención de eliminar la captura incidental de organismos por debajo de la talla mínima legal. Además, se plantea el establecimiento de tallas mínimas por especie y zona, la instrumentación de vedas para la protección de la población desovante (en caso de que sea necesario), el establecimiento de zonas de refugio para la protección de juveniles, el control del esfuerzo pesquero por región y zona, con el propósito de no incrementarlo, y la reglamentación del tamaño de las redes de acuerdo a la capacidad de bodega de cada uno de los barcos.

Sin embargo, y como se discute más adelante, el concepto de administración pesquera que se utiliza en la actualidad debe ser revisado, siguiendo la tendencia del INP a proponer medidas más acordes al avance, en el conocimiento de los recursos y los factores que lo regulan. En este

sentido, resulta urgente llevar a cabo una integración más adecuada de los conocimientos sobre el recurso y su ambiente, a fin de llegar a conclusiones preliminares sobre el estado del sistema y su funcionamiento; sobre todo en lo referente a las especies no tradicionales. Entre otras cosas, resultan necesarias medidas regulatorias acordadas e implementadas de manera más dinámica que en el pasado, ya que el recurso se desarrolla en un ambiente más variable.

Si bien la situación de la industria se analiza posteriormente, es importante señalar que las medidas regulatorias que se apliquen en el futuro deberán adecuarse a un contexto de la actividad productiva completamente diferente al del pasado reciente, en términos financieros, de mercado, y de políticas de liberación de precios y aranceles a lo interno y a lo externo. La administración de los recursos pelágicos deberá, más aún que en el pasado, lograr un equilibrio entre su compromiso fundamental de preservar los recursos como patrimonio nacional y, al mismo tiempo, permitir a la actividad productiva nacional desarrollarse con las mayores ventajas posibles, tanto debido a las limitaciones impuestas por la baja disponibilidad de materias primas como en el contexto de mercados abiertos, más competitivos.

Flota y captura del recurso

La flota comercial, considerando a las especies en su conjunto y a las diferentes zonas, trabaja durante todo el año. Está constituida en su totalidad por embarcaciones cerqueras de diferentes características, en cuanto a su capacidad de acarreo, eslora, potencia de la maquina, edad y material de construcción (Villamar *et al.*, 1979). Las operaciones de pesca se efectúan generalmente en las primeras 15 millas frente a la costa. La mayoría de las capturas se han obtenido en las primeras 5 millas en ambos litorales, si bien algunas se han presentado hasta 25 millas mar adentro.

La duración de cada viaje de pesca varía en función del tamaño y la autonomía de las embarcaciones; las más pequeñas generalmente operan en áreas aledañas al puerto de desembarque, en tanto que las de mayores dimensiones abarcan la totalidad de la zona de pesca. Para la flota en Baja California, en promedio, se registran 10.0 h desde su salida del puerto base hasta su regreso a descargar. En general efectúan una sola salida diaria, aunque excepcionalmente algunas embarcaciones efectúan hasta dos por día durante los meses de mayor producción, mientras que la duración se extiende a dos o más días de viaje en los meses de menor captura. Para Guaymas, la duración de un viaje en promedio hasta la temporada 1981-1982, fue semejante al de la flota de Baja California, mientras que a partir de las siguientes temporadas se incrementó a 1.7 días.

El número de lances que se efectúan durante una salida, en promedio, es de 1.5, con un mínimo de 1 y un máximo de 5 lances. Éstos generalmente se limitan a los oscuros, que corresponden a los periodos de mayor vulnerabilidad de los recursos a las artes de pesca empleados.

Métodos y artes

La búsqueda de los cardúmenes se realiza mediante diferentes métodos, como la localización aérea con avioneta, el uso de equipo electrónico (como el sonar y la ecosonda) y la localización visual. Generalmente se combinan dos o las tres alternativas, con lo que se hace más eficiente la ubicación de las áreas de mayor concentración y se facilitan las operaciones de captura.

Una vez localizado el recurso, se realiza una evaluación visual de la especie y del tamaño de los organismos que lo conforman. Por regla general, los cardúmenes presentan pocas clases de tallas, característica que puede permitir al patrón de pesca tomar la decisión de capturar o no, en función de las necesidades del mercado, de las características de la red y de las medidas de regulación. El que los cardúmenes se presenten con tallas homogéneas posibilita la implementación de medidas de regulación con base en tallas mínimas de captura, lo que podría ser muy relevante en términos de una mejor comercialización de la sardina enlatada, como se analiza en la sección correspondiente.

El sistema de captura consiste de una red de cerco con jareta, la cual difiere entre los grupos de embarcaciones en cuanto a su longitud, altura, porcentaje de embande, lastre, flotación y forma. La longitud y altura de la red pueden variar de 125 a 350 brazas de largo por 20 a 42 brazas de alto, en tanto que el porcentaje de embande con que están armadas fluctúa entre el 10 y el 25%

La luz de malla varía en función de la especie objeto. En la red anchovetera la luz de malla es de 13 mm en el cuerpo y en el copo, en tanto que en las alas y relinga superior es de 14 mm. Para la red sardinera, la luz de malla es de 25 mm en ambos casos. El material de construcción es el nylon (polidamida) teñido de negro, lo que permite camuflagearlas durante su tendido. La dimensión, o tamaño está en función de la eslora del barco, en una relación de 1:10.5.

La ejecución de una operación de pesca consiste en formar un cerco alrededor del cardumen, en forma circular, bajando la red con auxilio de un pangón, que además de contribuir a bajar y cerrar el cerco, evita que éste se colapse, jalando la embarcación en el sentido contrario a la dirección de la corriente y del viento.

Áreas de operación de la flota

Las áreas de operación de la flota se localizan principalmente en zonas aledañas a los puertos de Ensenada, Isla Cedros, Bahía Magdalena, Yavaros, Guaymas y Mazatlán (Fig. 52). Al igual que otras características de la pesquería, su determinación ha obedecido al comportamiento de las especies objeto tradicionales.

En el caso de la costa occidental, la zona de operación abarca de Islas Coronado a Punta Baja (área estadística XVIII, véase Fig. 52). Ésta se ha subdividido en cinco áreas con fines estadísticos (Fig. 53), en función de los siguientes puntos:

Área I	Islas Coronado-Pta. Salsipuedes
Área II	Pta. Salsipuedes-Pta. San José
Área III	Pta. San José-Pta. Colonet
Área IV	Pta. Colonet-Isla San Martín
Área V	Isla San Martín-Pta. Baja

En el Golfo de California, las áreas de pesca han variado notablemente con el desarrollo histórico de la pesquería. De 1969 a 1977, la flota operó aprovechando los movimientos migratorios de la sardina, en las áreas V y VII cercanas a Guaymas, durante el periodo noviembre-mayo, en lo correspondiente a la "pesca de invierno". Con el crecimiento a partir de esas fechas, se establece la "pesca de verano" y la acción de la flota se extiende hacia el norte (áreas I, II, III y IV), aprovechando los juveniles y adultos de primera reproducción. En invierno-primavera incursionaron hasta Agiabampo (área IX) capturando los adultos de mayor tamaño en dicha zona.

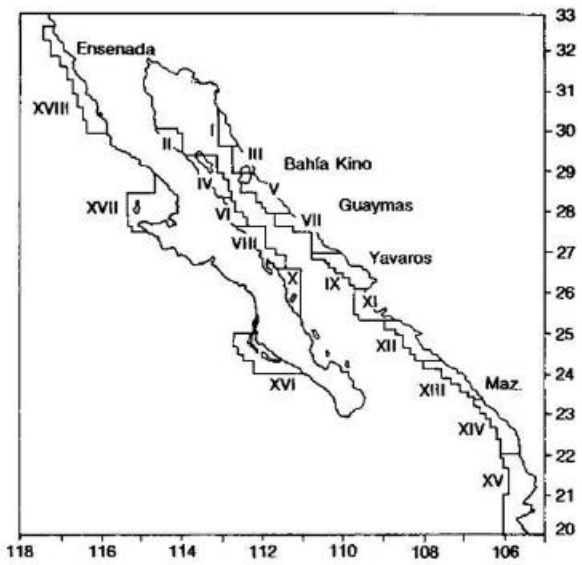


Figura 52

Áreas estadísticas de pesca de sardina en el noroeste mexicano. Modificado de Cisneros-Mata et al., 1991

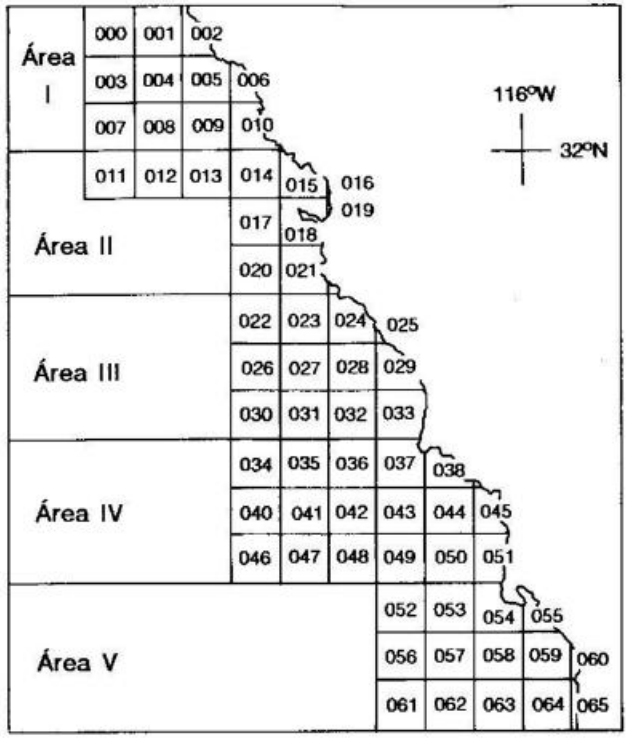


Figura 53

Áreas de pesca de la flota comercial en la costa occidental de Baja California. Según García-F y Pedrín-O. (com. per.)

Temporada de captura

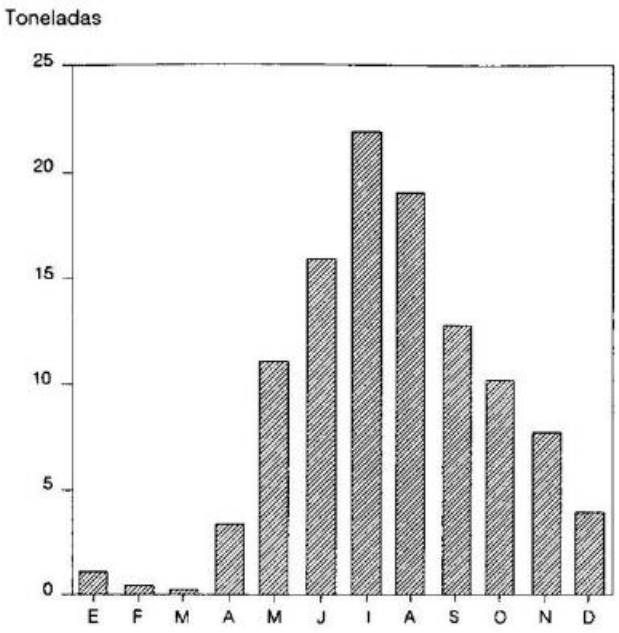
El comportamiento de la captura comercial de anchoveta, observado en los registros mensuales de los últimos 18 años en Ensenada, muestra que las más altas se presentan en julio y las más bajas en febrero y marzo, con un promedio de capturas mensuales máximas de 21 875 ton y un mínimo de 245 ton (Fig. 54). En el caso de sardina y macarela, no se presenta un patrón definido de las capturas anuales, aun cuando las de sardina se efectúan generalmente a principios y finales del año, y las de macarela a mediados de la temporada (García *et al.*, 1991).

Durante los años 1969-1976, la captura de sardina descargada en Guaymas se realizaba en el periodo de octubre a mayo (Olguín *et al.*, 1982; Lluch-Belda *et al.*, 1986; Cisneros-Mata *et al.*, 1987; Molina-Valdez *et al.*, en prep.). Molina-Valdez *et al.*, indican que el periodo de máxima captura ocurre en los meses de marzo-abril, cuando la isoterma de 15°C se encuentra más cerca de la superficie. A partir de la temporada 1979-1980, y hasta 1991-1992, el régimen de pesca se amplió a todos los meses del año, dando origen a la llamada "pesca de verano", con marzo-mayo como los meses de mayor producción.

Desarrollo histórico de la flota

Aunque se tiene información desde principios de siglo, e incluso los antecedentes documentados respecto a la operación de la flota comercial en la costa occidental de Baja California datan de

Figura 54
Captura promedio mensual de pelágicos menores en Ensenada, durante el periodo 1976-1989. Modificado de García *et al.*, 1990.



1929, para los puertos de Ensenada e Islas de Cedros los datos estadísticos sólo están disponibles a partir de 1962, en la oficina de la SePesca de Ensenada (Flores, 1970).

Las embarcaciones utilizadas al inicio de la pesquería fueron barcos camaroneros y atuneros de vara, que se adaptaron para la pesca de cerco, de pequeñas dimensiones (con capacidad de acarreo entre 20 y 60 ton), construidas de madera, y que no contaban con equipo electrónico de navegación y pesca, por lo que limitaban sus actividades a la zona costera.

Esta situación se mantuvo prácticamente sin cambios hasta mediados de la década de los setenta, cuando la pesquería de pelágicos costeros empezó a adquirir importancia al incorporarse en el "Plan Nacional de Desarrollo Pesquero". En este plan se contempló desarrollar la actividad con el fin de aumentar la producción de alimentos directos, y de harina de pescado, como un sustituto en las importaciones de estos insumos; y en consecuencia generar ahorro de divisas y creación de nuevos empleos (Castellanos, 1975).

En Baja California, a partir de 1976, se incorporan a la pesquería seis embarcaciones modernas, totalmente equipadas, con capacidad de acarreo de 300 ton; así como 15 nuevos barcos adquiridos en Perú, con capacidad de 125 ton de acarreo. Algunas de estas embarcaciones estaban dotadas de equipo de refrigeración para la conservación de los productos a bordo.

Esta incorporación se da entre 1976 y 1978, incrementando la flota de 27 barcos en 1972 a 60 en 1978, número que se mantuvo casi sin cambios hasta 1981. A partir de entonces, la flota se reduce hasta alcanzar 37 unidades en 1989, y en 1991 baja a 20 el número de embarcaciones en operación, coincidiendo con la desaparición de la anchoveta como especie dominante y su sustitución por sardina y macarela. La tabla 19 muestra la relación mensual de embarcaciones de 1972 a la fecha.

La flota comercial en Baja California, desde 1972 a 1991, ha estado constituida por embarcaciones con capacidad de acarreo de entre 50-300 t; que se pueden caracterizar en cuatro categorías, en intervalos de 75 t, como se muestra en la tabla 20 (García et al, 1985, 1988, 1990, 1991).

Tabla 19
Relación mensual/anual de embarcaciones cargueras. Periodo de 1972 a 1991 en BC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1972	9	7	8	8	16	18	22	24	24	20	14	6	27
1973	3	6	6	6	7	13	20	24	20	16	3	6	27
1974	5	2	2	3	10	20	21	24	27	23	12	11	30
1975	12	10	11	9	18	24	26	23	23	13	8	5	33
1976	4	5	3	6	9	17	30	22	28	28	27	18	42
1977	7	9	9	12	11	12	27	38	37	34	21	30	47
1978	4	0	0	9	18	25	45	49	53	42	27	23	60
1979	9	5	2	13	17	27	40	39	36	34	29	22	51
1980	6	0	2	3	15	20	30	38	41	33	24	15	46
1981	11	0	0	11	18	33	40	50	58	45	29	13	58
1982	0	0	0	9	15	33	42	45	40	34	17	10	50
1983	11	0	0	12	17	30	36	19	23	22	16	8	40
1984	1	1	0	4	18	25	35	35	37	28	18	11	41
1985	3	0	2	11	21	27	38	27	23	18	13	9	38
1986	6	0	0	12	15	18	25	26	27	18	3	0	27
1987	1	0	1	9	14	20	20	20	20	15	8	0	21
1988	0	0	0	6	15	18	34	33	21	14	6	0	38
1989	0	0	1	8	15	20	26	15	29	27	11	0	37
1990	4	3	3	8	13	17	16	16	17	14	7	7	24
1991	6	6	6	6	7	13	14	16	18	18	15	11	20
P/A	5	3	3	8	14	22	30	29	20	24	16	9	38

Tabla 20
Capacidad de acarreo de las embarcaciones cerqueras, de 1972 a 1991. Ensenada, BC

Cat.	Capacidad de acarreo (t)	No. de embarcac.
I	< = a 75	19
II	76 a 150	21
III	151 a 225	11
IV	226 a 300	9

El primer grupo está integrado por las embarcaciones más viejas, con casco de madera. Pese a que se les han adaptado algunos equipos electrónicos para la navegación y pesca, su forma de operación se ha mantenido prácticamente sin cambios, y las áreas de trabajo se limitan casi totalmente a la zona costera. La duración de un viaje vía la pesca, en promedio, es de 6 hrs. Este grupo, en términos de su efectividad en las operaciones de pesca, está considerado como el segundo en importancia.

El segundo grupo está integrado, en su mayoría, por embarcaciones con capacidad de acarreo

de 125 t, relativamente nuevas, con un radio de operación que cubre toda la zona de pesca. La mayoría son de casco de acero y están equipadas más adecuadamente para la navegación y la pesca, incluyendo equipos de refrigeración. La duración promedio de un viaje es de.10 horas. Algunas de estas embarcaciones se desplazan al Golfo de California en los meses de noviembre a mayo.

El tercer grupo está integrado por embarcaciones modernas en su gran mayoría, que operan en toda la zona de pesca durante todo el año. No están equipadas con refrigeración y actualmente constituyen el grupo más activo junto con el de embarcaciones más pequeñas. La duración de un viaje es de 11.5 horas.

El cuarto grupo lo integran las embarcaciones más grandes y modernas. En su totalidad, este grupo no ha participado en actividades de captura desde finales de la temporada de 1990, las unidades no cuentan con equipo de refrigeración y los viajes en promedio son de 12.0 horas.

En Guaymas, al inicio de la pesquería en 1967, la flota estaba compuesta por tres barcos (Sokolov y Wong-Ríos, 1973). Desde entonces, el número de barcos ha aumentado de manera constante: 25 barcos en 1969-1970 (Pedrín *et al.*, 1973) hasta un promedio de 73 embarcaciones en las últimas temporadas (Fig. 55).

La tabla 21 muestra la composición de la flota para cada periodo, en función de la capacidad de acarreo para el Golfo de California. En las tegoría 10-60 t de capacidad. En 1977-1978 entran a la flota barcos de 121-140 t, y a partir de 1978-1980 las dos principales categorías están integradas por estas unidades y las embarcaciones de 161-180 t.

Figura 55
Número de barcos que integran la flota sardinera del Golfo de California desde la temporada 1969-1970 hasta la 1990-1991. El año corresponde al cierre de la temporada. Modificado de Cisneros-Mata *et al.*, 1991

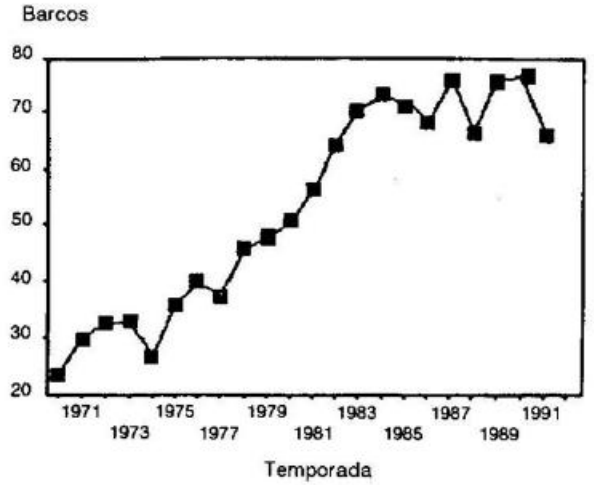


Tabla 21
Número de embarcaciones por categoría de bodega, para la flota sardinera del Golfo de California

Categoría de bodega	Temporada 1969/70	1975/76	1977/78	1979/80	1989/90
10-60	17	28	19	13	8
61-100	1	7	8	9	7
101-120	3	3	3	3	5
121-120	1	1	15	29	27
141-160	—	—	1	—	1
161-180	—	—	—	—	15
181-200	—	—	—	—	—
201-220	—	—	—	—	8
>221	—	—	—	—	6

tán integradas por estas unidades y las embarcaciones de 161-180 ton.

Esfuerzo pesquero

La magnitud del esfuerzo pesquero que históricamente había aplicado la flota comercial durante cada temporada estuvo relacionada con la disponibilidad del recurso, presentándose un crecimiento paralelo de la propia flota y de la capacidad instalada de la planta industrial. Como consecuencia de la situación actual, en términos generales se ha observado una reducción en los niveles de esfuerzo aplicados durante las últimas temporadas.

En Ensenada, a partir de 1973, se registra un crecimiento del esfuerzo pesquero como resultado de una elevada disponibilidad, con los consecuentes crecimientos del tamaño de la flota y de la planta industrial; variando desde 845 viajes en 1973 a 3 429 viajes en 1981. De 1982 a 1989, en cambio, la disponibilidad bajó y los volúmenes de producción se redujeron en más del 50%. El esfuerzo disminuyó hasta alcanzar, en 1990, sólo 752 viajes nominales, proceso paralelo a la desaparición total de la anchoveta y su sustitución por sardina y macarela (Tabla 22). Como resultado, actualmente se opera con niveles de esfuerzo equivalentes al 20-30% de los que llegó a tener la pesquería en sus épocas de alta producción.

En la pesquería del Golfo de California, el esfuerzo pesquero muestra un incremento moderado, constante desde su inicio hasta la temporada de 1979-1980. En las siguientes temporadas, el esfuerzo se incrementa de manera más acelerada, debido principalmente a que la flota buscó nuevas áreas de pesca hacia la zona de las grandes islas y hacia el sur, en la región de Agiabampo. Al menos para el estado de Sonora, el esfuerzo de pesca se había incrementado de manera continua hasta estabilizarse en las últimas temporadas, aunque con niveles bajos para 1989-1990 (Cisneros-Mata *et al.*, 1991), como se aprecia en la figura 42. Los niveles de esfuerzo aplicados durante 1989-1990 fueron equivalentes a los de 1979, previo al crecimiento acelerado de la pesquería.

Eficiencia operativa de la flota

En general, la eficiencia de la flota está relacionada con la disponibilidad del recurso. En la costa occidental de Baja California, en los meses de verano, el recurso está más disponible en las áreas cercanas al puerto de Ensenada, lo que constituye una ventaja para las embarcaciones más pequeñas, que pueden operar cerca de la costa. En cambio, durante el invierno y primavera las poblaciones se retiran de la costa, dando mayor oportunidad a la flota de mayores dimensiones y con mayor autonomía. Algo similar, con diferente estacionalidad, ocurre en el Golfo de California: en invierno-primavera el recurso está disponible frente a Guaymas y Yavaros, alejándose al norte durante el verano, lo cual representa una ventaja para las embarcaciones más grandes.

Al analizar la eficiencia operativa de la flota que opera en Baja California, comparando la capacidad de acarreo desplazada por cada grupo de embarcación con la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), Díaz de León (1983) estableció que en la década de los setenta se registró un incremento. Sin embargo, más recientemente García *et al.* (1991) indican que en los últimos cinco años ha habido una reducción constante de la eficiencia; particularmente en las temporadas de 1990 y 1991, donde se presentan los niveles más bajos, acompañados de incrementos en el grado de subutilización de la flota en más del 50% (Fig. 56).

Tabla 22

Relación de viajes (esfuerzo) registrados mensualmente por la flota comercial durante el periodo de 1972 a 1991 en Baja California

Año/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1972	31	82	41	46	157	219	320	394	205	160	71	44	1 770
1973	21	40	22	57	52	81	170	226	110	48	9	18	854
1974	14	4	2	9	60	142	140	292	175	145	79	93	1 149
1975	151	95	46	47	117	314	309	158	126	36	19	6	1 374
1976	6	11	6	66	57	123	220	76	252	307	200	79	1 403
1977	34	29	43	64	80	318	453	413	166	191	190	94	2 075
1978	9	—	—	50	141	206	421	407	311	313	128	121	2 107
1979	12	12	3	75	248	177	263	265	274	492	429	420	2 470
1980	20	7	7	8	73	259	380	649	475	168	184	116	2 346
1981	65	—	—	137	241	416	590	627	685	433	191	44	3 429
1982	—	—	—	79	254	427	295	377	236	341	250	148	2 407
1983	112	—	—	101	310	252	276	111	151	280	177	17	1 787
1984	1	1	—	11	124	299	298	364	356	399	189	75	2 117
1985	4	—	3	98	276	301	195	333	108	61	92	14	1 485
1986	16	—	—	81	47	108	272	403	282	126	7	—	1 342
1987	2	—	5	50	172	172	318	321	267	154	23	—	1 484
1988	2	4	4	11	60	149	256	410	195	89	19	1	1 200
1989	—	—	2	98	93	134	143	73	233	219	39	—	1 034
1990	27	28	21	34	61	74	156	119	94	69	35	34	752
1991	37	73	31	51	42	100	130	117	157	177	47	61	1 023
Promedio	31	28	17	59	133	214	280	307	243	210	119	70	1 680

En el Golfo de California, la eficiencia promedio (obtenida como la razón entre la captura y la capacidad de acarreo) nunca ha excedido el 65%, manteniéndose en general alrededor del 50%, lo que indica una subutilización de la flota. Para las temporadas de pesca 1988-1989 y 1989-1990, la eficiencia por categoría de barco de la flota de Sonora estuvo entre 29.1 y 67.6% (Tabla 23). El análisis de la operación de la flota por puerto en 1987-1988 muestra que la flota de Sinaloa es comparativamente más eficiente que la de Sonora y Baja California Sur, con valores del 75, 54.8 y 63.4% respectivamente (Cisneros-Mata *et al.*, 1989).

Volúmenes de captura

La figura 57 muestra las capturas de sardina y anchoveta para las diferentes zonas. La captura de anchoveta en el noroeste de México se caracteriza por un crecimiento lento en el periodo de 1962 a 1973, que se acelera a partir de 1974 y culmina en 1981, pasando de 39 808 ton a 258 745 ton. En la década de los ochenta se mantuvo una captura de alrededor de las 100 000 t, y se registra el resurgimiento de la sardina y macarela con capturas máximas en 1990 y 1991, en el Pacífico.

Tabla 23
Eficiencia por categoría de barco (CB) de la flota sardinera de Sonora, en las temporadas 1988/89 y 1989/90

Categoría de bodega	Temporada 1988/89	1989/90
10-60	62.41	51.43
61-100	54.24	49.38
101-120	63.89	67.61
121-140	61.04	51.05
141-160	46.78	47.78
161-180	48.89	42.10
181-200	—	—
201-220	53.88	56.46
>221	31.15	29.09

La captura de sardina monterrey en el Golfo de California se inicia en 1969, manteniéndose con bajos volúmenes de producción hasta 1979. A partir de entonces, la captura se incrementa hasta alcanzar un máximo en 1989, declinando posteriormente a niveles de captura de alrededor de las 6 500 t en la temporada 1991-1992 En la década de los ochenta es notable el resurgimiento de la población de anchoveta en el Golfo, coincidente con la baja en la abundancia de sardina.

Por su parte, la declinación de la anchoveta en el Pacífico coincide con el resurgimiento de la sardina, asociados ambos eventos con cambios oceanográficos. Al analizar la curva de captura de estas especies, separando la producción del Golfo de California y de la costa occidental, se observan los bajos volúmenes de producción en esta última zona. No obstante, evidencia proveniente de otras pesquerías del mundo, en relación a eventos climáticos globales (Lluch-Belda *et al.*, en prep.), apunta hacia el posible resurgimiento de esta pesquería en la región; así como en el Golfo de California, donde se observa un crecimiento de las poblaciones residentes.

En el caso de la sardina monterrey, los mayores volúmenes de producción se lograron en el Golfo de California durante la década de los ochenta, declinando rápidamente hasta alcanzar 6 500 ton en 1992. Si bien esta especie ha dado señales de resurgimiento en la costa occidental, la evidencia proveniente de otras pesquerías del mundo indica la posibilidad de que su recuperación no continúe en el futuro.

Las capturas de macarela, crinuda y japonesa en el Golfo de California, hasta 1972, se mantuvieron en niveles comparativamente bajos. A partir de 1973 los niveles se incrementan, presentando oscilaciones y picos de producción que, sin embargo, no rebasan las 140 000 t. En el Pacífico la pesquería de macarela se registra a partir de 1983, alcanzando su máximo nivel en 1990 con 35 767 t (véase Tabla 4B).

Costos de operación

Los costos de operación de la flota sardino-anchovetera se estimaron considerando sólo barcos con capacidad de 90 y de 200 t CB, y exclusivamente para 1991, debido a que únicamente se contó con información para ese año. Los costos de operación por tonelada de captura, para embarcaciones de 90 ton CB, se estimaron en $334 415.00; mientras que para un barco de 200 t CB los costos fueron de $1 052 051.00.

Del análisis de los costos totales de operación, los más importantes corresponden a los costos variables, y en especial al pago de combustible y de tripulación. Los efectos de la inflación en los

Figura 56

Eficiencia operativa de la flota comercial registrada durante las temporadas de 1987, 1988, 1989, 1990 y 1991 en la costa occidental de Baja California por grupos o categorías de embarcaciones. Modificado de Díaz de León, 1993

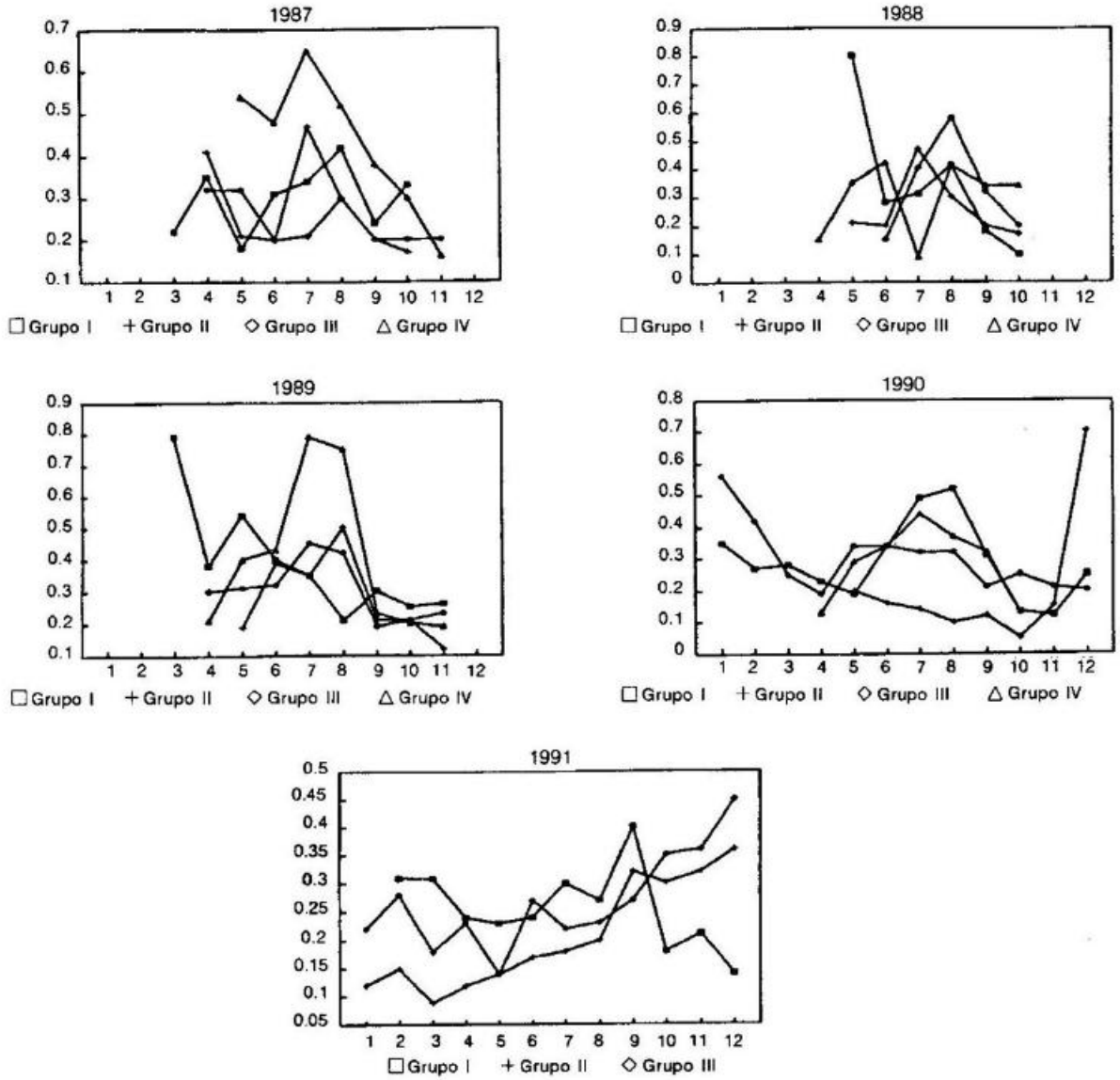
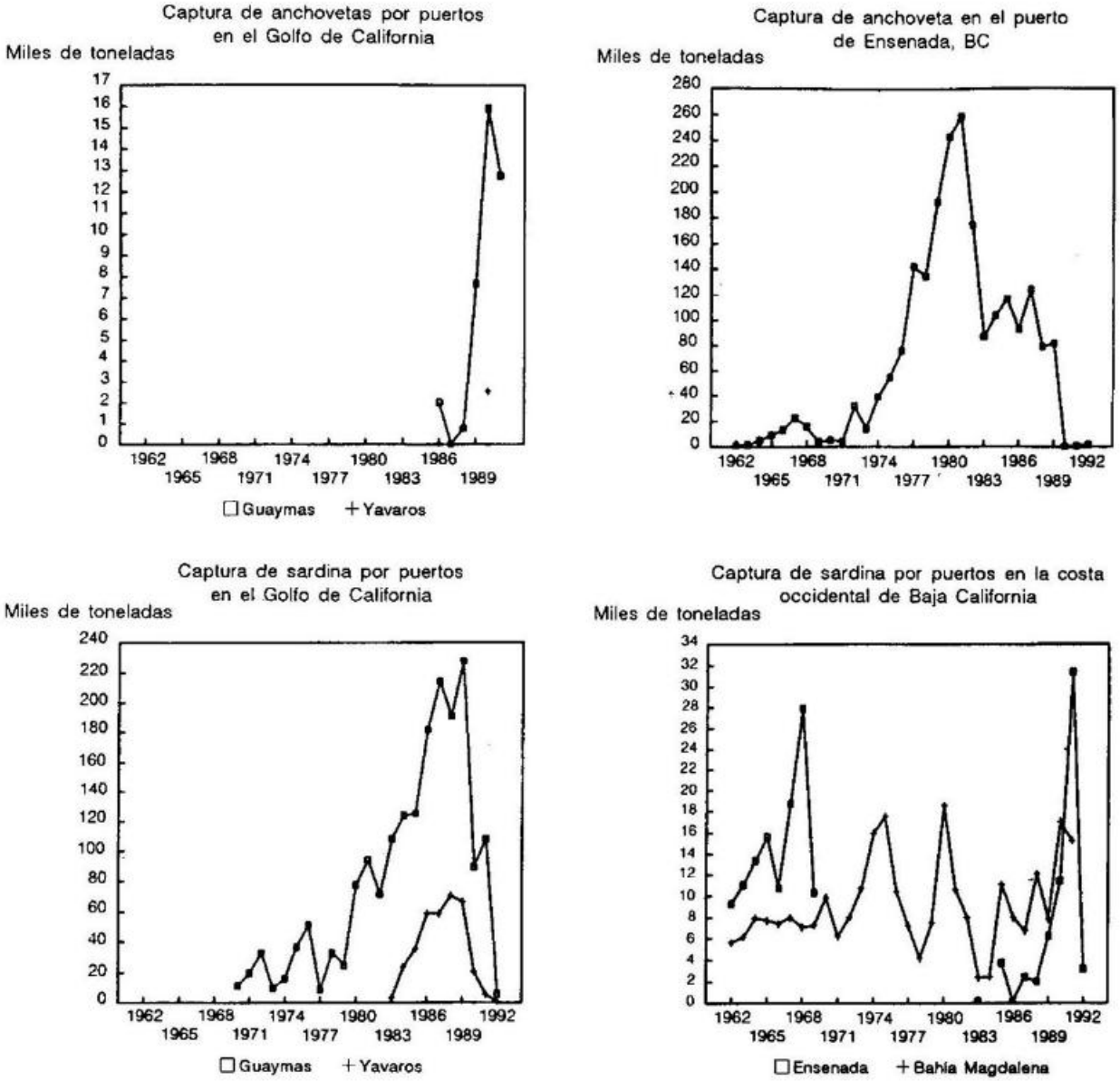


Figura 57

Producción de sardina y anchoveta en el noroeste de México, según datos de la SEPESCA, actualizados por Páez (com. per.)



costos de operación ha sido un factor importante que ha propiciado una disminución en las ganancias, que se mantuvieron altas en los primeros años de la pesquería (Villamar, A., 1979).

Otro factor que ha determinado costos más elevados ha sido la modificación en la distribución y abundancia de las especies, asociada a los cambios ambientales, que implica periodos de búsqueda más prolongados. La elevada inestabilidad del sistema durante las últimas temporadas ha determinado un nivel de incertidumbre mayor durante la pesca; la experiencia de los pescadores en términos del conocimiento de las áreas de captura tradicionales ha perdido, en alguna medida, su valor como determinante de una pesca eficiente, al presentarse modificaciones considerables en la disponibilidad de los recursos.

Es posible concluir que, en buena medida, la disminución de los niveles de abundancia y disponibilidad de las especies tradicionales se destaca como el factor que ha determinado la situación actual de la flota: grados mayores de subutilización, mayores costos, búsquedas más prolongadas y mayor incertidumbre en las operaciones de pesca. El cambio en el elenco específico de las especies objeto, como una posibilidad para mantener los niveles de eficiencia anteriores, conlleva un cierto periodo de adaptación: implementación de redes adecuadas en los barcos, localización de cardúmenes que pueden no presentarse en las zonas tradicionales de pesca, cambios en las necesidades de las plantas, en las líneas de producción y en general un ajuste a las nuevas condiciones de la industria.

En función de esto, cabe destacar que difícilmente puede hablarse de una planeación inadecuada de la actividad, ya que la optimización y el dimensionamiento son conceptos que deben ser manejados de manera particular al hablar de explotar recursos sumamente variables; más aún cuando se carece de elementos para el pronóstico de estas variaciones. Aunque el sector ha respondido de manera por demás acelerada a las nuevas condiciones del recurso, como es evidente por el mantenimiento de los niveles de producción de sardina pese a la disminución considerable de las especies tradicionales, aún se requieren ajustes en muchos sentidos antes de lograr niveles de eficiencia comparables a los previos.

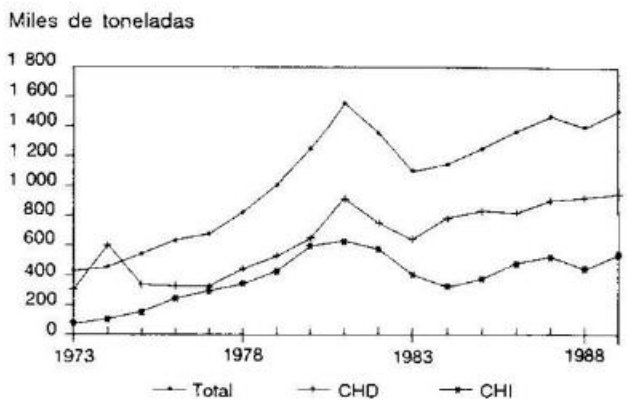
Industrialización

A diferencia de otros productos marinos, los pelágicos menores tienen características particulares en términos de su utilización. El producto adquiere valor sólo a partir de que es industrializado, y no se comercia en fresco salvo en pequeñas cantidades. La actividad pesquera, pues, únicamente puede existir asociada al proceso industrial que, junto con los aspectos de comercialización, determina en buena medida las características del resto del sector.

El destino de las capturas se divide básicamente en dos rubros: el primero orientado hacia el consumo humano directo (CHD), con la sardina como el más alto contribuidor, por medio del proceso de enlatado. El segundo, el consumo humano indirecto (CHI), se sustenta principalmente en anchoveta como materia prima para la elaboración de harina de pescado (Fig. 58).

La industria pesquera nacional se ha estructurado en plantas congeladoras, reductoras y enlatadoras. El mayor número de ellas ha correspondido al congelado, aunque estas plantas sólo representan una etapa en la producción, particularmente de sardina enlatada. Por su parte, la planta reduc-

Figura 58
Producción pesquera nacional (peso vivo) y su destino según datos de la SEPESCA, 1973-1989



tora es la que presenta la mayor capacidad instalada. Respecto a esta última, se observa un incremento del 13% durante el periodo de 1978 a 1987 (Tabla 24).

Industria del enlatado

Respecto al volumen total de pescado enlatado en México, la producción de sardina enlatada aportó, hasta 1989, el 53% del total; su contribución ha determinado el comportamiento de los volúmenes totales de producción en este rubro.

La tecnología que se utiliza hasta la fecha se importó de la utilizada por la pesquería de sardina en California durante la década de los cincuenta. Su relativa simplicidad le confiere características de ser intensiva en mano de obra y poco dependiente tecnológicamente del exterior. En la actualidad, se cuenta con una capacidad de producción de 3 990 000 cajas anuales, 42% más que en 1980.

Tabla 24
Plantas en operación

	Reducción		Enlatado		Congeladora	
Año	No. de plantas	Cap. ins. ton/hr	No. de plantas	Cap. ins. ton/hr	No. de plantas	Cap. ins. ton/hr
1978	54	330.6	38	166.3	117	136.5
1981	64	479.2	43	217.7	152	85.6
1987	50	499.1	42	287.3	206	118.6

Esta capacidad está ubicada principalmente en Sonora (alrededor del 50%), con el resto en proporciones aproximadamente iguales entre Sinaloa, Baja California y Baja California Sur. Ello representa diferencias importantes con respecto a años anteriores, donde la mayor parte de la capacidad instalada estaba ubicada en Baja California (más del 50%, equivalente a 1 211 760 cajas, para 1980). En conjunto, actualmente se utiliza el 30% de la capacidad total instalada.

Procesamiento

En términos generales, el proceso de producción de sardina enlatada se realiza de la siguiente manera: la descarga de producto se hace por bombeo en seco o en húmedo, desde la bodega del barco donde el producto se conserva en agua fría de mar recirculada. De ahí, se recibe en tanques con agua de mar o salmuera fría, a donde se conduce por medio de transportadores verticales, horizontales canal con agua de mar.

El corte, característico para cada especie, es realizado por medio de máquinas cortadoras, o manualmente en mesas. Esta etapa del proceso representa algunas dificultades para la utilización de especies diferentes a la sardina monterrey, particularmente para sardina crinuda, cuando se

utilizan medios mecánicos. Una vez cortada, se almacena en salmuera fría, de donde se empaca manualmente en latas ovaladas (para presentación en salsa de tomate) o rectangular (para presentación en aceite). El cocido es por vapor y con las latas en posición invertida.

Posteriormente se lleva a cabo el llenado en caliente con salsa de tomate o aceite, por medio de dispersión continua, tras lo cual se cierra la lata automáticamente. Una vez cerrada, se limpia con detergente y agua, pasando a la esterilización, previa recepción en carros de metal galvanizados por medio de una malla en declive. El método de esterilización, en la mayoría de los casos, es por vapor y enfriado contra presión de aire y agua en aspersión, aunque algunas plantas utilizan un sistema más automatizado con agua caliente.

Una vez esterilizada, la lata es descargada de los carros y sometida a una cuarentena. El embalaje y acomodo, por lo general, se realiza en forma manual. El periodo de cuarentena es aplicado comparativamente en pocas plantas, debido a que determina tiempos importantes de entrega al cliente. Posteriormente a la cuarentena, el producto es etiquetado y almacenado.

Además de utilizar cantidades importantes de mano de obra, el proceso descrito permite una adecuación relativamente sencilla de las especies que se utilizan, pese a que las líneas de producción están diseñadas esencialmente en función de la sardina monterrey. Una excepción importante en este sentido, aún no resuelta de manera adecuada, es la necesidad de descamar cuando se utiliza sardina crinuda, que a diferencia de la monterrey presenta escamas grandes que dificultan el proceso y le confieren una mala presentación.

Producción

La sardina (particularmente en salsa de tomate) ha sido considerada en México como un producto básico accesible a la población de bajos ingresos económicos y, en consecuencia, sujeta a un control de precios. Desde 1970, y hasta 1988, el 60% de la capacidad instalada pertenecía al sector paraestatal, mismo que mantenía los volúmenes aun cuando la producción no fuese rentable, cubriendo la demanda interna en beneficio de las clases menos favorecidas (CANAINPES, 1992).

En el periodo de 1978 a 1981, la producción tuvo un crecimiento acelerado debido, entre otras cosas, a la gran disponibilidad del recurso. Sin embargo, y a raíz de los problemas económicos del país en 1982, el rezago de los precios respecto a los costos desestimuló la operación e inversión del sector privado en el enlatado de sardina, lo cual, junto al proceso de ajuste de las finanzas públicas, determinó que la producción descendiera, desde 1981, hasta llegar a su punto más bajo en 1989, con 956 000 cajas en comparación a los 2 279 000 cajas de 1981.

Los volúmenes actuales de producción se han mantenido alrededor de las 900 000 cajas, lo que se ha debido a la baja en la disponibilidad del recurso, a problemas de mercado y a la descapitalización de las plantas, propiciando en conjunto una utilización de sólo el 30% de la capacidad instalada en términos de industria.

Mercado

La pesquería de sardina en México ha estado condicionada por tres factores principales que determinaron la conducta empresarial del sector: a) el establecimiento de vedas temporales y geográficas, b) el control de precios, y c) la ne-

cesidad de solicitar permiso para exportar. En contraposición a su valor como mecanismos para la protección del recurso y del poder adquisitivo de las clases con ingresos económicos bajos, las medidas dificultaron la planeación de estrategias comerciales a largo plazo, tanto para el mercado interno como para el externo (CANAINPES, 1992).

Como resultado de las vedas temporales, la industria se orientó hacia una estacionalidad de la oferta que no correspondía al comportamiento de la demanda, con la consiguiente sobreoferta que disminuía los precios y aumentaba los plazos de recuperación de la inversión. En cambio, en otros meses, se llegaba a provocar un mercado ilegal, con precios por arriba de los oficiales. En materia de exportación, la participación de México en los mercados internacionales se dio únicamente de manera esporádica.

Estas condiciones han cambiado radicalmente en la actualidad, gracias a la liberación de precios, a la eliminación del permiso como requisito para la exportación y a la adecuación de los mecanismos de administración del recurso (particularmente en lo referente a la posible regulación del esfuerzo a través de tallas y no de tiempos); todo ello, en términos de mercado, puede permitir iniciar una tendencia hacia un esquema de producción ininterrumpida a lo largo del año, así como hacia la implementación de estrategias a largo plazo, tanto para fortalecer el mercado interno como para incursionar con mayores volúmenes en el exterior.

En las condiciones actuales, el mercado exterior presenta algunas ventajas para la industria nacional: en primer lugar, la vecindad con los Estados Unidos, uno de los principales importadores de sardina enlatada. Además, la sardina en salsa de tomate está incluida dentro del sistema general de preferencias, lo que significa que está exenta de impuestos a la importación por parte del país mencionado.

Por otra parte, la oferta mundial de sardina enlatada ha descendido claramente en los tres últimos años, como resultado, en algunos casos, de que las temporadas de pesca de otros países se han reducido y, en otros, de que sus costos de producción han aumentado. En consecuencia, se ha presentado un incremento de precios que plantea posibilidades interesantes a la industria nacional.

Reducción

En Ensenada, el porcentaje del total destinado al consumo humano directo ha variado a lo largo de los años, con niveles que no llegan al 2%; en cambio, en el caso del consumo humano indirecto, la anchoveta participó con más del 98% en la fabricación de la harina de pescado (Fig. 59 y 60). En lo referente a sardina, la que no es apta para el proceso de enlatado también entra como materia prima para reducción.

La tecnología para la elaboración de harina y aceite de pescado en México proviene de diferentes países americanos y europeos. El rendimiento que se obtiene al procesar una tonelada de materia prima es variable, dependiendo en gran medida de las condiciones de la propia materia prima y de la eficiencia tecnológica del proceso en cada planta. En general, fluctúa entre 5.5:1 y 6:1.

La industria reductora nacional se encuentra integrada principalmente por plantas adquiridas a países en donde la actividad se suspendió, particularmente Estados Unidos (California) y Perú.

Figura 59
Producción de macarela, anchoveta y sardina para consumo humano directo, según datos de la SEPESCA, 1978-1989

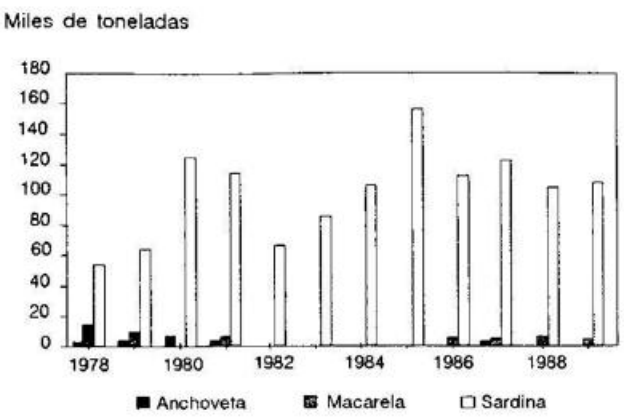
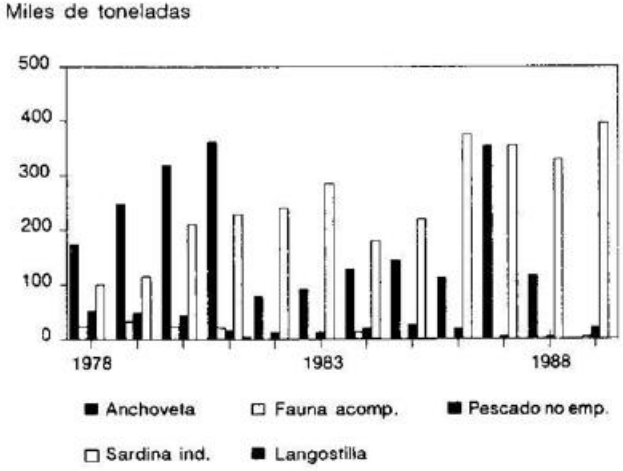


Figura 60
Producción por insumos de origen pesquero para consumo humano indirecto, según datos de la SEPESCA, 1978-1989



En la actualidad, la capacidad instalada es suficiente para procesar 1 171 160 t de materia prima, y se ha mantenido en niveles similares desde 1980, salvo la disminución originada recientemente por el cierre de la empresa "Pesquera Zapata" en Ensenada. La mayor parte se encuentra ubicada en Baja California, para el aprovechamiento de la anchoveta, y en Sonora, para la utilización de la sardina (CANAINPES, 1992). Desde principios de los ochenta, la capacidad instalada sólo se ha utilizado en niveles que oscilan alrededor del 20%, con niveles del 23% para las últimas temporadas.

Procesamiento

A partir de las bodegas de los barcos, se realiza la descarga por medio de diferentes sistemas de bombeo en húmedo, y el producto se recibe en tanques o pilas en seco. En algunas plantas, el producto se recibe por carretera, donde se transporta en camiones de volteo.

La materia prima se somete a un cocimiento por calor directo o indirecto, proporcionando este último harina de mejor calidad. Por medio de un prensado se elimina el líquido remanente, que se colecta para la producción de aceite. La humedad restante se elimina a su vez por medio de un secado, tras lo cual se lleva el producto a molinos para darle su presentación final, y se ensaca.

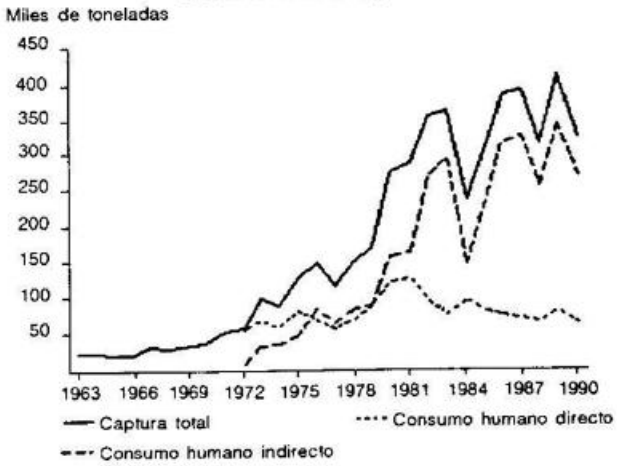
Como puede apreciarse, en comparación con el enlatado la producción de harina de pescado es un proceso relativamente sencillo, que no requiere de máquinas muy especializadas y que por lo tanto es más barato de implementar y de operar. En parte, estas características han generado la gran capacidad instalada a nivel nacional, muy superior a la necesaria en términos de las producciones obtenidas.

Producción

La producción de harina de pescado ha presentado variaciones, relacionadas con la disponibilidad del recurso, debido entre otras cosas a los frecuentes calentamientos que han sufrido las aguas frente a Baja California en los últimos años. A partir de 1970, la producción se eleva de manera considerable, observándose desde 1977 niveles de producción que superaron las 100 000 t, alcanzándose las 118 000 t de harina de pescado a partir de 1981.

La utilización de sardina para consumo humano indirecto se mantuvo hasta 1981, prácticamente igual a los volúmenes destinados al empaque. Cabe destacar que, a partir de 1982 y hasta la fecha, la mayor proporción de las capturas se ha destinado hacia la producción de harina de pescado, pese a que en este periodo se registran las mayores capturas en el Golfo de California (Fig. 61).

Figura 61
Capturas de sardina en México y su destino (consumo humano directo e indirecto), modificado de Cisneros-Mata *et al.*, 1991

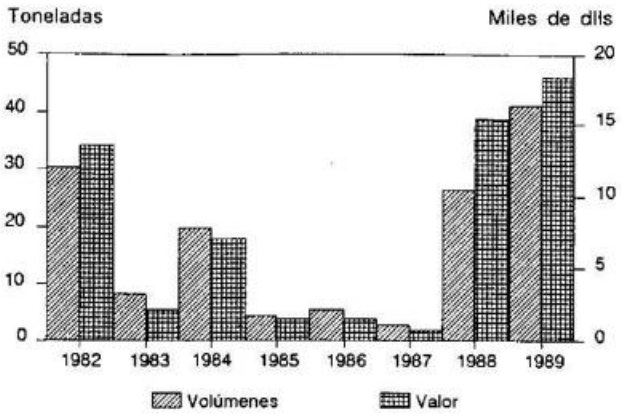


Tradicionalmente, sin embargo, la mayor parte de la materia prima provenía de la anchoveta de la costa occidental de Baja California. A partir de 1981, la producción empieza a bajar y experimenta su última caída a partir de 1989, coincidiendo con la baja disponibilidad de anchoveta en función de los cambios del sistema. Lo anterior, de cualquier manera, ha sido relativamente amortiguado por diferentes factores, como la mencionada incorporación de cantidades de sardina al proceso y el que los propietarios de la industria sean, en muchos casos, también dueños de la flota. Pese a ello, la baja disponibilidad del recurso ha dejado sentir su efecto en los niveles de producción, siendo 1991 y 1992 años con el menor abasto de materias primas.

Es por ello que durante el periodo de 1986 a 1989, los volúmenes importados que habían venido disminuyendo sufrieron un incremento sustancial, variando de un 7.4% en 1986 a un 56% en 1989 (Fig. 62). Las importaciones de este insumo, pese a que se habían incrementado hasta el año de 1971 (cuando se alcanzaron las 100 000 t), mantuvieron una tendencia sostenida a la baja, a partir de 1972 (Cota, A., 1990).

La producción nacional de las oleaginosas, especialmente de soya, ajonjolí, semilla de algodón y cártamo, representa un componente muy importante en la elaboración de los alimentos balanceados. Junto con la harina de pescado, constituyen una fuente alimenticia rica en proteínas, de alta demanda en la industria avícola y porcina nacional (Cota, A., 1990). La producción nacional de soya y de cártamo se ha incrementado de manera importante desde principios de los setenta, en tanto que la semilla de algodón, con niveles altos de producción, declina hacia finales de la misma década. La producción de ajonjolí se había mantenido en niveles dentro de las

Figura 62
Volúmenes y valor de las importaciones de harina de pescado, para el periodo 1982-1989. Modificado de Cota, 1990



150 mil ton hasta el año de 1973, cuando cae hasta una producción por debajo de las 20 000 t (Cota, A., 1990). En el caso de la soya, su demanda interna ha superado la producción nacional, por lo que ha partir de 1976 se han tenido que importar grandes volúmenes de pasta de soya; pese a que en el año de 1980 se incrementó la producción nacional hasta alcanzar una cifra de 160 000 t de pasta.

La gran demanda de la harina de pescado y de oleaginosas ha estado ligada al crecimiento paulatino, pero constante, del sector agropecuario. Lamentablemente, este ritmo de crecimiento no se ha podido mantener con la producción interna del país, debido fundamentalmente a la baja disponibilidad de materia prima que proporcionan los recursos pesqueros. El problema se ha dejado sentir, sobre todo, desde finales de los ochenta, agravado por el desplome que sufre la agricultura desde mediados de los setenta, tanto por falta de inversiones en el campo como por causas climáticas (Cota, A., 1990).

Mercado

Hasta 1975, el abasto de harina de pescado dependió casi en su totalidad del mercado externo. A partir de entonces se establecieron plantas reductoras en Sonora y Baja California, al tiempo que se protegió la producción interna con aranceles a la importación.

Pese a ello, la producción interna ha sido insuficiente para satisfacer la demanda del mercado nacional, con lo que se ha recurrido a las importaciones para cubrir los faltantes. Con la reducción de los aranceles, los precios de importación se redujeron, incrementándose la competencia entre los productores nacionales y los países líderes en la producción a nivel mundial.

Algunos trabajos previos, como los de Jiménez y Esparza (1976) y Cota, A., (1990), han servido para definir el mercado nacional como uno con características de tipo oligopólico, tomando en cuenta la presencia de más de una empresa en el mercado, sin constituir un monopolio o una competencia perfecta. La estimación del coeficiente de concentración, tomando las cuatro empresas más importantes con respecto al total, permitió definir dos periodos: uno que abarca desde 1965 a 1976, con un coeficiente de concentración del 18 y 25% para los años de 1972-1973; y un segundo periodo que cubre desde finales de los ochenta, con un coeficiente de concentración del 41 y 51% para los años de 1981 y 1982.

El primer caso indica la presencia de un oligopolio poco concentrado, sin una empresa dominante en el mercado. En el segundo, se trata de un oligopolio con una concentración más modera-

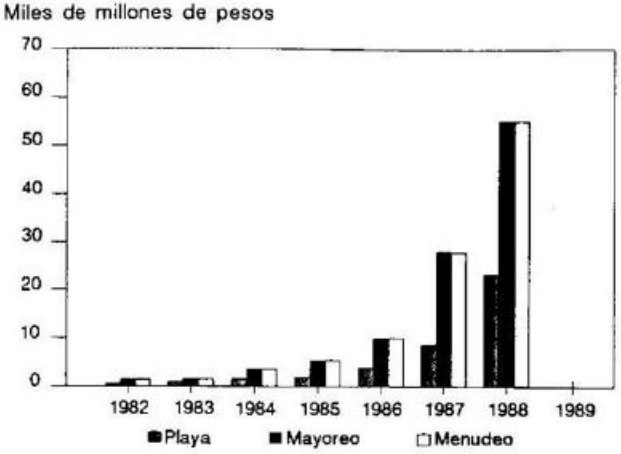
da por la presencia de un mayor número de empresas que resultan más eficientes en el mercado, con un mayor gasto de investigación y desarrollo y, sobre todo, con una decisión más definitiva sobre los precios (Jiménez y Esparza, 1976; Cota, A., 1990).

En ambos periodos, la demanda determinada resulta con valores que la identifican como una curva inelástica, lo que significa que el grado de respuesta en la demanda de harina de pescado a cambios en el precio resulta muy pequeño. Los factores que explican lo anterior pueden ser los siguientes: el escaso número de sustitutos que tiene la harina de pescado, el hecho de que sea un producto con sólo un uso, los efectos del subsidio otorgado a las oleaginosas y el control ejercido en el precio de la harina de pescado por el gobierno federal.

Los canales de comercialización de la harina de pescado se pueden describir como una cadena lineal entre el productor, el mayorista, la industria agropecuaria y el consumidor. En ocasiones, el camino que recorre el producto desde el productor (planta reductora) al consumidor se acorta, cuando el productor maneja su propio canal de distribución. La figura 63 detalla los valores de cada etapa de comercialización, para el periodo de 1982 a 1988. La diferencia tan marcada entre el valor del producto en playa, con destino a harina de pescado, y de mayoreo y menudeo, se debe en gran parte a que el intermediarismo agrega costos de transporte y de almacenamiento, que junto con el costo de los factores de producción aumentan el valor del producto terminal.

Con base en lo mencionado respecto a la industria reductora, es posible concluir, en lo general, que ella también ha experimentado problemas como respuesta a los cambios en la abundancia y disponibilidad de los recursos. En el caso de Baja California, los niveles de producción disminuyeron sensiblemente a partir de 1981, y de manera más pronunciada desde 1989. Ello ha generado problemas considerables, al grado de provocar el cierre de empresas.

Figura 63
Valor de la harina de pescado en las diferentes etapas de comercialización (playa, mayoreo y menudeo) para el periodo 1982-1988. Modificado de Cota, A., 1990



Para la pesquería en el Golfo de California, y de acuerdo con los datos de la SEPESCA, en 1987 las descargas y el procesamiento de la sardina por sector fue el siguiente:

Sector	Descargadas (t)	Procesado (t)
Privado	236 289	302 163
Público	5 525	.69 005
Social	140 581	13 145

En el mismo año, la eficiencia de las plantas enlatadoras fue de 29.4%, y de las harineras 64.7%;

con una eficiencia promedio total del 52.7%, considerando 15 días de trabajo al mes y una capacidad de operación de 1 361 y 2 626.4 t/turno de ocho horas de trabajo, respectivamente (Cisneros-Mata *et al,* 1989).

El rápido crecimiento de flota e industria es característico de las pesquerías en desarrollo; sin embargo, en el caso de la de pelágicos menores, la drástica disminución de los niveles de abundancia del recurso en los últimos años ha ocasionado una situación problemática, que se refleja en términos de la relación entre la capacidad de explotación y el proceso y la disponibilidad de materia prima.

Por ejemplo, el rendimiento anual total de los pelágicos menores en 1989 fue del orden de las 270 000 t (190 000 t de sardina monterrey, 20 000 t de anchoveta, 40 000 t de crinuda, 15 000 t de macarela y 5 000 t de japonesa). En la actualidad, los valores son del orden de las 170 000 t combinadas. En cambio, la capacidad del procesamiento industrial de sardina en Sonora es de 440 000 t temporada, y la flota tiene una capacidad de acarreo de 450 000 t (Cisneros-Mata et al., 1989, 1991; Nevárez-Martínez et al., 1992a y 1992b). Esto podría indicar que la capacidad de procesamiento industrial y el tamaño de la flota en el Golfo de California se encuentran sobredimensionadas, en relación al potencial biológico probable para las próximas temporadas (no así respecto a los volúmenes en el pasado reciente, ni necesariamente respecto a los que en el mediano plazo pudieran presentarse).

Sin embargo, es importante resaltar que la industria en general, tanto la enlatadora como la reductora, tiene buenas expectativas en el futuro en términos de mercado y oportunidades de consolidación. La demanda de harina de pescado a nivel nacional no ha sido cubierta plenamente, importándose alrededor del 30% para satisfacer el consumo nacional. Esto sin duda representa una oportunidad de aumentar, o al menos mantener, los niveles de producción en el futuro inmediato, en tanto existan las posibilidades en términos de disponibilidad de materia prima y condiciones adecuadas en un mercado que se torna más competitivo.

Por otra parte, la industria del enlatado enfrenta a la vez retos y oportunidades importantes. Las modificaciones actuales en términos de precios, políticas y medidas de administración del recurso, junto con las ventajas que nuestro país tiene para penetrar al mercado de los Estados Unidos respecto a otros exportadores, deben permitir en el futuro mediato la consolidación del sector.

Perspectivas

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

En lo referente a la variabilidad ambiental interanual, de corta escala, algunos eventos como "El Niño" y hasta cierto punto "La Niña" han sido estudiados con relativa profundidad; incluso exis-

te una cierta capacidad de pronóstico. Sin embargo, poco se ha hecho en la caracterización de eventos de diferente naturaleza, así como en cuanto a la descripción y predicción de la propia variabilidad de los eventos interanuales.

Por ejemplo, aun cuando "El Niño" sea pronosticable como evento, no todos afectan el Pacífico mexicano en la misma manera, grado y tiempo; de modo que el solo conocimiento de que se presenta en un determinado momento no es, ni con mucho, suficiente. Tampoco es claro cómo impacta la variabilidad del clima sobre el funcionamiento del sistema ambiente-recurso, haciendo necesario incrementar los conocimientos sobre la biología de las especies y las relaciones ecológicas a través de las que se define la estructura de las comunidades.

Por su parte, el concepto de régimen, aplicado a la descripción de variaciones en las pesquerías, es relativamente nuevo. Se refiere a tendencias sostenidas en la escala de décadas (alrededor de 60 años), que hasta ahora sólo se han descrito en términos de abundancia de las poblaciones y de temperatura; variables con las que, de alguna manera, se pretenden sintetizar los diferentes cambios bióticos y abióticos, que presenta el sistema. Es evidente que esta simplificación está lejos de ser suficiente para describir, comprender y modelar un proceso que involucra la mayor parte de la variabilidad en la disponibilidad de los recursos pelágicos, tanto regional como mundialmente.

En ambos casos, el resultado final de la variabilidad es que las pesquerías se ven sensiblemente afectadas, tanto las ya mencionadas de sardina y anchoveta (a nivel regional y mundial) como probablemente otras. Dentro de las pesquerías regionales que aparentemente también responden a cambios ambientales en escalas de tiempo mayores que la estacional, están la de abulón (Guzmán del Proo *et al.*, en prep.), langosta (Vega y Lluch-Cota, en prensa), y almeja catarina (Maeda *et al.*, en prep.); y probablemente también camarón y macroalgas. Si bien los resultados son preliminares, las diferencias entre las características tanto de explotación como de la biología de estas especies parecen indicar que los cambios interanuales de régimen se generalizan más allá del ambiente pelágico, afectando al ecosistema en su conjunto.

Las acciones de investigación, con fines tanto de evaluación como de administración, pese a que han detectado los efectos de la variabilidad del medio ambiente en las pesquerías, siguen manteniendo como criterio que la causa principal de la disminución de los stocks es la sobrexplotación. En consecuencia, el control de la explotación y su planificación se practican con altos niveles de incertidumbre, sin poder alcanzar una ordenación eficaz.

Cabe destacar que este estado de la investigación no es exclusivo de la actividad a nivel nacional, siendo común en pesquerías de otros países del mundo. Por otra parte, resulta alentador el hecho de que los criterios mencionados, en términos de las pesquerías nacionales, incorporen cada vez más el reconocimiento de los factores extrínsecos a la pesquería.

La mayor parte de los modelos utilizados en biología pesquera se desarrollaron originalmente para otras regiones del mundo, particularmente para pesquerías que se llevan a cabo en ambientes comparativamente más estables, por lo que las premisas en las que se sustentan pueden resultar inadecuadas en zonas con características transicionales. En estos términos, los sistemas y

modelos de administración podrían presentar una falta de suficiencia teórica, acarreando con ello un alto grado de dificultad para pronosticar en estos sistemas.

Esta situación ha sido resultado de diferentes factores: la extrema complejidad tanto del marco ambiental como de las interacciones con otros elementos de la comunidad de pelágicos menores, el tardío reconocimiento de la variabilidad ambiental y de su efecto sobre los recursos, y la falta de investigaciones en este campo provocada por la carencia de apoyos financieros y de políticas de administración con criterios de desarrollo sustentable. En la situación actual, los esquemas tradicionales de administración deberán incorporar nuevos elementos.

El sistema regional ambiente-recursos ha llegado a una situación de bajos rendimientos debido a una reducida disponibilidad, particularmente de anchoveta y sardina monterrey, y aparenta una baja abundancia en el conjunto de los recursos. La tendencia en esta dirección se inició a partir de 1983 en la costa occidental de Baja California, en tanto que en el Golfo de California es evidente desde 1986.

En este nuevo periodo, se presentan condiciones particulares, claramente diferentes a las del pasado reciente. Por una parte, en la costa occidental de la Baja California la población de sardina ha crecido, y de nuevo comienzan a incrementarse las cifras de captura, después de más de 30 años de muy bajos niveles de abundancia (5 000 t de biomasa de reproductores, comparados con casi 2 000 000 t en la década de los treinta). Por su parte, en el Golfo de California aparece repentinamente la anchoveta, después de una migración desde la costa occidental de Baja California, sin que exista una experiencia previa en términos pesqueros, de investigación y de administración de una población importante de adultos en la zona.

Los cambios bruscos se produjeron, sin lugar a dudas, como producto de la acción combinada del clima y de la explotación. Hasta el momento no existe consenso sobre el peso relativo de ambos componentes. Sin embargo, la idea de que la presión de pesca gobierna mayormente estos cambios es cada vez más difícil de sostener, y el sentir de al menos una parte de la comunidad científica nacional e internacional se inclina por una contribución mayor del componente ambiental, aunque sin descartar completamente el efecto de la pesca.

El lento resurgimiento de la sardina después de la década de los sesenta, en que la pesca prácticamente dejó de practicarse; la evidencia sobre variaciones drásticas de la abundancia en ausencia de pesca; las sincronicidades entre los cambios en la abundancia de sardinas y anchovetas a nivel regional y mundial, y con indicadores del clima también a ambos niveles; la aparente identificación de otras especies, también sometidas a presión de pesca, que responden a estas variaciones ambientales de manera similar, pese a tener características biológicas y de explotación claramente diferentes; y la existencia de especies similares, como la sardina japonesa, cuyas poblaciones crecieron en contra de presiones de pesca mucho más considerables, y en concordancia con la variación ambiental; todo ello constituye evidencia acumulativa que refuerza la idea del clima y sus variaciones como factor determinante.

En la costa occidental de Baja California, en la década de los ochenta, y de manera simultánea al marcado calentamiento de la segunda mitad del periodo, se presenta el crecimiento de la pobla-

ción de sardina. Ello es congruente con el modelo planteado, ya que las condiciones cálidas representan un ambiente favorable para la expansión y crecimiento de las poblaciones. Al mismo tiempo, y consecuentemente con lo mencionado en el modelo sobre las interacciones entre ambas especies, se presenta la escasez de la anchoveta.

Si el modelo es consistente, no parece probable que la tendencia al crecimiento de la población de sardina en la costa occidental se mantenga, sino por el contrario. Empiezan a manifestarse indicios de enfriamiento del agua de mar en la región y, al parecer, las poblaciones de sardina de otras parte del mundo, junto con la nuestra, han detenido su crecimiento. Cabe recordar que hasta ahora las sincronicidades, en la escala de tiempo del régimen, se han mantenido entre las diferentes regiones, de acuerdo al esquema ya planteado (véase Fig. 25).

Por su parte, las señales en el Golfo de California (bajos reclutamientos, desoves restringidos, bajas en la fecundidad y abundancia, replazamiento de especies y cambios en la distribución) parecen consistentes, y existe consenso en el sentido de que la población de sardina monterrey no se incrementará de manera importante al corto ni al mediano plazos. En cambio, sí cabe la posibilidad de que la población de anchoveta siga creciendo hasta alcanzar niveles de abundancia importantes; si bien los plazos que se han mencionado para que esto ocurra se encuentran más cercanos al medio que al corto.

Así, en la situación de las especies tradicionales, resulta grave la falta de claridad sobre el comportamiento probable de los niveles de abundancia de las otras, particularmente de sardina crinuda y de bocona. Si bien en el pasado reciente han incrementado su contribución a las capturas globales, la aparente baja en la productividad del sistema en su conjunto y la naturaleza tropical de estas especies arrojan dudas sobre si esta tendencia se sostendrá en el mediano plazo.

En lo general, es evidente que el estado actual de las investigaciones y de los conocimientos sobre los aspectos de la pesquería en su conjunto, lejos de despejar las dudas, arroja más preguntas, de cuyas respuestas dependerá en buena medida el desarrollo futuro tanto de la actividad científica como de la pesquería. Como parte final del presente trabajo, algunas de estas preguntas se plantean a continuación, así como el punto de vista de los autores en torno a sus posibles respuestas, o en su caso, sobre las acciones que se considera necesario llevar a cabo a fin de disminuir la incertidumbre.

1. Bajo las actuales condiciones, claramente diferentes a las que prevalecieron en el pasado reciente, y nuevas en términos de la actividad pesquera, ¿qué perspectivas tiene la pesca en un plazo inmediato?

Evidentemente existe, por parte del sector productivo, la necesidad de contar con una respuesta lo más veraz posible. Sin embargo, las grandes variaciones de la abundancia, disponibilidad, y sobre todo, la experiencia reciente en cuanto al breve lapso en el que éstas se pueden presentar, hacen difícil arriesgar una respuesta categórica. Pese a ello, los datos sobre el estado de las poblaciones de sardina y anchoveta, así como las expectativas en lo referente a la variabilidad climática, permiten plantear lo que se considera el escenario más probable.

En lo referente a la costa occidental, los recientes cambios en las tendencias de la temperatura superficial del mar hacia un enfriamiento, proba-

blemente se concreten durante 1993, al quedar el Pacífico mexicano bajo la influencia de un evento "La Niña". En los momentos en los que el presente trabajo se escribía, la masa de agua fría característica se encontraba en formación en el Pacífico nororiental, mientras que el evento "El Niño" presentaba sus fases finales, al restablecerse el sistema de los vientos alisios e iniciar el descenso de la temperatura superficial del mar en el Ecuador.

En estas condiciones, es probable que la tendencia al incremento en la abundancia de la sardina monterrey en la zona se detenga o se revierta al corto plazo. Sin embargo, las mencionadas condiciones ambientales probablemente permitirían una mayor disponibilidad de la anchoveta en las zonas de pesca, ya que se espera que al menos parte del problema actual se deba a los movimientos de los organismos, particularmente las tallas grandes, fuera del área de pesca. Ello resultaría afortunado para el sector productivo por el tipo de industria con la que se cuenta, mayormente, en la zona.

Por su parte, y dado el estado actual de la población, la tendencia a la baja en la abundancia de sardina monterrey en el Golfo de California difícilmente cambiará en el futuro cercano. En lo referente al crecimiento de las poblaciones de anchoveta, lo reciente de su establecimiento en la zona hace poco factible contar con volúmenes elevados en el corto plazo, aun cuando la tendencia favorable se mantenga, lo que parece probable.

En estas condiciones, las perspectivas de la actividad a corto plazo ya fueron visualizadas por el sector productivo, que al adaptarse a las nuevas condiciones ha actuado, de hecho, en consecuencia. La pesquería de pelágicos menores, en el futuro cercano, tendrá que ser mucho más multiespecífica de lo que tradicionalmente había sido. Hasta la fecha, ello no ha significado obstáculos insuperables a la actividad, aunque indudablemente implica que tendrá que ser más plástica en cuanto a su capacidad para aprovechar diferentes especies objeto, lo que puede implicar algunos cambios y adaptaciones en los métodos de procesamiento.

2. ¿Cuáles son las expectativas a mediano plazo (próximos 5-10 años)? ¿Hasta cuándo, y cuánto, conviene invertir en función de las expectativas de capitalizar a la industria?

Son muchos los elementos a considerar en términos de riesgos de inversión; entre ellos, la disponibilidad y abundancia de los recursos es uno entre ellos y no necesariamente el más importante. No obstante, es evidente la ventaja que para el planificador significaría contar con elementos de juicio en este sentido. Desafortunadamente, si el plantear un panorama para el corto plazo es arriesgado, el extrapolar las tendencias actuales a periodos más largos implica aún mayor incertidumbre.

No obstante, sí es factible hacer los planteamientos más probables a la luz de los conocimientos actuales: su posible utilidad estará condicionada a la disminución del grado de incertidumbre por medio del seguimiento sistemático de los cambios del sistema, tanto en el ambiente como en las poblaciones. No obstante que las necesidades de planificar adecuadamente a mediano plazo pueden no verse satisfechas con ello, las decisiones de inversión tendrán que tomarse con o sin estos elementos de juicio; y resultaría absurdo no incorporar el mayor número posible de ellos. En la situación actual, un esquema que se ajuste sobre la marcha es la mejor aproximación posible a un problema sumamente complejo.

La pesquería en el Golfo de California probablemente tenga disponibilidad de cantidades comparativamente bajas de diferentes especies durante los próximos años, es decir, durante el periodo de transición (5-10 años). Será necesario realizar una administración racional de los mismos, puesto que desconocemos la capacidad de las poblaciones (mayormente especies tropicales) para soportar altas presiones de pesca. En consecuencia, las labores de investigación deberán acelerarse de manera particular en torno a dichas especies, a fin de estar en condiciones de aplicar criterios de administración adecuados. Bajo un esquema de uso racional, a mediano plazo, y si se mantienen las tendencias actuales, es factible que durante los próximos años se consolide un potencial de anchoveta, especie que ha demostrado ser capaz de sustentar una actividad pesquera importante.

Por su parte, las señales a nivel global sobre las variaciones de las abundancias de sardinas y anchovetas en relación al clima, que se han mantenido coherentes en el pasado, parecen indicar la posibilidad de que resurja la pesquería de anchoveta en la costa occidental de Baja California. Sería de esperar que este incremento en la disponibilidad del recurso anchoveta requiera menos tiempo que en el Golfo, ya que al menos parte del problema se ha debido a cambios en la distribución. Existen reportes de presencia de anchoveta en cantidades no estimadas, inaccesibles actualmente a la flota. Sin embargo, serán necesarias las evaluaciones de biomasa correspondientes a los próximos años para precisar adecuadamente esta posibilidad.

3. Con los escenarios planteados, ¿se deben seguir explotando estos recursos?

Aunque la respuesta a ello depende de un número de factores, no existe razón alguna para suspender la actividad en el corto o el mediano plazos, al menos en lo referente al estado del recurso. La situación actual de baja abundancia de algunas de las especies se debe, probablemente, más al efecto de variaciones naturales del sistema que a una explotación inadecuada, lo cual ha sido señalado también para otras pesquerías del mundo.

En cambio, en términos sociales, la actividad interesa a un sector importante de las comunidades en la región y, al menos por el momento, no se han planteado alternativas que cubran adecuadamente la ausencia de la pesquería en este sentido, por lo que su suspensión tendría un costo social muy elevado. Es evidente, pues, que cualquier planteamiento responsable de cese de explotación deberá estar fuertemente respaldado; y parece difícil que el respaldo provenga de criterios biológico-pesqueros, en términos de agotamiento de los recursos por uso desmedido.

De cualquier manera, aunque la disponibilidad del recurso parezca suficiente por el momento, el futuro de la actividad resultará mucho más claro en la medida en la que sea más adaptable, en términos de métodos de procesamiento y comercialización diferentes a los tradicionales, quizá orientados al consumo directo y con un valor agregado más alto, lo que requiere tecnologías de proceso adaptadas a estas condiciones. Por otra parte, los riesgos de inversión se pueden disminuir en la medida en que las variaciones del sistema se anticipen, lo que no parece estar fuera de nuestras posibilidades a corto plazo.

4. ¿Qué perspectivas de productividad, distribución y rendimientos podemos tener?

Para las especies tradicionales, particularmente sardina monterrey, las perspectivas parecen

comparativamente pobres a corto plazo. En cuanto a las especies no tradicionales, si bien por el momento han contribuido de manera importante, existe una falta de conocimiento de la medida en la que reaccionan a cambios en el sistema, por lo que establecer las posibilidades reales de crecimiento a mediano plazo con base en ellas requiere de investigación futura y urgente.

Por otra parte, el panorama a mediano plazo parece más optimista, ya que la etapa actual de transición probablemente es la que, en términos de la ciclicidad del sistema, ofrece menores posibilidades de crecimiento. Sin embargo, la experiencia indica que la recuperación de este tipo de recursos suele ser tan espectacular, en términos de velocidad de crecimiento y de volúmenes de producción, como los colapsos.

5. ¿Podemos seguir administrando estos recursos como lo hemos venido haciendo en el pasado?

El reconocimiento de la variabilidad del sistema conlleva un cambio de los esquemas tradicionales de administración. Se precisan políticas de mejoramiento de la productividad y de ordenamiento económico y financiero. Asimismo, es necesario mejorar e integrar el aparato de investigación hacia metas que permitan elaborar pronósticos, tanto del recurso como del ambiente, y contribuir a una utilización óptima.

6. ¿Es congruente con la naturaleza de los fenómenos usar el concepto de rendimientos sostenibles como criterio central del sistema de administración?

Los conceptos tradicionales en biología pesquera, y particularmente el de rendimiento máximo sostenible, son, en términos generales, válidos en tanto se considere que la capacidad de soporte del sistema es sumamente variable. Esta variabilidad ha sido claramente reconocida en escalas de tiempo interanuales, pero se presta poca atención a la interanual y de más largo plazo. El suponer una capacidad de soporte constante, aun en términos de pocos años, implica un riesgo alto, ya que en sistemas con características transicionales, el mayor porcentaje de la variabilidad en los niveles de abundancia de las poblaciones ocurre en las escalas de tiempo mencionadas, como ha sido evidente en las últimas temporadas.

De aquí que sea necesario evaluar la capacidad de soporte del sistema, la productividad, el estado de las poblaciones y el rendimiento máximo sostenible de manera mucho más dinámica, a corto plazo y sistemáticamente. Además, el reconocimiento del papel fundamental del ambiente como variable del sistema implica que la biología pesquera, como disciplina, deberá incorporar una serie de elementos que de manera tradicional no considera, particularmente en cuanto a la variabilidad debida a aspectos que se escapan al control de la pesquería.

Lejos de invalidar los modelos y esquemas tradicionalmente empleados en la administración de los recursos, la incorporación de estos elementos la hace mucho más complicada. Esta complejidad, sin embargo, resulta necesaria si la administración ha de cumplir su objetivo básico de lograr una explotación óptima. La información necesaria para la toma de decisiones difícilmente podrá ser resultado de la tarea de un especialista, y sí requerirá de la interacción vigorosa y oportuna de grupos de trabajo que aborden diferentes aspectos del problema. Bajo un esquema así, es posible mantener el criterio de máximo rendimiento sostenible como objetivo, ajustándolo sobre la marcha con la incorporación de todos los elementos ya mencionados.

7. Con estas perspectivas, ¿cuál debe ser el papel de la investigación, a fin de que sus productos puedan dar respuesta, al menos, a algunas de las necesidades de información del sector productivo?

Como resultado final, la investigación pesquera, mínimamente, deberá aportar a corto plazo una idea del estado del sistema en lo referente a los niveles adecuados de explotación, a la situación de las poblaciones, y a la presencia de eventos climáticos que afectan de manera importante la actividad pesquera. A mediano plazo, deberá identificar las posibles tendencias del sistema en general y de las pesquerías en lo particular, a fin de disminuir los riesgos de inversión y proveer de un marco adecuado a la planeación.

8. ¿Cuáles deben ser los esfuerzos y las interacciones necesarias de los sectores productivo, científico y administrativo, para enfrentar la problemática de manera exitosa?

Las características del sistema, su gran variabilidad, complejidad y condición actual, en gran medida sin precedentes, hacen indispensable la interacción de los diferentes sectores que conforman la actividad. Por una parte, el tipo de investigación que más elementos puede aportar necesariamente tendrá que ser multidisciplinario, ya que se trata de estudiar un sistema sumamente complejo; en consecuencia, los grupos de trabajo necesitarán acceso oportuno a los resultados y a la información de los demás.

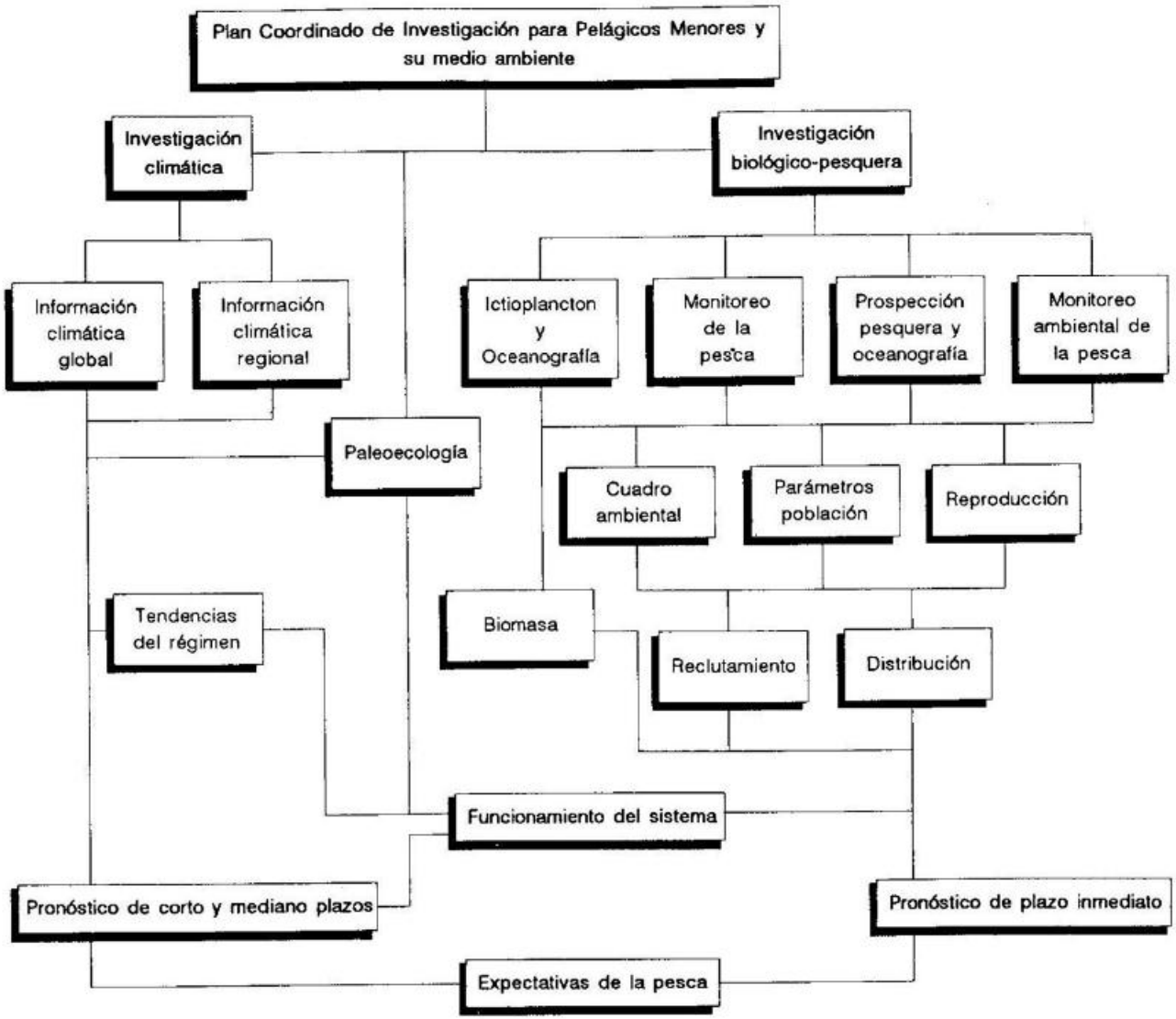
Se requerirá también de estudios extensivos y frecuentes, tanto de los recursos como de su ambiente, lo que probablemente resultaría gravoso para una institución en particular. Además, si esta labor se lleva a cabo de manera independiente y sin intercambio de información, los resultados que se deriven no tendrán los alcances necesarios en términos prácticos.

Por su parte, la industria tendrá la necesidad de propiciar estas acciones y de utilizar sus resultados, si los objetivos de aprovechamiento óptimo de los recursos y de mantenimiento de la actividad en el largo plazo prevalecen. La investigación coordinada, orientada hacia metas precisas, es una inversión necesaria para concretar dichos objetivos. La carencia de recursos con fines de investigación pueden repercutir directamente en pérdidas económicas considerables, al no estar la actividad en condiciones de prever cambios radicales como los actuales, ni de planificar su actividad en un plazo mediano y largo con elementos suficientes.

La figura 64 muestra, de manera esquemática, una forma alternativa de cómo podrían coordinarse los esfuerzos de investigación en un marco general, y de los aspectos que deberán ser cubiertos para ello. Las líneas que unen a los diferentes componentes pretenden ilustrar sobre el flujo de la información, así como sobre la coordinación y cooperación necesaria entre los grupos de trabajo.

Existen antecedentes claros de propuestas equivalentes. Lo importante es destacar que la idea de un esquema así es brindar apoyo a la planificación de la pesca de pelágicos menores, al tiempo que se construye una capacidad de pronóstico a un plazo inmediato, en periodos no mayores de seis meses, que sirva de base para integrar bancos de información y grupos de trabajo para investigaciones de mayor alcance en el funcionamiento del sistema pelágico. Por su impacto directo en la pesquería, se considera indispensable desarrollar modelos de predicción interanual y del régimen, para poder aproximarse

Figura 64
Esquema de la propuesta para un plan integrado de investigación sobre pelágicos menores para las pesquerías nacionales. Las líneas representan el flujo de información y las acciones de colaboración necesarias



a la predicción de la tendencia y pronosticar la duración y la amplitud de los ciclos.

A nivel nacional, actualmente existen condiciones para llevar a cabo dichos programas: recursos humanos, técnicos y científicos. Existen antecedentes de investigación de diferentes aspectos, tanto de la biología de las especies como de la pesquería, como son las estimaciones de biomasa mediante campañas de levantamiento ictioplanctónico e hidroacústico, los estudios de paleoceanografía biológica, de aspectos reproductivos, alimenticios, etc. Además, se cuenta con un capital de reserva para el desarrollo de la investigación, constituido por diferentes instituciones con experiencia en el tema, todas ellas con una decidida disposición al trabajo coordinado en torno a los objetivos del desarrollo de la pesca y del avance en el conocimiento de estas disciplinas.

Por una parte, se han integrado equipos de expertos a nivel nacional e internacional en el estudio del régimen climático, y es posible llevar a cabo acciones que permitan a la actividad pesquera nacional la detección temprana, e incluso la predicción de eventos oceanográficos interanuales. Por otra, existe desde hace años un esquema para el seguimiento de parámetros y procesos biológicos más importantes de las poblaciones; en términos de personal con experiencia y conocimiento práctico de metodologías de trabajo adecuadas. Todo ello nos coloca en condiciones de brindar información prioritaria tanto para la administración como para la planeación de la actividad.

El grado de avance hace posible implementar sistemas de pronóstico y alerta a corto plazo, que necesariamente tendrán que ser aproximados en un principio y mejorados conforme maduren en términos de experiencia, a condición de que se destinen los recursos económicos y se diseñen las políticas de investigación necesarias al efecto. Las propuestas por parte del INP para lograr la coordinación entre los diferentes sectores que integran la actividad resultan muy oportunas, y permiten ser optimistas respecto a su desarrollo en el futuro cercano.

Bibliografía

ACAL-SÁNCHEZ D., 1990. Biomasa y rendimiento potencial de la sardina Crinuda (*Opisthonema spp.*) en las costas de Sinaloa y Nayarit. INP. México. Serie: *Documentos de Trabajo*, Año II No. 22, 21 p.

AGUIRRE-MEDINA G. y Y. GREEN-RUIZ. 1988. Biomasa reproductora de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) en el Golfo de California (ene-feb 1987). III *Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología A.C.*, Mazatlán, Sin. (Resumen).

AHLSTROM, E.H., 1960. Synopsis on the biology of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). *Fisheries Biology* 17: 415-213.

AHLSTROM, E.H., 1965. A review of effects of the environment of the Pacific sardine. *ICNAF Spec. Publ.*, 53-76.

ARCOS-HUITRÓN, N.E. y J.R. TORRES-VILLEGAS. 1990. Ciclo reproductor de la macarela del Pacífico (*Scomber japonicus*) Houttuyn (*Pisces*: *Scombridae*) en Bahía Magdalena, BCS., México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 5(1): 37-45.

BAKUN, A., 1974. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North America, 1967-1973. *NOAA Technical Report*. NMFS SSRB-693. 114 p.

BAKUN, A., 1990. Global climate change and instensification of coastall ocean upwelling. *Science* 247(12): 198-201.

BALBONTIN, F. y W. FISCHER. 1981. Ciclo sexual de la merluza, (*Merluccius gavi gavi*) en la costa de Chile. Inst. de Ocean., Univ. de Valparaíso. *Revista de Biología Marina* 17(3).

BAUMGARTNER, R.T., A. Soutar y V. Ferreira. 1992 (en prensa). Sardine and anchovy abundance over the past two millennia in the California current. *CalCOFI Rep.* XXXIII.

BAXTER, J.L., 1967. Summary of biological information on the northern anchovy, (*Engraulis mordax*) Girard (1856). *CalCOFI Rep.* XI: 110-116.

BEVERTON, R.J.H., 1963. Maduration, growth and mortality of clupeid and engraulid stock in relation to fishing. *Rapp. Prac. Ver. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 154: 44-67.

BREWER, G.D., 1978. Reproduction and spawning of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, in San Pedro Bay. *Calif. Fish and Game* 64(3): 175-184.

CANAINPES. 1992. *Programa de apoyo financiero para la pesquería de la sardina (estudio integral de la pesquería).* Documento interno.

CASAS, V.M., 1987. Distribución en tiempo y espacio de las especies de sardina y macarela en Bahía Magdalena, BCS, México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 3(2): 11-30.

CASTELLANOS, E., 1975. Listado y código de embarcaciones cerqueras de la región noroeste del país. *INP/SI:* 125. SIC/Subsecretaría de Pesca, 32 p.

CAYAN D.R., D.R. MCLAIN, W.D. NICHOLS y J.S.DILE-STEVENS. 1991. Monthly climatic time series data for the Pacific Ocean and western Americas. *US. Geol. Surv.* Open-File Rep. 91-92. 380 p.

CHÁVEZ, H.S. S. SILVA y J.S. SUNADA. 1977. The fishery for northern anchovy, (*Engraulis mordax*) off California and Baja California. *CalCOFI Rep.* XIX: 147-165.

CICIMAR. 1983. *La pesquería de sardina en Baja California Sur.* Informe final a la SEPESCA. 279 p.

CISNEROS-MATA, M.A., J.A. DE ANDA M., A. SÁNCHEZ E. y J.J. ESTRADA G.; 1987. *Pesquería de sardina en el noroeste de México.* SePesca, INP/CRIP-Guaymas, Son. 79 p.

CISNEROS-MATA, M.A., J.A. DE ANDA M., J.J. ESTRADA G., F. PÁEZ B. y A. QUIRÓZ S., 1988. *Pesquerías de sardina del Golfo de California y costa de Sinaloa (Informe 1986/1987 y diagnóstico).* SePesca, INP/ CRIP-Guaymas, Son. 66 p.

CISNEROS-MATA, M.A., J.J. ESTRADA G., P. SANTOS-MOLINA, A. GODÍNEZ-COTA y C. ALVARADO. 1989. Pesquería de sardina del Estado de Sonora. Oscuros del 9º al 11º. Temporada 1987/1988. SePesca, INP/ CRIP-Guaymas, Son. *Boletín Informativo* No. 29: 16-29.

CISNEROS-MATA, M.A., M.O. NEVÁREZ-MARTÍNEZ, G. MONTEMAYOR-LÓPEZ, J.P. SANTOS-MOLINA y R. MORALES-AZPEITIA. 1991. *Pesquerías de sardina en el Golfo de California 1988/1989 y 1989/1990.* SePesca, INP/ CRIP-Guaymas, Son. 80 p.

CLARK, F.N., 1934. Maturity of the California sardine (*Sardina caurulea*) determided by ova diameter measurements. *Fish Bull.* 42.

CLARK, F.N. y J.B. PHILLIPS. 1952. The northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the California fishery. *Calif. Fish and Game* 38(2): 189-207.

CLARK I.N. y J.C. MARR. 1955. Populations dynamics of the Pacific sardine. *CalCOFI Progress Rep.* 4-52.

COTA, A., 1990. Análisis del mercado de harina de pescado en México, para el periodo 1964 a 1985. Serie: *Documentos de Trabajo*, Año II, No. 17. 52 p.

COTERO, A.C.E., 1987. *Ciclo reproductivo, madurez y fecundidad de la anchoveta (Engraulis mordax mordax). Análisis comparativo en el periodo 1981-1983.* Tesis Maestría en Ciencias. CICESE.

COTERO, A.C.E y J.J. CASTRO G., 1990. Frecuencia de desove y fecundidad relativa de la anchoveta (*Engraulis mordax*) de la subpoblación central en la costa occidental de BC. *IV Reun. del Prog. de Coop. MEXUS Pacífico.* México, D.F.

COTERO, A.C.E., 1992. Resultados preliminares de la frecuencia de desove y fecundidad de la anchoveta (*Engraulis mordax*) del Golfo de California. *Taller de Pelágicos Menores.* Guaymas, Son.

DE LA CAMPA DE GUZMÁN, S. y C. GUTIÉRREZ. 1974. *Distribución horizontal de huevos y larvas de sar-*

dina monterrey y larvas de sardina crinuda y bocona, en el Golfo de California, 1972. INP, Doc. int.

DE LA CAMPA DE GUZMÁN, S. y J. ORTIZ. 1975. *Distribución y abundancia de larvas de peces en el Golfo de California durante abril-mayo de 1973, con especial referencia a sardina monterrey y japonesa.* INP. México /sc: 1-25.

DE LA CAMPA DE GUZMÁN, S., M.A. PADILLA y P.E. SMITH. 1976. Estimaciones de biomasa de reproductores de sardina monterrey (*Sardinops sagax*) a través de censos larvales. Golfo de California. Temporada 1975. *Mem. Primer Simp. Nal. Rec. Pesq. Masiv. de México SIC.* Subsecretaría de Pesca. Ensenada, BC. (1): 1-13.

DIAZ DE LEÓN C., A.J., 1981. *Poder de pesca y normalización del esfuerzo pesquero en la flota anchovetera en Ensenada, Baja California, México, en 1981.* Tesis Profesional, ESCM, UABC, 53 p.

ESCUDERO, M., 1984. *Estudio de la pesquería de la anchoveta (Engraulis mordax) en aguas mexicanas.* Tesis de Maestría UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, México.

ESCUDERO, M. y E. CASTELLANOS. 1990. Estudio de la pesquería de anchoveta (*Engraulis mordax*), en aguas mexicanas. *Ciencia Pesquera* (7): 35-57.

ESQUEDA-ESCÁRCEGA, G., 1988. Distribución y abundancia de las larvas de macarela (*Scomber japonicus*) en el Golfo de California. *Resúmenes de la Tercera Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología A.C.*, Mazatlán, Sin.

ESTRADA, G.J.J., M.A. CISNEROS-MATA., F. PÁEZ B. y J.P. SANTOS-MOLINA. 1986. *Informe de la temporada de pesca 1984/85 del recurso sardina del Golfo de California.* SEPESCA, INP/CRIP-Guaymas, Son. 160 p.

FÉLIX-URAGA, R., 1986. *Edad, crecimiento y estructura poblacional de Sardinops sagax caerulea en Bahía Magdalena, durante 1981 a 1984.* Tesis de Maestría. CICIMAR, IPN. 103 p.

FÉLIX-URAGA, R., 1990. Crecimiento de *Sardinops sagax caerulea* en Bahía Magdalena, México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 5(1): 27-31.

FIEDLER, P.C., R.D. METHOT y R.P. HEWITT. 1986. Effects of California El Niño 1982-1984 on the northern anchovy. *Jour. Mar. Res.* 44: 317-338.

FLORES, V.M., 1970. *Contribución al conocimiento y pesquería de la anchoveta (Engraulis mordax mordax, Girard 1856).* INP/SIC Subsecretaría de Pesca, Documento interno. 80 p.

FONEP, 1988. *Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión.* 207 p.

GARCÍA-F., W., A. COTA-V., A. BARRERA-M., J.A. FIGUEROA-L., A. LUEVANO-B., O. PEDRÍN-O. y M.L. GRANADOS-G., 1985. Análisis de la pesquería de la anchoveta durante el periodo de 1979 a 1984. *Décima Reunión CIBCASIO*, La Jolla (CA), EUA. 18 p.

GARCÍA-F., W., M. FLORES-V., A. COTA-V. y J. LUNA-F., 1988. La anchoveta como recurso pesquero y perspectivas de aprovechamiento integral. En: *XXV Aniversario del INP. Los Recursos Pesqueros del País*, INP. México, SePesca.

GARCÍA-F., W., A. COTA-V., A. BARRERA-M., J. LUNA-F. y F.J. SÁNCHEZ-R., 1990. *Boletín anual temporada 1989.* Doc. Tec. CANAIPES/CRIP-Ensenada, BC. 19 p.

GARCÍA-F., W., A. COTA-V., A. BARRERA-M., J. LUNA-F. y F.J. SÁNCHEZ-R., 1991. Análisis de la pesquería de la anchoveta *Engraulis mordax* (Girard 1856), durante la temporada de 1988. *Ciencia Pesquera* (8): 1-125.

GARCÍA-F., W., A. COTA-V., M.L. GRANADOS-G., A. BARRERA-M., O. PEDRÍN-O. y F.J. SÁNCHEZ-R., 1991a. *Boletín anual temporada 1990.* Doc. Tec. CANAIPES-CRIP, Ensenada, BC. 19 p.

GARCÍA-GÓMEZ M. y D. MOLINA-VALDÉZ. 1986. Edad y crecimiento de la sardina crinuda de la zona de Guaymas. *Ciencia Pesquera* (5).

GLUYAS-MILLÁN, M.G., 1989. Periodo de reproducción, distribución de tallas y relación longitud-peso de la macarela del litoral de Baja California. *Inv. Mar. CICIMAR* 4(1).

GLUYAS-MILLÁN, M.G., 1990. *Edad, crecimiento y composición de la captura de macarela Scomber japo-*

nicus de Bahía Vizcaíno durante 1984-1986. Tesis de Maestría. CICIMAR, IPN, 83 p.

GONZÁLEZ-D., G., 1988. *Evaluación de la pesquería de anchoveta Engraulis mordax (Girard, 1856), de Baja California, México, y perspectivas de su regulación.* Tesis Profesional, UNAM. 105 p.

GRANADOS-G., M.L., 1974. *Distribución de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el Golfo de California en noviembre de 1972.* Tesis Profesional, UABC, Esc. Sup. Cienc. Mar, Ensenada, BC.

GREEN-RUIZ, Y. y D. ACAL-SÁNCHEZ. 1987. Distribución y abundancia de larvas de peces y estimación de la biomasa desovante de *Etrumeus teres* (DEKAY) en el Golfo de California durante abril de 1985. *Ciencias Marinas* 13(3): 69-96.

GREEN-RUIZ, Y. y G. AGUIRRE-MEDINA. 1989. Larvas de *Engraulis mordax* en el Golfo de California. *IV Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología* A.C., La Paz, BCS. (Resumen).

GREEN-RUIZ, Y. y G. AGUIRRE-MEDINA. 1990. Estimación de la biomasa reproductora de la anchoveta (*Engraulis mordax*: Girard, 1896) en el Golfo de California (ene-feb 87). *VIII Congreso Nacional de Oceanografía* Mazatlán, Sin. (Resumen).

GREEN-RUIZ, Y., E. ARMENTA-RIVERA y E. BOJÓRQUEZ-RIVERA. 1991. Distribución y abundancia de larvas de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*), en el Golfo de California. (Septiembre 1987). *Reunión CalCOFI*, 1991 (Resumen).

GREEN-RUIZ, Y., M.A. VALDÉZ-ORNELAS, M. JACOB-CERVANTES y G. VALDÉZ-TIRADO. 1992. Huevos y larvas de anchoveta norteña en el Golfo de California y su relación con la temperatura. *Taller de Pelágicos Menores.* Guaymas, Son. (Resumen).

GREEN-RUIZ, Y. y G. AGUIRRE-MEDINA. 1992. Estimación de la biomasa reproductora de la macarela del Pacífico (*Scomber japonicus*) Houttuyn, 1782, en el Golfo de California (ene-feb 1987). *Ciencias Marinas*, (en prensa).

GUTIÉRREZ, H.C., 1974. Investigaciones ictioplanctónicas en el Golfo de California, en abril de 1971. *INP/sc*, 117: 1-15.

GUTIÉRREZ, H.C. y M.A. PADILLA G., 1974. Distribución de huevos y larvas de sardina monterrey y larvas de sardina crinuda, en el Golfo de California. 1973. *INP/sc*, 5: 1-24.

HAMMANN, M.G., T.R. BAUMGARTNER y A. BADAN-DANGON. 1988. Coupling of the sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Rep.* XXIX: 102-109.

HAMMANN, M.G. y M.A. CISNEROS-MATA. 1989. Range extension and commercial capture of the northern anchovy (*Engraulis mordax*, Girard) in the Gulf of California. *Calif. Fish and Game* 75(1): 49-53.

HAMMANN, G. y ROSALES-CASIÁN. 1991. *Distribución y abundancia de larvas de pelágicos menores colectadas mediante red Kidd Methot en el Golfo de California durante el invierno y verano de 1990.* CISESE, Informe presentado al INP.

HJORT, J., 1914. *Fluctuations in the great fisheries of northern Europe-Herring.* Rapports et Proces-Verbaux. Conseil Permanent International pour l'exploration de la Mer, 20-81.

HOLT, S.J., 1960. A preliminary comparative study of the growth, maturity and mortality of sardines. *Proc. World Sci. on the Biology of sardines and Related Species.* Subject Synopsis (4): 1-5.

HUNTER, J.R. y S.R. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax. Fish. Bull.* 77(3): 641-652.

HUNTER, J.R. y B. MACEWIEZ. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frecuency and temporal pattern of spawning of the northern anchovy, *Engraulis mordax* during the 1979 spawning season. *CalCOFI Rep.* XXI: 139-149.

HUNTER, J.R., N.C.H. LO y R.J.H. LEONG. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. En: R. Lasker (Ed.) *An egg production method for estimating spawning biomasss of pelagic fish: Aplication to the northern anchovy (Engraulis mordax).*

USS. Dep. Commer, NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67-78.

JIMÉNEZ, M. y L. ESPARZA. 1976. Algunos aspectos sobre la demanda actual y futura de la producción de anchoveta. *Serie de Información* INP/sc: 152, México. 41 p.

JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ, J.G., 1991. *Análisis comparativo del crecimiento y la estructura poblacional de sardina monterrey Sardinops caeruleus (Girard) en el Golfo de California de las temporadas 1988/89 y 1989/90.* Tesis de Licenciatura. UAG, Escuela de Biología, Guadalajara, Jal. 60 p.

JONES, P.D. y T.M. WIGLEY. 1990. Global warming trends. *Scientific American* 263(2): 66-73.

KAWASAKI, T., 1983. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? Biological basis of fluctuations from the viewpoint of evolutionary ecology. En: Sharp G.D. y J. Csike (Eds.) *Procedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources.* San José, Costa Rica. FAO. *Fish. Rep.* 291(3): 1 065-1 080.

KAWASAKI T. y M. OMORI. 1988. Fluctuations in the three major sardine stocks in the Pacific and the global trend in temperature. En: Wyatt T. y M.G. Larrañeta (Eds.) *Long-term changes in Marine Fish Populations.* Vigo, España. Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo. Pp. 37-53.

KLINGBEIL, R.A., 1978. Sex ratios of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, off Southern California. *Calif. Fish. and Game* 64(3): 200-209.

KONDO, K., 1980 The recovery of the Japanese sardine-the biological basis of stock-size fluctuations. Repp. P-v. *Reún. Cons. Perm. int. Explor. Mer*, 177: 332-354.

KONDO, K., 1988. Relationship between long term fluctuations in the Japanese sardine (*Sadinops melanostictus*) and oceanographyc conditions. En: Wyatt T. y M.G. Larrañeta (Eds.) *Long-term changes in Marine Fish Populations.* Vigo, España. Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo. Pp. 365-392.

LASKER, R. y A.D. MACALL. 1983. New ideas on the fluctuations of the clupeoid stocks off California. En: *CNC/SCOR Proc. of the Joint Oceanographic Assembly 1982-General Symposia*, Ottawa, Canadá: 110-120.

LASKER, R., 1981. Factors contributing to variable recruitment of the Northern anchovy (*Engraulis mordax*) in the California Current: Contrasting years 1975 through 1978. *Rapp. P-V Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 178: 375-388

LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., 1991. *Alimentación de juveniles y adultos de sardina monterrey Sardinops sagax caeruleus (Girard), en el norte de Isla Tiburón durante invierno de 1990.* Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, BC, México. 127 p.

LÓPEZ-VEIGA, E.C., 1979. Fitting Von Bertalanffy growth curves in short-lived fish species. A new approach. *Investigaciones Pesqueras* 43(1): 179-186.

LLUCH-BELDA, D., F.J. MAGALLÓN y R.A. SCHWARTZLOSE. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: possible causes. *CalCOFI Rep.* XXVII: 136-140.

LLUCH-BELDA, D., R.J. CRAWFORD, T. KAWASAKI, A.D. MACALL, R.H. PARRISH, R.A. SCHWARTZLOSE y P.E. SMITH. 1989. World wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: The regime problem. *S. Afr. Jor. Mar. Sci.* 8: 195-205

LLUCH-BELDA D., S. HERNÁNDEZ VÁZQUEZ y R.A. SCHWARZTLOSE. 1991a. A hypotetical model for the fluctuations of the California sardine population (*Sardinops sagax caerulea*). En: Kawasaki *et al.* (Eds). *Long-term variability of pelagic fish populations and their environment*; Proceedings of the International Symposium, Sendai, Japan, Pergamon Press. Pp. 293-300.

LLUCH-BELDA, D., D.B. LLUCH-COTA, S. HERNÁNDEZ-VAZQUEZ, C.A. SALINAS-ZAVALA y R.A SCHWARTZLOSE. 1991b. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California current system. *CalCofi Rep.* XXXII: 105-111

LLUCH-BELDA, D., D.B. LLUCH-COTA, S. HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ y C.A. SALINAS-ZAVALA. 1992. Sardine popula-

tion expanstion in the eastern boundary system of the Pacific Ocean as related to sea surface temperatures. *S. Afr. J. Mar. Sci.* (en prensa).

LLUCH-BELDA D., D.B. LLUCH-COTA, S. HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, C.A. SALINAS-ZAVALA y R.A. Schwartzlose. 1992. The recovery of the California sardine as related to global change. *CalCOFI Rep.* XXXIII, 1992, (en prensa).

MACCALL, A.D., 1989. *Population models of habitat selection, with application to the northern anchovy.* Administrative Report, Southwest Fishery Center, La Jolla (CA) LJ-84-01: 98 p.

MACCALL, A.D., 1986. Changes in the biomass of the California Current Ecosystem. En: K. Sherman y L.K. Alexander (Eds.) *variability and management of large marine ecosystems.* AAAS. Select. Symp. Ser. No. 99: 33-54.

MACER, C.T., 1974. The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the north sea and English Channel. *J. Fish. Biol.* 6: 415-438.

MACGREGOR, J.S., 1957. Fecundity of the pacific sardine (*Sardinops caerulea*). *Fish. Bull*, 121: 427-499.

MACGREGOR, J.S., 1968. Fecundity of the northern anchovy *Engraulis mordax* (Girard). *Calif. Fish and Game* 54(4): 281-288.

MAIS, K.F., 1974. Pelagic fish surveys in the California Current. Dept. Fish and Game, *Fish. Bull.* 162.

MAIS, K.F., 1981. Age-Composition changes in the anchovy, *Engraulis mordax*, central population. *CalCOFI Rep.* XXII: 82-87.

MALLICOATE, D.L. y R.H. PARRISH. 1981. Seasonal growth patterns of California stocks of northern anchovy, (*Engraulis mordax*), Pacific mackerel, (*Scomber japonicus*), and Jack mackerel, (*Trachurus symmetricus*). *CalCOFI Rep.* XXII: 69-81.

MARTÍNEZ-AGUILAR, S. y J.A. DE ANDA M., 1986. Distribución y abundancia de larvas de sardina Crinuda (*Opisthonema libertate*), en el Golfo de California. (Octubre 1981). *I Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología A.C.*, 1986, Mazatlán, Sin. (Resumen).

MARTÍNEZ-AGUILAR, S. y J.A. DE ANDA M., 1990. Estimación de la biomasa reproductora de la macarela (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) en el Golfo de California. *Ciencia Pesquera* (7): 17-34.

MELCER J., W. GARÍA, E. MONDRAGÓN y A. COTA. 1976. Estimación de biomasa y distribución de peces pelágicos frente a la costa occidental de Baja California. *Memorias del Primer Simposium Nacional de recursos pesqueros masivos de México*, Tomo II, 301-344.

MÉNDEZ DA SILVEIRA, B., 1987. *Edad y crecimiento de Sardinops sagax caerulea en el Golfo de California.* Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara, México. 91 p.

METHOT, R.D., 1989. Synthetic estimates of historical abundance and mortality for northern anchovy. *Amer. Fish. Soc. Symposium* 6: 66-82.

MOLINA-VALDEZ, D. y O. PEDRÍN O., 1975. Explotación de sardina en zonas próximas a Guaymas, Sonora. *INP/sc*, 8: 19 p.

MOLINA-VALDEZ, D., F. PÁEZ B., F.J. MAGALLÓN B., F.A. CASTRO F. y C. CASTRO A., 1984. *Análisis biológico pesquero de la pesquería de sardina en el puerto de Guaymas, Sonora.* Documento interno: SePesca, INP. México, 276 p.

MOSER, H.G., E.H. AHLSTROM, D. KRAMER y E.G. STEVENS. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* XVII: 112-128.

NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., 1990. *Producción de huevos de sardina monterrey (Sardinops sagax caeruleus) en el Golfo de California: Una evaluación y crítica.* Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, BC, México. 144 p.

NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., J.P. SANTOS-MOLINA, R. MORALES-AZPEITIA y M.A. MARTÍNEZ-ZAVALA. 1992. *Situación actual de la pesquería de sardina en el Golfo de California y propuesta de regulación para 1992.* Documento interno. SEPESCA, INP, México.

NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., R. MORALES-AZPEITIA y M.A. MARTÍNEZ-ZAVALA. 1992a. Análisis biológico-pesquero de la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*) del Golfo de California. Temporada 1989/1990 y 1990/91. *IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés*. UABC, Ensenada, BC. (Resumen).

NEVÁREZ-MARTÍNEZ, M.O., J.P. SANTOS-MOLINA, R. MORALES-AZPEITIA, M.A. MARTÍNEZ-ZAVALA, J.G. JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ y C. FIMBRES-ALTAMIRANO. 1992b. *La pesquería de sardina en el Golfo de California. Temporada 1990/91*. SePesca, INP. México.

NOAA. 1981. *Oceanographic monthly summary. National Weather Service*. Vol. I Nos. 1-12

NOAA. 1982. *Oceanographic monthly summary. National Weather Service*. Vol. II, Nos. 1-12.

NOAA. 1983. *Oceanographic monthly summary. National Weather Service*. Vol. III. Nos. 1-12

NORTON, J., D. MCLAIN, R. BRAINARD y D. HUSBEY. 1985. The 1982-83 El Niño event off Baja and Alta California and its Ocean Climate Context 1. En: Wooster W, y D. L. Fluharty. (Eds) *El Niño North. Niño effects in the Eastern Subartic Pacific Ocean.*

OLGUÍN, O.E., M.I. WONG R., L. OJEDA G., A. LOZANO M., F. PÁEZ B., D. MOLINA V., O. PEDRÍN O. y S. HERNÁNDEZ V., 1982. Análisis de la pesquería de anchoveta y sardina. Diagnóstico. *Reun. Nal. Invest. Cient. Expl. y Des. Pesq.* Cocoyoc, Morelos, 293 p.

OLVERA-LIMAS, R.M., 1981. Estimación de biomasa reproductora de *Sardinops sagax caeruleus*, en la costa oriental del Golfo de California. Enero 1976. *Ciencia Pesquera* I(1): 27-34.

OLVERA-LIMAS, R.M., M. ESCUDERO, S. DE LA CAMPA y M.A. PADILLA. 1983. Estimación de biomasa reproductora de anchoveta (*Engraulis mordax*), en la costa occidental de Baja California, Temp. 1976 y 1977. *Ciencia Pesquera* (4): 5-17.

OLVERA-LIMAS, R.M. y M. A. PADILLA G., 1986. Evaluación de la población de sardina japonesa (*Etrumeus teres*) y monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) en el Golfo de California. *Ciencia Pesquera* (5): 1-15.

PÁEZ, B.F., 1976. Desarrollo gonadal, madurez, desove y fecundidad de sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Gunther) de la zona de Mazatlán, basados en el análisis histológico de la gonada. *Memorias del Primer Simposium sobre Recursos Marinos de México*. Ensenada, BC.

PÁEZ-BARRERA, F., 1990. *Relaciones biológico-ambientales en la pesquería de sardina del Golfo de California*. Tesis de Licenciatura, ENCB, IPN, México, D.F. 113 p.

PADILLA-GARCÍA, M.A., 1976a. Distribución y abundancia relativa de huevos y larvas de sardina monterrey y merluza en el Golfo de California. Febrero-Marzo 1974. *Serie Información* INP. México/sc 50: 1-27.

PADILLA-GARCÍA, M.A., 1976b. Huevos y larvas de sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) y bocona (*Cetengraulis mysticetus*) del Golfo de California, diciembre de 1974. *Mem. Primer Simp. Nal. Rec. Pesq. Masiv. de México SIC*. Subsecretaría de Pesca. Ensenada, BC. (1): 15-3.

PADILLA-GARCÍA, M.A., 1981. Biomasa de sardina (*Sardinops sagax*) y merluza (*Merluccis productus*). *Ciencia Pesquera*.

PARKER, K., 1985. Biomass model for the egg production method. En: *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS 36.

PARRISH, R.H., C.S. NELSON y A. Bakun. 1981. Transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California current. *Biological Oceanography* 1(2): 175-203.

PARRISH, R.H. y D.L. MALLICOATE (manuscrito). *Regional variations in the growth and age of northern anchovy (Engraulis mordax)*. PFEG/SWFC, Monterey, CA.

PEDRÍN, O.O., V.A. SOKOLOV y D. MOLINA V., 1973. Las capturas comerciales por unidad de esfuerzo de la pesquería de sardina monterrey en el Golfo de California de 1968 a 1972. Progr. de Invest. y Fom.

Pesq., México/PNUD/FAO. *Contribuciones al estudio de las pesquerías de México.* CEPM (3): 23 p.

PEDRÍN, O.O., 1978. Informe sobre la pesquería de sardina monterrey en el Golfo de California en la temporada 77-78 y recomendaciones para la reglamentación. INP. *Serie Información.* México: 1-23.

PEDRÍN, O.O., M.L. GRANADOS-G. y A. COTA-V., 1992. Tasas de explotación y mortalidad por pesca de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*), para el periodo de 1974 a 1989. *Ciencia Pesquera*, 9, (en prensa).

PICQUELLE S. y G. STAUFFER. 1985. Parameter estimation for an egg production method of northern anchovy biomass assessment. En: *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy Engraulis mordax.* NOAA Tech. Rep. NMFS 36.

PIKE, G.C., 1951. *Age, growth and maturity studies on the pacific anchovy* ***Engraulis mordax*** *from the coast of British Columbia.* M. A. Thesis, Univ. British Columbia, Vancouver, Can. 44 p.

PINEDA, B.J., 1971. *Estudio del contenido estomacal de la anchoveta norteña (Engraulis mordax Girard).* Tesis Profesional, UNAM. 30 p.

RADOVICH, J., 1982. The collapse of the California sardine fishery: what have we learned? *CalCofi Rep.* XXIII 56-78.

RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ, G., 1987. *Caracterización biológica de tres especies de sardina crinuda (O. libertate, O. medirastre y O. bulleri) del Pacífico mexicano.* Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, BC, México. 139 p.

RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, R., 1989. *Taxonomía de las especies del género Opisthonema (sardina crinuda) en el noroeste de México.* Tesis de Maestría. CICIMAR, INP. 101 p.

SECRETARÍA DE PESCA. 1978. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1979. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1980. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1981. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1982. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1983. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1984. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1985. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1986. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1987. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1987. *Pesquerías mexicanas: Estrategias para su administración.* Dirección General de Informática y Estadística. México. 1 061 p.

SECRETARÍA DE PESCA. 1988. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SECRETARÍA DE PESCA. 1989. *Anuario estadístico de la Secretaría de Pesca.*

SILVA, S.S., 1975. *Edad y crecimiento de la anchoveta Engraulis mordax, Girard (1856), en aguas Baja californianas.* Tesis Profesional, IPN. 57 p.

SMITH, P.E., 1990. Monitoring interannual changes in spawning area of Pacific sardine (*Sardinops sagax*) *CalCOFI Rep.* XXXI: 145-151

SOKOLOV, V.A. y M. WONG-RÍOS. 1972. Informe científico de las investigaciones sobre los peces pelágicos del Golfo de California (sardina, crinuda y anchoveta) en 1970. *Contribuciones al estudio de las pesquerías de México.* Progr. de Invest. y Fom. Pesq., México/PNUD/FAO. CEPM (1): 32 p.

SOKOLOV, V.A. y M. WONG-RÍOS. 1973. Informe científico de las investigaciones sobre los peces pelágicos del Golfo de California (sardina, crinuda y anchoveta) en 1971. *Contribuciones al estudio de las pesquerías de México.* Progr. de Invest. y Fom. Pesq., México/PNUD/FAO. CEPM (2): 51 p.

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

SPARRE, P., E. URSIN y S.C. VENEMA. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1-Manual. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (101) Suppl. 2: 218 p.

SPRATT, J., 1975. Growth rate of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, in Southern California Waters, calculated from otoliths. *Cal. Fish and Game.* 61 (3): 116-126.

STEVENSON, M.R., 1970. On the physical and biological oceanography near the entrance of the Gulf of California, October 1966-august 1967. *IATTC. Bull.* 14: 389-504.

TAPIA V.O., C.E. COTERO A. y C.M. GARCÍA C., 1988. Madurez gonadal y fecundidad de la anchoveta (*Engraulis mordax mordax*) de la subpoblación Central. *Ciencia Pesquera* (6): 69-102.

TORRES-VILLEGAS, J.R., M.A. REINECKE R. y R. RODRÍGUEZ S. 1986. Ciclo reproductor de (*Sardinops sagax*) (sardina monterrey) en el Golfo de California. *Inv. Mar. CICIMAR*, 3(1): 52-68.

VILLAMAR, A. *et al.*, 1979. *Análisis y propuesta nacional sobre la administración de la pesquería de anchoveta.* Informe interno, INP, México. 244 p.

WALLACE, R.A. y K. SELMAN. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.* 21: 325-343.

WHITEHEAD, P.J.P., 1985. FAO species catalogue. Vol. 7. *Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wlofherrings. Part 1-Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae.* FAO Fish. Synop. 7 (125), Pt. 1. 303 p.

WOOD, M., 1930. Scotlish herring shoals, pre-spawning movements. *Fish. Bd. Scot. Sci. Invest.* (1): 14 p.

* Joaquín Arvízu Martínez, Sergio Hernández Vázquez, Daniel Bernardo Lluch Cota, César Augusto Salinas Zavala, *Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. La Paz, BCS.*

Timoty Baumgartner, Gregory Hammann, *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, BC.*

Alfredo Cota Villavicencio, Celia Eva Cotero A., Walterio García Franco, Oscar Pedrín O., *CRIP-Ensenada, INP.*

Yanira A. Green Ruíz, *CRIP-Mazatlán, INP.*

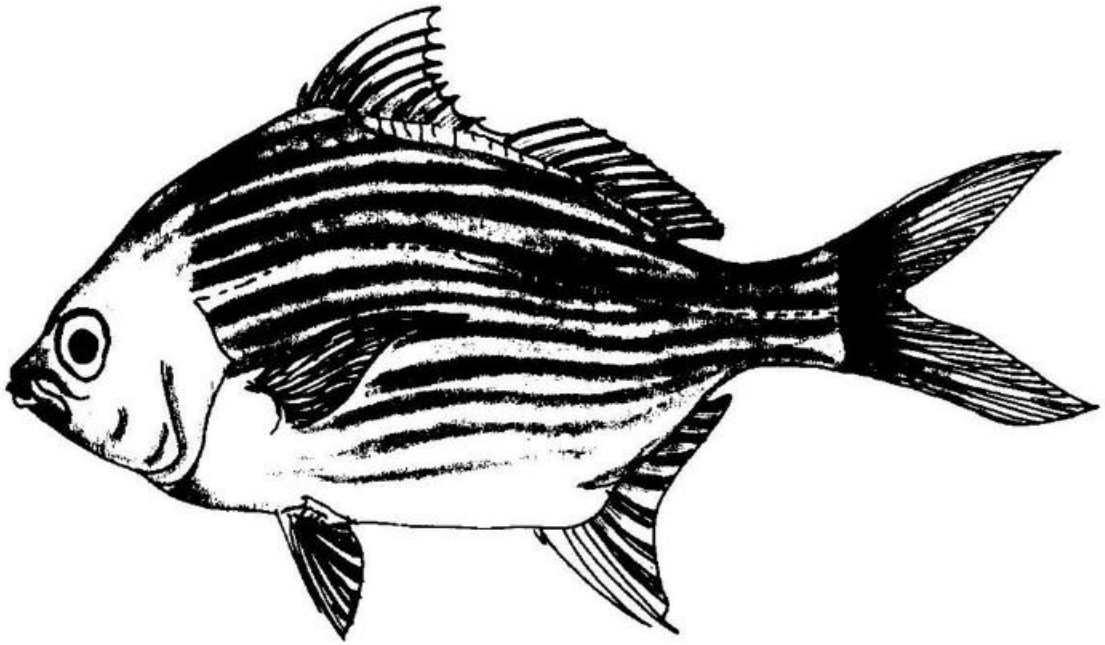
Salvador Lizárraga Saucedo, *Cámara Nacional de la Industria Pesquera, Sección Especializada de Harina, Aceite y Enlatado de Sardina Guaymas, Son.*

María de los Ángeles Martínez Zavala, Rufino Morales Azpeita, Manuel O. Nevárez Martínez, J. Pablo Santos Molina, *CRIP-Guaymas, INP.*

Rosa Isabel Ochoa Báez, Rubén Rodríguez Sánchez, Julián René Torres Villegas, *Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, INP La Paz, BCS.*

Francisco Páez B., *Instituto Nacional de la Pesca.*

Mojarra



La pesquería de mojarra

Francisco Solís Celada
Cecilia Quiroga Brahms
Antonio Valdez Guzmán
CRIP-Alvarado, INP

Introducción y antecedentes

La gran diversidad y número de especies pesqueras que habitan las aguas tropicales y subtropicales del mundo, se encuentran inmersas en complejas relaciones ecológicas. Transitan durante su ciclo de vida dentro de diferentes gradientes fisicoquímicos, entre mar adentro y las aguas de los ríos. Cambian de nivel trófico de acuerdo a sus estadios de desarrollo y la comunidad en que se encuentran. Se capturan en distintas artes y métodos de pesca. Se usa el mismo nombre común para diferentes especies, géneros y aun familias y es obligado el registro de varias especies bajo una misma denominación. Estas son las ulteriores evidencias de las dificultades que presenta el análisis biológico y pesquero de estos recursos.

México cuenta en el litoral del Pacífico y del Atlántico con ecosistemas que presentan las condiciones anotadas, distinguiéndose recursos pesqueros con importantes volúmenes de captura, entre los que se encuentran moluscos, crustáceos y peces. Dentro de estos últimos, el orden de los peces perciformes reúne a uno de los mayores grupos de especies sujetas a explotación pesquera; a éste pertenecen las familias Gerridae, Pomadasyidae y Sparidae, que contienen a las llamadas mojarras marinas.

En la producción pesquera nacional las mojarras se registran en ambos litorales y aunque no se establece una diferencia nominal individual entre ellas, taxonómicamente están representadas por 23 especies, agrupadas en 7 géneros y 3 familias.

En la documentación revisada para obtener datos precisos sobre este grupo y sus especies, a nivel nacional como internacional, se observa un enfoque marcadamente ecológico, en donde las relaciones de dominancia, tróficas, de distribución y caracterización de hábitats son la piedra angular de los estudios.

Con relación a la evolución de la pesquería, las deficiencias en la información estadística disponible, referentes al registro del volumen de captura y número de embarcaciones, sólo permite estimaciones gruesas; así, las capturas de mojarras para algunos años se estiman en función de los registros totales de escama y la proporción que guarda en los años que sí existe registro particular; el esfuerzo pesquero sólo puede referirse al número de embarcaciones menores de hasta tres toneladas. Es posible que la tendencia de las capturas de mojarras marque el derrotero de los volúmenes de producción total de las espe-

cies de escama; sin embargo, uno de los principales problemas para la investigación serán describir las complejas interacciones biológicas entre poblaciones y las dimensiones tanto espaciales como temporales, que permitirán sustentar la ordenación y las predicciones relativas a las pesquerías.

Dentro del grupo de las mojarras marinas se incluye a las conocidas popularmente como: blanca, amarilla, fina, malacapa, prieta y rayada, entre otras. Se ha considerado que estudios más precisos y con una óptica taxonómica pueden particularizar aspectos ecológicos, de captura regional y producción, lo cual no se pretende en este trabajo.

Por otra parte, y dada la importancia socioeconómica de este grupo multiespecífico para las pesquerías ribereñas del país, se destaca por medio de gráficas e histogramas la participación de las entidades con litoral. Especialmente las del Golfo de México ofrecen ambientes característicos que favorecen su abundancia y conformación como pesquerías.

Recurso pesquero

Especies que conforman el recurso

Para la formulación de sistemas de clasificación, el hombre ha aprovechado y profundizado en el conocimiento de la unidad y diversidad continua o no de los seres vivos; la natural identificación de conjuntos, sucesiones y discontinuidades ha facilitado la ordenación. La clasificación biológica se presenta como un sistema de cajones, asistido por el propósito práctico de ordenar, jerarquizar, reflejar y reconocer la diversidad existente del mundo vivo de manera conveniente.

Los nombres comunes, vernáculos, de los organismos se aplican la mayor de las veces a los grupos y aun conjuntos de individuos que los biólogos llaman especies. Habrá quien señale que es arbitrario el agrupamiento; sin embargo, la mayoría está convencida de que hay grupos que tienen características biológicamente significativas que no poseen otros, y que resulta justificado dar nombre de especies a tales grupos.

Siempre será posible hacer una distinción individual entre dos organismos, entre dos mojarras. Sin embargo, la palabra mojarra no se emplea para referirse a animales individuales, sino a un tipo de término medio de peces que los pescadores identifican en su convenida imaginaria que está relacionada con la morfología externa del pez. Pero por difícil que pudiera resultar definir unas mojarras "ideales", no por eso sufrirá menoscabo su condición de ser especies distinguibles de las demás. Por tanto, dentro del recurso mojarra se identifican las especies que se muestran en la tabla 1, todas ellas pertenecientes al orden Perciformes (Osteichthyes, Chordata).

Distribución geográfica y ecótica

Las mojarras presentan una amplia distribución en todo el mundo. Se localizan a lo largo de latitudes tropicales y subtropicales, ocurren en mares continentales de baja y alta salinidad, y son habitantes o transitan en aguas litorales, costeras, de estuarios, ríos y lagunas costeras con bocas abiertas, intermitentes o efímeras y deltas salobres. Es decir, forman parte de diversos ecosistemas con complicadas interacciones. Se puede inferir que las mojarras dependen de la dinámica ecológica de la zona costera tropical, donde se

Tabla 1
Posición taxonómica y distribución de las especies de mojarra en México

Familia	Género	Especie	Distribución	Nombre común
Gerreidae	*Diapterus*	*auratus*	G	m. huesuda
		aureolus	P	mojarra
		brevimanus	P	mojarra
		olisthostomus	G	m. cabucha
		peruvianus	P	m. aleta amarilla
				m. china, peineta
		rhombeus	G	m. caitipa
	Eucinostomus	*argenteus*	A	mojarra plateada
				m. charrita
				m. cantilera
		elongatus	P	m. charrita
		gracilis	P	m. charrita
		gula	G	m. española
		melanopterus	G	m. de ley
	Eugerres	*auxillaris*	P	m. rayada, malacapa
		limeatus	P	m. china
		periche	P	m. palometa
		plumieri	G	mojarra fina-rayada
	Gerres	*cinereus*	A	mojarra blanca
				mojarra de costa
Pomadasyidae	*Anisotremus*	*caesius*	P	mojarrón, mojarra
		davidsoni	P	mojarra piedrera
		dovii	P	mojarrón, mojarra
	Haemulon	*scudderii*	P	mojarrón piedrero
		sexfasciatum	P	mojarra almejera
		steindachneri	A	mojarra prieta
				mojarrón piedrero
Sparidae	*Calamus*	*brachysomus*	P	mojarra garabata
				mojarra pluma
				mojarrón, pargo
				sargo

G = Golfo de México.
P = Pacífico.
A = Ambos.

establecen finos y complicados límites de contacto de diversos ecosistemas y sus recursos, y es característica de gran abundancia y diversidad de especies.

En México, las mojarras están representadas por 3 familias, 7 géneros y 23 especies, de las cuales han sido registradas 14 en el Pacífico (P), 6 en el Golfo de México y Mar Caribe (G) y 3 en ambos litorales del país (A).

Familia Gerridae

Agrupa especies que conforman recursos abundantes con importancia comercial significativa en aguas ribereñas de México. Esta familia reúne a 6 géneros y aproximadamente 40 especies en todo el mundo. En México se encuentran 5 géneros —*Ulaema* es el quinto, pero ninguna de sus especies se reconoce como mojarra— y 16 especies: 6 en el Golfo de México-Caribe, 8 en el Pacífico y 2 en ambos litorales. Se localizan predominantemente en fondos fangosos y arenosos donde encuentran alimento. Son organismos de escaso tamaño que llegan a medir unos 30 centímetros en promedio y 45 centímetros como máximo. Se alimentan de pequeños peces, crustáceos y moluscos. Su crecimiento rápido induce a suponer que alcanzan la madurez sexual cuando miden alrededor de 12 centímetros y son muy prolíficos.

Diapterus auratus (Ranzani)

Ha sido identificada en los estuarios de la Península de Yucatán y por sus hábitos alimenticios forma parte de las comunidades demersales, principalmente en los fondos blandos, localizados en lagunas hipersalinas y aguas dulces. Es capturada con redes de enmalle, de arrastre, chinchorro y atarraya.

Diapterus aureolus (Jordan y Gilbert)

Tiene su distribución desde el Golfo de Tehuantepec, en México, hasta el norte de Perú; se encuentra sobre los fondos blandos hasta el borde de la plataforma continental e insular dentro de los 200 metros de profundidad. Tiene una talla media de 15 centímetros; es capturada con redes de arrastre, chinchorro, anzuelos y atarraya. Se consume fresca.

Diapterus brevimanus (Günther)

Tiene su distribución desde el Golfo de Tehuantepec, en México, hasta la zona centro de Colombia; mora sobre fondos fangosos o arenosos de la plataforma continental e insular, y en aguas salobres o estuarinas. Tiene una talla media de 25 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre, de cerco, chinchorro y atarraya. Se consume fresca.

Diapterus olisthostomus (Goode y Bean)

Se distribuye desde el sureste de los Estados Unidos hasta la zona centro sur de Brasil; se encuentra sobre los fondos blandos hasta el borde de la plataforma continental e insular dentro de los 150 o 200 metros de profundidad. Tiene una talla media de 25 centímetros: es capturada con redes de enmalle, de arrastre, atarraya, trampas y anzuelos. Se consume fresca.

Diapterus peruvianus.(Cuvier)

Se distribuye en aguas del Pacífico desde el norte de México hasta el sur de Perú; habita sobre los fondos fangosos o arenosos de la plataforma continental, en aguas salobres o estuarinas. Tiene una talla media de 24 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre y chinchorros.

Se consume fresca y se utiliza en la producción de harina.

Diapterus rhombeus (Cuvier)

Se distribuye desde el sureste de los Estados Unidos hasta la zona centro sur de Brasil; se encuentra sobre los fondos blandos hasta el borde de la plataforma continental e insular dentro de los 150 0 200 metros de profundidad. Tiene una talla media de 20 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre, chinchorro y anzuelos. Se consume fresca.

Eucinostomus argentus (Baird y Girard)

Se distribuye del sureste de los Estados Unidos a la zona centro sur de Brasil, en el Océano Atlántico y en aguas del Pacífico, del norte de México al norte de Perú, sobre los fondos blandos hasta el borde de la plataforma continental e insular, y en aguas salobres o estuarinas. Tiene una talla media de 15 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre, de cerco, atarraya y chinchorro. Se consume fresca y es utilizada como carnada y en la producción de harinas.

Eucinostomus elongatus (Meek y Hildebrand)

Tiene como área de distribución las aguas del Pacífico desde el norte de México en Baja California hasta Panamá; habita sobre los fondos fangosos o arenosos de la plataforma continental e insular, y en aguas salobres o estuarinas. Es capturada con redes de enmalle, de arrastre, trampas y anzuelos

Eucinostomus gracilis (Gill)

Está presente en aguas del Pacífico desde el norte de México hasta el norte de Perú; transita sobre los fondos fangosos o arenosos de la plataforma continental e insular, y en aguas salobres o estuarinas. Su talla media es de 16 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de cerco, de arrastre, chinchorro, atarraya y anzuelos. Además de ser de consumo humano directo se utiliza como carnada.

Eucinostomus gula (Cuvier)

Se distribuye desde el sureste de los Estados Unidos hasta Brasil, encontrándose sobre los fondos blandos hasta el borde de la plataforma continental e insular, dentro de los 150 ó 200 metros de profundidad. Tiene una talla media de 15 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre y chinchorros. Es de consumo humano directo y se utiliza como carnada.

Eucinostomus melanopterus (Bleeker)

Se distribuye desde el sureste de los Estados Unidos hasta la zona centro sur de Brasil; se encuentra sobre los fondos blandos hasta el borde de la plataforma continental e insular, dentro de los 150 ó 200 metros de profundidad. Tiene una talla media de 15 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre y chinchorros. Se consume fresca y es utilizada como carnada.

Eugerres auxillaris (Günther)

Se distribuye en aguas del Pacífico desde el norte de México hasta el norte de Perú; por razones de actividad trófica, o de refugio, mora sobre los fondos fangosos o arenosos de la plataforma continental e insular y en aguas salobres o estuarinas. La talla media es de 15 centímetros. Es capturada con redes de enmalle, de arrastre, chinchorro y atarraya. Además de ser de consumo humano directo se utiliza como carnada.

Eugerres lineatus (Humboldt)

Se distribuye en aguas del Pacífico desde el norte de México hasta el norte de Perú; habita sobre los fondos fangosos o arenosos de la plataforma continental e insular y en aguas salobres o estuarinas. La talla media es de 10 centímetros. Es capturada con redes de enmalle, de arrastre y chinchorro. Además de ser de consumo humano directo se utiliza como carnada.

Eugerres periche (Evemann y Radcliffe)

Se distribuye en aguas del Pacífico desde el norte de México hasta el Trópico de Capricornio al norte de Chile; transitan sobre los fondos fangosos o arenosos de la plataforma continental e insular, en aguas salobres o estuarinas y agua dulce. La talla media es de 22 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre, chinchorro y anzuelos. Además de ser de consumo humano directo se procesa como harina.

Eugerres plumieri (Cuvier)

Se distribuye en el Golfo de México y Mar Caribe hasta las costas de Brasil; por sus hábitos alimenticios forma parte de las comunidades bentónicas de la plataforma continental principalmente en los fondos blandos. Se localiza en estuarios, lagunas hipersalinas y aguas dulces. Presenta una talla media de 30 centímetros y los artes de pesca con que la capturan son redes de enmalle, de arrastre, chinchorro y atarraya. Se consume fresca y se procesa como harina.

Gerres cinereus (Walbaum)

Se distribuye del sureste de los Estados Unidos a la zona centro sur de Brasil en el Océano Atlántico, y en aguas del Pacífico del norte de México al sur de Perú; forma parte de las comunidades bentónicas de la plataforma continental e insular dentro de los 150 o 200 metros de profundidad, en estuarios, lagunas y ríos. Tienen una talla media de 30 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre, chinchorro, atarraya, trampas y anzuelos. Se consume fresca, salada y se utiliza en la elaboración de harinas.

Familia Pomadasyidae

Se distribuye en aguas salobres deltaicas, principalmente los organismos de tallas pequeñas; y aguas afuera o marinas costeras, migrando entre diferencias térmicas y de salinidad en espacio y tiempo. Esta familia agrupa a mojarras de dos géneros, que contienen a seis especies; cinco habitan sólo en el Pacífico y uno en el Golfo de México. Los ejemplares son de regular tamaño y de considerable importancia comercial en ambos litorales mexicanos. Se les conoce también como mojarrones, burritos y boquillas, y se les llega a confundir con los sargos y roncadores que pertenecen a otros grupos de especies.

Anisotremus caesius (Jordan y Gilbert)

Tiene su distribución en aguas del Pacífico, desde el norte de México al sur de Ecuador, habitando sobre los fondos duros de la plataforma continental e insular. Tiene una talla media de 25 centímetros; es capturada con redes de enmalle y anzuelos. Se consume fresca.

Anisotremus davidsoni (Steindachner)

Tiene como área de distribución las aguas del Pacífico mexicano, desde Baja California hasta el Golfo de Tehuantepec. Habita los fondos rocosos y arrecifales de la plataforna continental e insular, hasta 150 o 200 metros de profundidad.

Tiene una talla media de 30 centímetros; es capturada con redes de enmalle y anzuelos. Se consume fresca.

Anisotremus dovii (Günther)

Está presente en aguas del Pacífico desde el norte de México al norte de Perú, habitando sobre los fondos duros de la plataforma continental e insular. Tiene una talla media de 35 centímetros; es capturada con redes de enmalle, de arrastre, chinchorros y mediante caza submarina y anzuelos. Se consume fresca.

Haemulon scudderii (Gill)

Se encuentra en aguas del Pacífico desde California hasta el norte de Perú formando parte de los fondos rocosos y arrecifales de la plataforma continental e insular. Tiene una talla media de 30 centímetros; es capturada con redes de arrastre, de cerco, trampas y anzuelos. Se consume fresca.

Haemulon sexfasciatum (Gill)

Se presenta en aguas del Pacífico desde California hasta el centro de Colombia, habitando los fondos rocosos y arrecifales de la plataforma continental e insular. Tiene una talla media de 45 centímetros; es capturada con redes de arrastre, de enmalle, chinchorros y anzuelos. Se consume fresca.

Haemulon steindachneri (Jordan y Gilbert)

Se distribuye de Florida, en el sureste de los Estados Unidos, a la zona centro sur de Brasil en el Océano Atlántico, donde habita sobre los fondos rocosos y arrecifales de la plataforma continental e insular, presentando una talla media de 20 centímetros; habita también en aguas del Pacífico del norte de México al sur de Ecuador, además de encontrarse en agua salobre o estuarina, y presentar una talla media de 30 centímetros, superior a la del Atlántico. Es capturada con redes de arrastre, chinchorro, nasas y anzuelos. Se consume fresca y es utilizada como carnada.

Familia Sparidae

Ha sido registrada dentro de la fauna ictiológica deltaica como grupo migratorio y accidental, pero es considerada con predominancia de origen marino. Las mojarras de esta familia que han sido registradas en aguas mexicanas pertenecen al género *Calamus*, representado por una especie.

Calamus brachysomus (Lockington)

Se distribuye en aguas del Pacífico, desde el norte de México al norte de Chile, formando parte de la comunidad bentónica de la plataforma continental hasta una profundidad de 150 o 200 metros. Presenta una talla media de 40 centímetros y es capturada con redes de arrastre de fondo, además de ser objeto de pesca deportiva. Se consume fresca.

Hábitat y relaciones ecológicas

Las aguas tropicales y subtropicales sostienen un mayor número de especies de peces que las de zonas templadas. Las capturas más importantes del mundo se encuentran en estas aguas, principalmente dentro de la plataforma continental, distinguiéndose de ella las zonas costeras. Contenidas en esta zona, existen áreas consideradas como sistemas de alta diversidad, ya que ahí converge un gran número de especies, que durante su ciclo de vida se desarrollan y crecen en los diversos hábitats que mantienen flexibles pero muy delica-

dos y dinámicos límites de contacto. Los ambientes ecológicos reunidos en la zona costera congregan un gran valor biológico, económico y social; principalmente los sistemas fluviales, lagunares, estuarinos interconectados con el mar, en donde existen subsistemas como los manglares, los arrecifes rocosos, de ostión o coralinos, pastos marinos y los fondos fangosos que acopian una gran comunidad bentónica.

La complejidad ambiental de las zonas costeras está regulada por diversos factores, como: climáticos, geomorfológicos, la dinámica hidrológica marina, los aportes de aguas epicontinentales, las variaciones en la productividad primaria, el comportamiento propio de las especies, y las relaciones tróficas entre ellas y las diversas comunidades. Estas condiciones han generado que la información que existe sobre la abundancia numérica y la gran diversidad de especies sea insuficiente, a propósito de ordenar las relaciones interespecíficas, y de estas comunidades multiespecíficas y el medio ambiente y, por supuesto, las pesquerías.

Las mojarras durante su desarrollo ocupan distintos hábitats en los que encuentran alimento, protección, espacio de crecimiento y reproducción. Son organismos de las comunidades demersales, habitantes comunes de aguas someras, marinas y salobres de lagunas y estuarios, y algunas de ellas pasan parte de su ciclo de vida en agua dulce. Sus variaciones estacionales de distribución y abundancia son poco significativas, encontrándose en las capturas de ambos litorales mexicanos durante todo el año, por lo que son consideradas especies típicas y dominantes de áreas costeras.

La generalidad de los documentos consultados coincide en señalar a las mojarras como consumidores de tercer orden, que se alimentan con pequeños invertebrados, crustáceos y peces. Sin embargo, algunos autores señalan que durante su ciclo de vida tienen hábitos alimenticios tan diversos como el amplio espectro trófico, y que juegan un papel preponderante en la transferencia energética de la comunidad, colocándolos como consumidores del primer orden que reúne organismos herbívoros, detritívoros y omnívoros, donde se incluyen plantófagos, consumidores de fauna de tamaño pequeño; también como consumidores de segundo orden, que agrupa a organismos carnívoros que se alimentan del grupo anterior y que incorporan a su dieta vegetales y detritus; y como consumidores de tercer orden que compila a organismos exclusivamente carnívoros, que se nutren de los consumidores anteriores y de forma

nantes para el rendimiento de la actividad, como:

Operaciones de pesca

Métodos y artes de pesca

Por su distribución, las mojarras son capturadas con diversos artes de pesca: redes agalleras y de enmalle, de arrastre, fijas o a la deriva, atarrayas, chinchorros, trampas y líneas de mano. La técnica y estrategia de estos implementos de pesca dependen de varios factores, considerados determinantes para el rendimiento de la actividad, pudiendo señalar:

- Conocimiento del comportamiento del recurso.
- Diseño y construcción óptimos del arte de pesca.
- Embarcación y propulsión adecuados.
- Elección de la zona y caladero de pesca.
- Condiciones del fondo, atmosféricas y corrientes.
- Tráfico de embarcaciones.
- Emplazamiento de otros artes de pesca.

- Hora, posición y dirección de calado del arte.
- Duración de pesca y experiencia del pescador.

Redes de enmalle

Este arte puede ser calado en el fondo, operado a la deriva, formando un cerco o fijo con estacas, y estar acompañado por redes atrasmalladas en la parte inferior. Pueden capturar peces de fondo, especies semidemersales y aun pelágicas.

Para las operaciones de captura las redes se almacenan ordenadamente en el espacio libre de la cubierta de la embarcación, que para hacer eficiente la maniobra requiere una eslora de 25 pies y motor fuera de borda de 40-60 caballos de fuerza (CF), colocando sus partes de la siguiente manera: la relinga inferior de plomos o lastre se acomoda en dirección de la proa, la relinga superior de flotadores hacia popa, conectando al inicio y final de la red su ancla o grampín, el orinque y boya con un banderín cada uno. Una vez hecho lo anterior, se dirige la embarcación a la zona de captura.

La calada de las redes agalleras y de enmalle es una operación sencilla y menos complicada que la de otros sistemas de pesca. Las redes se lanzan al agua desde uno de los costados de la embarcación, pasando libremente por encima de la borda. Esta última debe estar lisa y sin protuberancias para que el paño se deslice libremente y a la misma velocidad de la embarcación. Para realizar la maniobra se necesitan 3 pescadores: mientras uno opera el motor a velocidad moderada y en línea, los otros largan la red de manera paralela y tomando cada quien una relinga para evitar que se enreden.

Tales redes son caladas fijas en el fondo, en aguas costeras cercanas a las barras de esteros, bocas de lagunas y ríos; se colocan perpendicularmente a la costa, pretendiendo interponerse al sendero que siguen los peces. También es calada fija dentro de la desembocadura de los ríos, de forma perpendicular a la ribera del mismo. Ambas estrategias son aplicadas al atardecer y las redes son levantadas durante las primeras horas del siguiente día. La recuperación del equipo se realiza por un costado de la embarcación. La rapidez de esta operación está en función de la experiencia de los pescadores y de las condiciones meteorológicas y de capturabilidad.

En tiempo bueno intervienen los tres pescadores en esta maniobra, dos cobran las relingas de flotación y lastre, mientras el tercero recoge el paño de la red y desenmalla los peces capturados; de esta forma queda acomodada nuevamente la red y lista para la siguiente operación. En tiempo malo únicamente participan dos pescadores en la maniobra, ya que la operación requiere que el tercero controle los movimientos irregulares de la embarcación. Este mismo método se utiliza en esteros y lagunas con redes de monofilamento de poca caída y elaboradas con materiales ligeros en el paño.

Cuando se realiza esta operación con dos embarcaciones (ambas con motor o una sin él), se atan los extremos de la red a cada una, con objeto de mantenerla abierta y aprovechar las corrientes de flujo y reflujo del agua de río o de las bocas de lagunas y esteros. Esta maniobra se realiza solamente durante el día y la recuperación del equipo se hace por el costado de una embarcación.

Red chinchorro playero

Existen otros artes de pesca que capturan mojarras, como es el caso del chinchorro playe-

ro. Este es una red de arrastre operada manualmente y que puede llegar a medir hasta 1 000 metros de longitud. Es calada en aguas costeras, en forma de semicírculo, mediante una embarcación tipo piragua de 10 metros o de fibra de vidrio de 7.6 metros de eslora, ambas con motor fuera de borda. Para esta operación trabajan entre 15 y 20 pescadores, que jalan desde la orilla de la costa los cabos terminales de la red para recuperar el equipo de pesca.

Red tipo atarraya

La pesca con atarrayas es una de las más tradicionales en nuestro país y con el paso del tiempo el pescador ha conocido el comportamiento de los recursos accesibles a este arte. Por ejemplo, junto con éstas se utilizan trampas artificiales construidas con ramas y colocadas en la superficie del agua, a las que se acercan los peces buscando protección; los pescadores lanzan la atarraya tratando de cubrir la sombra. También la operación se auxilia cuando los pescadores arrojan piedras al agua, que mientras van cayendo al fondo forman burbujas provocando que los peces se acerquen a ellas; la atarraya se lanza sobre las burbujas.

Este arte de pesca es utilizado exclusivamente en aguas protegidas como ríos, esteros y lagunas; es operado individualmente, en donde el pescador hace los lances pisando fondo o en la orilla, y desde una embarcación tipo cayuco o chalupa de 3-5 metros de eslora, con remos o motor fuera de borda de 8-15 caballos de fuerza. El calado y cobrado de la atarraya es muy sencillo y rápido: se lanza la red de tal forma que cuando llegue a la superficie del agua se extienda lo más posible en forma de círculo; posteriormente los peces cercados se enmallarán y se podrá cobrar la red jalando de ella hasta la cubierta de la embarcación, donde se desenreda y desenmalla la captura, quedando limpia para un nuevo lance de pesca.

Red calada fija en aguas protegidas

La red se desembarca por uno de los costados, avanzando con motor a una velocidad moderada; la dirección del calado es paralela a las orillas de los ríos o lagunas; los extremos de la red son fijados con estacas. Posteriormente, los pescadores golpean el agua, la vegetación acuática y la borda de la embarcación con remos o palos, espantando así a los peces que, en su intento por huir, chocan con las mallas quedando atrapados en ellas. El cobrado del equipo se realiza por un costado de la embarcación, jalando cada pescador una relinga de la red y desenmallando ambos la captura obtenida. Para la maniobra se utilizan embarcaciones típicas de la región, con motor fuera de borda y se requiere de dos pescadores por lancha. Algunos pescadores dejan fija la red toda la noche para levantarla nuevamente al amanecer.

Red calada fija en cerco

Esta operación requiere de mucha actividad: los pescadores calan la red formando un cerco tan rápido como les es posible encerrando al cardumen de esta forma; posteriormente, y a veces de manera simultánea, se introducen dentro del cerco dando golpes al agua, a la embarcación con los remos y salpicando fuertemente con piedras atadas a cabos. Como resultado, el ruido asusta a los peces que huyen en todas direcciones y se enmallan; de inmediato es cobrado el equipo. Para la operación se requiere de dos pescadores, que utilizan una embarcación de fibra de vidrio con motor fuera de borda.

Almadraba (trampa)

Se trata de redes grandes ancladas o sujetas con estacas, abiertas en la superficie, colocadas formando compartimentos —trampas— a los que son dirigidos los peces por medio de un canal principal. Se colocan a poca distancia de la desembocadura de ríos y esteros, en aguas someras, y sólo durante los meses de secas, cuando se presume que las capturas son cuantiosas ya que los cardúmenes nadan cerca de la costa.

Nasas

Es una trampa construida con diversos materiales, como varas, varillas de madera o de metal, redes metálicas, etcétera; se confeccionan con una o varias aberturas por donde entran los peces. Son colocadas individualmente o en mayor número en el fondo, unidas entre sí por un cabo y una boya que indica su ubicación en la superficie; para atraer a los peces se introduce en el cuerpo de la nasa alguna carnada, aunque también es operada sin ella.

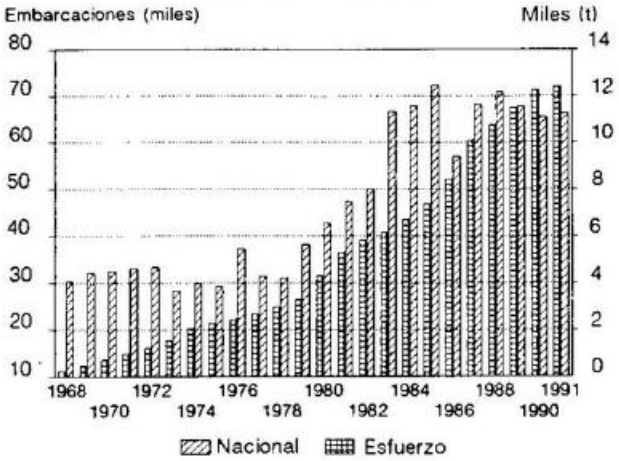
Esfuerzo pesquero y captura

Las embarcaciones utilizadas para las capturas, desde pequeños cayucos hasta lanchas con capacidad para tres toneladas, se distribuyen en las áreas de operación según sus dimensiones y capacidad de maniobra y riesgo. Los sitios de operación de los artes de pesca varían tanto como su diseño, como por las condiciones meteorológicas que facilitan o no la utilización de unos u otros métodos de pesca. La jornada de pesca varía según la zona de captura, el arte y el sistema, pudiendo ser diurna para equipos artesanales, redes de cerco, de arrastre y líneas, y nocturna para redes de enmalle o agalleras.

Los registros anuales de embarcaciones ribereñas, consideradas como aquellas que tienen una capacidad menor de 5 toneladas, no distinguen si se trata de las utilizadas en el mar y sus vecindades o en aguas epicontinentales, ni los materiales, tipos y tamaños de construcción. Para evaluar el esfuerzo sobre el recurso mojarra, será necesario un inventario detallado de artes y embarcaciones, determinar la proporción de especies identificadas en las capturas respectivas, definir la unidad de esfuerzo por arte de pesca, por lance, por día, por jornada/hora y por zona de pesca.

Con la finalidad de acercarse a las tendencias del esfuerzo de las embarcaciones menores, diversos autores han anotado que la captura por unidad de esfuerzo para escama ribereña está entre 10 y 13 toneladas por año, considerando que los días de trabajo varían de 160 a 200, obteniendo de 60 a 80 kilos promedio por día (Fig. 1).

Figura 1
Captura de mojarra, esfuerzo relativo de embarcaciones ribereñas



Estimar lo correspondiente para la pesca de mojarra resulta inadecuado y riesgoso. En los últimos 20 años la captura anual de mojarras tuvo un incremento del 300%, mientras el registro general de embarcaciones ribereñas en el mismo tiempo creció en 600%. Durante el periodo 1968-1991, la captura se elevó de 4 075 a 11 271 toneladas por año, representando en 1968 el 2.02% del total nacional y disminuyendo a 0.76% en 1991.

Si bien es importante señalar que las embarcaciones de 18 pies o más aportan un gran volumen de captura de escama ribereña, las aportaciones de mojarra de las embarcaciones menores a éstas y aun de los artes operados sin embarcación pueden significar la diferencia ulterior de los registros sobre este recurso, asumiendo que las mojarras forman parte importante de la dieta normal de un gran número de familias de pescadores y de beneficiarios indirectos, y que estas capturas no son registradas oficialmente.

Por tanto, precisar el esfuerzo aplicado al recurso mojarra presenta dificultades, en cuanto a determinar la proporción de especies en las capturas por arte de pesca/zona de captura, los días trabajados por embarcación/arte de pesca/zona de captura, la temporalidad por especie/zona de captura; tipificar la unidad de esfuerzo y estimar con gran certeza la captura no registrada y el esfuerzo relativo. Lo anterior nos permitirá unificar o seccionar la pesquería, además de valorar la significación de las capturas por artes y métodos artesanales y el potencial del recurso por zonas o ambientes.

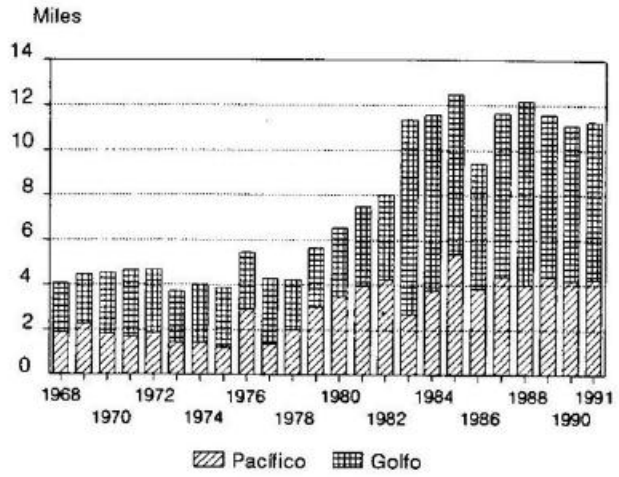
Durante el periodo 1968-1991 (Tabla 2) se observa que las capturas de mojarra han pasado por tres fases de producción: la primera de 1968 a 1978, con registros oscilantes entre 3 600 y 4 600 toneladas; los años de 1979-1982, donde se observa un crecimiento rápido de 4 200 a 8 000 toneladas en el periodo; y la tercera fase de 1983 a 1991, en la cual la producción se estabiliza manteniendo variaciones poco significativas entre 9 400 y 12 000 toneladas anuales (Fig. 2).

Tabla 2

Captura de mojarrra durante el periodo 1968-1991

Año	Pacífico	Golfo	Mojarra	Nacional	Embarcaciones ribereñas
			Toneladas		
1968	1 885	2 190	4 075	201 659	11 232
1969	2 278	2 159	4 437	194 864	12 343
1970	1 835	2 693	4 528	213 756	13 564
1971	1 685	2 947	4 632	239 949	14 906
1972	1 842	2 839	4 681	253 587	16 203
1973	1 451	2 238	3 689	431 370	17 787
1974	1 452	2 522	3 974	461 000	20 338
1975	1 235	2 639	3 874	535 779	21 311
1976	2 928	2 515	5 443	628 587	22 250
1977	1 376	2 893	4 269	673 870	23 409
1978	2 016	2 200	4 216	818 511	24 940
1979	3 003	2 623	5 626	1 002 925	26 378
1980	3 498	3 055	6 553	1 257 148	31 558
1981	3 988	3 483	7 471	1 565 465	36 422
1982	4 267	3 727	7 994	1 356 305	39 114
1983	2 712	8 640	11 352	1 075 547	40 862
1984	3 759	7 814	11 573	1 134 592	43 477
1985	5 375	7 099	12 474	1 255 888	46 888
1986	3 835	5 569	9 404	1 357 000	52 152
1987	4 357	7 281	11 638	1 464 841	60 410
1988	4 013	8 164	12 177	1 394 175	63 806
1989	4 366	7 184	11 551	1 519 882	67 462
1990	4 197	6 906	11 104	1 461 117	71 172
1991	4 260	7 010	11 271	1 483 079	75 086

Figura 2
Captura de mojarra en el periodo 1968-1991



Los volúmenes de captura por litoral observan pocas diferencias hasta 1982, momento en que la participación del Golfo de México y Mar Caribe se duplica con relación a la de años anteriores, mientras que en la costa del Pacífico su variación no es notable. Desde ese año, la relación de producción anual de mojarras por litoral se ha mantenido de 2 a 1, para el Golfo de México-Mar Caribe y el Pacífico, respectivamente (Tabla 3).

Los estados que mayores registros de captura tienen a nivel nacional son Veracruz con 31.02%; Oaxaca con 14%; Chiapas con 9.2%; Yucatán con 8.48% y Campeche con 7.63%. El resto de las entidades con litoral (11) participan con 23%, aproximadamente (Fig. 3).

De la producción del Golfo de México y Caribe sólo Veracruz aporta el 54.39%; seguido de Yucatán (14.86%); Campeche (13.37%); Tamaulipas (7.8%); Tabasco (7.48%) y Quintana Roo (2.41%) (Fig. 4).

Tabla 3
Porcentaje promedio de porcentaje por estado
(periodo 1968-199*)

Entidad	Distribución de la captura nacional
Veracruz	31.02
Oaxaca	14.00
Chiapas	9.20
Yucatán	8.48
Campeche	7.63
Tamaulipas	4.45
Guerrero	4.43
Tabasco	4.27
Sinaloa	3.65
BCS	2.59
Michoacán	2.48
Sonora	1.96
Nayarit	1.96
Colima	1.92
Quintana Roo	1.38
BCN	0.35
Jalisco	0.34

Figura 3
Producción Nacional de Mojarra en porcentaje por entidad,
1968-1991

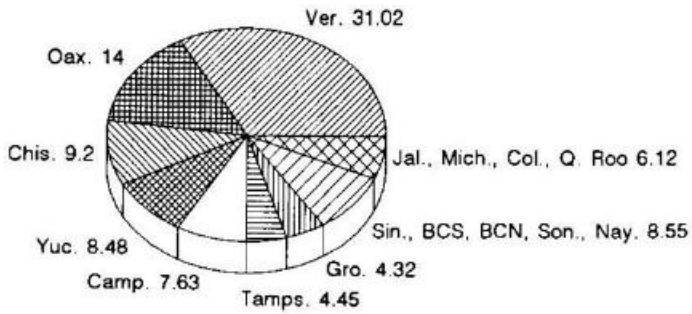
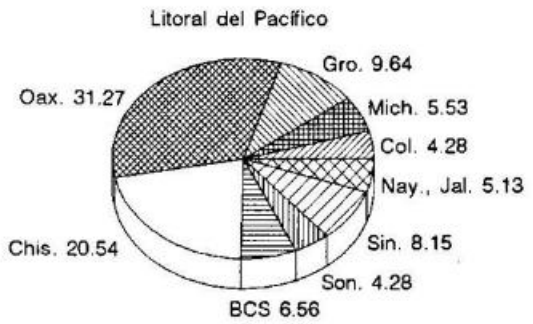


Figura 4
Captura nacional de mojarra en porcentaje por entidad, 1968-1991



Figura 5
Captura nacional de mojarra en porcentaje por entidad, 1968-1991



Los estados del Pacífico que más captura aportan para el litoral son Oaxaca con 31.27%, Chiapas con 20.54% y Guerrero con el 9.64%, le siguen Sinaloa (8.15%), Baja California Norte y Sur (6.56), Michoacán (5.53%), Sonora y Colima (4.28% c/u) y Nayarit y Jalisco en ese orden de importancia (Fig. 5).

Con relación a la temporalidad del recurso, a propósito de identificar una época del año en que ocurren mayores capturas, los registros mensuales por entidad federativa presentan variaciones significativas en los meses de abril y octubre para el Golfo de México, y septiembre y diciembre para el Pacífico. Sin embargo, atendiendo a las características y conductas generales de las especies y sus ciclos de vida, manifiestos indirectamente por su distribución ecótica, se deberán establecer la sucesión y reclutamiento de las especies a los artes y zonas de pesca. Entonces se podrá obtener la dominancia de alguna especie que, por su valor comercial, por su proporción en los volúmenes de captura, hará manifiesta la temporalidad del recurso (Tabla 4 y Fig. 6).

Figura 6
Captura mensual nacional de mojarra en porcentaje por entidad, periodo 1968-1991

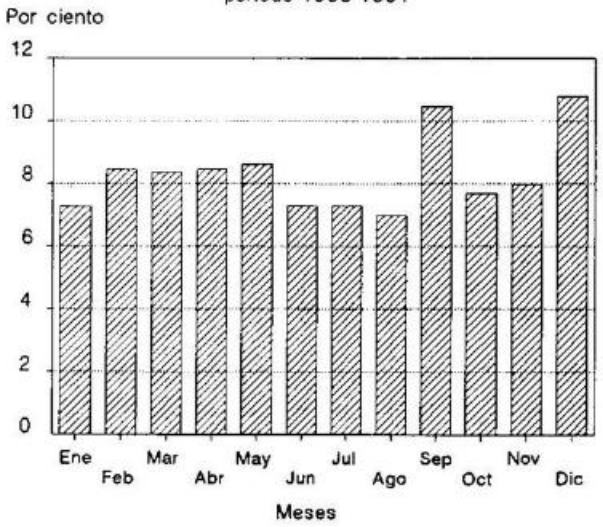
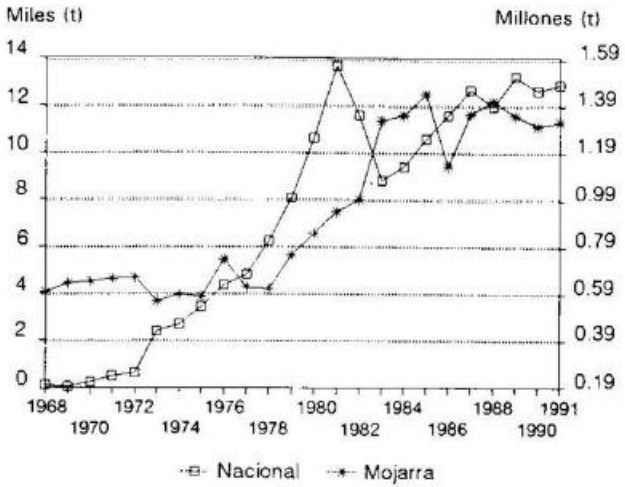


Tabla 4
Porcentaje mensual promedio de la captura nacional de mojarra durante el periodo 1968-1991

Mes	Captura (%)		
	Pacífico	Golfo	Nacional
Enero	8.19	7.12	7.655
Febrero	9.91	7.02	8.465
Marzo	7.48	8.73	8.105
Abril	7.33	9.57	8.45
Mayo	8.01	9.23	8.62
Junio	6.31	8.2	7.255
Julio	6.32	8.36	7.34
Agosto	6.33	8.55	7.44
Septiembre	12.74	8.16	10.45
Octubre	5.59	9.4	7.495
Noviembre	8.73	7.13	7.93
Diciembre	13.06	8.53	10.28

Figura 7
Producción nacional y captura de mojarra, 1968-1991



Diagnóstico de la pesquería

La obtención de un diagnóstico preciso de la pesquería de mojarras presenta complicaciones importantes: es objeto de captura por diversos equipos de pesca, es capturada en diferentes hábitats, en consecuencia se dificulta la determinación y definición de la unidad de pesca, esfuerzo pesquero y con relación al gran número de especies que conforman el grupo. Las especies de mojarras seguramente se suceden en cada hábitat entre sus etapas larvaria, juvenil y adulta; el reclutamiento a los artes de pesca debe ser por relevos y durante todo el año; la estimación de los días de operación anual de la flota ribereña está condicionada a la disponibilidad de buen tiempo y al ejercicio irregular típico de los pescadores de ribera, principalmente de los que utilizan artes de construcción sencilla (Fig. 7).

El potencial biológico pesquero de las mojarras ha sido estimado en función del comportamiento general de los recursos de escama ribereña. El Instituto Nacional de la Pesca evaluó la disponibilidad de estos recursos en 490 mil toneladas anuales, de las cuales el 50% corresponde a los peces demersales y de éstos alrededor de 13 000 toneladas pueden ser consideradas como captura potencial de mojarra.

Agradecimientos

Se agradece al Biól. Aurelio Solórzano P. su valiosa participación en la consecución de datos de captura y la revisión del documento; al Biól. Jaime Estrada G. por su preocupación en la búsqueda de documentación actualizada; al Dr. Jaime González C. por sus atinadas recomendaciones.

Bibliografía

BARRADAS, C.C., 1991. *Aspectos biológico-pesqueros preliminares de la mojarra rayada Eugerres plumieri (Cuvier, 1930), en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México.* Tesis Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.

CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos.* Dir. Gral. Inst. Nal. de la Pesca, Serie Científica, 19: 1-298.

CERVIGÓN, F. y W. FISCHER. 1979. *Catálogo de especies marinas de interés económico o potencial para América Latina. Parte 1 Atlántico centro y suroccidental.* Roma, FAO/PNUD, SIC/79/1: 372 p.

CHÁVEZ, E.A., 1979. Análisis de la comunidad de una laguna costera en la zona sur occidental de México. *An. Centro Cienc. del Mar y Linmol.* UNAM 6(2): 15-44.

CHÁVEZ, H. y J. ARVIZU. 1972. Estudio de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California; 1968-1969. III. Fauna de acompañamiento del camarón (peces "finos" y "basura"). *Mem. IV Congr. Nal. Ocean. (México).* Pp. 361-378.

CHIRICHIGNO, N., W. FISCHER y C.E. NAUEN. (comps), 1982. *Catálogo de especies marinas de interés económico o potencial para América Latina. Parte 2-Pacífico centro y suroriental.* Roma, FAO/PNUD, SIC/82/2: 588 p.

FAO. 1991. *Informe de la séptima reunión de la Comisión de Pesca para el Atlántico centro-occidental. Kingstown, San Vicente y las Granadinas.* FAO, Informe de pesca. No. 452. Roma. 48 p.

GULLAND, J.A., 1971. *Manual de métodos para evaluación de las poblaciones de peces.* Publicación FAO, Ed. Acribia, España, 164 p.

MARGALEF, R. y M. ESTRADA. 1980. Las áreas oceánicas más productivas. *Investigación y Ciencia* 49: 8-20.

NARVÁEZ, A.N.R., 1991. *Análisis poblacional de Eucinostomus melanopterus (Bleeker, 1863), (Pisces: Gerreidae), en la zona nerítica comprendida entre la desembocadura del río Tuxpan y Barra Galindo, Veracruz, México.* Tesis. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana.

NÉDÉLEC, C., 1984. Definición y clasificación de las diversas categorías de artes de pesca. *FAO Doc. Téc. Pesca,* (222): 46 p.

NEGEDLY, R., 1990. *Elsevier's dictionary of fishery, processing, fish, and shellfish names of the word in five languages, English, French, Spanish, German and Latin.* Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands.

RAMÍREZ HERNÁNDEZ, E., 1965. Estudio preliminar sobre peces marinos mexicanos. *I. An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México,* I: 293-324.

RAMÍREZ HERNÁNDEZ, E. y J. ARVIZU. 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Baja California. Lista de peces marinos colectados en el periodo 1961-1965. *I. An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México,* I: 293-324.

RAMÍREZ HERNÁNDEZ, E. y J. PÁEZ. 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Guerrero. I. Lista de peces colectados en el periodo 1961-1965. *An. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México,* 1: 327-358.

RAMÍREZ HERNÁNDEZ, E., G. CARRILLO y D. LLUCH. 1964. Investigaciones ictiológicas en las costas de Chiapas. Lista de especies colectadas en las capturas camaroneras (agosto-septiembre, 1959; abril-mayo-junio, 1960). Secretaría de Industria y Comercio, Dir. Gral. Pes. Ind. Com. México, *Pub. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México,* 5: 1-17.

RAMÍREZ HERNÁNDEZ, E., N. VÁZQUEZ, R. MÁRQUEZ y C. GUERRA. 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Sinaloa. I. Lista de especies colectadas en las capturas camaroneras (agosto, 1961; abril-octubre, 1962; mayo-septiembre, 1963). Secretaría de Industria y Comercio, Dir. Gral. Pes. Ind. Com. México, *Pub. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. México,* 12: 1-36.

RESÉNDEZ MEDINA, A., 1971. Peces colectados en el arrecife La Blanquilla, Veracruz, México. *An. Inst.*

Biol. UNAM, *42 Ser. Centro Cienc. del Mar y Linmol.* (1): 7-30.

RESÉNDEZ MEDINA, A., 1977. Peces colectados en el sistema lagunar el Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. *An. Inst. Biol.* UNAM (3): 477-503.

ROBINSON, M.A., 1982. Prospects for word fisheries to 2000. *FAO Fish. Circ.*, (722) Rev. 1: 16 p.

SAETERSDAL, G., 1992. *Los recursos pesqueros y su medio ambiente, ordenación y desarrollo.* Instituto de Investigaciones Marinas, Bergen, Noruega. Conferencia Internacional de Pesca Responsable.

SÁNCHEZ-GIL, P., A. YÁÑEZ-ARANCIBIA y F. AMESCUA LINARES. 1981. Diversidad, distribución y abundancia de las especies y poblaciones de peces demersales de la Sonda de Campeche (Verano 1978). *An. Inst. Cienc. del Mar y Linmol.* UNAM 8(1): 209-240.

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos.* Subsecretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, México, 462 p.

SECRETARÍA DE PESCA. 1982. *Anuario Estadístico Pesquero, 1981.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1983. *Anuario Estadístico Pesquero, 1982.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1984. *Anuario Estadístico Pesquero, 1983.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA, 1985. *Anuario Estadístico Pesquero, 1984.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1986. *Anuario Estadístico Pesquero, 1985.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1987. *Anuario Estadístico Pesquero, 1986.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1988. *Anuario Estadístico Pesquero, 1987.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1989. *Anuario Estadístico Pesquero, 1988.* Dirección General de Planeación, Estadística e Informática, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1991. *Anuario Estadístico de Pesca, 1989.* Dirección General de Informática y Registros Pesqueros, México.

SECRETARÍA DE PESCA. 1992. *Indicadores de la Producción Pesquera, Diciembre-1991.* Dirección General de Informática y Registros Pesqueros, México.

SOLÓRZANO, P.A., G. ALONSO M. *et al.*, 1982. *Análisis de cifras estadísticas pesqueras correspondientes al periodo 1968-1979, y su representación en cuadros y gráficas. Avance de Trabajo I (Tomo 1 y 2).* Dir. Inst. Nal. de la Pesca (Doc. Int.) Secretaría de Pesca, México. 369 p.

STEVENSON, D.K., 1982. Una revisión de los recursos marinos de la región de la Comisión de Pesca para el Atlántico-centro-occidental (COPACO). *FAO Documentos Técnicos de Pesca,* 211: 1-146.

VAN-DER HEIDEN, A.M., 1985. Taxonomía, biología y evaluación de la ictiofauna demersal del Golfo de California. En: *Recursos pesqueros potenciales de México; La pesca acompañante del camarón.* Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de la Pesca. UNAM, México. Pp. 149-200.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., P. SÁNCHEZ-GIL, G. VILLALOBOS ZAPATA y R. RODRÍGUEZ-CAPETILLO. 1985. Distribución y abundancia de las especies dominantes en las poblaciones de peces demersales de la plataforma continental mexicana del Golfo de México, En: *Recursos pesqueros potenciales de México; La pesca acompañante del camarón.* Prog. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de la Pesca. UNAM, México. Pp. 315-398.

Libro: PESQUERÍAS RELEVANTES DE MÉXICO, Tomo 1. Se terminó de imprimir en diciembre de 1996 en los talleres de LITO RODA, S.A. DE C.V., Calle La Escondida No. 2, Col Los Volcanes, Delegación Tlalpan, México, D.F. Su tiraje fue de 500 ejemplares, impresos los interiores en papel bond reciclado y forros en Couché dos caras. El cuidado de la edición estuvo a cargo del Instituto Nacional de la Pesca.