

Recursos Marinos y Servicios Ambientales en el Desarrollo Regional

JOSÉ URCIAGA GARCÍA
LUIS F. BELTRÁN MORALES
DANIEL LLUCH BELDA

EDITORES



**RECURSOS MARINOS Y SERVICIOS AMBIENTALES
EN EL DESARROLLO REGIONAL**

**RECURSOS MARINOS Y SERVICIOS AMBIENTALES EN EL
DESARROLLO REGIONAL**

José I. Urciaga García
Luis F. Beltrán Morales
Daniel Lluch Belda
Editores

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS - IPN
México, 2009.

Primera Edición: Enero 2009

D.R.© Publicación de divulgación del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Mar Bermejo N.195, Col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, Baja California Sur, México, 23090.

El contenido de los capítulos es responsabilidad de los autores.

La presentación y disposición en conjunto de **Recursos Marinos y Servicios Ambientales en el Desarrollo Regional**, son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método electrónico, mecánico (incluyendo fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del editor.

Responsables de Edición:

José Urciaga García

Luis F. Beltrán Morales

Daniel Lluch Belda

Tania Flores Azcárrega

Fotomecánica y pre-prensa:

Santiago Rodríguez Álvarez

Portada y Edición interior:

Gerardo Rafael Hernández García

HC140.E5 D48 2009

Recursos Marinos y Servicios Ambientales en el Desarrollo Regional / editado por José Urciaga García, Luis Felipe Beltrán Morales y Daniel Lluch Belda, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 2009.

350 p.: il. ; 23 cm.

ISBN: 968-5715-54-6

1. Desarrollo Regional—México

I. Urciaga García, José, ed. II. Beltrán Morales, Luis Felipe. Lluch Belda, Daniel III.

Impreso en México

Printed in México

Editores

J JOSÉ I. URCIAGA GARCÍA. Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Autónoma de Barcelona, España, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Profesor-Investigador Titular del Departamento de Economía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Profesor del Posgrado en Ciencias Marinas y Costeras, UABCS. Líneas de investigación: Desarrollo y Medio Ambiente, Economía de la Conservación y Desarrollo Regional. E-mail: jurciaga@uabcs.mx.

LUIS F. BELTRÁN MORALES. Doctor en Ciencias Ambientales por el Centro Europa-Latinoamérica, de la Universidad de Concepción, Chile. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR, S.C., Profesor de la Maestría en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la UABCS y del Posgrado en Uso, Preservación y Manejo de Recursos Naturales del CIBNOR. Líneas de Investigación: Economía Ecológica y Desarrollo Sustentable. Actualmente es Coordinador de Vinculación, Servicios y Transferencia de Investigación del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, S.C.). E-mail: lbeltran04@cibnor.mx

DANIEL LLUCH BELDA. Doctor en Ciencias por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel III y de la Academia Mexicana de Ciencias, Profesor Investigador en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. (CICIMAR). Investigador del Instituto Nacional de la Pesca, 1963 a 1977; Exdirector del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 1978 a 1984; Exdirector General del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 1984 a 1997. Su investigación se enfoca al estudio de la interacción entre el clima y las pesquerías. E-mail dlluch@ipn.mx.

Índice

Presentación

Sergio Hernández Vázquez, Rafael Cervantes Duarte y Juan Rodrigo Guerrero Rivas | **11**

Capítulo 1

LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN EL DESARROLLO

José I. Urciaga García | **25**

Capítulo 2

LA CERTIFICACIÓN DE PESQUERÍA COMO UNA HERRAMIENTA DE MANEJO
EN EL CONTEXTO REGIONAL DEL NOROESTE MEXICANO

Daniel Lluch Belda | **57**

Capítulo 3

EL MARCO LEGAL DE LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS MARINOS
Y LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Rodrigo Serrano Castro, Germán Ponce Díaz y Luis Tirado Arámbaro | **75**

Capítulo 4

VARIABILIDAD DEL CLIMA Y PESQUERÍAS DEL NOROESTE MEXICANO

*Salvador Lluch Cota, María Verónica González Zárate
y Daniel Lluch Cota* | **111**

Capítulo 5

SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS COMUNIDADES MARINAS VEGETALES: UNA PRIMERA
APROXIMACIÓN

Rafael Riosmena Rodríguez | **119**

Capítulo 6

EL ALGA MARINA *SARGASUM* (*SARGASSACEAE*) EN EL DESARROLLO REGIONAL*Margarita Casas Valdez* | 139

Capítulo 7

PESQUERÍAS DE PEQUEÑA ESCALA EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Mauricio Ramírez Rodríguez | 157

Capítulo 8

PESCA RIBEREÑA. RETOS Y OPORTUNIDADES EN UN ENTORNO ADVERSO

*Germán Ponce Díaz, Luis Felipe Beltrán Morales, Sergio Hernández Vázquez
y Elisa Serviere Zaragoza* | 177

Capítulo 9

MANEJO PESQUERO. LA PESQUERÍA DE SARDINA EN BAJA CALIFORNIA SUR

*Casimiro Quiñones, Roberto Félix Uruga, Felipe Neri Melo Barrera
y Enrique Morales Bojórquez* | 197

Capítulo 10

LA PESQUERÍA DE TIBURONES EN BAJA CALIFORNIA SUR

Felipe Galván Magaña | 227

Capítulo 11

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LOS RECURSOS PESQUEROS NO TRADICIONALES,
RESIDENTES EN ZONAS ARRECIFALES DEL GOLFO DE CALIFORNIA*Héctor Reyes Bonilla, Ma. Dinorah Herrero Perezrul
y Francisco Javier Fernández Rivera Melo* | 245

Capítulo 12

LOS RECURSOS MARINOS Y COSTEROS EN EL DESARROLLO LOCAL
DE LA ZONA PACÍFICO NORTE DE BAJA CALIFORNIA SUR*Magdalena Lagunas Vázquez, José Urchiaga García, Luis F. Beltrán Morales,
Germán Ponce Díaz, José Antonio Beltrán Morales y Salvador Lluch Cota* | 265

Capítulo 13

MERCADO EXTERNO Y DESARROLLO REGIONAL: LA IMPORTANCIA
DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA EN BAJA CALIFORNIA SUR

*Luis Almendarez Hernández, Germán Ponce Díaz, José Urciaga García y Luis
F. Beltrán Morales* | **293**

Capítulo 14

REVALORACIÓN SOCIOAMBIENTAL DE LOS OASIS SUDCALIFORNIANOS

Micheline Cariño Olvera, Alba E. Gámez Vázquez, Eduardo Juárez León | **323**

AUTORES | **347**

Presentación

Los trabajos que integran este libro comparten la preocupación por entender la dinámica, estructura y comportamiento de las actividades económicas que se desarrollan en los ecosistemas marinos y costeros del noroeste de México. Los autores estudian diversos temas asociados a los ecosistemas, entre los que destacan la importancia de los servicios de los ecosistemas en el desarrollo, la certificación de pesquerías, el análisis del marco legal, la variabilidad climática y su impacto en las pesquerías del noroeste de México, la importancia de los servicios de los ecosistemas de las comunidades marinas vegetales, del alga marina y su contribución al desarrollo regional, las pesquerías de pequeña escala en el noroeste de México, los retos y oportunidades de la pesca ribereña, de la pesquería de sardina y su manejo y de la pesquería de tiburones. También se estudian los recursos pesqueros no tradicionales de las zonas arrecifales del Golfo de California, de los recursos marinos y costeros en el desarrollo local del Pacífico norte y la influencia del mercado externo en la pesquería de langosta.

En el Capítulo 1, José Urciaga García revisa la importancia para el desarrollo regional de integrar el valor de los servicios de los ecosistemas a la política ambiental con especial énfasis en los servicios de los ecosistemas marinos y costeros. Además, analiza la valoración económica de los ecosistemas, su vigencia actual para complementar la política ambiental y sus perspectivas.

Para el autor el enfoque de manejo ecosistémico es una estrategia apropiada para administrar el capital natural. Este enfoque permite integrar eficiencia económica, equidad social y sustentabilidad ambiental. Para ello, se requiere reconocer la valoración económica y social como una herramienta útil y práctica que apoya la toma de decisiones y la formulación de la políti-

ca. La valoración de los servicios ecosistémicos tiene como punto de partida la identificación del valor económico total de los ecosistemas y sus servicios, concepto que incluye los valores de uso (directo, indirecto y de opción) y de no uso (existencia y herencia) en la toma de decisiones sobre la política pública y el manejo de los ecosistemas. La participación de los diversos actores (agentes e instituciones) es clave en este proceso de reconocimiento social del valor de los ecosistemas para que sirvan como pivotes en la generación de efectos multiplicadores en ingreso, producto y empleo de largo alcance

En el Capítulo 2 Daniel Lluç Belda analiza la importancia de la certificación en el desempeño de las pesquerías del noroeste de México. El autor reitera la certificación como un instrumento poderoso para reducir la información asimétrica entre productores y consumidores. Los principios rectores del manejo pesquero se basan en los ecosistemas, lo que asegura la capacidad para producir alimentos, ingreso, empleo y de manera general otros servicios. Se trata de asegurar que las decisiones del manejo pesquero no afecten adversamente las funciones y productividad del ecosistema, de tal modo que el aprovechamiento de los stocks objetivo (y los beneficios resultantes) sean sostenibles en el largo plazo. Instrumentar este enfoque en el manejo pesquero es muy complejo y todavía queda un largo camino por recorrer.

Un paso inicial consiste en que el sistema de manejo incorpore el impacto que la captura de una especie puede tener en otras especies y el ecosistema. Las decisiones adecuadas de manejo pueden evitar cambios irreversibles y significativos producidos por la pesca. En esencia, se trata de aplicar el concepto de manejo basado en el ecosistema lo más que nos permita el mejor conocimiento científico disponible. En este sentido la perspectiva de certificación del Consejo de Administración Marina (Marine Stewardship Council, MSC por sus siglas en inglés) es un instrumento de apoyo muy importante; el sistema otorga una calificación por una instancia externa que permite aseverar que la pesquería bajo estudio está manejada de tal manera que es sustentable según el criterio de numerosos expertos internacionalmente reconocidos. La certificación no considera los aspectos sociales en detalle; se concreta a demandar que todos los potencialmente interesados puedan participar en el esquema de regulación, ser escuchados y tomados en cuenta, evitando la unilateralidad de decisiones en el manejo.

Tampoco considera los aspectos económicos, excepto para evitar los subsidios que han favorecido históricamente la sobreinversión en muchas pesquerías.

El esquema permite generar incentivos para las pesquerías bien manejadas a través de precios diferenciales, que las sociedades educadas y de elevados ingresos están dispuestas a pagar para reconocer y dar contenido al concepto de sustentabilidad. El reconocimiento social de la certificación se ha transformado en un importante factor de negociación. El margen de ganancia de los productos certificados ha probado ser mayor que los productos no certificados y con ello aumenta los incentivos económicos para certificar otras pesquerías. A pesar de que al principio la aplicación del proceso despertó reacciones muy encontradas y una evidente oposición por parte de las autoridades pesqueras, la experiencia de certificación de la pesquería de langosta y su éxito ha servido como ejemplo. Para el autor, la certificación representa el reconocimiento internacional de que la pesquería está bien manejada, es sustentable y respetuosa del ambiente, gracias al esfuerzo de productores y autoridades.

En el capítulo 3 Rodrigo Serrano Castro, Germán Ponce Díaz y Luis Tirado Arámburo realizan un análisis del marco legal de la situación que prevalece en mares y costas sobre los ecosistemas y sus servicios. Abordar el marco legal de la actividad pesquera regional y los servicios ambientales es una tarea compleja, por la interacción y delimitación de responsabilidades de los tres niveles de gobierno. Se trata, de acuerdo a los autores, de rescatar el mar de México desde la perspectiva del análisis del marco legal, recuperar la soberanía sobre nuestros recursos naturales e impulsar la formación colectiva de la conciencia marítima. Esta conciencia comienza con el conocimiento de nuestros mares y con la integración del conocimiento para efectos de planeación y de elaboración de políticas a largo plazo.

Para los autores es necesario generar las condiciones que permitirán la aplicación efectiva de la ley. La primera es la definición de instrumentos jurídicos completos y actualizados para que la ley signifique algo en la vida cotidiana, y debe existir voluntad política para lograr el control del problema de que se trate. Sin duda alguna el análisis del marco legal es muy importante porque la actividad de mares y costas es un asunto de seguridad nacional. Los autores reclaman la urgencia de poner atención en los programas de conservación del capital natural para estar en posibilidades de unificar cri-

terios entre los diversos actores para revertir la alarma ecológica que viene significando los desarrollos turísticos en la región, en virtud del auge del desarrollo inmobiliario en diversas zonas costeras de la Península de Baja California, cuyas implicaciones ambientales y sociales no han sido previstas. Los corredores turísticos y desarrollos hoteleros inmobiliarios tienen implicaciones ambientales negativas, sin que se tenga claridad por parte de la sociedad sobre lo que sucederá en el futuro. Se cuenta con los instrumentos legales pero no basta con tener la ley si su aplicación es dispersa o bien si no se toman las medidas políticas, administrativas y de ordenamiento que trasciendan el activismo declarativo de los funcionarios públicos acerca de la problemática señalada.

En este sentido los autores recomiendan continuar con un intenso trabajo dentro del proceso de ordenamiento del Mar de Cortés. En materia pesquera con los dos nuevos instrumentos: la nueva Ley que entró en vigor el pasado 22 de octubre de 2007 y la conformación, dentro de la Conferencia Nacional de Gobernadores (CONAGO), de la Comisión de Pesca y Acuacultura, instalada el día 2 de agosto de 2007 en la ciudad de La Paz, BCS. La nueva ley permitirá una mayor independencia de las entidades federativas en la toma de decisiones respecto de las autoridades federales, que vinieron centralizando las políticas públicas de manera agobiante y creando con ello un grave rezago de vacío normativo y legal en los estados de la república, ante la imposibilidad que tenían de legislar sobre el tema. Un gran reto sin duda lo es la elaboración de los anteproyectos de leyes de pesca de cada una de las entidades federativas de la región, una vez que se apruebe el Reglamento de la nueva Ley de Pesca y Acuacultura Sustentable.

En el Capítulo 4, Salvador Lluch Cota, María Verónica Morales Zárata y Daniel Lluch Cota, analizan la variabilidad del clima y su impacto en las pesquerías del Noroeste de México. Los autores indican que la variabilidad ambiental influye en el número y distribución de especies a través de factores abióticos y la temperatura es probablemente la variable más ampliamente medida y la más comúnmente usada como indicador de procesos oceánicos más complejos.

Los autores señalan que el sector pesquero puede ser considerado como una actividad muy vulnerable. Sin embargo, las pesquerías más industrializadas que aprovechan especies altamente migratorias o de amplia distribución, tienden a ser menos vulnerables que aquellas que explotan

recursos sedentarios y a escala local, donde frecuentemente existen pocas alternativas de movilidad o cambios de actividad. Por ello los autores sugieren que la evaluación y proyección de consecuencias de la variabilidad y cambio climático en los sistemas pesqueros debe realizarse con criterios de caso por caso.

Además, los autores destacan la importancia de la incertidumbre en la actividad pesquera. Hasta que se desarrollen pronósticos adecuados y confiables de la variabilidad climática y se puedan predecir las consecuencias en las comunidades marinas, las pesquerías deben reconocer la incertidumbre como una de sus características y la planeación de actividades y manejo tomarla en cuenta. Una de las formas en que puede abordarse el tratamiento de la incertidumbre es mediante las economías flexibles. El desarrollo flexible de la industria o sector pesquero permite aprovechar el potencial de ingreso y empleo mediante mayor eficiencia y especialización de los diferentes eslabones de la cadena productiva, por la minimización de pérdida por imponderables o eventos catastróficos. En este sentido, representa una posibilidad de desarrollo más amigable ante los escenarios más inciertos y el debate del calentamiento global.

En el Capítulo 5, Rafael Riosmena Rodriguez presenta la primera aproximación de los servicios ambientales de las comunidades marinas vegetales dominadas por plantas marinas o macroalgas. Estas comunidades son las praderas de pastos de marisma, los bosques de manglar, las praderas de pastos marinos, los bosques de macroalgas pardas y los mantos de rodolitos como elementos cruciales de la zona costera que requiere ser considerada su aportación en servicios ambientales como lo son la producción de oxígeno, captación de CO₂, producción de biomásas cosechables, reproducción, reclutamiento y sitio de crianza para especies relevantes en la pesquería pero también ecológicamente. Dentro de las principales amenazas que tienen estas comunidades se encuentran la deforestación en función del desarrollo de la costa y los cambios en la circulación de agua que provocan modificaciones en el patrón de sedimentación natural.

Para el autor las comunidades evaluadas son importantes precursoras de procesos biológicos como el reclutamiento de especies que posteriormente son incorporados a las pesquerías o especies que están protegidas en la NOM-ECOL059. Solo en el caso de los manglares se han desarrollado

NOM específicas para su protección y en el caso de las marismas éstas se encuentran protegidas por la NOM083-96 sobre la disposición de desechos. Se requiere considerar a estos ambientes dentro de los programas de manejo de la zona costera ya que corresponden a hábitats críticos para la conservación de una amplia gama de servicios ambientales.

El autor concluye que las comunidades vegetales marinas dominantes en México han sido el sustento de la delimitación de las Áreas Naturales Protegidas, lo que ha causado que se incorporen dentro de las estrategias de conservación de algunas regiones del país. Sin embargo, el desconocimiento de su distribución en la escala nacional y de evaluar cómo influyen diferentes procesos costeros no permite tener un marco completo para que sean tomadas en cuenta dentro de los procesos de ordenamiento/planificación. Dentro de las consideraciones que se tienen sobre los servicios ambientales es necesaria la investigación que cuantifique en pesos y centavos lo que estas comunidades marinas están aportando al entorno para poder establecer apropiadamente estrategias de mitigación cuando los esfuerzos de conservación no sean suficientes.

En el capítulo 6, Margarita Casas Valdéz analiza la contribución del alga marina sargazo al desarrollo regional. En México el alga *Sargassum* spp. es muy abundante en todas sus costas, particularmente en el Golfo de California, fue evaluado en algunas zonas como: Bahía de La Paz, Bahía Concepción y de Mulegé a San Luis Gonzaga, donde se estimaron 180,000 toneladas cosechables, las cuales representan un recurso potencial susceptible de un aprovechamiento sustentable, ya que hasta la fecha no se explota comercialmente. Actualmente se cuenta con la tecnología para su cosecha, secado y molienda. Investigaciones realizadas han demostrado que la harina de esta alga puede utilizarse para elaborar alimentos balanceados para bovinos, cabras, ovejas, gallinas de postura y camarones. La explotación comercial de *Sargassum* coadyuvaría al desarrollo regional, ya que generaría empleos y les permitiría incrementar sus ingresos. Asimismo, para los ganaderos esta alga representa un forraje alternativo no convencional el cual puede ser usado en las épocas de sequías cíclicas. Para los avicultores y camaronicultores, la incorporación de la harina de esta alga a la dieta de gallinas de postura y camarones, le daría un valor agregado a su producción, ya que disminuye el contenido de colesterol en huevo y en el camarón culti-

vado. Por todo lo anterior el sargasum tiene amplias perspectivas para su aprovechamiento comercial.

En el capítulo 7, Mauricio Ramírez Rodríguez analiza las pesquerías de pequeña escala en el noroeste de México. El autor considera pesquerías de pequeña escala, ribereña o artesanal a aquellas que se caracterizan porque los volúmenes de captura no son elevados y presentan diversos grados de uso de infraestructura y organización para la producción, procesamiento y comercialización de los productos. Bajo esta denominación se incluye desde la pesquería certificada de langosta en el norte de la costa occidental de Baja California Sur, pasando por pesquerías de jaibas, caracoles y almejas, hasta las de múltiples especies de peces y rayas que se efectúan en áreas poco comunicadas con escasa infraestructura para las etapas de captura, desembarco, procesamiento y comercialización. En general las pesquerías de pequeña escala responden al régimen de acceso abierto, con bajos niveles de stocks y mucho esfuerzo de pesca (por arriba del óptimo), pescadores con ingresos reducidos y sin incentivos para la conservación de los recursos.

El autor se propone estudiar algunas características básicas de esas pesquerías en el noroeste de México a partir de la información de los anuarios estadísticos de pesca. Las pesquerías de pequeña escala son complejas, su elevada diversidad implica el uso de diferentes técnicas de pesca basadas en redes de enmalle, líneas con anzuelo y trampas, de las que en general se desconoce su eficiencia y selectividad para especies objetivo determinadas. El número de pescadores y de pangas registrados en el Noroeste de México, aunadas a la diversidad de productos derivados de la pesca artesanal y a una red de comercialización poco o nada estudiada dan una idea de la complejidad e importancia social y económica de la pesca artesanal en la región.

Para el Dr. Ramírez Rodríguez el manejo de las pesquerías de pequeña escala se basa principalmente en el otorgamiento de permisos de pesca por especie o grupo de especies, en las propuestas presentadas en la Carta Nacional Pesquera (CNP) para toda la costa del Pacífico mexicano y en las medidas definidas en las Normas Oficiales. Considérese, por ejemplo, la pesca de almeja catarina en las costas de BCS (NOM-004-PESC-1993) y de lisa (NOM-016-PESC-1994) en las costas del Pacífico y del Golfo de México. En el caso de la almeja, la CNP menciona que si las capturas disminuye de 2,000 toneladas en Sinaloa y de 200 toneladas en Sonora habría que

tomar las “medidas necesarias” sin especificar cuáles. Los resultados muestran que de 1993 a 2003 el promedio de la producción de almeja fue de 1,515 toneladas y con desviaciones negativas en los últimos años.

El autor propone que se trabaje en el diseño e instrumentación de un sistema nacional de información de pesca y acuicultura eficiente (confiable, actualizado, integrado), consolidando la generación de un sistema de información geográfica que ayude al ordenamiento y análisis de la información y fortaleciendo el sistema integral de registro y organización pesquera y acuícola de la CONAPESCA.

En el Capítulo 8, Germán Ponce Díaz, Luis Felipe Beltrán Morales, Sergio Hernández Vázquez y Elisa Serviere Zaragoza estudian los retos y oportunidades de la pesca ribereña. La pesca artesanal es una actividad productiva que está fuertemente relacionada con sectores pobres de la sociedad, que enfrenta un sinnúmero de limitaciones y se enmarcan en un entorno económico y social adverso. Sin embargo, existe una revaloración a nivel internacional de este tipo de pesca, particularmente por su capacidad para procurar la suficiencia alimentaria y combatir la pobreza. Los autores revisaron casos de relativo éxito en el desempeño de la pesca ribereña o artesanal a nivel internacional y un caso de estudio de una cooperativa ubicada en el municipio de La Paz, en Baja California Sur.

En el estudio de caso los autores indican que tiene un desempeño exitoso a pesar de desenvolverse en un entorno adverso. Por otra parte reivindican la identidad comunal en este tipo de pesquería como un mecanismo de cohesión social que finalmente da contenido al capital social. En palabras de los autores: los integrantes de esta cooperativa provienen de una misma comunidad rural y tienen tiempo asentados en esta zona, lo que ha generado una fuerte interrelación debido a una convivencia de muchos años. La anterior circunstancia permite una actitud común o razonablemente cohesionada respecto de asuntos que tienen que ver con su actividad productiva.

Los autores subrayan las estrategias empresariales de los cooperativistas como parte del éxito en la medida que promueven la integración vertical que aprovecha las economías de escala y alcance en las diferentes actividades productivas. Los cooperativistas capturan, procesan y comercializan con su propia infraestructura, lo que les brinda la ventaja de obtener mayores

beneficios al conseguir mejores precios y relativos bajos costos de producción. Además, emplea artes selectivas y de limitado impacto al medio ambiental, situación que podría aprovecharse para diferenciar sus productos con objeto de lograr una especie de marca o certificación ambiental. Entre las oportunidades identificadas se observa que pueden mejorar su gestión para aprovechar los limitados esquemas de apoyo al productor que actualmente tienen los diferentes niveles de gobierno: gasolina subsidiada, apoyo a la infraestructura de transformación, fortalecimiento de la comercialización directa (no en playa) y otros más.

En el Capítulo 9, Casimiro Quiñónez Velázquez, Roberto Félix Uruga, Felipe Neri Melo Barrera y Enrique Morales Bojórquez analizan el manejo de pesquerías con énfasis en la pesquería de pelágicos menores y sardina en Baja California Sur. Para los autores el manejo de las pesquerías tradicionalmente se ha orientado a lograr el máximo rendimiento sostenido (MRS) involucrando el aspecto mediato del recurso explotado, esto es, su abundancia y en consecuencia la fracción de esta disponible para la captura. Actualmente, el manejo de las pesquerías incluye la evaluación de los stocks, las capturas, el esfuerzo de pesca e índices independientes de la pesquería. Una estrategia de manejo es un plan que indica la forma en que la captura debe ser obtenida, considerando que se deben reajustar las capturas a lo largo del tiempo dependiendo del tamaño del stock, de las condiciones económicas y sociales de la pesquería y, en algunos casos, hasta de la incertidumbre biológica que se reconoce en el stock mismo.

Para la pesca de pelágicos menores en México, no existe una estrategia de manejo propiamente dicha. La pesca de pelágicos menores en aguas mexicanas se inició en 1929 frente a las costas de Ensenada, Baja California, con capturas de 2,600 toneladas anuales, y a la fecha la pesca incluye el noroeste mexicano con capturas promedio mayores a 450,000 toneladas. De esta captura, más del 60% corresponde a la sardina del Pacífico, especie objetivo de la pesquería. Las pesquerías marinas capturan más de 90 millones de toneladas por año, que representan más del 80% de la producción pesquera global. Esto, en la mayoría de los casos, no es el resultado de un exitoso manejo pesquero, el cual requiere que los administradores trabajen con objetivos claros y precisos. Estos pueden ser biológicos, económicos, sociales y políticos. Por lo tanto, el biólogo pesquero debe interactuar con

diferentes disciplinas y buscar la mejor manera de establecer contacto con los administradores.

En el Capítulo 10, Felipe Galván Magaña analiza la pesquería de tiburón en Baja California Sur. La problemática básica de acuerdo al autor en la pesquería de tiburones es la falta de información estadística confiable que indique las capturas por especie de tiburones, ya que en lo general las estadísticas pesqueras especifican a nivel de grandes grupos de especies por ejemplo “tiburón” para especificar los tiburones grandes y “cazones” para reconocer a los tiburones pequeños, incluyendo a los juveniles de tiburones grandes.

La información presentada se refiere a dos áreas de Baja California Sur: Golfo de California y Costa Occidental de Baja California Sur con el fin de observar las especies de tiburones importantes y de los cuales se ha realizado investigación. Asimismo se discute la aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-029 para la protección de los tiburones y rayas en México. Debido a que su ciclo de vida no permite en la mayoría de las especies soportar una pesquería a largo plazo, ya que el número de crías es bajo (de dos crías a 50 máximo dependiendo de la especie), su edad de primera madurez (en la cual ya pueden reproducirse es alta: 5 a 7 años) y su gran longevidad (30 a 70 años). Un problema en este sentido es catalogar a los tiburones como si todas las especies tuvieran un mismo ciclo de vida; sin embargo, hay especies que tienen un mayor número de crías (15-50 en el tiburón azul), y algunas sólo dos (Familia Alopidae) cada año o cada dos años. Algunas especies de tiburones pequeños pueden reproducirse a los tres años de edad (p.ej. *Mustelus*) y podrían ser explotados comercialmente con base en un manejo pesquero adecuado y con respaldo del conocimiento biológico de la especie. Sin embargo la mayoría de las especies de tiburones maduran entre 6 a 7 años cuando alcanzan tallas entre 1.5 a 2 m., pero son capturados a tallas entre 0.80 a 1.80 m, en las cuales aun son juveniles y no han alcanzado a reproducirse.

Con respecto a las regulaciones aplicadas en México para la pesquería de tiburones, no existían hasta la aplicación de la Norma Oficial Mexicana 029 (NOM 029) a mediados de 2007, la cual tiene los lineamientos para protección de especies de tiburones, aunque no se tienen todos los estudios biológicos de respaldo para su protección o regulación. Sin embargo, esta medida precautoria es permitida a nivel internacional para la protección de

especies que son explotadas y sus poblaciones están disminuyendo. La NOM 029 tiene el objetivo de proteger a los tiburones y rayas basado en un manejo pesquero para su conservación y aprovechamiento. La Norma Oficial Mexicana NOM-029, esta dirigida para que los pescadores que capturan de manera dirigida o incidental las especies de tiburones y rayas. Esta norma incluye el uso de registros o bitácoras de la captura de estas especies para aportar información que permitirá regular la pesca y mantener la producción de tiburón en niveles sustentables. Asimismo se protege este recurso a través de: vedas por zonas y temporadas, prohibición del aleteo, limitación del esfuerzo pesquero, mejora de la selectividad de los sistemas y artes de pesca y protección de zonas de alta diversidad de especies (en arrecifes coralinos y desembocadura de ríos y lagunas).

En el Capítulo 11, Héctor Reyes Bonilla, Ma. Dinorah Herrero Pérezrul y Francisco Javier Fernández Rivera Melo estudian los aspectos económicos de los recursos pesqueros no tradicionales residentes en zonas de arrecifes del Golfo de California. Para los autores los arrecifes rocosos y coralinos han sido sitios relevantes para las actividades pesqueras por décadas, y representan una fuente importante de alimento. En México se ha hecho uso intenso de sus recursos arrecifales y existen varias pesquerías firmemente establecidas, para las cuales se tiene suficiente información biológica, poblacional, pesquera y se ha documentado en detalle su impacto social.

Los autores describen aspectos económicos ligados a dos recursos no tradicionales que curiosamente tienen un mercado fundamentalmente de exportación: los peces de ornato y el pepino de mar, en especial la especie *Isostichopus fuscus*. Se hace análisis de la organización de los pescadores, de los métodos de captura y del precio de estos productos, así como de la ganancia potencial para los pescadores. Se observa que tanto la pesca de ornato como la de pepino de mar ofrecen buenas perspectivas económicas, pero que el precio que se paga en playa tiene órdenes de magnitud menor al que se vende el producto al mercado internacional; este es quizá el problema fundamental de la actividad.

Los autores sugieren que los recursos pesqueros no tradicionales deben recibir mayor atención debido a su importancia como fuentes de ingresos para las comunidades pesqueras del Golfo de California. En el caso de los peces de ornato se requiere generar información biológica que permita el establecimiento de medidas de manejo apropiadas, y para el pepino de

mar es importante plantear medidas regionales de manejo a lo largo del golfo. También en ambos casos puede decirse que las regulaciones actuales han funcionado, y que gracias a eso tales recursos se encuentran en un nivel relativamente sustentable. Sin embargo, sus características naturales y su susceptibilidad a la pesca hacen pensar que acciones que se traduzcan en un incremento del esfuerzo pesquero y la captura, como pesca ilegal, aumentos de cuotas, o expedición de permisos en alto número, seguramente afectarán de manera seria a las poblaciones, y potencialmente al ecosistema arrecifal en general.

En el Capítulo 12, Magdalena Lagunas Vázquez, José Urciaga García, Luis Felipe Beltrán Morales, Germán Ponce Díaz y Salvador Lluch Cota, destacan la importancia de los recursos marinos y costeros en el desarrollo local con particular énfasis en la microregión Pacífico Norte de Baja California Sur. Los autores destacan la importancia de las cooperativas pesqueras y las iniciativas locales de uso y manejo de los recursos marinos y costeros en el desarrollo local.

Los autores indican que la diversidad de especies marinas que están sujetas a explotación comercial es amplia; algunas son de importancia por el volumen de captura que presentan, otras por el alto valor comercial que alcanzan. Sin embargo, la mayoría de estas especies se han sometido a grandes esfuerzos de explotación. Tal es el caso del abulón, por lo que se considera que esta pesquería está en retroceso, debido principalmente a la sobreexplotación del recurso y a la pesca ilegal. Respecto a la pesquería de langosta, es una pesquería estabilizada y sin problemas urgentes: a la fecha, según las capturas históricas, se puede considerar que se ha mantenido una captura estándar que no ha afectado negativamente a las poblaciones naturales.

Los autores consideran pertinente iniciar actividades alternativas de diversificación y complementación de estas pesquerías para los pobladores de las comunidades de la ZPN, tales como acuacultura, hidroponía, cultivos en invernaderos, turismo ecológico, servidumbres de conservación de la naturaleza, entre otras y recomiendan iniciar estudios poblacionales de las especies de escama que se extraen, así como cuantificar en cifras la producción de escama para determinar su aporte económico y su rentabilidad. Además, identificar actividades alternas, considerando las potenciali-

dades de la región como área natural protegida, importancia ecológica y cultural nacional, regional e internacional. Venta de servicios ambientales, educación ambiental, cultura de protección y manejo sostenible de los recursos naturales.

Insisten en la urgencia de la planificación del desarrollo respecto a las aptitudes del suelo y a las necesidades sociales de las personas involucradas, pues se observan problemáticas no muy lejanas con la tenencia de la tierra, el uso de los recursos marinos y costeros, los recursos de uso público, los bienes y servicios públicos y en especial el bienestar sociocultural, debido a que, en este lugar tan alejado de otros poblamientos humanos, este conjunto de comunidades se ha tenido que forjar una forma de vida, una cultura especial, muy propia, que indudablemente es reconocida y acogida por todos y cada uno de los habitantes de la zona, cuyos principios son muy relacionados con su manera de usar y manejar los recursos marinos y costeros del entorno.

Por último, en el capítulo 13 Luis César Almendárez Hernández, Germán Ponce Díaz, José Urciaga García y Luis Felipe Beltrán Morales analizan las relaciones entre mercado externo y desarrollo regional a partir del caso de la pesquería de langosta en Baja California Sur. Los autores identifican la importancia económica de la pesquería de langosta roja respecto al uso, manejo y conservación del recurso e identifican sus principales destinos comerciales y sus problemas indicadores asociados

Los autores destacan que a raíz de la incursión en el mercado de la presentación de langosta viva y debido a su alta demanda, sobre todo en el mercado oriental, se ha desplazado la demanda por langosta cocida, provocando una sub utilización de maquinaria y mano de obra en las plantas procesadoras de las cooperativas de la entidad. A partir del año 2004 con la certificación de esta pesquería, brinda mayores oportunidades a los pescadores de la zona Pacífico Norte pudiendo orientar a los pescadores a otro tipo de actividades relacionadas a la preservación del recurso. El impacto de esta pesquería sobre la región se ilustra cabalmente con el proceso de colonización por pescadores que ocurrió desde finales del siglo XIX y principios del XX, en la zona occidental de la península de Baja California, más específicamente en la zona de estudio que abarca; Isla de Cedros, B.C., y en B.C.S., Isla Natividad, Punta Eugenia, Malarrimo, Bahía Tortugas, Puerto

Nuevo, San Pablo, San Roque, Bahía Asunción, San Hipólito, Punta Prieta, La Bocana y Punta Abreojos.

La producción la llevan a cabo empresas cooperativas pesqueras, que comparten los fines económicos y sociales y mantienen un compromiso con el desarrollo social de las comunidades. Los habitantes de estas comunidades construyen un importante capital social mediante la cohesión social y los fines compartidos entre los miembros de las cooperativas; por ejemplo, gran parte de los ingresos que generan estas cooperativas los han dedicado a obras y mantenimiento de caminos, suministro de electricidad, provisión del servicio de agua potable, vigilancia de los recursos pesqueros y educación entre otros. Todos estos costos sociales en los que incurren las cooperativas, han soportado en gran medida el desarrollo de la región, lo cual sería prácticamente imposible sin su existencia

Por último, es importante destacar el esfuerzo interinstitucional de investigadores de las tres Instituciones en esta obra, para fortalecer el desarrollo regional mediante la atención conjunta a los diversos problemas que enfrenta la región así como para la integración de una red de trabajo e investigación en estos temas que articule las necesidades del desarrollo y reducción de la pobreza con la conservación del capital natural. Nuestro deseo es que los diversos actores compartan nuestro entusiasmo y optimismo.

Dr. Sergio Hernández Vázquez

Director General

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Dr. Rafael Cervantes Duarte

Director

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas

Lic. Rodrigo Guerrero Rivas

Rector

Universidad Autónoma de Baja California Sur

CAPÍTULO 9

Manejo pesquero: la pesquería de sardina en Baja California Sur

Casimiro Quiñónez Velázquez¹, Roberto Félix Uraga¹, Felipe Neri Melo Barrera¹, Enrique Morales Bojórquez²

Resumen

Actualmente, las pesquerías marinas capturan más de 90 millones de toneladas por año, que representan más del 80% de la producción pesquera global. Esto, en la mayoría de los casos no es el resultado de un exitoso manejo pesquero, el cual requiere que los administradores trabajen con objetivos claros y precisos. Estos pueden ser biológicos, económicos, sociales y políticos. Por lo tanto, el biólogo pesquero debe interactuar con diferentes disciplinas y buscar la mejor manera de establecer contacto con los administradores. El manejo de las pesquerías tradicionalmente se ha orientado a lograr el máximo rendimiento sostenido (MRS) involucrando el aspecto mediato del recurso explotado, esto es, su abundancia y en consecuencia la fracción de esta disponible para la captura. Actualmente, el manejo de las pesquerías incluye la evaluación de los stocks, las capturas, el esfuerzo de pesca e índices independientes de la pesquería. Una estrategia de manejo es un plan que indica la forma en que la captura debe ser obtenida, considerando que se deben reajustar las capturas a lo largo del tiempo dependiendo del tamaño del stock, de las condiciones económicas y sociales de la pesquería, y en algunos casos hasta de la incertidumbre biológica que se reconoce en el stock mismo. Para la pesca de pelágicos menores en México, no existe una estrategia de manejo en los términos anteriormente descritos. La pesca de pelágicos menores en aguas mexicanas se inició en 1929 frente a las costas de Ensenada, BC, con capturas de 2,600 t anuales, y a la fecha la pesca

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional, Apdo. Postal 592, La Paz, Baja California Sur, México 23000. ²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

incluye el noroeste mexicano con capturas promedio mayores a 450,000 t. De esta captura, mas del 60% corresponde a la sardina del Pacífico, especie objetivo de la pesquería.

1. Introducción

Los humanos han pescado desde la prehistoria, pero en los últimos 50 años las pesquerías se han extendido más rápido que nunca. Actualmente, las pesquerías marinas capturan más de 90 millones de toneladas por año, que representan más del 80% de la producción pesquera global. Las capturas se han incrementado debido a un aumento en la demanda de proteína animal por la población humana, y por los avances tecnológicos que han facilitado la captura, su procesamiento, distribución y venta. El incremento en el poder de pesca ha promovido la competencia entre pescadores, barcos y/o países que ha llevado al colapso económico de algunas pesquerías que se habían mantenido por siglos. Un exitoso manejo pesquero requiere que los administradores trabajen con objetivos claros y precisos. Estos pueden ser biológicos, económicos, sociales y políticos. Por lo tanto, el biólogo pesquero debe interactuar con diferentes disciplinas y buscar la mejor manera de establecer contacto con los administradores.

Los gobiernos y otras autoridades se ocupan del manejo de las pesquerías porque no se desean las consecuencias biológicas, sociales y económicas de una pesquería sin regulaciones. Los objetivos del manejo deben ser enfocados en asegurar el bien económico y social para futuras generaciones y/o proteger el hábitat y a las especies desde una perspectiva de conservación. Un efectivo manejo pesquero requiere claros objetivos apoyados con los mejores conocimientos científicos y adecuadas acciones para implementar el plan de manejo con la participación de los usuarios del recurso explotado, los pescadores. En gran medida, el éxito de un plan de manejo se sustenta en el convencimiento del pescador que las acciones persiguen un beneficio a corto y mediano plazo para la comunidad.

Los posibles objetivos del manejo pesquero pueden ser definidos como biológicos, sociales, económicos y políticos, algunos claramente dominan las decisiones de los existentes planes de manejo. El principal objetivo biológico es proteger al recurso de la sobre explotación que pondría en riesgo

su producción futura, y debido a que muchos stocks están en la actualidad sobre explotados, el objetivo será la recuperación del stock.

Muchas de las poblaciones de peces en el mundo están sobreexplotadas y los ecosistemas que las sostienen han sido degradados. Las consecuencias de la pesca, como la destrucción del hábitat, la mortalidad incidental de las especies no objetivo, los cambios evolutivos en la demografía poblacional y los cambios en la función y estructura de los ecosistemas, son cada vez más evidentes. A la fecha, el manejo de las pesquerías no ha sido efectivo en la mayoría de los casos, principalmente porque se ha enfocado a maximizar la captura de una sola especie objetivo y se han ignorado el hábitat, los depredadores y presas de las especies objetivo e interacciones del ecosistema (Pikitch *et al.*, 2004). También existen limitaciones en la interacción de los científicos con los administradores, así como que puede realmente alcanzarse a través de controlar el proceso de explotación de los recursos renovables.

El manejo de las pesquerías tradicionalmente se ha orientado a lograr el máximo rendimiento sostenido (MRS) involucrando el aspecto mediato del recurso explotado, esto es, su abundancia y en consecuencia la fracción de esta disponible para la captura. Se ha demostrado que las estimaciones de abundancia son insuficientes para asegurar la explotación de los recursos a largo plazo, a través de la elección de un balance entre la captura y el reclutamiento que maximice el rendimiento. Para que un programa de manejo de cualesquier pesquería sea exitoso debe incluir una descripción detallada de la estructura de la población, si esta integrada por stocks, comprender como interactúan entre ellos, definir sus límites geográficos (Ferris y Berg 1987) y los potenciales efectos sobre la estructura genética que puedan causar las decisiones del manejo (Allendorf *et al.* 1987).

2. El impacto de la pesca

La explotación de los recursos pesqueros tiene un gran impacto sobre el medio ambiente marino. Las pesquerías pueden inducir diferentes presiones selectivas, ya sea directamente a través de una mortalidad elevada, la cual es a menudo altamente selectiva o a través de las respuestas a nivel del ecosistema, ya que la explotación afecta la disponibilidad de alimento y el riesgo de depredación tanto en las especies objetivo como en las no-objeti-

vo (captura incidental). Las respuestas a la selección pueden observarse a dos niveles. Primero, al nivel de la comunidad algunas especies pueden sufrir más los efectos de la pesca que otras; algunas pueden incluso incrementar su abundancia. Las respuestas de las especies a la explotación están asociadas con sus historias de vida. En particular, las especies con una maduración tardía y con baja tasa de crecimiento individual, tienden a sufrir declinaciones más pronunciadas que las especies que maduran pronto y tienen un rápido crecimiento individual. Segundo, la composición fenotípica dentro de la especie también puede cambiar. Si la variabilidad fenotípica tiene una base genética, entonces la selección inducida por la pesca puede resultar en cambios evolutivos en los rasgos de la historia de vida, influenciando los rendimientos sostenibles, los rasgos de conducta (e.g. conductas para prevenir el arte de pesca), y los rasgos morfológicos. (Heino y Godo, 2002).

Todas las poblaciones de peces incluidas en una pesquería comercial o deportiva, serán inevitablemente, a largo plazo, modificadas genéticamente por la captura. Si los procedimientos de cultivo producen un stock genéticamente indeseable, ese stock puede a menudo ser abandonado y un nuevo stock se traerá al criadero desde el medio natural. Sin embargo, las poblaciones naturales con cambios genéticos recesivos causados por la explotación, no pueden ser desechadas rápidamente. Tales cambios pueden tomar muchas generaciones para ser corregirlos (Allendorf *et al.*, 1987).

A pesar de su importancia, los efectos genéticos han sido muy ignorados en el manejo pesquero por varias razones. Es difícil demostrar los cambios genéticos en las poblaciones naturales. Los cambios observados en las características importantes como la supervivencia, tasa de crecimiento, edad de madurez sexual, etc. pueden ser causados por cambios tanto ambientales como genéticos. También es difícil pronosticar cuales cambios genéticos ocurrirán con diferentes regímenes de explotación. Para evaluar los cambios genéticos, se debe conocer como están siendo capturados los peces con diferentes fenotipos y rasgos. (Allendorf *et al.*, 1987).

La pesca probablemente es la mayor fuente de mortalidad en la mayoría de los stocks de peces explotados comercialmente. La gran mayoría (69%) de los stocks de peces marinos importantes o están totalmente explotados, sobre-explotados, agotados o en recuperación (FAO 1998). Al mismo tiempo, muchas especies no-objetivo están siendo sin duda influenciadas negati-

vamente y no existe manera de evaluar ese efecto por falta de información sistemática. La práctica de la pesca también puede causar daño físico al medio ambiente. El gran impacto ejercido por las pesquerías modernas sobre los ecosistemas marinos ha aumentado la preocupación acerca de la sustentabilidad, no sólo desde el punto de vista tradicional de la pesquería mono-específica, sino desde el de ecosistema. Un riesgo extra para la sustentabilidad, que aún no ha sido considerado seriamente en el manejo de las pesquerías, es el cambio genético en los stocks individuales en respuesta a los efectos selectivos de la pesca (Heino y Godo, 2002).

En principio, si la presión de pesca disminuye, la recuperación de la comunidad debería ser posible, siempre y cuando ninguna especie haya sido llevada al borde de la extinción y que la pesca no haya producido un daño irreversible al ambiente físico. El tiempo necesario para que un stock retorne a su abundancia natural, depende de hasta que grado fue agotado, así como en la capacidad intrínseca de recuperación de esa especie. Los stocks severamente agotados con bajas tasas de incremento, requerirán un mayor tiempo para recobrase. Al nivel de comunidad, el tiempo mínimo para la recuperación esta determinado por las especies con el tiempo mas largo de recuperación (Heino y Godo, 2002).

3. El manejo pesquero

Para un efectivo manejo de las pesquerías, se ha recomendado que el enfoque de ecosistema sea considerado de manera más amplia y consistente. El manejo de las pesquerías basado en el ecosistema (MPBE), es una nueva dirección que invierte el orden de las prioridades del manejo, iniciando con el ecosistema en lugar de las especies objetivo (Pikitch *et al.*, 2004). El objetivo global del MPBE es mantener saludables los ecosistemas marinos y las pesquerías que ellos soportan. En particular, el MPBE debería (i) prevenir la degradación de los ecosistemas, (ii) minimizar el riesgo de cambios irreversibles de las uniones naturales de especies y procesos del ecosistema, (iii) obtener y mantener los beneficios socioeconómicos a largo plazo sin alterar el ecosistema y (iv) generar el suficiente conocimiento de los procesos del ecosistema para entender las probables consecuencias de las acciones humanas.

Para un manejo efectivo de pesquerías que explotan varios stocks o subpoblaciones, es esencial que cada uno de los stocks sea identificado y que se evalúe la magnitud de su contribución. Sin el beneficio de esta información, las agencias de pesquerías pueden basar sus regulaciones solamente en la presencia de los stocks numéricamente fuertes y no tener conciencia de que los stocks más débiles están siendo agotados; o ellos pueden enfocarse a proteger los stocks más débiles, y que al final los más fuertes sean sub explotadas (Pella y Milner 1987). El manejo de pesquerías de varios stocks es difícil debido a que la tasa de cosecha óptima de los stocks participantes es diferente y depende de la fuerza relativa de estos stocks. Si un stock es fuerte, este puede ser capturado a mayor intensidad (e.g. 80-90%) y aun dejar el suficiente número de reproductores para perpetuar la población a un nivel sustentable; sin embargo, para un stock numéricamente agotado, el máximo de cosecha podría ser quizás de 10-20%. Cuando la pesca se dirige hacia una mezcla de stocks, ninguno puede ser capturado a un nivel óptimo; o los más débiles son sobre-explotados o los más fuertes son sub-explotados. El manejo apropiado requiere de información sobre la contribución relativa de los diferentes stocks a la captura total, que permita la toma de decisiones sobre cuándo, dónde y cómo pescar (Félix-Uraga *et al.*, 2005). Para lograr este objetivo, los diferentes stocks necesitan ser reconocidos. (Utter 1991).

La maximización del rendimiento sostenido fue un objetivo del manejo de pesquerías desde los años 50s. Esto ubicó a las poblaciones en un alto riesgo; no respondió a la variabilidad espacial en la productividad; no respondió al efecto de otras especies además de las especies objetivo; consideró sólo los beneficios, no los costos de pesca, y era sensible a la presión política. De hecho, no se consideró a la sustentabilidad como una meta; además, la meta del MRS no era holística y se omitieron muchos aspectos pertinentes (Botsford *et al.* 1997).

Actualmente, el manejo de las pesquerías incluye la evaluación de los stocks para estimar los parámetros de la especie objetivo, a partir de la estructura por tallas y edades de las capturas, del esfuerzo de pesca y de índices independientes de la pesquería. En el formato institucional más común para el manejo de las pesquerías, los científicos pesqueros formulan acciones potenciales de manejo basados en estas estimaciones, luego las propor-

cionan a los administradores de las pesquerías, quienes ponderan sus consecuencias sociopolíticas para decidir qué acciones implementar. Esta estructura conduce a incrementar constantemente la presión de la pesca. Los administradores están bajo una constante presión política para que permitan una mayor captura, debido a los beneficios a corto plazo para la sociedad (trabajos y ganancias), y los asesores científicos no pueden especificar con certeza si el siguiente incremento conducirá a la sobrepesca de la población y colapso de la pesquería (Botsford *et al.* 1997).

Las propuestas para solucionar la falta de sustentabilidad de las pesquerías, es que deben modificarse dos elementos que causan la sobrepesca: reducir la incertidumbre en el pronóstico de los efectos de las acciones de manejo o reducir la presión sobre los administradores para que incrementen la captura. Debido a las recurrentes fallas para sostener las capturas, los científicos pesqueros han desarrollado un marco de referencia para prevenir una reducción significativa de la abundancia. El cual operan con umbrales por debajo de las acciones a implementar para recuperar las poblaciones. Un mayor holismo en el manejo de pesquerías puede alcanzarse si se consideran las interacciones entre las especies objetivo y no-objetivo, las fuerzas físicas de gran escala y reducir la presión sociopolítica para una mayor captura en condiciones de incertidumbre (Botsford *et al.* 1997).

Sin embargo, porque existe un grado inherente de incertidumbre en el sistema, siempre existirá el riesgo de sobre-explotación.

4. Enfoques de manejo pesquero

Se han planteado varios métodos para integrar y analizar toda la información disponible de una pesquería (p.e. estructura de edad, de tallas, índices independientes, etc.). Deriso *et al.* (1985, 1996) y Deriso (1993) utilizaron simultáneamente varios indicadores de abundancia relativa para calibrar un modelo de captura a la edad, que fue una variante del tradicional APV (Pope, 1972). Gavaris (1988) usó una metodología alternativa al planteamiento de Deriso *et al.* (1985) donde la CPUE (índice relativo de abundancia) puede ser relacionado linealmente con la abundancia poblacional sin ser directamente proporcional. Methot (1989) modifica el algoritmo de estimación de suma de diferencia de cuadrados a una función de máxima verosimilitud,

basándose principalmente en el núcleo de la distribución normal. Jacobson *et al.* (1994a), Butterworth *et al.* (1999) y Shepherd (1999) proponen funciones de penalización para datos o índices de mayor representatividad en las funciones objetivo que se utilizan para parametrizar los modelos, las cuales varían entre la suma de diferencias cuadráticas y algoritmos de máxima verosimilitud.

La dinámica de las generaciones es un factor clave en los cambios en abundancia de una población explotada. Por consiguiente, comprender los mecanismos de cómo suceden esos cambios permite evitar la sobre-pesca, la cual se puede definir de dos formas: a) sobre-pesca del crecimiento (un exceso en la mortalidad por pesca sobre los individuos jóvenes de una generación); b) sobre pesca de reclutamiento (presión de pesca sobre la fracción adulta de la población a niveles que reducen el potencial reproductivo) (Haddon, 2001).

Existen diferentes enfoques para explicar la dinámica de las generaciones o relación stock-reclutamiento. Algunos proponen soluciones determinísticas, p.e. Ricker (1975), Beverton y Holt (1957), Cushing (1971), Shepherd (1982) que se apoyan sobre relaciones funcionales dependientes de la densidad de stock reproductor. Mientras que otros proponen soluciones estocásticas, p.e. Getz *et al.* (1987) y Rostchild y Mullin (1985) que asumen que la variabilidad del reclutamiento pueden ser explicada desde matrices de probabilidad. Ludwig y Walters (1981) y Walters y Ludwig (1981), incorporan el efecto estocástico en la relación stock-reclutamiento, asumiendo que existe error asociado a los datos (incertidumbre de observación), y error estadístico asociado al modelo (incertidumbre de proceso); adicionalmente, incorporan como técnicas de estimación de parámetros las funciones de máxima verosimilitud asumiendo una distribución lognormal.

Algunos modelos han sido también modificados o adaptados para incluir el efecto del ambiente, asumiendo relaciones empíricas entre el ambiente y la población. Doi (1973) utilizó un modelo lineal simple para explicar la relación entre el reclutamiento y una serie de factores ambientales, los cuales fueron transformados a un conjunto de funciones ortogonales empíricas, y posteriormente utilizadas como variable independiente en la función lineal. Tang (1985) y Tang *et al.* (1989) propusieron un despeje algebraico del coeficiente asociado a la mortalidad independiente de la densidad del

modelo de Ricker. Lo que les permitió relacionar linealmente dicho coeficiente con variables ambientales usando un modelo lineal múltiple, estimando diferentes trayectorias del modelo de Ricker las cuales describieron adecuadamente cada punto de la relación stock-reclutamiento.

Adicionalmente, la definición del reclutamiento es un problema de difícil conciliación, ya que por definición, el reclutamiento se puede considerar como el número de organismos a cualquier fase del ciclo de vida posterior a la etapa de huevo (Hilborn y Walters, 1992). Como consecuencia, la definición de la fuerza de la clase anual de un recurso depende del éxito del reclutamiento, en función a la supervivencia de los reclutas (Haddon, 2001). Esta condición de supervivencia es afectada por las condiciones del ambiente, tales como disponibilidad del alimento, área adecuada para el desove, así como depredación y canibalismo. Una forma de explicar la relación stock-reclutamiento es la demostración de hipótesis estadísticas relacionadas con la función de densidad del error (observación y proceso) en los modelos stock-reclutamiento (Ludwig y Walters, 1981; Walters y Ludwig 1981; Schnute, 1991; Hilborn y Walters, 1992; Morales-Bojórquez, 2002). El primero corresponde a las variaciones en el reclutamiento por factores no incluidos en el modelo, es decir, otras fuentes ajenas al tamaño del stock adulto (Ludwig y Walters, 1981), y el segundo a variaciones debidas a la incertidumbre en el verdadero valor del stock, que es principalmente una consecuencia de errores en los métodos de estimación, tales como APV, CANSAR, ADAPT o sus variantes (Walters y Ludwig 1981). En la medición del error en la relación stock-reclutamiento se identifican dos tipos de efectos: 1) los parámetros estimados pueden ser inconsistentes como un resultado de autocorrelación en la forma de ajustar el modelo y 2) la cantidad de información disponible puede ser sobrevalorada. En ambos casos los parámetros calculados presentan un importante sesgo (Walters y Ludwig, 1981).

Una forma de sesgo en el estimado de los parámetros resulta cuando la influencia del ambiente sobre el reclutamiento tiene un componente aleatorio en la forma de variaciones periódicas (Armstrong y Shelton, 1988), de esta manera, aunque la variabilidad aleatoria sea frecuentemente introducida dentro de los modelos poblacionales para incrementar su capacidad de ajuste, hay evidencias que muestran que la variabilidad interanual no es un

efecto aleatorio (Huato-Soberanis y Lluch-Belda, 1987; Lluch-Belda *et al.*, 1989, 1991, 1992a, 1992b). Algunos mecanismos de forzamiento ambiental de baja frecuencia han sido sugeridos para explicar tendencias en poblaciones marinas (Cisneros-Mata *et al.*, 1996; Armstrong y Shelton, 1988); no obstante, un procedimiento común para el estudio de la relación stock-reclutamiento es el análisis de la estructura del error dentro del mismo modelo (Schnute, 1991). La evaluación final del error a través del análisis del error de proceso y observación puede mostrar la precisión de los parámetros estimados (Freeman y Kirkwood, 1995), especialmente cuando la relación stock-reclutamiento es la base sobre la cual se proponen estrategias de manejo en una determinada pesquería (Basson *et al.* 1996).

Si consideramos pesquerías constituidas por organismos con estrategias de vida tipo “r”, una de las suposiciones más comunes es basarse sobre cohortes anuales (Beddington *et al.*, 1990; Agnew *et al.*, 1998; Rosenberg *et al.*, 1990). Así, la modelación depende básicamente del reclutamiento inicial y del tipo de estrategia de explotación que se adopte, en este caso, el escape proporcional constante que está ligado a la mortalidad por pesca (Rosenberg *et al.*, 1990). Bajo esta circunstancia, el objetivo del manejo depende de la capturabilidad, la cual es estimada a partir de índices de abundancia relativa (p.e. captura por unidad de esfuerzo), así se supone que en la evaluación del recurso, el índice de abundancia utilizado es proporcional a la abundancia (Hilborn y Walters, 1992). Sin embargo, esto no se reconoce como tal, ya que en diferentes pesquerías se han observado patrones de hiperestabilidad, la cual se define cuando el índice de abundancia relativo permanece alto, mientras la abundancia declina (Harley *et al.*, 2001), la hiperestabilidad ha sido observada en pesquerías de pelágicos menores (MacCall, 1976; Martínez *et al.*, 1996). Otra relación de no proporcionalidad es definida como la hiperdepleción, en la cual se observa que el índice de abundancia relativa declina más rápido que la abundancia (Harley *et al.*, 2001). Cuando la hiperestabilidad o la hiperdepleción se observan, las estrategias de manejo pueden fallar (Adkinson y Peterman, 1996; Robb y Peterman, 1998). Por lo tanto, los objetivos de manejo y las estrategias seleccionadas tienen un alto riesgo bajo cualquiera de estas condiciones.

Si un patrón de hiperestabilidad está presente al realizar estimaciones de reclutamiento con modelos de extracción sucesiva, Hilborn y Walters

(1992) consideran que son posibles sobrestimaciones de capturabilidad entre el 30% y el 50%. Esto es comúnmente observado por curvaturas en el ajuste de los modelos. Este efecto ha sido observado en *Dosidicus gigas*, *Illex argentinus*, *Loligo vulgaris* y *L. forbesi* (Basson *et al.*, 1996; Morales-Bojórquez *et al.*, 2001; Royer *et al.*, 2002), así como en *Sardinops caeruleus* (Arreguín-Sánchez, 1996). La consecuencia de esta curvatura en los modelos de extracción sucesiva está relacionada a una capturabilidad que no es constante en el tiempo, o bien con la posibilidad de varios grupos de edad en la población (Basson *et al.*, 1996; Morales-Bojórquez *et al.*, 2001), en cualquier circunstancia, las estrategias de manejo deben ser corregidas. Por consiguiente, la capturabilidad es un parámetro importante (Arreguín-Sánchez, 1996), y no solo un parámetro que representa un efecto de escala de los datos y que carece de importancia directa en las políticas y decisiones de manejo (Walters y Ludwig, 1994). En consecuencia, algunos enfoques metodológicos han sido desarrollados para estimar la capturabilidad a la edad (Atran y Loesch, 1995), o la capturabilidad a la longitud (Harley y Myers, 2001), asimismo evaluar el efecto que tiene el ambiente y los tipos de arte de pesca sobre la capturabilidad (Addison *et al.*, 2003; Goñi *et al.*, 2003). Los resultados de estos enfoques han mejorado las recomendaciones sobre manejo, reduciendo la variación de los estimados de mortalidad por pesca.

La discusión sobre la importancia de la capturabilidad en el análisis pesquero, debe ser abordada desde su aplicación en la evaluación de poblaciones, así como de sus modelos alternativos de estimación. La precisión en la capturabilidad no es trivial, ya que en el manejo usualmente se considera un control de esfuerzo, para mantener la biomasa desovante por arriba de un nivel de riesgo para la población, y reducir la probabilidad de un bajo reclutamiento en temporadas sucesivas (Basson *et al.*, 1996; Royer *et al.*, 2002). También se ha observado que errores de medición en datos de captura y esfuerzo tienen impacto sobre los parámetros estimados (Chen y Fournier, 1999). El análisis de la variación de la capturabilidad puede dar alguna información sobre el comportamiento del stock y de la eficiencia de la pesca, y en consecuencia contribuir a mejorar las metas de manejo de una determinada pesquería, tales como cambios en la mortalidad por pesca durante la temporada de pesca, ya que en cualquier pesquería el principal elemento de manejo es el esfuerzo (Hilborn y Walters, 1992). Detectar a tiem-

po los cambios en capturabilidad ha sido útil para pesquerías como el salmón o calamar, donde la estrategia de manejo se sustenta en mantener un valor de escape proporcional constante que depende de la mortalidad por pesca (Hernández-Herrera *et al.*, 1998; Robb y Peterman, 1998).

Cuando se trata de implementar una estrategia de manejo con poca información biológica, los modelos globales de producción son herramientas útiles para la evaluación de poblaciones explotadas, su principal ventaja es que pueden ser usados sin la necesidad de tener un amplio conocimiento de la información biológica de la especie en cuestión, es decir, conocimiento previo de la estructura de edades o tallas, tasas de mortalidad o cualquier otro aspecto de su dinámica poblacional (Haddon, 2001). Se basan principalmente en el conocimiento de un indicador de abundancia relativa, principalmente la captura por unidad de esfuerzo y del esfuerzo pesquero ejercido (Cisneros-Mata *et al.* 1996). Los modelos de producción excedente se criticaron mucho debido a su cualidad de suponer equilibrio, definido como un cambio de $B = 0$, donde B representa la biomasa (Quinn II y Deriso, 1999). La variante que evita esta condición, es la de los modelos dinámicos (Hilborn y Walters, 1992). Estos modelos pueden ser resueltos con diferentes indicadores de la pesquería, los cuales pueden ser independientes (p.e. índices de larvas o huevos estimados con cruceros de investigación), o dependientes de la pesquería (p.e. captura por unidad de esfuerzo) (Punt y Hilborn, 1996; Quinn II y Deriso, 1999; Haddon, 2001) .

5. Riesgo compartido y administración

Con base en lo anterior, la elección entre las alternativas de ordenación dependerá en gran medida de las características y circunstancias específicas de la pesca, y de los objetivos del manejo. Sin embargo, esta elección deberá basarse en una serie de criterios que incluyan aceptación por parte de los pescadores, ejecución gradual, flexibilidad, estimulación de la eficacia e innovación, pleno conocimiento de los costos de reglamentación, y prestar debida atención a las repercusiones de la distribución y el empleo (Panayotou, 1983).

En primer lugar, para que una reglamentación de ordenación tenga serias posibilidades de éxito a costo de ejecución económicamente justifica-

ble y con un grado de acción política aceptable, debe contar con el apoyo de la mayoría de los pescadores, lo cual es especialmente importante, ya que en determinado momento las medidas que se adopten puedan representar para ellos una amenaza de su tradicional forma de vida y fuente de subsistencia. Por ello, un segundo criterio para la selección de una reglamentación de ordenación, es que está sujeta a una ejecución gradual. Un tercer criterio es que debe ser lo suficientemente flexible para permitir reajustes en los cambios económicos y biológicos. La flexibilidad de las pesquerías multiespecíficas es particularmente importante debida, en ocasiones, al escaso conocimiento de las interacciones entre las diferentes especies y de las reacciones de la composición de la población a los cambios de esfuerzo. Un cuarto criterio es que la reglamentación deberá estimular a la pesca para que se realice a un costo medio mínimo, y de incentivos para mejorar la eficacia mediante cambios tácticos en las características de la pesca y cambio innovadores en la tecnología pesquera. Un quinto criterio es que la reglamentación tome plenamente en consideración los gastos relativos a las investigaciones, la ejecución y vigilancia de las medidas adoptadas, por ejemplo, el tamaño de luz de malla o el establecimiento de los impuestos relativos a los esfuerzos. Un sexto y último criterio son considerar las repercusiones regionales en el empleo y distribución de éste con relación a la pesca.

Teniendo en cuenta estos criterios y restricciones bajo las cuales se lleva a cabo la pesca, se podrían considerar las siguientes alternativas de ordenación: selectividad, restricción del equipo de pesca, tales como el tamaño de malla o anzuelos, lo cual tiene por propósito mantener la estructura de edad de la población, permitiendo que los peces no maduros crezcan y sean más valiosos, y permitiendo al menos una reproducción antes de su captura. Las vedas estacionales y de áreas tienen por finalidad mejorar la productividad del recurso al garantizar un desove sin interrupción y la protección de los peces juveniles, también logrando así un control del esfuerzo y la captura. Restricciones en los equipos de pesca, tales como la utilización de venenos, explosivos, o redes de arrastre en ciertas áreas.

Establecer controles del esfuerzo de pesca, tal como limitaciones en el número de unidades de pesca, de la cantidad de equipo, o de la capacidad de captura de las embarcaciones, tiene por finalidad mejorar el rendimiento económico de la pesca mediante la eliminación directa del esfuerzo excesi-

vo. Cuotas de captura, su propósito es mejorar la productividad de las poblaciones mediante el control directo de la mortalidad por pesca. Teóricamente, toda cuota de captura puede establecerse y ejecutarse manteniendo la población en un nivel deseado de producción. Controles económicos tales como: impuestos sobre el esfuerzo o la captura, o bien licencias de pesca. Asignación de recursos mediante derechos territoriales, tales como acuerdos de arrendamiento o asignaciones de propiedad con respecto a una superficie o población, tienen por finalidad crear el medio adecuado para una auto reglamentación mediante el establecimiento de una propiedad comunitaria relativa a recursos potencialmente explotables.

6. Estrategias de manejo

Una estrategia de manejo es un plan que indica la forma en que la captura debe ser obtenida desde un stock determinado, considerando que se deben de reajustar las capturas a lo largo del tiempo dependiendo del tamaño del stock, así como de las condiciones económicas y sociales de la pesquería, y en algunos casos hasta de la incertidumbre biológica que se reconoce en el stock mismo (Hilborn y Walters, 1992). Una característica deseable en una estrategia de manejo es que no debe ser una regla anual de regulaciones, sino más bien un plan que debe ser robusto a las fluctuaciones biológicas impredecibles e incontrolables que son ocasionadas por la dinámica del stock y de su ambiente. Así, el diseño de una buena estrategia de manejo no debe ser modificado debido a la presencia de buenas o malas clases anuales, y tampoco debe ser modificado debido a las variaciones normales del mercado. Las estrategias de manejo también deben estar ligadas con el objetivo de la pesquería, es decir, el propósito de la pesquería que maximizará los beneficios de los pescadores bajo determinadas restricciones biológicas. Otra característica es que deben considerar decisiones políticas, sociales, biológicas y económicas formuladas al más alto nivel político, con la participación activa de todos los usuarios de la pesquería.

Las estrategias de manejo se limitan a tres formas básicas de administración, la primera es la asignación de cuotas de captura, también entendida como captura constante, la segunda es la tasa de explotación constante, denominada en inglés "harvest rate", y la última que corresponde a un esca-

pe proporcional constante (Hilborn y Walters, 1992). La estrategia de captura constante, es una forma de administración que no depende la biomasa del stock explotado, sino que es independiente de su abundancia, por lo tanto, mantener un tamaño de stock moderadamente alto es esencial (Caddy y Mahon, 1995). La tasa de explotación constante se refiere a la extracción de una fracción constante de la biomasa a lo largo de un determinado periodo de tiempo, lo que implica que se debe de tener una adecuada estimación de la abundancia del recurso, es decir, si se autoriza una tasa de explotación de 0.5, entonces se podrá pescar hasta el 50% de la biomasa disponible de cada año (Hilborn y Walters, 1992; Caddy y Mahon, 1995). Por último, la estrategia basada en el escape proporcional constante, se apoya en la idea principal de mantener el stock reproductor en un tamaño constante y proporcional a la biomasa, así que esta estrategia de manejo también depende de la adecuada estimación de la abundancia del stock.

7. Estrategias para la sardina del Pacífico

Para la sardina del Pacífico de Bahía Magdalena, en Baja California Sur, México, no existe una estrategia de manejo en los términos anteriormente descritos. A cambio de ello, sí se cuenta con información sobre la relación entre el ambiente marino y la pesquería. A nivel de la corriente de California Lluch-Belda *et al.* (1989, 1991, 1992a, 1992b) han analizado las fluctuaciones en las poblaciones de sardina y anchoveta dentro de los sistemas de las corrientes de Humboldt, de California, de las Canarias y de Kuroshio, descubriendo patrones de cambio a escala mundial, el cual quedó definido como el problema del régimen. En el caso particular de la corriente de California, se han observado fluctuaciones que se relacionan directamente con la temperatura superficial del mar y el índice de surgencia, los cuales dentro de ciertos intervalos pueden favorecer la expansión o contracción de la población, donde la presencia de la anomalía térmica denominada El Niño Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) tiene un papel importante. Precisamente bajo este marco, se plantea un modelo hipotético sobre las fluctuaciones de la sardina de California, el cual explica que durante periodos calidos la población se desplaza hacia el norte, lo que reduce su área de distribución y de reproducción; sin embargo, durante periodos fríos la sardi-

na se distribuye hacia zonas sureñas aumentando con esto su área de reproducción. Lo que influye de forma determinante en la administración de la pesquería de pelágicos (Perrota *et al.*, 2001).

Esta serie de cambios y de condiciones presentes en el medio oceanográfico, dan una explicación sobre la presencia de eventos a gran escala que influyen directamente sobre la abundancia de la población de *S. sagax*, en la cual los periodos de calentamiento crean una redistribución de la población hacia zonas norteñas de la corriente de California. Sin embargo, un patrón de este tipo resulta tener un efecto negativo en las capturas de la zona comprendida entre Isla Cedros y Bahía Magdalena, debido al aparente desplazamiento de grandes fracciones de la población de acuerdo con un patrón térmico, para el que Alvarado-Castillo *et al.* (1994) han sugerido un modelo de distribución anual dentro de la zona de estudio, el cual indica que las altas temperaturas superficiales del mar favorecen los movimientos de la población hacia el norte de Bahía Magdalena durante el verano y el otoño, mientras que las disminuciones de temperatura en invierno y primavera provocan desplazamientos hacia el sur de Isla Cedros, por lo que es posible que este movimiento pueda aumentar su escala espacial y temporal en cuanto a la presencia de los eventos ENSO se refiere.

Si este patrón de desplazamientos sucede de esta manera, entonces se debería proponer una estrategia de manejo que se basara en un enfoque precautorio, el cual de acuerdo con Caddy y Mahon (1995), se debe aplicar a la conservación, administración y explotación de stocks pesqueros altamente migratorios y que comparten aguas de diferentes estados. En caso contrario a México, en Estados Unidos existe un plan de manejo de la pesquería de pelágicos menores, y en el caso de la sardina, se ha hecho un anexo donde se establece la proporción de biomasa disponible para los Estados Unidos sobre la base de que el stock se distribuye entre las zonas económicas exclusivas de ambos países (Conser *et al.*, 2001). Los resultados de la evaluación de sardina en Estados Unidos mostraron que la distribución del recurso puede ser de hasta un 87% en aguas de Estados Unidos, y que su captura puede ser de hasta 110,000 toneladas.

En México se deben de plantear alternativas de evaluación de sardina, que explícitamente se dirijan a proponer una estrategia de manejo. Así se podrían confrontar las alternativas de explotación y uso del recurso con lo

expuesto por los estados vecinos, pero sobre todo se podría generar una política de explotación que permitiera evaluar el éxito de la administración, y orientar la investigación hacia lo que es verdaderamente útil en materia de desarrollo y mantenimiento de la pesquería, que debe ser en orientación a un manejo adaptativo (Hilborn y Walters, 1992) y un enfoque precautorio (Caddy y Mahon, 1995).

8. La pesquería de pelágicos menores en la costa occidental mexicana

La pesca de pelágicos menores en aguas mexicanas se inició en 1929 frente a las costas de Ensenada, BC, con capturas de 2,600 t anuales. El colapso de la pesquería en California a partir de la década de 1950, impactó también a la región de Ensenada determinando el desplazamiento hacia el sur de la pesquería mexicana hacia nuevas áreas como Isla Cedros, Bahía Magdalena (Félix-Uraga, 2006) y Golfo de California (Cisneros-Mata et al., 1995,1996), siendo en este último lugar donde se registran los mayores rendimientos. Las especies que componen la captura de pelágicos menores son: *Sardinops sagax*, *Opistonema libertate*, *O. bulleri*, *O. medirastre*, *Cetengraulis mysticetus*, *Scomber japonicus* y *Engraulis mordax*. La principal especie objetivo de la pesquería es la sardina del Pacífico, *Sardinops sagax*, con un porcentaje alrededor del 60% de la captura. Este porcentaje se incrementa a cerca del 75% sin considerar la captura descargada en Mazatlán, Sinaloa, donde no se registra sardina del Pacífico y al 84% de la captura de pelágicos menores en la costa occidental de Baja California. La flota sardinera mexicana la componen 96 embarcaciones que varían entre 60 a 120 t de capacidad de acarreo; de estas embarcaciones 27% están registradas en Baja California, 7.3% en Baja California Sur, 10.4% en Sinaloa y el resto 53% en Sonora. Se tienen registros de la captura de pelágicos menores en la costa occidental mexicana desde 1940, la cual ha oscilado desde volúmenes mínimos de 2,408 t en 1942 a 575,955 t en 1981. Hasta el año de 1959, la pesca de pelágicos menores en México se realizaba exclusivamente en la periferia de Ensenada, BC, con una captura promedio de 11,800 t por año. Para inicios de 1960, la zona de pesca ya se extendía hasta Isla de Cedros, BC y para 1970 se extendía hasta Bahía Magdalena, BCS y Golfo de

California (Guaymas, Son.). Estos cambios en la zona de pesca, se vieron reflejados en los volúmenes de captura, los cuales se incrementaron hasta 40,000 t por año en la década de los 60's, a más de 200,000 t durante los 70's y desde entonces a la fecha los rendimientos promedios se han mantenido a más de 450,000 t por año.

Respecto a los cambios en rendimiento de la pesquería de pelágicos menores de la especie objetivo, la sardina del Pacífico, estos también han presentado un incremento constante. De los 40's hasta fines de los 50's, cuando la zona de pesca se limitaba a la región de Ensenada, la captura anual promedió 7,000 t; cuando la zona de pesca se extendió hasta Isla de Cedros, desde 1960-1967, la captura promedio se incrementó a más de 20,000 t anuales; posteriormente, cuando la pesquería se cerró en Ensenada y la pesca se realizaba desde isla de Cedros hasta el Golfo de California, durante 1968-1980, la captura anual fue cercana a 40,000 t; desde entonces a la fecha, la captura promedio anual se ha incrementado cinco veces alcanzado las 200,000 t y en el Golfo de California se capturan en promedio más de 100,000 t. También en este último periodo, la pesca de sardina en Isla de Cedros se cerró, en 1994, por problemas económicos y la pesca se reinició en Ensenada en 1984.

Para Bahía Magdalena la flota pesquera está integrada por siete embarcaciones que varían entre las 60 y 120 t de capacidad de acarreo. Las especies que componen la captura son *Opistonema libertate*, *Cetengraulis mysticetus*, *Scomber japonicus* y *Sardinops sagax*. La sardina del Pacífico, *S. sagax*, representa en promedio el 85% de la captura total, no obstante que la pesca se realiza a lo largo del año, la sardina del Pacífico es más abundante durante abril a agosto (Felix-Uraga et al., 1996). Los rendimientos de la sardina del Pacífico en esta zona de pesca han mostrado cambios interanuales, durante 1972 a 1993 se capturaron en promedio 10,000 t anuales y de 1994 a 2006 la captura promedio se incremento a 35,000 t anuales.

9. Evaluación de la población de sardina en Bahía Magdalena

Morales-Bojórquez (2006) analiza la estructura de edad de la captura y la CPUE de la pesquería de sardina en Bahía Magdalena, durante 1981-1998,

utilizando el modelo CANSAR (Deriso, 1993) e incorporando indicadores de abundancia independientes de la pesca, abundancia de huevos y larvas, y Félix-Uraga (2006) analiza para la misma zona de pesca el número de individuos capturados por grupo de edad durante 1981 a 2002, mediante el análisis de población virtual (APV) de acuerdo al método de Pope (1972), para estimar la biomasa total, biomasa vulnerable e intensidad del reclutamiento como cantidades de manejo. El análisis de Félix-Uraga (2006) consideró la estructura de stocks de la población de sardina y su distribución espacio temporal (Félix-Uraga *et al.* 2005), motivo por el cual las estimaciones de las cantidades de manejo son menores en Morales-Bojórquez (2006).

Las estimaciones de Félix-Uraga (2006), incluyen al stock de sardina que se distribuye a lo largo de la península de Baja California y se captura tanto en Ensenada como en Bahía Magdalena y las estimaciones de Morales-Bojórquez (2006) reflejan los cambios interanuales de la disponibilidad del stock de sardina en Bahía Magdalena a causa del patrón de distribución estacional y del evento El Niño-La Niña que intensifica el patrón estacional impactando de manera negativa-positiva la disponibilidad de sardina del Pacífico en Bahía Magdalena.

Ambas estimaciones de biomasa de la sardina del Pacífico coinciden y oscilan entre 25,000 a 90,000 t durante 1981 a 1990; posteriormente y hasta 1996 se observa un incremento constante en la biomasa del stock hasta alcanzar 350,000 t (Félix-Uraga 2006). Mientras que para este mismo periodo las estimaciones de biomasa para Bahía Magdalena no muestran un incremento constante, por el contrario presenta un descenso en 1992 a menos de 40,000 t y un máximo de 120,000 t en 1994 (Morales-Bojórquez 2006). Estos cambios en los volúmenes reflejan los efectos de evento El Niño 1991-92 en la disponibilidad de sardina en Bahía Magdalena. De igual manera, para 1997-98 este mismo fenómeno oceanográfico afectó la distribución de sardina del Pacífico, la cual se concentró principalmente en la región norte de la península de Baja California, dando como resultado que las estimaciones de biomasa en Bahía Magdalena descendieran hasta 20,000 t, mientras que al considerar toda la zona de distribución del stock la estimación de biomasa ascendió hasta 200,000 t.

Si consideramos la captura como un indicador relativo de la biomasa del stock, esta ha presentado un incremento constante desde 70,000 t en

1999 hasta 105,000 t en 2006, lo que nos hace suponer que la biomasa del stock se ha incrementado hasta alrededor de 350,000 t similar a 1996-97 cuando la captura total ascendió a 100,000 t. También, de acuerdo a las capturas registradas, para este periodo 2000-2006, en Bahía Magdalena y en Ensenada, en promedio 40,000 t en cada zona, que el patrón estacional de distribución del stock de sardina del Pacífico no ha sufrido cambios, además que no se han detectado incrementos anómalos de temperatura superficial del mar que caracteriza la presencia del evento El Niño.

De acuerdo a lo anterior, de no considerar el patrón de distribución del stock de sardina del Pacífico en la península de Baja California en un plan de manejo, parecería que la relación stock reclutamiento de la sardina se encuentra oscilando dentro de los límites de la no compensación, lo cual implicaría un alto riesgo en el mantenimiento de reclutamientos exitosos. Esto último, siendo reflejo de los cambios en distribución del stock.

Por otro lado, la pesquería de sardina del Pacífico presenta un patrón de capturabilidad dependiente de la densidad, lo cual se ve reflejado en el incremento de los rendimientos asociados a la biomasa. Pero se debe considerar el efecto en el reclutamiento el incremento de la temperatura superficial del mar (El Niño) y en consecuencia en la biomasa del stock.

Proponemos que la pesquería de sardina del Pacífico debe ser administrada bajo una estrategia de explotación apoyada en una tasa de explotación constante, con un valor recomendado de 0.7 (Félix-Uraga et al. 2006, Morales-Bojórquez (2006).

10. Plan de manejo para la pesquería de pelágicos menores en México

Nevárez-Martínez *et al.* (2003) elaboran una propuesta de plan de manejo para la pesquería de pelágicos menores (sardinias, anchovetas, macarela y afines), incluyendo indicadores del estado del stock y los puntos de referencia que deben ser atendidos para tomar acciones en beneficio de la administración del recurso y en el mantenimiento biológico del stock. Esto en apoyo a las regulaciones para el aprovechamiento de los pelágicos menores contenidas en la NOM-003-PESC-1993.

Indicadores y acciones:

Indicador: Captura total.

Punto de referencia 1: Cuando la captura anual de una especie objetivo esté fuera del rango de los últimos 3 años (sea menor o mayor a las capturas registradas en los últimos tres años).

Indicador: Estructura de tallas.

Punto de referencia 1: Cuando la estructura de tallas en la captura comercial de una especie objetivo cambie significativamente.

Punto de referencia 2: Cuando la estructura de talla/edad de una especie indique una variación significativa en la abundancia de una o más clases anuales, con particular importancia para las clases anuales 0.

Indicador: Captura y mortalidad incidental de tallas pequeñas en la pesquería.

Punto de referencia 1: Cuando la mortalidad incidental de tallas pequeñas sea anormalmente elevada (>30% del peso total desembarcado).

Indicador: Medioambiente.

Punto de referencia 2: Cuando se presente un evento ambiental de gran escala (como El Niño o La Niña) con efectos sobre la distribución y abundancia de los stocks y el ecosistema pelágico en su totalidad.

Bajo cualquier escenario el Instituto Nacional de la Pesca prepararía un reporte anual sobre la evaluación del stock y evaluación pesquera en el que se describiría el estado de la pesquería de pelágicos menores. El reporte proveería información a la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

(CONAPESCA) para la determinación de los niveles de captura anual para los stocks, documentando tendencias o cambios en el recurso, el ecosistema marino y la pesquería en el tiempo, así como la evaluación del éxito relativo de los programas de manejo existentes. Las acciones sugeridas están en el marco de la norma oficial mexicana NOM-003-1993-PESC, para lo cual se proponen lo siguiente:

- a) Que la talla mínima de captura de sardina del Pacífico sea de 150 mm de longitud patrón (LP) en el Golfo de California, 175 mm LP en Baja California, y 160 mm LP en Bahía Magdalena.
- b) Que la captura incidental de sardina del Pacífico juvenil (menor a 150 mm LP) no exceda el 30% en número por temporada.
- c) Que no se autorice el ingreso de más embarcaciones, salvo en el caso de sustitución de las existentes, que no aumente la capacidad de acarreo actual, y que cuenten con refrigeración en buen estado.

Bibliografía

- Addison, J.T., Lawler, A.R. & Nicholson, M.D. 2003. Adjusting for variable catchability of brown shrimps (*Crangon crangon*) in research surveys. *Fish. Res.* 65: 285-294.
- Adkinson, M.D. & Peterman, R.M. 1996. Results of Bayesian methods depend on details of implementation: an example of estimating salmon escapements. *Fish. Res.* 25: 155-170.
- Agnew, D.J., Baranowsky, R., Beddington, J.R., des Clers, S. & Nolan, C.P. 1998. Approaches to assessing stocks of *Loligo gahi* around the Falkland Islands. *Fish. Res.* 35: 155-169.
- Allendorf, F. W., N. Ryman & F. M. Utter. 1987. Genetics and fishery management: past, present, and future. *In: Population Genetics and Fishery Management*, N. Ryman & F. Utter (eds.) Seattle and London. Univ. Washington Press. 1-19.

- Alvarado-Castillo, R.M., Félix-Uraga, R. & Carmona, R. 1994. Modelo de distribución anual de la subpoblación de *Sardinops caeruleus* en la costa oeste de la Península de Baja California. Mem. Annual Conference Calif. Coop. Oceanic Fish. Inv. Lake Tahoe, California. 25-27 October. p. v-14.
- Armstrong, M.J. & Shelton, P.A. 1988. Bias in estimation of stock-recruitment function parameters caused by nonrandom environmental variability. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 554-557.
- Arreguín-Sánchez, F. 1996. Catchability: a key parameter for fish stock assessment. Rev. Fish Biol. Fish. 6: 221-242.
- Atran, S.M. & Loesch, J.G. 1995. An analysis of weekly fluctuations in catchability coefficient. Fish. Bull. 93: 562-567.
- Basson, M., Beddington, J., Crombie, J., Holden, S., Purchase, L. & Tingley, G. 1996. Assessment and management techniques for migratory annual squid stocks: the *Illex argentinus* fishery in the Southwest Atlantic as an example. Fish. Res. 28, 3-27.
- Beddington, J.R., Rosenberg, A.A., Crombie, J.A. & Kirkwood, G.P. 1990. Stock assessment and the provision of management advice for the short fin squid fishery in Falkland Island waters. Fish. Res. 8: 351-365.
- Beverton, R.J.H. & Holt, S. 1957. On the dynamics of exploited fish population. U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest. (ser 2), 19:533 p.
- Botsford, L. W., J. C. Castilla y C. H. Peterson. 1997. The management of fisheries and marine ecosystems. *Science* 277: 509-515.
- Butterworth, D.S., Punt, A.E., Geromont, H.F., Kato, H. & Fuhse, Y. 1999. Inferences on the dynamics of Southern hemisphere minke whales from ADAPT analyses of catch-at-age information. J. Cetacean Res. Manage. 1(1): 11-32.
- Caddy, J.F. & Mahon, R. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fish. Tech. Pap. 347: 83 p.

- Chen, Y. & Fournier, D. 1999. Impacts of atypical data on Bayesian inference and robust Bayesian approach in fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56: 1525-1533.
- Cisneros-Mata, M.A., Brey, T., Jarre-Teichmann, A., Garcia-Franco, W. & Montemayor-López, G. 1996. Redes de neuronas artificiales para el pronóstico de biomasa de sardina del Pacífico y de su medio ambiente. *Ciencias Marinas.* 22(4): 427-442.
- Cisneros-Mata, M.A., Nevárez-Martínez, M.O. & Hammann, M.G. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Reports.* 36: 136-143.
- Conser, R.J., Hill, K.T., Crone, P.R. & Bergen, D. 2001. Stock Assessment of Pacific sardine with management recommendations for 2001, Executive summary. (Report submitted to the Pacific Fishery Manag. Council, Portland, Or., available at <swr.ucsd.edu/fmd/sardine.pdf>)
- Cushing, H. 1971. The dependence of recruitment on parent stock indifferent groups of fishes. *J. Cons. Perm. int. Explor. Mer* 33:340-362.
- Deriso, R.B. 1993. A report on integrated stock assessment of Pacific sardine. Appendix 2. In Project report on Pacific sardine (*Sardinops sagax*) resource research, 1991/1992 phase III, F.J. Hester. California Seafood Council, Santa Barbara, 118 p.
- Deriso, R.B., Quinn II, T.J. & Neal, P.R. 1985. Cath-age analysis with auxiliary information. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 815-824.
- Deriso, R.B., Barnes, J.T., Jacobson, L.D. & Arenas, P.R. 1996. Catch-at-age analysis for Pacific sardine (*Sardinops sagax*), 1983-1995. *CalCOFI Rep.* 37: 175-187.
- Doi, T. 1973. A theoretical treatment of the reproductive relationship between recruitment and adult stock. *Rapp. P.-v. Réun., Cons int. Explor. Mer,* 341-349.
- FAO. 1998. Estadísticas de Pesca. Vol. 86-1. Roma, Italia.

- Félix-Uraga, R. 2006. Dinámica poblacional de la sardina del Pacífico *Sardinops caeruleus* (Pisces: Clupeidae) (Girard, 1856), en la costa oeste de la Península de Baja California. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN.
- Félix-Uraga, R., Alvarado-Castillo, R.M. & Carmona-Piña, R. 1996. The sardine fishery along the Western coast of Baja California, 1981 to 1994. CalCOFI Rep. 37: 188-192.
- Ferris, S. D. & W. J. Berg. 1987. The utility of mitochondrial DNA in fish genetics and fishery management. *In: Population Genetics and Fishery Management*, N. Ryman & F. Utter (eds.) Seattle and London: Univ. Washington Press. 277-299.
- Freeman, S.N. & Kirkwood, G.P. 1995. On a structural time series method for estimating stock biomass and recruitment from catch and effort data. *Fish. Res.* 22: 77-98.
- Gavaris, S. 1988. An adaptive framework for the estimation of population size. *Res. Doc. Can. Atl. Fish. Scient. Adv. Comm.(CAFSAC)* 88/29: 12.
- Getz, W., Francis, R.C. & Swartzman, G.L. 1987. On managing marine fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 1370-1375.
- Goñi, R., Quetglas, A. & Reñones, O. 2003. Differential catchability of female European spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) in traps and trammelnets. *Fish. Res.* 65: 295-307.
- Haddon, M. 2001. *Modeling and quantitative methods in fisheries*. Chapman and Hall. 406 p.
- Harley, S.J., Myers, R.A. & Dunn, A. 2001. Is catch-per-unit-effort proportional to abundance?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 1760-1772.
- Harley, S.J. & Myers, R.A. 2001. Hierarchical Bayesian models of length-specific catchability of research trawl survey. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 1569-1584.

- Heino, M., and O. R. Godo. 2002. Fisheries-induced selection pressures in the context of sustainable fisheries. *Bulletin of Marine Science* 70: 639–656.
- Hernández-Herrera, A., Morales-Bojórquez, E., Cisneros-Mata, M.A., Nevárez-Martínez, M.O. & Rivera-Parra, G.I. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) fishery in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep.* 39, 212-218.
- Hilborn, R. & Walters, C. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. New York: Chapman-Hall, 570 pp.
- Huato-Soberanis, L. & Lluch-Belda, D. 1987. Mesoscale cycles in the series of environmental indices related to the sardine fishery in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 28: 128-134.
- Jacobson, L.D., Konno, E.S. & Pertierra, J.P. 1994a. Status of Pacific mackerel and trends in biomass, 1978-1993. *CalCOFI Rep.* 35: 36-39.
- Lluch-Belda, D., R. J. M. Crawford, T. Kawasaki, A. D. MacCall, R. H. Parrish, R. A. Schwartzlose, & P. E. Smith. 1989. Worldwide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regimen problem. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 8: 195–205.
- Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B., Hernández-Vázquez, S., Salinas-Zavala, C.A. & Schwartzlose, R.A. 1991. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current system. *CalCOFI Rep.* 32: 105-111.
- Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B., Hernández-Vázquez, S. & Salinas-Zavala, C.A. 1992a. The recovery of the California sardine as related to global change. *CalCOFI Rep.* 33: 50-59.
- Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B., Hernández-Vázquez, S. & Salinas-Zavala, C.A. 1992b. Sardine population expansion in eastern boundary systems of the pacific ocean as related to sea surface temperature. *South Afr. J. Mar. Sci.* 12: 147-155.

- Ludwig, D. & Walters, C. 1981. Measurement errors and uncertainty in parameter estimates for stock and recruitment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 711-720.
- MacCall, A.D. 1976. Density dependence of catchability coefficient in the California Pacific sardine, *Sardinops sagax caerulea*, purse seine fishery. *CalCOFI Rep.* 18:136-148.
- Martínez, A.S., De Anda J.A. & Arreguín Sánchez, F. 1996. Densidad y capturabilidad de la sardina monterrey, *Sardinops sagax* (Pisces:Clupeidae) del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 44(3)/45(1):527-535.
- Methot, R.D. 1989. Synthetic estimates of historical abundance and mortality for northern anchovy. *Amer. Fish. Soc. Symp.* 6: 66-82.
- Morales-Bojórquez, E. 2006. Estimación del rendimiento de la pesquería de sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*), de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México: un análisis de riesgo e incertidumbre basado en el teorema de Bayes. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN.
- Morales-Bojórquez, E. 2002. Teorema de Bayes aplicado a la estimación del rendimiento de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus* Girard) de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas.* 28(2): 167-179.
- Morales-Bojórquez, E., Hernández-Herrera, A., Nevárez-Martínez M.O., Cisneros-Mata, M.A. & Guerrero-Escobedo, F.J. 2001. Population size and exploitation of giant squid (*Dosidicus gigas* D'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, Mexico. *Sci. Mar.* 65(1): 75-80.
- Nevárez-Martínez, M., Coterro-Altamirano, E., García-Franco, W., Jacob-Cervantes, M., Green-Ruiz, Y., Gluyas-Millán, G., Martínez-Zavala, M.A. & Santos, P. 2003. Propuesta de plan de manejo para la pesquería de pelágicos menores (sardinias, anchovetas, macarela y afines). Instituto Nacional de la Pesca. Documento Interno. 47 p.
- Panayotou, T. 1983. Conceptos de ordenación para pesquerías: Aspectos económicos y sociales. *FAO Doc. Tec. Pesca* (228):60 p.

- Pella, J. J. and G. B. Milner. 1987. Use of genetics marks in stock composition analysis. *In*: Population genetics and fishery management. N. Ryman & F. Utter (eds.). Seattle and London. Univ. Washington press. 247-275.
- Perrota, R., Viñas, M., Hernández, D. & Tringali, L. 2001. Temperature conditions in the Argentine chub mackerel (*Scomber japonicus*) fishing ground: implications for fishery management. *Fish. Oceanogr.* 10 (3): 275-283.
- Pikitch, E. K., C. Santora, E. A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D. O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E. D. Houde, J. Link, P. Livingston, M. Mangel, M. K. McAllister, J. Pope and K. J. Sainsbury. 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* 305:346-347.
- Pope, J. G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *ICNAF Res. Bull.* (9): 65-74.
- Punt, A.E. & Hilborn, R. 1996. Biomass dynamic models. User's Manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). FAO. No. 10. 62 pp.
- Quinn II, T. & Deriso, R. 1999. Quantitative fish dynamics. Oxford University Press. 542 p.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Canada*, 191: 382 pp.
- Robb, C.A. & Peterman, R.M. 1998. Application of Bayesian decision analysis to management of a sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 86-98.
- Rosenberg, A.A., Kirkwood, G.P., Crombie, J.A. & Beddington, J.R. 1990. The assessment of stocks of annual squid species. *Fish. Res.* 8: 335-350.
- Rostchild, B.J. & Mullin, A. 1985. The information content of stock and recruitment data and its non-parametric classification. *J. Cons. int. Explor. Mer* 42:116-124.

- Royer, J., Périès, P. & Robin, J.P. 2002. Stock assessment of English Channel loliginid squids: updated depletion methods and new analytical methods. ICES J. mar. Sci. 59: 45-457.
- Schnute, J. 1991. The importance of noise in fish population models. Fish. Res. 11: 197-223.
- Shepherd, J.G. 1982. A versatile new stock and recruitment relationship for fisheries and construction of sustainable yield curves. J. Cons. Int. Explor. Mer. 40: 67-75.
- Shepherd, J.G. 1999. Extended survivors analysis: An improved method for the analysis of catch-at-age and abundance indices. ICES J. mar. Sci. 56: 584-591.
- Tang, Q. 1985. Modification of the Ricker stock recruitment model to account for environmentally induced variation in recruitment with particular reference to the blue crab fishery in Chesapeake Bay. Fish. Res. 3:13-21.
- Tang, Q., Deng, J. & Zhu, J. 1989. A family of Ricker SSR curves of the prawn (*Penaeus orientalis*) under different environmental conditions and its enhancement potential in the Bohai Sea. In: Beamish, R.J. & McFarlane, G.A. (Eds.). Effects of ocean variability on recruitment and an evaluation of parameters used in stock assessment models. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 108: 335-339.
- Utter, F. 1991. Biochemical genetics and fishery management: an historical perspective. J. Fish Biol. 39: 1-20.
- Walters, C. & Ludwig, D. 1981. Effects of measurement errors on the assessment stock-recruitment relationships. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 704-710.
- Walters, C. & Ludwig, D. 1994. Calculation of Bayes posterior probability distribution for key population parameters: a simplified approach. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 713-722.

