



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS AGROPECUARIAS Y PESQUERAS

**DIAGNOSTICO SOBRE LAS MEDIDAS DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE
LAS PESQUERÍAS ESTABLECIDAS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DEL
ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y DELTA DEL RÍO COLORADO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS AGROPECUARIAS
ÁREA CIENCIAS PESQUERAS**

PRESENTA

M. EN C. JOAQUÍN HUMBERTO RUELAS PEÑA

DIRECTOR

Dr. EUGENIO ALBERTO ARAGÓN NORIEGA

COORDIRECTOR

Dr. SERGIO GUSTAVO CASTILLO VARGASMACHUCA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

Xalisco, Nayarit; 05 de diciembre de 2011

Dr. Juan Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado CBAP
P r e s e n t e

Los que suscribimos integrantes del consejo tutorial del C. Joaquín Humberto Rúelas Peña hacemos constar que después de haber revisado y corregido el trabajo de tesis titulado "Diagnóstico sobre las medidas de manejo y conservación de las pesquerías establecidas en la Reserva de la Biosfera del alto Golfo de California y Delta del Río Colorado."

hemos determinado que puede ser impreso para continuar con los trámites para aspirar al grado de Doctorado Clásico en Ciencias Biológicas Agropecuarias, con opción terminal en Ciencias Pesqueras.

ATENTAMENTE CONSEJO TUTORIAL

Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega

Dr. Jesús Trinidad Poncé Palafox

Dr. Heriberto Sotana Hernández

Dr. José Roberto Gómez Aguilar

Dr. Sergio G. Castillo Vargasmachuca

Dedicatoria

Dios

A mi esposa

Carmen

Gracias por compartir tu vida en todo los momentos eres mi luz

A mis hijas

Esperanza y Fabiola

Son mi existencia

AGRADECIMIENTOS

Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega, por brindarme su confianza y sus conocimientos gracias.

Dr. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca, gracias por su apoyo para la realización de esta aportación.

Dr. Carmen Valdez Muñoz, por sus conocimientos y dedicación a este trabajo.

Universidad Autónoma de Nayarit y en especial a Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras por permitirme ser parte de ellos

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) por integrarme al proyecto BASES SOCIOECONOMICAS Y BIOLÓGICAS PARA LA EXPLOTACION SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS PESQUEROS DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA (Clave CONACYT 48445).

Al Instituto Tecnológico de Guaymas y a la Dirección General de Educación Superior Tecnológica, al programa PROMEP por sus todos sus apoyos.

ÍNDICE

Dedicatoria	I
Agradecimiento	II
Índice	III
Índice de figuras	VII
Índice de tablas	LX
Resumen	X
Summary	XII
I. Introducción	1
II. Antecedentes	4
2.1. Áreas naturales protegidas	4
2.2. Acciones de conservación del Alto Golfo de California	8
2.3. Modelos para la evaluación de recursos pesqueros	11
2.4. Pesquerías	13

2.5. Medidas de manejo en pesquerías	17
III. Hipótesis	23
4.1. Objetivo general	23
4.2. Objetivos específicos	23
V. Área de estudios	25
VI. Material y métodos	26
6.1. Análisis de información biológica y base de datos	26
6.1.1. Datos biológicos pesqueros	26
6.1.2. Análisis de la información	27
6.1.3. Estimación de la biomasa de las principales pesquerías	27
6.1.4. Análisis de pesquerías	28
6.1.5. Modelo de producción	28
6.1.6. Estimación del error de observación	29

6.1.7. Puntos de referencia biológicos (PRB)	31
6.1.8. Estado de los recursos pesqueros en el Alto Golfo de California	32
6.1.9. Pesquerías en área del polígono de la vaquita	33
6.1.10. Aspectos Socio-económicos	34
VII. Resultados	35
7.1. Análisis de las principales pesquerías del AGC	35
7.1.1. Producción pesquera en el Alto Golfo de California	35
7.1.2. Análisis de la pesquería del camarón	36
7.1.3. Análisis de la pesquería de curvina	42
7.1.4. Análisis de la pesquería de la sierra	46
7.1.5. Análisis de la pesquería del chano norteña	49
7.1.6. Aspectos Socio-Económico	52
7.1.6.1. Caracterización de las pesquerías en el Alto Golfo de California	52

7.1.6.2. Aspectos socio-económicos.	53
VIII. Discusiones	55
8.2. Pesquería de la curvina golfinia	58
8.3. Pesquería de la sierra	61
8.4. Pesquería del chano norteño	62
8.5. Aspectos Socio-Económico de la pesquerías	63
IX. Bibliografía	66

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Localización geográfica del área de estudio.	25
2	Comportamiento de la producción pesquera en el Alto Golfo de California durante el periodo 1988 – 2008 vista a través de tres escenarios (1988 – 1993, 1993 – 2005 y 2005 – 2008).	35
3	Comportamiento <i>CPUE</i> de las pesquerías del Alto Golfo de California durante el periodo 1988 – 2008 vista a través de tres escenarios (1988 – 1993, 1993 – 2005 y 2005 – 2008).	36
4	Series históricas de la captura de camarón de la flota industrial y artesanal en el Alto Golfo de California.	37
5	Series históricas del esfuerzo pesquero aplicado a la pesquería de camarón en el AGC.	38
6	Dinámica de la biomasa de camarón en el Alto Golfo de California.	39
7	Tendencia de la <i>CPUE</i> para la flota artesanal (A) e industrial (B)	40
8	Estado del recurso camarón en el Alto Golfo de California.	41
9	El comportamiento de la pesquería de curvina golfinia (1993 – 20010) en el Alto Golfo de California.	42
10	Tendencia de la pesquería de curvina golfinia (1993 – 2008) en el AGC.	43
11	Ajuste del modelo de biomasa dinámica de Schaefer a los datos de biomasa observada de la curvina golfinia en el Alto Golfo de California.	44
12	Estado del recurso curvina golfinia en el Alto Golfo de California.	45
13	Producción de la pesquería de la sierra en el Alto Golfo de California	46
14	Tendencias de la <i>CPUE</i> de la pesquería de la sierra obtenidas mediante análisis de regresión.	47
15	Ajuste del modelo de biomasa dinámica de Schaefer a los datos de biomasa de la sierra en el Alto Golfo de California.	48

16	Estado del recurso sierra en el Alto Golfo de California	48
17	<i>EL comportamiento de la pesquería de chano en el Alto Golfo de California</i>	49
18	Tendencia de la <i>CPUE</i> de la pesquería del chano norteño en el Alto Golfo de California	50
19	Ajuste del modelo de biomasa dinámica de Schaefer a los datos de captura y <i>CPUE</i> del chano norteño en el Alto Golfo de California.	51
20	Estado del recurso chano norteño en el Alto Golfo de California	51
21	Percepción de los pobladores de las comunidades del Alto Golfo de California sobre el impacto que produjo el decreto de la RBAGCDRC en su calidad de vida.	54

ÍNDICE DE TABLAS

I	Meses de captura de las principales especies comerciales en la Comunidad del Golfo de Santa Clara, Sonora.	52
II	Arte de pesca, luz de malla, longitud, caída de altura utilizados en la pesca ribereña en la comunidad del Golfo de Santa Clara, Sonora.	53

RESUMEN

Existe un consenso de que las Áreas Naturales Protegidas mejoraran la biomasa, la abundancia o la biodiversidad, considerándose éstos como algunos de los indicadores biológicos para medir la efectividad de estos instrumentos de política ambiental. El objetivo de este estudio fue el analizar la evolución que han presentado las principales pesquerías (camarón, curvina, sierra y chano) en la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, haciendo énfasis en la influencia que esta estrategia de política ambiental y el decreto del polígono de la vaquita marina han ejercido sobre la biomasa de sus poblaciones, y el aspecto social de las comunidades establecidas en la reserva. Para analizar la parte biológica se utilizaron los avisos de arribo de las oficinas de pesca del Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Sonora y de San Felipe, B.C. Con los datos de captura y esfuerzo de la pesquería se estimó la captura por unidad de esfuerzo y analizó el comportamiento de la biomasa utilizando el modelo de Biomasa Dinámica de Schaefer. Para evaluar el impacto socio-económico que produjo el decreto de la reserva, se diseñó una encuesta y se aplicó aleatoriamente a los pescadores de las tres comunidades. Para la pesquería de camarón se estimó una $K = 45,871$ ton, $r = 0.36$, $MRS = 4,128$ ton y $B_{MRS} = 22,935$ ton. Al final de cada escenario el recurso se encontraba por debajo del nivel óptimo ($Est_{1993} < 1$; $Est_{2005} < 1$; $Est_{2009} < 1$). Para la pesquería de curvina se estimó una $K = 16,390$ ton, $r = 0.75$, $MRS = 3,073$ ton y $B_{MRS} =$ ton. El estado del recurso al final del periodo de estudio se encontró por debajo del nivel óptimo ($Est_{2010} < 1$). Para la pesquería de sierra se estimó una $K = 14,022$ ton, $r = 0.68$, $MRS = 2,283$ ton y $B_{MRS} = 7,011$ ton. El estado del recurso al final del periodo de estudio se encontró por debajo del nivel óptimo ($Est_{2008} < 1$). Para la pesquería del chano norteño se estimó una $K = 9,960$ ton, $r = 0.76$, $MRS = 1,892$ ton y $B_{MRS} = 4,980$ ton. El estado del recurso al final del periodo de estudio se encontró por debajo del nivel óptimo ($Est_{2008} < 1$). Las pesquerías de camarón, curvina, sierra y chano norteño no han sido saludables, a pesar del decreto de la Reserva de la Biósfera y el polígono de la vaquita. En el Golfo de Santa Clara se concentra el 50% de la producción pesquera de ribera dentro de la reserva, y se genera la mayor parte de los problemas socio-económicos, debido a su disparidad social. El 52% de los pescadores percibe que el decreto

de la reserva no ha contribuido en la recuperación de las poblaciones de los principales recursos pesqueros de la región con su respectivo beneficio económico, y que en cambio ha generado problemas sociales.

SUMMARY

There is a consensus that the Protected Natural Areas improved biomass, abundance and biodiversity, considering these as some of the biological indicators to measure the effectiveness of these instruments of environmental political. The objective of this study was to analyze the developments that have presented the main fisheries (shrimp, Gulf corvine, Pacific sierra and Bigeye croaker) in the Biosphere Reserve Upper Gulf of California and Colorado River Delta, with emphasis on the influence that this strategy of political environmental and the vaquita decree have had on the biomass of their populations, and the socio-economic aspect of the communities established in the reserve. To analyze the biological aspects were used landing data and the total catch and effort per year were acquired from the official records from San Felipe BC, Golfo de Santa Clara, and Puerto Peñasco Sonora. The biomass dynamics model of Schaefer was used to analyze the behavior of biomass. To assess the socio-economic impact that produced the decree of the reserve, a survey was designed and applied randomly to the fishermen of the three communities. For the shrimp fishery was estimated $K = 45.871$ t, $r = 0.36$, $MSY = 4.128$ t, and $B_{MSY} = 22.935$ t. After each scenario, the state of resource was below the optimum level ($Est_{1993} < 1$; $Est_{2005} < 1$; $Est_{2009} < 1$). For the Gulf corvine fishery was estimated $K = 16.390$ t, $r = 0.75$, $MSY = 3.073$ t, and $B_{MSY} = 1$ t. The state of the resource at the end of the study period was below the optimum level ($Est_{2010} < 1$). For the Pacific sierra fishery was estimated $K = 14.022$ t, $r = 0.68$, $MSY = 2.283$ t, and $B_{MSY} = 7.011$ t. The state of the resource at the end of the study period was below the optimum level ($Est_{2008} < 1$). For the

Bigeye croaker fishery was estimated $K = 9.960$ t, $r = 0.76$, $MSY = 1.892$ t, and $B_{MSY} = 4.980$ t. The state of the resource at the end of the study period was below the optimum level ($Est_{2008} < 1$). Shrimp, Gulf corvine, Pacific sierra and Bigeye croaker fisheries have not been healthy, in spite Biosphere Reserve decree and the vaquita decree. In the Gulf of Santa Clara accounts for 50% of fisheries production in the reserve, and generates most of the socio-economic problems due to their social disparity. 52% of the fishermen perceive that the decree of the reserve did not contribute to the recovery of the fishery resources of the region, and instead has created social problems. To achieve sustainability the development of regulatory measures should be revised and properly applied, with all the political entities involved (government, policy, and social sector) in agreement.

I. INTRODUCCIÓN

El colapso de las pesquerías, la reducción, degradación y fragmentación del hábitat han llevado a los gobiernos de muchas partes del mundo a desarrollar estrategias de mejor uso, conocimiento y conservación de los ecosistemas marinos. Entre las diversas estrategias de política ambiental implementadas en México se cuentan las Áreas Naturales Protegidas (ANP's), establecidas en diversas localidades del país con argumentos que soportan los beneficios de éstas áreas para la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Las objeciones más comunes vienen de pescadores que explotan estas áreas, argumentando derechos de pesca (Sanchirico, 2001) lo que en ocasiones puede generar problemas sociales. Una de estas ANP's es la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (RBAGCDRC), establecida así por el gobierno de México en 1993 (Diario Oficial, 1993) y reconocida por la UNESCO en ese mismo año.

Existen tres comunidades enclavadas dentro de esta reserva (San Felipe, Baja California, Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Sonora), donde los habitantes nativos o residentes de tiempo atrás, pertenecen a una de las cooperativas pesqueras existentes en cada comunidad. Existe una vertiente cultural en estas comunidades que se transfiere de generación a generación en términos de conocimiento de la pesca, costumbres y habilidades de los pescadores; de esta forma, conocimiento y tradición ejercen influencia en el comportamiento productivo de la flota pesquera. Las pesquerías más importantes para estas comunidades son la pesquería de camarón y la pesquería de la curvina golfina, seguidas por

la pesquería del chano norteño y la sierra. La pesquería de camarón es importante en términos de captación de divisas extranjeras y empleo (Quimbar, 2003). Las especies que la sustentan son el camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) y el camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900). La pesquería de curvina golfina *Cynoscion othonopterus* (Jordan y Gilbert, 1882) constituye la segunda pesquería más importante por su volumen de captura, los ingresos económicos derivados de su venta y la cantidad de empleo que genera durante su temporada de pesca (Campoy, 1999) después de su resurgimiento a principios de los noventa. Las pesquerías de el chano norteño *Micropogonias megalops* norteño y de la sierra *Scomberpomorus sierra* ocupan un tercer lugar en cuanto a generación de empleos y beneficio económico en la región.

Los ecosistemas manejados bajo herramientas de política ambiental, como lo son las ANP's y en particular la RBAGCDRC, poseen planes de manejo que soportan la explotación de sus recursos naturales, permitiendo un desarrollo armónico de las poblaciones humanas que de ellos se benefician. Esto depende de los usos y costumbres de los pobladores, del cumplimiento o no de las leyes, normas y reglamentos, lo cual asegura la conservación y propiedades del paisaje, la variación de las especies explotables comercialmente y las consideradas en situación crítica (León, 2004) como la "vaquita" *Phocoena sinus* (Norris y McFarland, 1958) y la "totoaba" *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1891), que lleve al ordenamiento pesquero. Sin embargo, uno de los problemas centrales del ordenamiento es poder establecer la relación entre aprovechamiento y capacidad de regeneración de los recursos, tema que requiere en la práctica de la determinación de la productividad biológica de cada recurso en su ecosistema y de la administración o estrategia de manejo que se

traduce en tácticas de manejo, tasa de explotación permisibles y control de esfuerzo pesquero.

El objetivo de este estudio fue el analizar la evolución que han presentado las pesquerías más importantes en la RBAGCDRC, haciendo énfasis en la influencia que esta estrategia de política ambiental y el decreto del polígono de la vaquita marina han ejercido sobre la biomasa de sus poblaciones.

II. ANTECEDENTES

2.1 Áreas naturales protegidas

A nivel mundial, las reservas marinas son un instrumento cada vez más importante en la gestión de conservación de ecosistemas marinos (Kaplan *et al.*, 2006), pero han mostrado debilidades en su evaluación y manejo, además de una creciente presión para promover una justificación económica que reafirme su existencia (Walpole *et al.*, 2001), por eso las ANP son la principal respuesta a nivel mundial ante la destrucción acelerada de los ecosistemas naturales (Leader-Williams *et al.*, 1990). Hoy en día existen en el mundo 105.000 ANP's en 220 países con una superficie equivalente al 11.5% de la superficie terrestre (Chape *et al.*, 2003) de la cuales unas 480 son Reservas de la Biosfera, con un total en 2006 de 117.905 ANP's (Bezaury-Creel, 2007).

La creación de áreas marinas protegidas predisponen un beneficio para la pesca de aquellas regiones donde se implementan debido a que hay una migración de organismos adultos y juveniles a estos lugares, y por la exportación de huevos y larvas fuera de las reservas (Gell y Roberts, 2003). Esto debidamente comprobado que dentro de las reservas de la biósfera las poblaciones aumentan en tamaño y los organismos viven más tiempo aumentando su capacidad reproductiva (Bohnsack, 1998).

La conservación de la diversidad biológica tiene como uno de sus principales instrumentos el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP's) ya que se basan en principios de conservación y protección que tienen como objetivo promover el desarrollo sustentable reconocido en la Ley del Equilibrio Biológico y la Protección al Ambiente (I.GEEPA) (De la Cruz, 2002). La Reserva de la Biosfera es una modalidad de ANP que ocupa más extensión en el territorio mexicano. De acuerdo con el Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 hasta febrero de 2002, existían 127 ANP's cubriendo aproximadamente 17, 056, 600 ha de las cuales 61.19% correspondía a Reservas de la Biosfera.

Desde la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en 1988 y la Ley General de Vida Silvestre en 2000, las Áreas Naturales Protegidas y otras modalidades de conservación del hábitat se constituyen como centros estratégicos y demostrativos para la recuperación de especies que por su valor cultural, económico, relevancia para las comunidades y los ecosistemas o por estar catalogadas en alguna categoría de riesgo se han considerado como prioritarias; por ello resulta importante realizar acciones para su conservación a través de la protección y manejo (SEMARNAT, 2008).

En la búsqueda de la sustentabilidad y la conservación del Golfo de California se enfrentan a problemas que no son estrictamente de los recursos o áreas naturales sujetos explotación. Estos son problemas "humanos" creados en diversos momentos y lugares bajo una variedad

de sistemas políticos, sociales y económicos (Ludwig et al., 1993). El esfuerzo de la investigación científica para la administración y conservación de la región no ha contemplado metodologías que ayuden a englobar esta complejidad para analizar y definir los problemas a resolver (Danemann, 2005). La conservación de la diversidad biológica tiene como uno de sus principales instrumentos el establecimiento de ANP's.

La reserva de la biosfera es la modalidad ANP que ocupa mayor extensión en el territorio mexicano (de la Cruz, 2002). Las reservas de la biosfera se pueden considerar como instrumentos de manejo de recursos naturales que definen mecanismos de restricción al interior de las mismas. En México su utilización adquiere especial importancia por ser una herramienta de manejo pesquero que posibilita incorporar un enfoque de ecosistema y de sustentabilidad en el aprovechamiento de los recursos marinos, además de permitir un mayor nivel de control local sobre el uso de ciertos artes y técnicas de pesca muy destructivos y poco selectivos (i.e., redes de arrastre camaroneras, y el uso de redes de enmalle de deriva). El control espacial sobre un área determinada facilita la regulación del esfuerzo pesquero, al controlar un padrón pesquero que trabaja en la zona al momento de ser decretada como área natural protegida.

La Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado es el área de reproducción, crianza y desarrollo de especies marinas raras, vulnerables o en peligro de extinción, como la vaquita (*Phocoena sinus*), así como de muchas especies de importancia

comercial. En esta Reserva, decretada por el gobierno mexicano en junio de 1993, está representado un porcentaje muy alto del total de las especies que habitan el Golfo de California. La Reserva alberga 1.457 especies de macro fauna, es decir, el 24% de la biodiversidad total del Golfo de California, incluyendo 258 especies de peces (incluyendo peces endémicos y/o en peligro de extinción, como el peje rey delta, *C. hubbs*, la totoaba, *T. macdonaldi*, y la curvina golfina, *C. othonopterus*), 131 especies de aves (72% del total del golfo), 13 especies de mamíferos marinos (38% del total del golfo) y 1.050 especies de invertebrados (22% del total del golfo) (WWF, INE, 2006).

El manejo de los recursos marinos dentro de un área natural protegida representa un gran reto, el aprovechamiento convencional típicamente envuelve el manejo de especie por especie, el esfuerzo se centra en la comprensión de las dinámicas de población. La pesca responsable deja un escollo en las poblaciones de especies asociadas al recurso explotado, y este tipo de aspectos, aunados a la competencia entre sectores por el recurso, justifican la iniciativa de protección en este hábitat. El análisis de tendencias en las capturas, esfuerzo y de CPUE, en conjunto con la estructura social e indicadores económicos en la región crítica de estudio permitirá tener un panorama más claro de la actividad pesquera, así mismo, brindará alternativas para proponer medidas de conservación efectivas en la región.

2.2. Acciones de conservación del Alto Golfo de California.

En 1955, al declarar "zona de refugio para todas las especies, a las aguas comprendidas desde la desembocadura del Río Colorado, hacia el sur, hasta una línea imaginaria partiendo de la parte sur de Bahía Ometepepec, Baja California, hasta la desembocadura del Río Santa Clara en la costa del estado de Sonora", la desaparecida Dirección de Pesca e Industrias Conexas reconoció la biodiversidad, alta productividad y trascendencia para la reproducción, crianza y desarrollo de especies marinas de la región que corresponde, aproximadamente, a la actual zona núcleo de la Reserva (CONANP, 2007).

A partir de 1975, debido una sensible baja en la captura de totoaba, se decretó una veda indefinida para esa especie, como resultado del esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de la Pesca (INP), los gobiernos de los estados de Baja California y Sonora, algunas organizaciones no gubernamentales, el sector académico y los productores pesqueros, quienes generaron diversas iniciativas para la evaluación y protección de la especie (DOF, 1975).

Así a partir de la década de 1990, se establecen las primeras medidas para proteger a la vaquita, con la prohibición del uso del chinchorro totoabero (red agallera de más de 10 pulgadas de luz de malla) en todo el Golfo de California (DOF b, 1993).

La región que incluye el Alto Golfo de California y delta del Río Colorado fue decretada como Reserva de la Biosfera el 10 de junio de 1993. La Reserva se ubica entre los 31°00' - 32°10' Norte y 113°30' - 115°15' Oeste y tiene una extensión de 934,756 hectáreas. En la reserva se han incluido dos zonas de manejo. La zona núcleo, con 164,779 ha, y la zona de amortiguamiento, con 769,976 ha (Plan de Manejo, 1995). La declaratoria como Reserva de la Biosfera fue debido a la necesidad de conservación de algunas especies que allí habitan de manera temporal o permanente, lo cual se relaciona con características hidrográficas particulares (Álvarez-Borrogo y Lara-Lara 1991, Álvarez- Borrogo 2001).

Los objetivos de la RBAGCDRC son conservar y aprovechar los ecosistemas naturales de la región. Estos objetivos tratan de incidir en la conservación de los recursos acuáticos y terrestres para su uso y aprovechamiento sustentable. Sin embargo, las restricciones impuestas por las medidas regulatorias implementadas dentro de la reserva pueden llegar a ser una limitante para el desarrollo de la actividad pesquera ribereña, lo cual puede afectar el bienestar de los pobladores de la zona y generar conflictos sociales por el uso de los recursos pesqueros.

Se formulan varias normas oficiales mexicanas para el aprovechamiento de recursos pesqueros, entre otras la que protege a la totoaba y a la vaquita (NOM-011-PESC-1994 Secretaría de Pesca, 1994), la que regula el aprovechamiento de camarón y sus

modificaciones (NOM-002-PESC-1993 Secretaría de Pesca, 1993, 1997, 2006), la que establece el uso de dispositivos excluidores de tortugas (CONAPESCA, 2007).

En septiembre del 2005 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo por el cual se estableció el área de refugio para la protección de la vaquita, denominado Programa de protección de la vaquita dentro del área de refugio, ubicado en la porción occidental del Alto Golfo de California frente a las costas del estado de Baja California. Además, basado en la Ley General de Vida Silvestre y con el propósito de lograr una mayor participación social SEMARNAT creó el Subcomité Técnico Consultivo para la recuperación y protección de la vaquita y su hábitat (DOF, 2005a y 2005b).

La pesca de curvina gollina actualmente se rige por la -NOM-063-PESC-2005, pesca responsable de curvina gollina (*C. othonopterus*) en aguas de jurisdicción federal del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Esta norma tiene como objetivo establecer los términos y condiciones para el aprovechamiento de curvina gollina y es de observancia obligatoria para personas que se dediquen a esta pesquería (DOF, 2005c).

Las acciones propuestas por el Gobierno Federal en 2007 se dirigieron a la reconversión de las actividades productivas como alternativa de conservación, y a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales se invierte en la compra de permisos de pesca a cambio de una compensación económica que ayude en proyectos productivos viables para el pescador, con ello se pretende disminuir el esfuerzo pesquero y así reducir la mortalidad de la vaquita (Ruiz- López, 2009).

El programa de reconversión productiva financiado inicialmente por el Programa de Desarrollo Rural Sustentable (PRODER), al principio se entregaba al pescador 550 mil pesos por su permiso de pesca y el retiro voluntario, con la opción de aplicar en un proyecto productivo alternativo. Durante 2007 se invirtieron aproximadamente 35 millones de pesos en el AGC. Al finalizar la primera etapa SEMARNAT y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) acordaron una inversión de 100 millones de pesos para continuar con el programa de reconversión y dar seguimiento al retiro de permisos de pesca y embarcaciones. Con ello, en 2008 se otorgaron de 300 mil o 450 mil pesos a los concesionarios de permisos, con la condición de entregar no sólo el permiso de pesca, sino también la embarcación y las artes de pesca (Conferencia, 2008). En esta conferencia donde se dio a conocer el programa PACE-Vaquita en la ciudad de Ensenada B.C. en septiembre del 2008 con la participación de los titulares de SEMARNAT, SAGARPA, PROFEPA, CONAPESCA, CONANP y la asistencia de ONG's nacionales y extranjeras.

2.3. Modelos para la evaluación de recursos pesqueros.

Existen dos grandes enfoques metodológicos utilizados para evaluar los stocks pesqueros, los modelos analítico-estructurales y los modelos globales de biomasa. Los modelos analítico-estructurales se basan en el seguimiento detallado de la estructura de edades de la población, y la estimación de los principales parámetros poblacionales tales como, el

crecimiento, el reclutamiento, la mortalidad natural y la mortalidad por pesca como lo describen Csirke (1980), Gulland (1983) y Pauly (1979,1984), entre otros. Ambos enfoques han sido utilizados en el estudio de diversos recursos y pesquerías, en un esfuerzo continuo por reducir la incertidumbre asociada a la dinámica de las poblaciones y alcanzar el objetivo de aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales.

Dentro de los métodos cuantitativos más comúnmente utilizados en la evaluación y manejo de recursos se encuentran los modelos de biomasa dinámica. Éste hecho se debe a que sus propiedades son relativamente sencillas, fáciles de explorar, los procedimientos de ajuste son simples y, desde el punto de vista de manejo, sus resultados son más fáciles de entender y presentar. Otra ventaja relevante es que no requieren de muchos datos como son tasas de captura, número de huevos y larvas, estimaciones de biomasa, etc., en comparación con otros enfoques más complejos ((Prager, 1994).

Los modelos de biomasa dinámica, no obstante, han sido considerados menos eficientes que otros métodos como los que se basan en estructuras de edades. La mayor parte de las veces, los investigadores dedicados a la evaluación de recursos prefieren utilizar modelos de captura por edad o análisis de población virtual que basarse en modelos de biomasa dinámica. Con el tiempo, la reputación de los modelos de biomasa ha mejorado considerablemente. Una de las razones de su prestigio es que son frecuentemente ineficaces para proporcionar estimaciones coherentes. Sin embargo, esto generalmente no es debido a

fallas en el modelo sino en los propios datos. Algunos autores inclusive han demostrado que los modelos de biomasa dinámica pueden ofrecer mejores estimaciones de los parámetros utilizados para el manejo de una pesquería que otras técnicas de análisis (Hilborn y Walters, 1992; Hilborn y Mange, 1997; Prager 1994).

2.4. Pesquerías

La producción mundial de la pesca de captura marina alcanzó el máximo de 86.3 millones de toneladas en 1996 y desde entonces disminuyó ligeramente hasta los 79.5 millones de toneladas en 2008, con grandes fluctuaciones interanuales. Las capturas totales mundiales (marinas y continentales) durante el periodo 2006-2008 se mantuvieron bastante estables en unos 89.8 millones de toneladas, y en estos años un pequeño descenso de las capturas marinas mundiales se vio compensado por un incremento de 0.2 millones de toneladas de las capturas continentales totales tanto en 2007 como en 2008. Incluso las capturas de anchoveta, notablemente variables, que causaron el descenso de las capturas marinas totales entre 2005 y 2006, se mantuvieron bastante estables durante tres años consecutivos (2006-2008) por primera vez desde 1970 (FAO, 2010).

La mayor parte de las poblaciones de las diez especies más pescadas, las cuales representan en total un 30 % de la producción de la pesca de captura marina mundial en términos de cantidad, están plenamente explotadas. Las dos poblaciones principales de anchoveta

(*Engraulis ringens*) en el Pacífico sureste, las de colín de Alaska (*Theragra chalcogramma*) en el Pacífico norte y las de bacaladilla en el Atlántico (*Micromesistius pouasson*) están plenamente explotadas. Varias poblaciones de arenque del Atlántico (*Clupea harengus*) se hallan plenamente explotadas, pero algunas están agotadas. Las poblaciones de anchoita japonesa (*Engraulis japonicus*) en el Pacífico noroeste y de jurel chileno (*Trachurus murphyi*) en el Pacífico sureste se consideran plenamente explotadas (FAO, 2010).

El Golfo de California es un ejemplo en donde el aprovechamiento de una riqueza pesquera modifica a uno de los ecosistemas marinos más biodiversos del planeta (Salas et al., 2002).

El deterioro de la biodiversidad —entre las que destacan especies endémicas en peligro de extinción— ha sido asociado a actividades humanas de gran impacto como el represamiento del Río Colorado y la intensa actividad pesquera (Brusca, 2004). Actualmente, el norte del Golfo aporta al país casi 15 % del valor económico de las pesquerías (camarón, la corvina y el tiburón) de dos flotas: la artesanal (embarcaciones pequeñas de fibra de vidrio) y la industrial (barcos de arrastre) (Cudney y Turk, 1998).

La mayoría de los recursos pesqueros mundiales se encuentran sobreexplotados o aprovechados al máximo (Botsford et al., 1997). Las causas son múltiples y complejas, pero se distinguen como fuentes importantes de deterioro el aprovechamiento desmedido y la falta de una planeación sustentable. Por estas razones, el manejo de pesquerías es un tema que ha ocupado al ámbito científico por las últimas décadas. Sin embargo, los resultados de la planeación pesquera han sido limitados porque, entre otras cosas, se ha

orientado al seguimiento específico (abundancia, reproducción, etc.) de las poblaciones de interés sin considerar su alto grado de complejidad y sus interacciones con el ambiente (procesos biológicos y ecológicos, físicos y socioeconómicos) (Ortiz, 2003).

El Alto Golfo de California es una de las cuatro regiones más ricas en pesquerías establecidas por sus condiciones especiales. Es clasificado como una zona rica en nutrientes por sus características hidrográficas al presentar una plataforma somera (< 30m) con una topografía irregular, con una serie de canales y bajos (Álvarez Borrego et al., 1978), y un comportamiento anti-estuarino (Lavin *et al.*, 1998), ya que la salinidad decrece hacia la boca del Río Colorado (Lavin y Sánchez, 1999).

El Norte del Golfo de California (NGC) es considerado mundialmente como un área marina de gran biodiversidad. Esta zona para México representa 15 % de la producción de la economía pesquera y un polo importante para el desarrollo turístico. Sin embargo, por una combinación de razones naturales y sociales, actualmente se percibe el deterioro en los ecosistemas marinos, reflejado en la disminución de sus recursos comerciales (camarón, curvina, chano, etc.) y la presencia de especies en peligro de extinción (vaquita marina, tortuga marina, totoaba, etc.). El origen de estos fenómenos es diverso, pero resaltan, por su mayor impacto, la planeación deficiente del desarrollo de las principales flotas pesqueras (artesanal e industrial) y la disminución del aporte de agua del Río Colorado (Espinoza-Tenorio, 2004).

La pesca ribereña ha padecido infinidad de problemas, ésta se ha mantenido constante y permanece como la principal fuente de alimento marino (Espino-Barr y Cruz-Romero, 2006). Es además la actividad económica más arraigada en las comunidades costeras, como en el alto golfo, lo que hace difícil que la población deje de pescar para desarrollar otra actividad económica (Godínez-Plascencia, 1993; Aragón-Noriega, 2005).

Por miles de años los recursos pesqueros ribereños del Alto Golfo de California y el delta del Río Colorado fueron utilizados en pequeña escala por grupos indígenas como los O'odham, Cucapá y Hohokam. Sin embargo, no es sino hasta principios de este siglo que asentamientos permanentes de pescadores mexicanos comenzaron a establecerse en esta región con fines de realizar actividades pesqueras comerciales.

La pesca en la región se expande a principios del siglo XX con la captura de totoaba y a partir de la década de 1950 con el camarón. Desde entonces había sido, hasta hace unos pocos años, la fuente más importante de ingresos para las comunidades ribereñas del alto golfo. Con el transcurso del tiempo han surgido otras pesquerías (Valdéz-Gardea, 2007). En los años 20, a raíz de la creciente demanda de totoaba (*T. macdonaldi*) por el mercado chino y a su cada vez más escasa producción en la región de Guaymas, los pescadores del sur de Sonora y Sinaloa primordialmente, comenzaron a aventurarse hacia las áridas y difíciles tierras más norteñas del Golfo de California para pescar totoaba. El gobierno mexicano en los años de 1930 a 1950 fomentó y enfatizó el uso colectivo de los recursos camaroneros, así como su compromiso de equidad al establecer cooperativas con derechos exclusivos para explotar éstos. En Puerto Peñasco, por ejemplo, se funda la primera

cooperativa en 1936. Las cooperativas contaban con barcos de madera con capacidad de once toneladas (Valdéz-Gardea, 2007).

La mayor parte de las especies capturadas en el alto golfo se caracterizan por tener un apreciable valor comercial; desde luego destaca la pesquería del camarón y, también, aunque en menor proporción, la curvina y el chano; las tres configuran la base económica de la región (Cudney y Turk, 1998).

El auge de la pesca ribereña surgió a finales de los noventa del siglo pasado luego de la quiebra de las cooperativas camaroneras que operaban con barcos industriales. El descalabro redujo el volumen de captura en alrededor de 50% entre los años setenta y ochenta (Hoyos, 1991). La sobrevivencia de los viejos pescadores fue posible gracias a que se volvieron ribereños y adquirieron embarcaciones menores o pangas.

2.5. Medidas de manejo para las pesquerías.

Año	Acciones de manejo
1955	Declaración de Zona de refugio para todas las especies, de las aguas comprendidas desde la desembocadura del Río Colorado hacia el sur, hasta una línea imaginaria partiendo de la parte sur de Bahía Ometepe, B.C., hasta la desembocadura del Estero Santa Clara en el estado de Sonora.

1974	Declaración de zona de reserva, cultivo y/o repoblación para todas las especies de pesca, al área del Delta del Río Colorado, en el Golfo de California".
1975	Veda indefinida para la totoaba
1992	Acuerdo por el que se prohíbe el uso de redes agalleras de luz de malla superior a 10 pulgadas construidas con hilo nylon monofilamento calibre 36 a 40 denominadas totoaberas, durante todo el año en el Golfo de California en el área que se indica.
1992	Creación del Comité Técnico para la Preservación de la Vaquita y la Totoaba (CTPVT). Elabora la propuesta para establecer la reserva de la biosfera y genera importante información sobre la vaquita y el ecosistema del Alto Golfo
Acciones de manejo después de la reserva	
1993	Establecimiento de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (no pesca en zona núcleo)
1994	Publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 que clasifica a la vaquita como especie en peligro de extinción
1994	Publicación de la NOM-012-PESC-1993 por la que se establecen medidas para la protección de las especies de totoaba y vaquita en aguas de jurisdicción federal del Golfo de California.
1995	Se presenta el primer Programa de Manejo de la Reserva
1997	Establecimiento del largo máximo del chinchorro de línea para el aprovechamiento de camarón en el Golfo de California, mediante la modificación de la NOM-002-PESC-1993

2001	Elaboración de la Estrategia de conservación de la vaquita y su hábitat e inicio de operativos de inspección y vigilancia coordinados por PROFEPA.
2002	Publicación de la Norma Emergente 139, la cual prohibió la operación de barcos camaroneros y el uso de redes de enmalle y agalleras mayores de 6 pulgadas en la Reserva de la Biosfera de Alto Golfo.
2003	Se aplica el Impacto Ambiental para la captura camarón de pesca industrial por 90 días al año.
2005	Establecimiento del Área de Refugio para la protección de la vaquita.
2007	Se presenta el segundo Programa de Manejo de la Reserva.
2005	Publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-063-PESC-2005 captura curvina golfina.
2009	Se aplica el Impacto Ambiental en la pesca ríverena en escama y camarón.
2011	DOF: 25/10/2011 ACUERDO por el que se establece la cuota de captura para el aprovechamiento de curvina golfina (<i>C. othonopterus</i>).

Las medidas de manejo para la pesca sustentable en el Alto Golfo de California después la declaratoria de la reserva no se han podido establecer para tener un co-manejo de las pesquerías. Entre todas las medidas de manejo de las pesquerías descritas en la tabla, únicamente se han aplicado para la conservación de la vaquita. Para la pesquería de curvina golfina se ha establecido una cuota de captura de 2400 toneladas para el año 2012, restringiéndose la pesca en la zona núcleo de la reserva. El incremento del esfuerzo

pesquero se ha ido incrementando sin control: en la pesquería de camarón participan en promedio de 1200 a 1400 embarcaciones menores durante la temporada. Para 2003, el esfuerzo permitido se distribuyó entre 180 permisos de pesca para camarón en el Golfo de Santa Clara, 350 en San Felipe y 24 en Puerto Peñasco, el esfuerzo real por embarcaciones menores se estima entre 500 a 600 en el Golfo de Santa Clara, de 400 a 450 en San Felipe y de 150 a 200 en Puerto Peñasco (Cofcmermir *op. cit.*).

Tradicionalmente, las estrategias de manejo pesquero se han centrado en la especie objetivo de la pesquería usando métodos basados en la dinámica poblacional; (Beverton et al. 1993) (Sparre y Venema, 1995) De aquí proceden expresiones como manejo tradicional, manejo basado en especie y manejo inespecífico, que son comúnmente aplicados a la aproximación de manejo pesquero prevaleciente en la actualidad en la mayoría de las pesquerías del mundo. Sin embargo, es evidente que los componentes del ecosistema interactúan entre sí y las acciones de los usuarios sobre los recursos afectan directa o indirectamente a los individuos no objetivo, influenciando la estructura y función de los ecosistemas. Considerar este tipo de interrelaciones en los planes de manejo pesquero conduciría a una ordenación en la que podrían resolverse los conflictos derivados de dichas interacciones (Gracia et al.), al mismo tiempo que se obtendrían los mayores beneficios económicos sociales y ecológicos posibles. Por otra parte, debido al reconocimiento de los efectos que la pesca produce en los ecosistemas marinos, los objetivos de conservación de la biodiversidad y ciertos grupos de fauna silvestre (e.g. aves, mamíferos, tortugas) también demandan y justifican que la administración de los recursos marinos contemple las

interacciones entre las especies y el manejo integrado de los recursos (Smith y Maltby, 2003).

A nivel pesquero, la implantación de una reserva conlleva el desplazamiento del esfuerzo pesquero a otras zonas (Hilborn et al. 2004). Además, puede darse un incremento del esfuerzo en zonas periféricas a la reserva (*fishing the line*) e interferencia entre barcos por reducción del área de pesca (Kellner et al., 2007).

Son múltiples los casos en los que la creación de áreas marinas protegidas ha obtenido resultados positivos para las pesquerías, como en el caso de la langosta en la Reserva de Columbretes (Goñi, 2006), pero también existen casos en los que la implementación de reservas no solo no ha desembocado en resultados positivos, sino que ha tenido repercusiones negativas como en el caso del erizo y la langosta en las Islas Medes (Zavala, 1992).

La ordenación de la pesca siempre ha tenido lugar en el contexto de los objetivos y aspiraciones sociales. En la primera mitad del siglo XX, los objetivos estaban dominados por el deseo de incrementar los desembarques. No obstante, en la segunda mitad del siglo quedó patente que muchas poblaciones de peces estaban siendo sobreexplotadas y que la relación existente entre las pesquerías y los ecosistemas en que se encontraban no se podían

ignorar. De esta creciente concienciación surgió el enfoque ecosistémico de la pesca (EEP). El EEP es un enfoque integrado aplicado a la ordenación de la pesca que pretende conseguir el equilibrio entre diversos objetivos sociales y cuya base es el Código de Conducta para la Pesca Responsable (CCPR).

III.- HIPÓTESIS

Las medidas de manejo establecidas en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta de Río Colorado no han impactado positivamente en la producción pesquera y en el bienestar socio-económico de los pescadores.

IV.- OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar si las medidas de conservación (decreto de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y el polígono de la vaquita) en el Alto Golfo han tenido un impacto positivo en la producción pesquera y en el bienestar socio-económico de los pescadores.

4.2. Objetivos específicos

4.2.1. Analizar las tendencias de las principales pesquerías en el Alto Golfo de California antes y después del establecimiento de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y después del decreto del polígono de la vaquita.

4.2.2. Analizar la dinámica de la biomasa de las principales pesquerías del Alto Golfo de California.

4.2.3. Determinar el estado de las pesquerías en el Alto Golfo de California.

4.2.4. Analizar el impacto socio-económico que produjo la instalación de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y el polígono de la vaquita para los pescadores del alto golfo.

V. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado RBAGCDRC (Fig. 1), decretada por el gobierno el México el 10 de junio de 1993 en el Diario Oficial Federación. La reserva se encuentra ubicada en aguas del Golfo de California entre los Municipios de Mexicali, en el estado de Baja California, y Puerto Peñasco y de San Luis Río Colorado, en el estado de Sonora. Tiene una superficie de 934,756 ha, está integrada por una zona núcleo denominada "Delta del Río Colorado", con superficie de 164,779 ha y una zona de amortiguamiento con superficie de 769,976 ha.

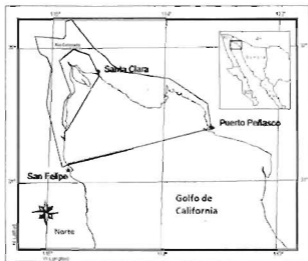


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA Y BASE DE DATOS.

6.1.1. Datos biológicos pesqueros.

Como primer etapa del presente estudio se recopiló información científica de trabajos previos sobre el área de estudio, sobre la pesca artesanal en el Estado de Sonora y Baja California Norte del área del Alto Golfo de California y sobre la biología de las especies de interés comercial. La búsqueda incluyó publicaciones, tesis, informes técnicos, trabajos en extenso y resúmenes de ponencias presentadas en reuniones científicas nacionales e internacionales. Asimismo, se desarrolló una extensa consulta directa con investigadores que estuvieron o están trabajando en el área. Las principales instituciones a las que se ha recurrido para recopilación son la Universidad Autónoma de Baja California Norte, el Centro de Estudios del Desierto y el Océano (CEDO), el Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste y el Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora e Instituto Tecnológico de Guaymas. Además de ello, se ha efectuado una búsqueda exhaustiva en los medios electrónicos como la red de INTERNET y los archivos de ASFA.

Para conocer el estado de los recursos pesqueros explotados se trabajó a partir de la base de datos de las Oficinas de Pesca, con la información obtenida de los "Avisos de arribo" de Puerto Peñasco y Golfo de Santa Clara, Sonora y San Felipe, BCN. El aviso de arribo es un documento que se reporta por el permisionario a la oficina de pesca, la captura obtenida por especie durante viaje de pesca o una jornada de trabajo. En este formato se incluyen

datos sobre precio de playa, lugar de captura, entre otros, que los permisionarios del camarón deben entregar a las autoridades de la oficina de pesca de la localidad y en los puertos de desembarque localizados sobre en el Alto Golfo de California.

6.1.2 Análisis de la información.

Con la información de la producción pesquera por año se construyeron histogramas de frecuencia para analizar el comportamiento de la producción pesquera a través del tiempo. Se utilizó la captura por unidad de esfuerzo (*CPUE*) como índice de abundancia relativa la cual fue analizada bajo tres escenarios: Escenario 1 (1988 – 1993), Escenario 2 (1993 – 2005) y Escenario 3 (2005 – 2008), excepto la pesquería de curvina, debido a que el resurgimiento de esta pesquería ocurrió en 1993, año del establecimiento de la RBAGCDRC. Con la información de la *CPUE* de cada escenario y el año de su estimación se llevó a cabo análisis de regresión lineal para analizar las tendencias de la abundancia del recurso en el tiempo, donde $y = CPUE$ y $x = \text{año}$.

6.1.3 Estimación de la biomasa de las principales pesquerías.

El proceso de modelación es una representación abstracta del mundo real. Se aplicó un modelo para las pesquerías como primera aproximación para definir puntos de referencia.

En el caso de la pesquería de camarón se asumió lo siguiente: aunque la flota artesanal y la flota de industrial de camarón explotan el mismo stock, la captura de la flota artesanal es relativamente más pequeña que la captura de la flota industrial, razón por la cual en esta parte del análisis se utilizaron los datos de esta última.

6.1.4 Análisis de pesquerías.

Se analizó el comportamiento de las pesquerías utilizando series históricas de las capturas y del esfuerzo. Si consideramos que una unidad de población estará distribuida sobre varios lugares de pesca, entonces la relación entre la captura total y el esfuerzo total será igual a la media ponderada de las capturas por unidad de esfuerzo en los distintos pescaderos, ponderada por el esfuerzo en cada uno de ellos, es decir,

$$\frac{C}{f} = \frac{\sum C_i \times f_i}{\sum f_i}$$

donde C , f son la captura y el esfuerzo totales, y C_i , f_i , la captura y el esfuerzo en un determinado pescadero.

6.1.5 Modelo de producción.

Se utilizó el modelo dinámico de biomasa de Schaeffer (Hilborn y Walters, 1992) que relaciona la captura total y el esfuerzo de pesca invertido (CPUE). Este modelo se empleó

con el fin de tener una descripción de la situación general de las pesquerías. El ajuste de una curva parabólica de esta relación permite obtener una estimación del rendimiento máximo sostenible y el esfuerzo óptimo de la pesquería.

$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K} \right) - C_t$$

donde:

t = tiempo (temporada de pesca)

B_t = biomasa de la población al tiempo t

B_{t+1} = biomasa de la población al tiempo $t+1$

r = tasa intrínseca del crecimiento de la población

K = tamaño de la biomasa virgen o capacidad de carga.

C_t = captura al tiempo t .

6.1.6 Estimación del error de observación.

Se supone que el índice I_t está medido con error, en consecuencia, el índice es estimado

como: $\hat{I}_t = qB_t \exp(v_t)$, donde v_t es el error de observación, suponiendo $v_t \approx N(0, \sigma_v)$ y

$\hat{I}_t = qB_t$ (Punt, 1992; Punt y Hilborn, 1996). La estimación de $v_t = \ln(I_t) - \ln(\hat{I}_t)$ Cuando

se usó el error de observación, se probó una hipótesis sobre la población, H_0 : La variabilidad en la población fue causada por la incertidumbre del verdadero valor del índice I_t .

La estimación de los parámetros τ_0 , K_0 , y δ_0 para cada el índice J (subíndice O es error de observación) fue calculado usando la siguiente función de verosimilitud $\{-\ln L\}$:

$$-\ln L(J, \tau_0, K_0, \delta_0) = \sum_j \left[\frac{1}{2} \ln(2\pi) \right] - \left[\frac{1}{2} \ln \sigma^2 - \left(\frac{x_j^2}{2\sigma^2} \right) \right]$$

En esta expresión δ es una constante llamada "deplete", que fue usada para estimar la biomasa durante la temporada de pesca con que inicia el análisis (Punt, 1992) y σ es la desviación estándar del error de proceso, que fue estimada usando la siguiente solución analítica para σ definida como:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\ln(J_j) - \ln(j, j) \right]^2}$$

El coeficiente de capturabilidad fue estimado como:

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\ln \left(\frac{J_j}{B_j} \right) \right] \right\}$$

Dado que este coeficiente asume una distribución log normal del indicador de abundancia relativa, entonces el valor promedio debe ser recalculado por su respectivo valor exponencial. La expresión muestra que la capturabilidad tiene una solución algebraica explícita que deriva de todos los valores de capturabilidad estimados para cada temporada de pesca, lo cual es un intento por valorar su variabilidad.

6.1.7 Puntos de referencia biológicos (PRB).

De los dos estimadores, se calcularon dos importantes cantidades de manejo la biomasa en la cual se puede alcanzar el *MRS*, descrita como (B_{MRS}) o $K/2$ y el estado de explotación del stock (E_{sr}) (Punt y Japp, 1994).

El manejo de los recursos pesqueros se basa en Puntos de Referencia Biológicos (PRB) que permiten definir una determinada estrategia de pesca y se derivan de los modelos que caracterizan la dinámica de las poblaciones (Sissenwinw y Shepherd, 1987; Mace, 1994).

El uso del modelo dinámico de biomasa en el manejo de recursos pesqueros se basa en que la Producción Excedente máxima (PEM) se obtiene cuando la biomasa de la población se encuentra en la mitad ($K/2$) de lo que tendría en su condición virgen y si este nivel de biomasa se mantiene constante, entonces es posible obtener lo que se conoce como Rendimiento Máximo sostenible (*RMS*), de tal manera que el PRO es llevar la biomasa de la población al nivel donde la producción excedente es máxima (B_{RMS}), esto es: extraer sólo lo que la población produce en exceso y determinar el esfuerzo requerido para ello. La estimación de esos puntos de referencia se llevó a cabo de acuerdo a la tabla I.

Tabla I. Puntos de referencia biológico utilizados en el manejo de pesquerías.

Parámetro	Ecuación
Esfuerzo de pesca en el punto de Máximo Rendimiento Sostenible.	$E_{30\%} = r \cdot 2q$
Máximo Rendimiento Sostenible (MRS).	$MRS = rK \cdot d$
Biomasa en el punto de Máximo Rendimiento Sostenible	$B_{MRS} = K \cdot z$

6.1.8 Estado de los recursos pesqueros en el Alto Golfo de California.

Para definir el estado *Est* del recurso el primer paso consistió en conocer si la biomasa actual B_{Actual} es mayor o menor a $K/2$ y se obtuvo mediante la siguientes fórmula.

$$Est = \frac{B_{Actual}}{B_{MRS}}$$

Así, el estado del stock se ubicó de acuerdo a la siguiente regla de decisión.

Est < 1: El stock se encuentra abajo del nivel óptimo. Se requiere de estrategia de Recuperación

Est > 1: El stock se encuentra arriba del nivel óptimo. La pesquería tiene potencial de desarrollo.

Est = 1: El stock se encuentra en su nivel óptimo. La pesquería se encuentra en su nivel adecuado

6.1.9 Pesquerías en área del polígono de la vaquita.

Se recabó e integró información de las pesquerías ribereñas de San Felipe y El Golló de Santa Clara y Puerto Peñasco mediante encuestas a pescadores de estas comunidades. Con esta información se integró un sistema de información geográfica de las áreas de captura por pesquería principal y por comunidad. Sobreponiendo a estas áreas la poligonal del área de refugio se calculó el porcentaje de reducción de la superficie de pesca actual.

La captura por pesquería, se obtuvo mediante la información reportada en los avisos de arribo de embarcaciones menores para las tres comunidades durante 2003.

6.1.10. Aspectos Socio-económicos

El establecimiento de la reserva de la biosfera en el Alto Golfo de California, repercutió directamente en la calidad de vida de los pescadores de las comunidades enclavadas en la reserva. Después del decreto, el área de pesca dentro de la reserva se redujo, provocando conflictos sociales y económicos entre los pescadores de la comunidad. Para analizar estos dos aspectos, se llevaron a cabo muestreos por encuesta mediante un diseño de muestreo aleatorio. Para ello, se buscó información a través autores directos (pescadores). La encuesta constaba de información sobre los aspectos de mayor relevancia en la comunidad pesquera, destacando los aspectos socio-demográficos, actividad pesquera, ingresos, viajes de pesca, regulación pesquera y el impacto de la reserva en la actividad pesquera.

VII. RESULTADOS

7.1 ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES PESQUERÍAS DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA.

7.1.1 Producción pesquera en el Alto Golfo de California.

La figura 2 muestra las capturas registradas durante el periodo de 1988 a 2008, de las principales pesquerías en el en AGC, las porciones sombreadas indican cada uno de los escenarios establecidos anteriormente.

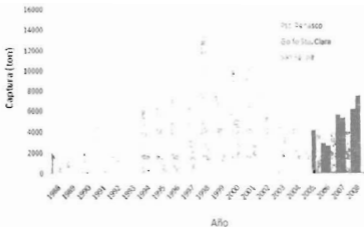


Figura 2. Comportamiento de la producción pesquera en el Alto Golfo de California durante el periodo 1988 – 2008 vista a través de tres escenarios (1988 - 1993, 1993 – 2005 y 2005 – 2008).

La CPUE de las pesquerías de las tres comunidades de desembarco pesquero en el AGC se muestra en la figura 3, las porciones sombreadas indican cada uno de los escenarios establecidos.

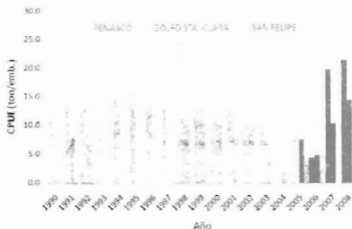


Figura 3. Comportamiento CPUE de las pesquerías del Alto Golfo de California durante el periodo 1988 – 2008 vista a través de tres escenarios (1988 – 1993, 1993 – 2005 y 2005 – 2008).

7.1.2 ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DEL CAMARÓN.

La variabilidad interanual de las capturas de camarón en la región del AGC se muestra en la figura 4. Esta variabilidad fue más pronunciada para la pesca industrial ya que experimentó

dos declives importantes, uno en 1992 y el otro en el 2006; mientras que la pesca artesanal presentó un descenso importante en 1989. En la figura 5 se observa el comportamiento de la flota camaronera. No se encontró correlación significativa entre la variabilidad interanual de las capturas de la flota artesanal e industrial ($R = 0.06$, $P > 0.05$). Así mismo, no se encontró correlación entre la CPUE y el esfuerzo pesquero en la pesca industrial ($R = 0.19$, $P > 0.05$), pero sí hubo una correlación negativa significativa entre la CPUE y el esfuerzo pesquero en la pesca artesanal ($R = -0.60$, $P < 0.05$).

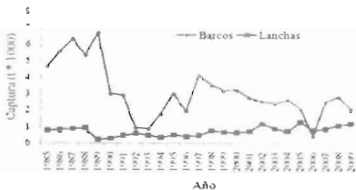


Figura 4. Series históricas de la captura de camarón de la flota industrial y artesanal en el Alto Golfo de California.

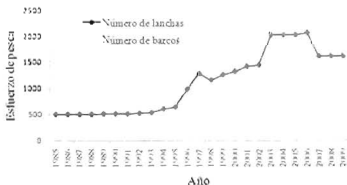


Fig. 5. Series históricas del esfuerzo pesquero aplicado a la pesquería de camarón en el AGC.

El modelo de biomasa dinámica de Schaefer se ajustó bien a los datos del índice de abundancia para la pesca de altura de camarón del periodo de 1985 al 2009. La capacidad de carga estimada para la población de camarón del Alto Golfo de California fue de 45,871 t con intervalo de confianza del 95% de (45,349 – 46,392), tasa intrínseca de crecimiento de 0.36 con intervalo de confianza del 95% de (0.35 – 0.37), con un coeficiente de capturabilidad de 0.001. El modelo así ajustado a los datos de captura y esfuerzo arrojó un MRS de 4,128 t con una biomasa que permitiría obtenerlo de B_{SRS} de 22,935 ton, con E_{SRS} = 180 barcos.

Primer escenario (E1).

Durante el periodo (1985-1993) antes del decreto de la RBAGCDRC (E1) la *C/PUE* de ambas flotas presentó tendencia negativa (Fig.7). Durante el periodo de 1986 a 1991 de este escenario la biomasa de camarón se mantuvo por encima del nivel óptimo hasta 1992, año en que disminuye el 72%. En los dos últimos años se estimó la biomasa más baja en la historia de la pesquería (Fig. 5). El estado del recurso al final de este escenario ($ER_{1993} < 1$) se ubicó por debajo del nivel óptimo.

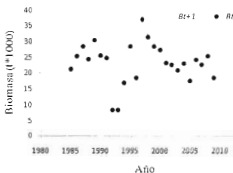


Figura 6. Dinámica de la biomasa de camarón en el Alto Golfo de California.

Segundo escenario (EII).

En el periodo (1993 – 2005) subsiguiente al decreto de la reserva (EII), las capturas para

ambas flotas mostraron signos de recuperación; aunque la tendencia de la CPUE de la pesca artesanal siguió siendo negativa. Durante este escenario el número de embarcaciones mayores permaneció casi constante, mientras que el número de embarcaciones menores aumentó el 389%. En este escenario, la biomasa de camarón se recuperó hasta alcanzar la biomasa más alta en 1997. En general, durante este escenario la biomasa se mantiene por encima del nivel óptimo, excepto en 1994, 1996, 2003 y 2005 (Fig. 6). El estado del recurso al final de este escenario ($ER_{2005} < 1$) se ubicó por debajo del nivel óptimo.

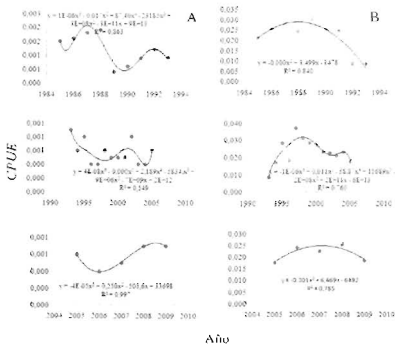


Figura 7. Tendencia de la CPUE para la flota artesanal (A) e industrial (B).

Tercer escenario (EIII).

En este escenario las capturas de camarón mostraron signos de recuperación leve, la tendencia de la *CPUE* para ambas flotas fue positiva (Fig. 7). Durante este periodo el número de embarcaciones mayores permaneció constante, mientras que en la flota artesanal disminuyó el 21% (Fig. 3). La biomasa permaneció por encima del nivel óptimo durante el periodo del 2006 al 2008, disminuyendo en el 2009 (Fig. 6). El estado del recurso al final de este escenario ($ER_{2009} < 1$) se ubicó por debajo del nivel óptimo (Fig. 8).

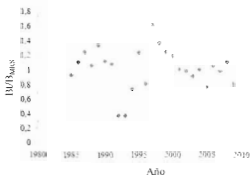


Figura 8. Estado del recurso camarón en el Alto Golfo de California.

7.1.3. ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE CURVINA.

La variabilidad interanual de las capturas de la curvina golfina es producto de los regímenes de pesca utilizados en la extracción del recurso (Fig. 9). Después del resurgimiento de la pesquería en 1993, la producción se fue incrementando a la par con el esfuerzo de pesca hasta el 2000. En el periodo 1993 – 1997 el esfuerzo de pesca tuvo un aumento del 93.2%, incrementándose a 152.3% en el año 2002. La producción máxima histórica se obtuvo en la temporada de pesca del 2002 con 4,299 toneladas y 557 embarcaciones. Después de ese año la producción presentó tres declives importantes, en el 2003, 2005 y 2009. En el año 2010 la producción presentó un ligero incremento; sin embargo, al final de este periodo la relación entre el índice de abundancia (CPUE) y el esfuerzo de pesca siguió siendo negativa (Fig. 10).



Figura 9. El comportamiento de la pesquería de curvina golfina (1993 – 2010) en el Área Golfo de California.

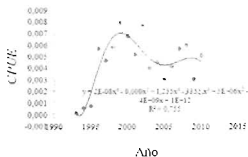


Figura 10. Tendencia de la pesquería de curvina golfinia (1993 – 2008) en el AGC.

La CPUE de la pesquería de la curvina visto bajo un solo escenario (1993 – 2008) se indica en la figura 11. Después de la declaratorio de la Reserva de la Biósfera e inicio de la pesquería hasta el 2008, la pesquería ha mostrado una tendencia positiva, con fluctuaciones importantes hasta llegar a al nivel más bajo en el 2005, después del nivel registrado en 1995, durante del resurgimiento de la pesquería.

El modelo de biomasa dinámica de Schaefer se ajustó bien a los datos del índice de abundancia de la pesquería para el periodo de 1993-2010 (Fig. 11). La capacidad de carga estimada para la población de curvina golfinia fue de 16.390 ton con intervalo de confianza del 95% de (15.880 – 16,900 ton); la tasa intrínseca de crecimiento estimada fue de 0.75 con intervalo de confianza del 95% de (0.73 – 0.76).

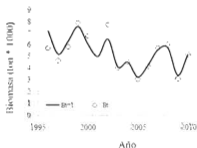


Figura 11. Ajuste del modelo de biomasa dinámica de Schaefer a los datos de biomasa observada de la curvina golfina en el Alto Golfo de California.

Aunque en general la pesquería de la curvina mostró una tendencia positiva, solo durante el periodo de 1997 al 2001 estuvo por encima del nivel óptimo. En el 2008 la biomasa representó el 43% de la biomasa virgen, colocándose por debajo de nivel óptimo (Fig. 12).

El estado del recurso al tiempo actual estimado ($Est_{2010} < 1$) se encontró por debajo del nivel óptimo. La declinación de la biomasa se aceleró a partir de 1998 en razón del aumento del esfuerzo de pesca. El modelo así ajustado a los datos de captura y esfuerzo aportó un MRS de 3,073 ton con una biomasa (B_{RMS}) que permitiría obtenerlo de 8,195 ton y $E_{MRS} = 416$ embarcaciones.

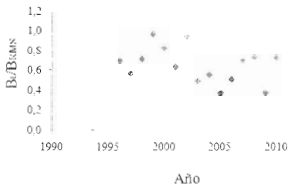


Figura 12. Estado del recurso curvina golfina en el Alto Golfo de California.

7.1.4. ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE LA SIERRA

La variabilidad interanual de las capturas de la sierra se observa en la figura 14; las capturas máximas históricas se registraron en el 2008. El incremento de las capturas de esta especie ocurre después del decreto de la reserva debido al incremento paulatino del esfuerzo de pesca. En 1996 el esfuerzo de pesca aumentó 140% en relación al esfuerzo de pesca aplicado a la pesquería en 1993. Para el 2005 el esfuerzo aumentó el 289%; sin embargo, en el 2006 la producción cae el 150%. En los dos años siguientes disminuyó el esfuerzo de pesca el 125% y la producción aumentó.

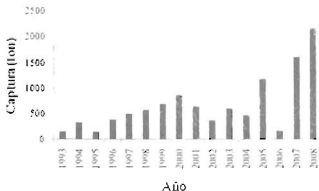


Figura 13. Producción de la pesquería de la sierra en el Alto Golfo de California.

La *CPUE* de la pesquería de la sierra visto bajo un solo escenarios (1993 – 2008) se indica en la figura 15. La *CPUE* tuvo un comportamiento similar a la disponibilidad del recurso (Fig. 16)

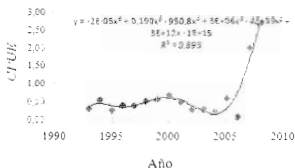


Figura 14. Tendencias de la *CPUE* de la pesquería de la sierra obtenidas mediante análisis de regresión.

El modelo de biomasa dinámica de Schaefer se ajustó bien a los datos del índice de abundancia de la pesquería para el periodo de 1993-2008 (Fig. 16). La capacidad de carga estimada para la población de sierra fue de 14, 022 ton con intervalo de confianza del 95% de (13,747 – 14,297 ton); la tasa intrínseca de crecimiento estimada fue de 0.68 con intervalo de confianza del 95% de (0.67– 0.69).

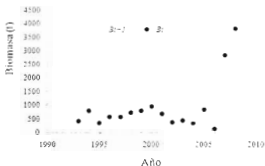


Figura 15. Ajuste del modelo de biomasa dinámica de Schaefer a los datos de biomasa de la sierra en el Alto Golfo de California.

El estado del recurso al tiempo actual estimado ($Est_{2008} < 1$) se encontró por debajo del nivel óptimo (Fig. 17). El modelo así ajustado a los datos de captura y esfuerzo aportó un MRS de 2,283 ton con una biomasa (B_{MRS}) que permitiría obtenerlo de 7,011 ton y $E_{MRS} = 420$ embarcaciones.

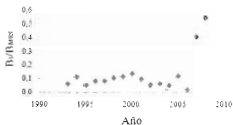


Figura 16. Estado del recurso sierra en el Alto Golfo de California.

7.1.5. ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DEL CHANO NORTEÑO.

La variabilidad interanual de las capturas del chano norteño se observa en la figura 18. Las capturas máximas históricas de la pesquería se registraron en 1998 con 2,09 ton. Después de ese año las capturas decrecieron paulatinamente a la par con el incremento del esfuerzo de pesca hasta el 2002. En el 2003 las capturas empezaron a incrementarse de nuevo, aunque el esfuerzo de pesca permaneció casi constante. En el 2007 el esfuerzo de pesca disminuyó el 125% con un incremento en la producción de 774.7 ton registradas en el 2006 a 1763 ton.

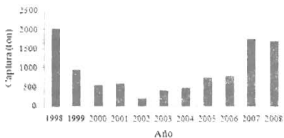


Figura 17. El comportamiento de la pesquería de chano en el Alto Golfo de California.

La *CPUE* de la pesquería del chano norteño fue vista bajo un solo escenario debido a la inconsistencia de la información antes y después del decreto de la reserva. El escenario analizado comprendió el periodo de 1998 al 2008 (Fig.18). La figura 19 muestra la tendencia de *CPUE* bajo este escenario.

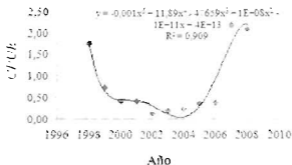


Figura 18. Tendencia de la CPUE de la pesquería del chano norteño en el Alto Golfo de California.

El modelo de biomasa dinámica de Schaefer se ajustó bien a los datos del índice de abundancia de la pesquería para el periodo de 1998-2008 (Fig. 20). La capacidad de carga estimada para la población del chano norteño fue de 9.960 ton con intervalo de confianza del 95% de (9.656 – 10.264 ton); la tasa intrínseca de crecimiento estimada fue de 0.76 con intervalo de confianza del 95% de (0.74 – 0.77).

El estado del recurso al tiempo actual estimado ($Est_{2008} < 1$) se encontró por debajo del nivel óptimo (Fig. 21). El modelo así ajustado a los datos de captura y esfuerzo aportó un MRS de 1.892 ton con una biomasa (B_{MRS}) que permitiría obtenerlo de 4.980 ton.

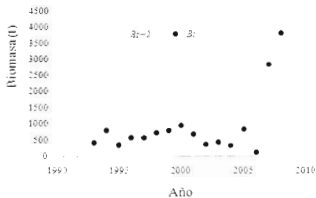


Figura 19. Ajuste del modelo de biomasa dinámica de Schaefer a los datos de captura y CPUE del chano norteño en el Alto Golfo de California.

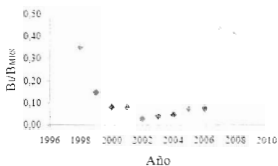


Figura 20. Estado del recurso chano norteño en el Alto Golfo de California.

7.1.6. Aspectos socio-económicos.

7.1.6.1. Caracterización de las pesquerías en el Alto Golfo de California

En el alto golfo la pesca presenta un comportamiento estacional (Tabla I), con un periodo de pesca bien definido para cada recurso. Cada pesquería tiene un periodo de extracción establecido de acuerdo a la temporada de veda (camarón) y/o disponibilidad del recurso (curvina golfina, sierra y chano). Las temporadas de pesca para las pesquerías están bien marcadas, en otoño para camarón y primavera para curvina. La curvina golfina ocupa el segundo lugar en remuneración económica para el pescador ribereño, después de la pesquería de camarón. En la tabla II se muestran las artes de pesca utilizadas para cada pesquería.

Tabla I. Meses de captura de las principales especies comerciales en la comunidad del Golfo de Santa Clara, Sonora.

ESPECIE	MESES DE CAPTURA											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Camarón												
Curvina golfina												
Sierra												
Chano norteño												

Tabla II. Arte de pesca, luz de malla, longitud y caída de altura utilizados en la pesca ribereña.

PESQUERÍA	EQUIPO-REDES	LUZ DE MALLA (Pulgadas)	LONGITUD (malla)	CAIDA-ALTURA (mallas)
Camarón	Chin. Línea	2 ¼	100	80
Curvina	Chin. Línea	5 ¼	75	50
Chano	Chin. Línea	4	25	40
Sierra	Chin. Línea	3	150	100

7.1.6.2. Aspectos socio-económicos.

En general la pesquería que ha tenido mayor impacto social y económico en la Reserva es la de curvina golfina (particularmente en el Golfo de Santa Clara). El resurgimiento de esta pesquería en 1993 atrajo inmigrantes de otros municipios del estado de Sonora y otros estados de la república, generando problemas sociales tales como: disparidad social, lucha por el stock, conflictos legales (por pescar en zona núcleo), falta de actividades económicas alternas y conflictos por la tenencia de la tierra (asentamientos irregulares).

Por otro lado, los ingresos generados por la actividad pesquera están sujetos a la oferta y la demanda de los productos de la pesca, de la temporada del año, el ingreso promedio de los pescadores que no cuentan con equipo y permiso de pesca y los costos de operación (precio de gasolina). La percepción del pescador sobre el impacto biológico, y por ende, económico

que produjo el decreto de la reserva está dividida. El 52% de los pescadores percibe que la declaratoria de la reserva no ha contribuido en la recuperación de las poblaciones de los principales recursos pesqueros de la región, y que al contrario su calidad de vida se ha demeritado, generando además problemas sociales (Fig. 21).

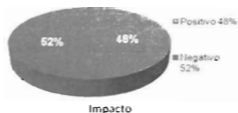


Figura 21. Percepción de los pobladores de las comunidades del Alto Golfo de California sobre el impacto que produjo el decreto de la RBAGCDRC en su calidad de vida.

VIII. DISCUSIONES

8.1 Pesquería de camarón

Con frecuencia las Áreas Marinas Protegidas son vistas como un medio para alcanzar las metas del uso sustentable de los recursos marinos. Uno de los objetivos de la RBAGCDRC es el conservar los ecosistemas y su biodiversidad para el uso y el aprovechamiento sustentable actual y potencial de los recursos, garantizando su integridad (SEMARNAT, 2007). Sin embargo, el evaluar si la explotación de un ecosistema es sustentable es difícil (Boesch, 1999). El presente estudio es un primer intento por evaluar el estado de una de las principales pesquerías de la RBSGCDRC, la pesquería de camarón, considerando dos estrategias de manejo implementadas en la región del AGC (el decreto de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y la declaratoria del Área de Protección de la Vaquita).

La capacidad de carga del sistema estimada para *L. stylirostris* en el AGC fue de 45,871 t y tasa intrínseca de crecimiento de 0.36. Estos estimados difieren de los reportados por García-Juárez *et al.* (2009). Estos autores estimaron cuotas de captura para la pesquería del camarón en el AGC utilizando series históricas de captura y CPUE de 1987 a 2006, reportando valores de $K = 21,323$ t y $r = 1.18$. Así mismo, el MSR de 5,673.75 t estimado en el presente estudio para la especie es ligeramente inferior al estimado por estos autores (MSR = 6325 t). Es posible que estas diferencias se deban al coeficiente de capturabilidad

utilizado, al esfuerzo pesquero aplicado (permisos de pesca o número de embarcaciones), así como las series de tiempo de captura y esfuerzo empleados. Chien-Hsiung (2004) indica que el modelo de Schaefer es una de las herramientas más poderosas en el análisis y el manejo de las pesquerías, aunque es sensible a la unidad de esfuerzo pesquero que se utilice, estandarizado o no.

Antes del decreto de la reserva (escenario I) la pesquería de camarón estuvo por encima del nivel óptimo hasta colapsarse en 1992. A finales de los ochentas las cooperativas pesqueras entraron en crisis cayendo en bancarrota (Valdez-Gardea 2001) ocasionado por la sobreexplotación del recurso debido a un alto nivel de esfuerzo pesquero y artes de pesca ineficientes; y por cambios climáticos por el fenómeno de El Niño que también impactaron al recurso (Greenberg 1993). En 1991 la pesca de camarón dejó de ser exclusiva de las cooperativas (Vázquez-León 1993), reduciéndose el número de embarcaciones a más de la mitad. En este año se decreta la RBAGCDRC dividida en dos zonas de manejo: la zona núcleo y la zona de amortiguamiento. En la zona de amortiguamiento se permite la explotación de los recursos naturales bajo ciertos criterios de manejo (Punt y Japp, 1994).

Después del decreto de la reserva (escenario II) la pesquería logra recuperarse hasta alcanzar la CPUE más alta en 1997. En este periodo el esfuerzo pesquero (pesca industrial) se mantuvo casi constante. Sin embargo, el número de lanchas y pescadores aumentó, así como los avances tecnológicos utilizados en la pesca. Al disminuir el esfuerzo de la flota industrial dentro de la reserva la productividad de las embarcaciones artesanales se

incrementó gradualmente y con ello, los ingresos económicos en la región y la rentabilidad de la pesquería (Rodríguez-Quiroz et al 2009). Sin embargo, los recursos pesqueros soportaron una constante presión social, que aunado a la tasa intrínseca de crecimiento baja de la población hicieron que la abundancia del recurso descendiera hasta colocarse por debajo del nivel óptimo en el 2005.

Después del 2005 (escenario III) la pesquería logró recuperarse y la biomasa se mantuvo por encima del nivel óptimo hasta el 2008. Esta recuperación coincide con el decreto del polígono de la vaquita marina. En diciembre del 2005 el gobierno de México publica en el Diario Oficial de la Federación el Programa de Protección de la Vaquita dentro del Área de Refugio ubicada en la porción occidental del alto golfo. Alrededor del polígono se restringen las redes de arrastre y se establece un tamaño mínimo de largo para el chinchorro utilizado en la pesca de camarón. Después del 2008 el número de embarcaciones menores registradas es más grande que el recomendado cuando el refugio fue declarado (DOF 2005; Rodríguez-Quiroz et al. 2009). En el 2009 la biomasa vuelve a colocarse por debajo del nivel óptimo, indicando que en alguna de las medidas de manejo aun existen fallas.

Es evidente que el nivel de esfuerzo aplicado a la pesquería impacta negativamente a la abundancia del recurso. Aunque en materia de manejo de una pesquería, las estimaciones de los niveles óptimos de explotación ayudan a fijar límite. Prager (1994) cita que no es posible que pueda conocerse lo suficiente de algún recurso como para establecer un

régimen de manejo que sea 100% efectivo. En 1995 el gobierno de México se apega al Código Internacional de Conducta de Pesca Responsable por medio de Normas Oficiales Mexicanas y basa la administración del recurso camarón en un programa de ordenamiento pesquero (SEMARNAP 1997; García-Bernal 1997). Sin embargo, la pesquería de camarón en el alto golfo vista bajo los dos escenarios de manejo implementados no ha logrado su sustentabilidad. Para lograrlo, las medidas regulatorias implementadas deberían de ser revisadas y aplicadas cabalmente, en conformidad de todas las partes involucradas (gobierno, vigilancia, sector social).

8.2. Pesquería de la curvina golfina.

La pesquería de la curvina golfina es una de las pesquerías más importante para el pescador del Alto Golfo de California; ocupa el segundo lugar en importancia económica en la comunidad del Golfo de Santa Clara después de la pesquería del camarón. Campoy (1999) indica que la pesquería de camarón y la pesquería de la curvina golfina incrementan el poder adquisitivo del pescador y el movimiento económico de la comunidad del Golfo de Santa Clara. A principios de los 60's la curvina golfina llegó a estar comercialmente extinta (Román-Rodríguez, 1998; Román-Rodríguez *et al.*, 1998); al reactivarse la pesquería en 1993, la producción aumentó gradualmente hasta el año 2000, al igual que el esfuerzo de pesca. Este aumento en el esfuerzo pesquero fue producto de los problemas que presentó la pesca industrial camaronera. A finales de los ochentas la pesca de camarón de alta mar



decaió afectando directamente la economía regional, haciendo que las cooperativas buscaran nuevas oportunidades de pesca en especies de escama (Valdez-Gardea 2001). Las cooperativas pesqueras de alta mar al no contar con embarcaciones mayores adquirieron embarcaciones menores para capturar curvina golfina, chano y sierra. Este esfuerzo de pesca repercutió sobre el índice de abundancia de la población (CPUE).

La pesquería de la curvina golfina registró su producción máxima histórica en el 2002 con 4299 ton. Este aumento en la producción concuerda con el ingreso de 337 embarcaciones más que afectaron la eficiencia de la flota. Después de ese año la producción fue disminuyendo gradualmente con un esfuerzo de pesca constante. Aunque en el 2007 y el 2010 el esfuerzo de pesca disminuyó el 6.6 y el 26.4 % respectivamente, estos nuevos regímenes de pesca no tuvieron el impacto esperado; en el 2009 la producción disminuyó casi la mitad del año anterior, mientras que la producción registrada en el 2010 fue casi la mitad de la producción máxima histórica de la pesquería. Un aumento temporal en la captura, tras una expansión del esfuerzo de pesca no debe inducir a error al administrador de la pesca en la creencia de que todavía hay potencial para una mayor intensificación de la pesca (Panayotou, 1983).

La sobreexplotación de los recursos naturales es producto de condiciones de pobreza, de falta de visión de largo plazo y de alternativas tecnológicas y productivas viables (INE, 1998). En la pesquería de curvina golfina, como en cualquier otra pesquería, los pescadores dirigen su esfuerzo hacia donde el recurso es más abundante e interrumpen su actividad

cuando deja de ser rentable (Hilborn y Walter, 1992). Gran proporción de la captura de este recurso se obtiene en la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera (zona de desove y crianza de la especie) durante sus migraciones reproductivas, lo que lleva a la captura de una gran cantidad de organismos que no han desovado, hecho que puede afectar a la población en general. De principios de febrero a principios de mayo la mayor actividad de pesca de curvina golfina se realiza en la Zona Núcleo de la Reserva de la Biósfera registrándose en esas fechas las capturas máximas de la temporada (Román-Rodríguez, 2000).

Es importante señalar que no existen antecedentes de evaluaciones previas de este tipo para *C. othonopterus*. La declinación de la biomasa se aceleró a partir de 1998 en razón del aumento del esfuerzo de pesca. Al comparar los puntos de referencia biológicos obtenidos con el modelo de biomasa dinámica de Schaefer y el manejo de la pesquería, se observa que durante la fase de crecimiento de la pesquería (1993 - 1996) el efecto neto del esfuerzo pesquero se mantuvo por abajo del E_{RMS} (225 embarcaciones); sin embargo, después de este periodo el esfuerzo pesquero se mantuvo por encima del E_{RMS} (> 416 embarcaciones). Sin considerar el nivel de biomasa en el RMS , el esfuerzo pesquero aplicado en 1998 es el que más se aproxima al valor de su respectivo punto de referencia (E_{RMS}), con una diferencia del 2.9%. Por otro lado, el valor de K estimado fue de 16.390 ton, lo que implica que el RMS es del orden de 3.073 ton, equivalentes a un esfuerzo de 416 embarcaciones. De acuerdo con esto, en el 2010 la pesquería se encontraría a un 13.7% de alcanzar su máximo rendimiento, para lograrlo sería necesario disminuir el esfuerzo de pesca un 20.2%, que a la vez permitiría disminuir la mortalidad pesca. Al respecto (Caddy y Mahon,1996)

señalan que el modelo de producción más apropiado puede saberse solo después de que el esfuerzo total para alcanzar el *RMS* ha excedido; en el caso particular de la pesquería de curvina gollina el esfuerzo fue sobrepasado desde 1998.

La comparación entre los puntos de referencia y el estado actual de la pesquería, sugieren que la población no ha sido saludable a pesar del decreto de la Reserva de la Biósfera y de las acciones de manejo de la pesquería. Es necesario reducir la sobrepesca y el impacto que genera la captura del recurso en la zona núcleo de la Reserva de la Biósfera sobre el potencial reproductivo. Las estrategias de manejo para la conservación de esta especie deberán dirigirse a mantener la mortalidad por pesca adecuada para que se mantenga.

8.3. Pesquería de la sierra.

La variabilidad interanual de las capturas de sierra no es producto del nivel de explotación en el alto golfo. En el 2005 el esfuerzo pesquero aumentó 289% y las capturas cayeron el 150% en el 2006. Sin embargo, en los dos años siguientes las capturas aumentaron, aun con la disminución del esfuerzo de pesca del 125%. Esta variación oscilatoria en las capturas puede estar relacionada con la biomasa disponible del recurso y el comportamiento migratorio de la especie. Por otro lado, actualmente no existe una Norma Oficial Mexicana que regule la pesquería de sierra en el Pacífico; la única medida de manejo es el control del

esfuerzo de pesca a través del número de embarcaciones mediante la expedición de permisos de pesca para escama en general (DOF, 2004).

La especie es capturada en el alto golfo durante sus migraciones anuales. Cervantes-Escobar (2004) realizó estudios sobre *S. sierra* en Guaymas y Mazatlán encontrando resultados similares en ambas zonas, concluyendo que los organismos capturados en ambas zonas pertenecen a la misma población. (Aguirre-Villaseñor et al., 2006) en estudios realizados sobre esta especie en el estado de Sinaloa señalan que es posible que la *S. sierra* se encuentre sometida a una sobreexplotación del crecimiento, es decir, que se capturan en exceso individuos jóvenes del stock vulnerable. Esto sugiere que el manejo de la especie no debe ser local (alto golfo), y que deben involucrarse todas las áreas donde la especie es explotada.

8.4. Pesquería del chano norteño.

La pesquería del chano norteño es una pesquería relativamente nueva que vino a diversificar la actividad pesquera en el alto golfo cuando la pesquería de camarón de alta mar dejó de ser productiva en los años ochentas (Román-Rodríguez, 2000). Esto hizo que las capturas aumentaran paulatinamente hasta registrar la captura máxima histórica en 1998. Después de ese año la pesquería presentó un decaimiento que duró 9 años, hasta que

en el 2007 se recuperó, pero sin alcanzar lo a captura máxima histórica. A pesar de esa recuperación el estado del recurso ha estado por debajo del nivel óptimo.

Hasta el 2006 tendencia de la pesquería ($CPUE = 0.37$) era negativa, recuperándose en el 2007 ($CPUE = 2.18$). Aragón-Noriega et al. (2009) describen este declive en la abundancia relativa del recurso. Estos autores citan que la captura del chano norteño continúa en área marina protegida aun nivel de explotación muy importante, lo cual la hace atractiva al pescador y la CPUE tiende a ser negativa.

8.5. Aspectos socio-económico de las pesquerías.

En el Golfo de Santa Clara se concentra el 50% de la producción pesquera de ribera dentro de la reserva; y se genera la mayor parte de los problemas socio-económicos. (Doode y Wong, 2001) señala que la pesca ribereña en el Alto Golfo es problemática debido a su dispersión espacial y disparidad social.

El decreto de la Reserva de la Biósfera no ha sido determinante para el desarrollo y crecimiento de la calidad de vida de los pescadores ribereños, ya que las políticas ambientales no han sido orientadas al manejo integral de las comunidades costeras. Los ingresos que los pescadores de la comunidad del obtienen por temporada de pesca no solventan los insumos en bienes y servicios invertidos en materiales y equipos para la pesca. (Wilcox y Pomeroy, 2003) citan que los beneficios económicos de las pesquerías en

las áreas marinas protegidas no son efectivos cuando los costos de los viajes a las áreas de pesca son altos. Por su parte, (Lewfik y Bene, 2003) y (Tupper, 2007) mencionan que los beneficios de las áreas marinas protegidas están basados en el comportamiento de las especies, en la captura y en la explotación pesquera. Esto sugiere que aunque las áreas de pesca no están muy alejadas de las comunidades, el periodo de pesca suele ser relativamente corto, repercutiendo en la recuperación del monto invertido en la pesca. Esta situación motiva al pescador a adentrarse en la zona núcleo (zona prohibida) lo que ocasiona conflictos legales y por ende sociales, principalmente para las comunidades de San Felipe y Golfo de Santa Clara.

Con la reaparición de la curvina golfina en las aguas del Alto Golfo se reactivó la actividad pesquera en el Golfo de Santa Clara y con ello, la inmigración de personas de otras regiones del país a esta comunidad. Esto último motivo la lucha por la pesca del stock y a la violación de la zona núcleo (zona de no pesca) de la reserva de la biosfera, generando la inestabilidad social en la comunidad debido a problemas judiciales entre los pescadores y las autoridades responsables del área. La principal preocupación para el pescador y su familia es la seguridad del empleo, sus ingresos y la protección de sus derechos de pesca, antes que su integridad personal. (Symes y Phillips 2009) señalan que un empleo regular con ingresos estables no son condiciones asociadas normalmente con pesquerías. La estacionalidad en captura del recurso, el mal tiempo, las fluctuaciones en la abundancia del stock y la inestabilidad del mercado, hacen que la pesca como actividad económica sea

incierto y riesgosa para el pescador, lo que a la vez puede llevar a la inestabilidad económica y social si no se cuenta con actividades económicas alternas.

IX. CONCLUSIONES

9.1. Pesquería de camarón

Para la pesquería de camarón, el rendimiento máximo sostenido estimado fue de 4.128 ton, con una biomasa que permitiría lograrlo de 22.935 ton.

Al final de cada escenario, el recurso se encontró por debajo del nivel óptimo.

9.2. Pesquería de la curvina golfina.

Para la pesquería de la curvina golfina, el rendimiento máximo sostenido estimado fue de 3.100 ton, con una biomasa que permitiría obtenerlo de 8.200 ton.

Al final del periodo de estudio el recurso se encontró por debajo del nivel óptimo.

9.3. Pesquería de la sierra.

Para la pesquería de la sierra, el rendimiento máximo sostenido estimado fue de 2.283 ton, con una biomasa que permitiría obtenerlo de 7.011 ton.

Al final del periodo de estudio el recurso se encontró por debajo del nivel óptimo.

9.4. Pesquería del chano norteño.

Para la pesquería del chano norteño, el rendimiento máximo sostenido estimado fue de 1.892 toneladas, con una biomasa que permitiría obtenerlo de 4.980 ton.

Al final del periodo de estudio el recurso se encontró por debajo del nivel óptimo.

9.4. Los resultados indican que los recursos no han sido saludables a pesar del decreto de la Reserva de la Biósfera, debido a que la zona núcleo no ha sido respetada como zona prohibida para la pesca y por el incremento del esfuerzo pesquero.

9.5. Es necesario establecer medidas de manejo más adecuadas que permitan reducir la sobrepesca y el impacto que genera la captura de la curvina golfina en la zona núcleo de la reserva sobre el potencial reproductivo, que permita revertir la tendencia negativa de la pesquería.

9.6. El 52% de los pescadores percibe que la declaratoria de la reserva no ha contribuido en la recuperación de las poblaciones de los principales recursos pesqueros de la región.

9.7. El decreto de la Reserva de la Biósfera no ha sido determinante para el desarrollo y calidad de vida de los ribereños.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Villasenor, H., E. Morales-Bojorquez, R.E. Moran-Angulo, J. Madrid-Vera and M.C. Valdez-Pineda. 2006. Biological indicators for the pacific sierra (*Scomberomorus sierra*) fishery in the Southern Gulf of California, Mexico. *Cienc. Mar.* 32: 471-484.
- Alvarez Borrego Saul y Lara Lara Jose R. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: Dauphin and Simoncit, Editores. "The Gulf and Peninsula. Province of the Californias. America Asoc. of Petroleum Geologist, Memoria 47". Publicado (PA: CEECH9101)
- Alvarez Borrego Saul. 2001. Chlorophyll profiles and the water column structure in the Gulf of California. *Oceanologica Acta*. Vol. 24, No. 1, p. (PA: CEECA20013)
- Aragón Noriega, E. A. 2005. Bases socioeconómicas y biológicas para la explotación sustentable de los recursos pesqueros del alto Golfo de California. Proyecto CONACYT *Ciencia Basica*, convocatoria 2005. 46 p.
- Arreguin-Sánchez F, Arcos E, and Chávez EA. 2002. Flows of biomass and structure in an exploited benthic ecosystem in the Gulf of California, Mexico. *Ecol Model* 156: 167-83.
- Arvizu, J. y H. Chávez. 1972. Sinopsis sobre la biología de la totoaba *Cynoscion macdonaldi* (Gilbert, 1890). FAO. 21p.

- Beverton, R., Holt, J.H., Sidney J. 1993. On the Dynamics of Exploited Fish Populations. Chapman & Hall, London. 533p.
- Bezaury-Creel, J. E. 2007. La conservación a nivel de paisaje: redes de áreas naturales protegidas, su designación e internacional y otros espacios dedicados a la conservación, a la restauración y el aprovechamiento sustentable en México. En Halffer, S. Guevara y A. Melic (Eds.) Hacia una cultura de La Conservación Biológica. m3m; Monografías Tercer Milenio. Vol. 6. Zaragoza España. Págs. 44-56.
- Botsford, W.L., Castilla, J.C. y C.H. Peterson. 1997. The management of fisheries and marine ecosystems. *Science*, 277: 509-515.
- Brusca, C.R. 2004. The gulf of California-an overview. en: Brusca, C.R., Kimrey E. y W. Moore (eds.). *A Seashore guide to the Northern Gulf of California*. Arizona-Sonora Desert Museum Tucson, Arizona, EUA. 203 pp.
- Caddy, J. & R. Mahon. 1996. Reference points for fisheries management. FAO. Fish. Tech. Paper No. 347. FAO, Rome 83p.
- Campoy, F. José, y Román, Martha. 1998. Observaciones sobre la Biología y pesquería de la curvina golfina (*Chanoschanos othonopterus*) en la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. INE. IMADES
- Campoy, F. J. 1999. Análisis de la Situación Pesquera en la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. INE/SEMARNAP.

- Carvajal, N., A. Souza and R. Durazo. 1997. A numerical study of the ex-RÖfl of the Colorado River. *J. of Mar. Syst.* 12: 17-33.
- Cerda, C. 2003. Beneficios de la recreación al interior de la reserva nacional Lago Peñuelas. Tesis para optar al grado de magister en gestión y planificación ambiental. Universidad de Chile. 81p.
- Cundey-Bueno and Turk P. 1998. Pescando entre marcas del alto Golfo de California. Baja California. Mexico: Centro de Estudios de Desiertos y Océanos.
- Csirke, J 1980 Introducción a la dinámica de poblaciones de peces FAO Documentos Técnicos de Pesca N° 192 FIRM/T192 (Es)
- Danemann, G. D. 2005. Dimensiones humanas y problemática ambiental. Pp 5-7 *en*: Danemann, G. D. (ed.). Las dimensiones humanas en el estudio y conservación del Golfo de California. Sesión especial realizada como parte del IX congreso de la Asociación de Investigación del Mar de Cortés A. C. Pronatura y AIMAC Ensenada. H. C. 32 pp.
- De la Cruz, F. 2002. Políticas de manejo y aspectos socioeconómicos en la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado: El caso de la pesca ribereña de San Felipe. B.C. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana. B.C.
- Diario Oficial. 1975. Se prohíbe la pesca de la totoaba por la declinación dramática de la población.

D.O.F. 1993 a. Junio. Diario Oficial de la Federación (DOF). 1993. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera la región conocida como Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ubicada en aguas del Golfo de California y los Municipios de Mexicali, B.C., de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, Son., Lunes 10 de junio, 1993.

D.O.F. 1993 b. Norma Oficial Mexicana NOM-024-SEMARNAT-1993 por la que se establecen medidas para la protección de las especies de totoaba y vaquita en aguas de jurisdicción federal del Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. 23 de Abril de 2003.

D.O.F. 1994. Mayo. Diario Oficial de la Federación (DOF), 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-I.COL.-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Lunes 16 de mayo, 1994.

D.O.F. 2005 a. Acuerdo mediante el cual se establece el área de refugio para la protección de la vaquita (*Phocoena sinus*). Jueves 8 de septiembre.

D.O.F. 2005 b. Programa de protección de la vaquita dentro del Área de Refugio ubicada en la porción occidental del Alto Golfo de California. Diario Oficial de la Federación, Jueves 29 de diciembre

- Doode-Wong (2001) "El Golfo de California: surgimiento de nuevos actores sociales, sustentabilidad y región". *Estudios Sociales*, Revista de Investigación del Noroeste, Vol. XI, No. 21, enero-julio, pp.25-56. CIAD, Colson, Unison.
- Espino Barr, E. y M Cruz Romero. 2006. Aspectos generales de la pesca ribereña en el Pacífico Mexicano. Fuente (Editores): Guzmán Amalla, P. y D. F. Fuentes Castellanos. *Pesca, Acuicultura e Investigación en México*. Comisión de Pesca/ Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, Cámara de Diputados. México.37-47 pp.
- Espinoza-Tenorio, Alejandro. 2004. Modelo cualitativo de indicadores ambientales para el análisis de escenarios pesqueros: caso de estudio el Norte del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias Marinas-Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC. Ensenada, México. 180 pp.
- FAO. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010*. Roma, FAO. 2010. 219 p.
- Flanagan, C. L. and J. Hendrickson.1976. Observations on commercial and reproductive biology of the totoaba, *Cynoscion macdonaldi*, in the northern Gulf of California. U.S. National Marine Fisheries Service. Fish Bull. 74:531-544.
- Godínez Plasencia, J. A. 1993. Debe vedarse la pesca en el Alto Golfo de California. *Economía*.2 (9):1-3.
- Gell, F.R. y C.M. Roberts (2003) "Benefits Beyond Boundaries: The Fishery Effects of Marine Reserves" en *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 18, pp. 448-455.

- Godínez Plascencia, J. A. 1993. Debe vedarse la pesca en el Alto Golfo de California. *Economía* 2 (9):1-3.
- Goñi R., Quetglas A., Reñones O. (2003). Size at maturity, fecundity and reproductive potencial of a protected population of the spiny lobster *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) from the western Mediterranean. *Marine Biology*, 143(3):583-592
- Greenberg, J. B. & C. Velez Ibanez 1993. Community Dinamics in a time of crisis; and Maritime Community and Biosphere Reserve: Crisis and Response in the Upper Gulf of California. University of Arizona.
- Gulland, J. A. 1983 *Fish Stock Assessment - A Manual of Basic Methods Vol I* Wiley & Sons Chichester. 223 pp
- Hilborn, R. & C. J. Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall, New York. 570 p.
- Hoyos, D. (1991) "¿Auto-veda de la pesquería de camarón? Caída drástica estimulada de la acción" en *Noticias del CEDO*, una revista del Alto Golfo de California y el desierto sonorense circundante. 3(2). Puerto Peñasco, Sonora, México.
- INP (Instituto Nacional de Pesca). 1997-1998. *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y Manejo*. Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, México, pp. 46-47.

- Kaplan, D. M.; L. W. Botsford and S. Jorgensen. 2006. Dispersal per recruit: an efficient method for assessing sustainability in marine reserve networks. *Ecological Applications*. 16(6):2248-2263.
- Kellner J., Tetreault, I., Gaines, S., D. & Nisbet, R. M., (2007) Fishing the Line Near Marine Reserves in Single and Multispecies Fisheries. *Ecological Applications*. 17(4):1039-1054)
- Lavin, MF y Sánchez, S. 1999. On how the Colorado River affected the Hydrography of the Upper Gulf of California. *Continental Shelf Research*. 19: 1545-1560.
- Leader-Williams, N., J. Harrison y M.J.B. Green. 1990. Designing protected areas to conserve natural resources. *Sci. Progress Oxford*. 74:189-204.
- León, C. 2004. Piezas de un rompecabezas: Dimensión socio-económica de las costas de México. In: RIVERA A. E., G. J. VILLALOBOS., I. A. ADEATH & F.R. MAY (Eds.). *El manejo costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad Autónoma de Quintana Roo. pp. 654.
- Ludwig, D., R. Hilborn y C. Walters. 1993 *Uncertainty, resources exploitation, and conservation; lessons from history*. *Science* 260:17. 36.
- Norris, K. S., and McFarland, L. T. (1958). A new harbor porpoise of the genus *Phocoena* from the Gulf of California. *J. Mammal.* 39, 291-340.

- Ortiz, M. 2003. Qualitative modelling of the kelp forest of *Lessonia nigrescens* Bor (Laminariales: Phaeophyta) in eulittoral marine ecosystems of the south-east pacific: an approach to management plan assessment. *Aquaculture*, 220: 423-436.
- Panayotou, T. 1983. Conceptos de ordenación par alas pesquerías a pequeña escala:
- Prager, H.M:1994. A suite of extensions to a nonequilibrium surplus production model. *Fish. Bull* 92:374-389.
- Punt, A., & R. Hilborn. 1996. Biomass dynamic models. User's manual. FAO computerized information series (Fisheries) No.10. Rome. 62 p.
- Punt A. 1992. Selecting management methodologies for marine resources, with an illustration for southern African hake. *South African Journal of Marine Sciences*. 12: 943- 958.
- Punt A, Japp DW. 1994. Stock assessment of the Kingklip (*Gemypterus capensis*) resource off South Africa. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 14. 133-149
- Quimbar, J. R. 2003. Análisis de redimensionamiento de la flota camaronera de altamar del Pacífico Mexicano. Tesis de maestría, Hermosillo, Sonora. El Colegio de Sonora.
- Rodríguez-Quiroz, G., E. A. Aragón-Noriega & A. Ortega-Rubio.2009. Artisanal shrimp fishing in the Biosphere Reserve of the Upper Gulf of California. *Crustacena* 82(5):16-22.
- Román-Rodríguez, M. J. 1998. Los sciaenidos en la reserva de la biósfera Alto Golfo de California. *Pesca y Conservación*. 2: 7-8.

- Román-Rodríguez, M.J., J.C.G. Barrera, J. Campoy. 1998. La corvina golfina: ¿Volvió para quedarse? *Voces del Mar* 1: 1-2.
- Román-Rodríguez, M. J. 2000. Estudio poblacional del chano norteño, *Micropogonias megalops* y la curvina golfina *Cynoscion othonopterus* (Gilbert) (Pisces: Scianidae), especies endémicas del Alto Golfo de California, México. Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora. Informe final SNIB-CONABIO No. L298. 137pp.
- Ruiz López D. M. 2009. Diagnóstico socioeconómico y evaluación de una estrategia compensación al sector pesquero del Golfo de Santa Clara, Sonora. Tesis de Maestría. CIIDIR, IPN.
- Salas, E., Aburto-Oropeza, O., Paredes, G., Parra I., Barrera, C.J. y P.K. Dayton. 2002. A general model for designing networks of marine reserves. *Science*. 298: 1991-1993.
- Sanchirico, J. N. & J. I. Wilen . 2001. A Bioeconomic Model of Marine Reserve Creation. *J. Environ. Econom. Man.* 42: 257-276.
- Secretaría de Pesca. 1993. Norma Oficial Mexicana 002-PE/SC-1993, *para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos*. Diario Oficial de la Federación. 10 de agosto de 1993.
- SEMARNAT. 1995. Programa de manejo. Áreas naturales protegidas I. Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado SEMARNAT/CONANP, México.

- SEMARNAT 2008. Programa de acción para la conservación de la especie vaquita (*Phocoena sinus*).
- Sparre, P., Venema, S.C. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO Documento Técnico de Pesca* 306, 177-185.
- Tewfik, A., and C. Béné. 2003. Effects of natural barriers on the spillover of a marine mollusk: implications for fisheries reserves. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 13:473- 488.
- Tupper, M. 2007. Identification of nursery habitats for commercially valuable humphead wrasse (*Cheilinus undulatus*) and large groupers (Pisces: Serranidae) in Palau. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 332:189-199.
- Valdez-Gardea, G. C. 2001. People's responses in a time of crisis: marginalization in the Upper Gulf of California. Thesis: University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Valdez Gardea, G. C. 2007. "Soy pescadora de almejas...": respuesta a la marginación en el alto golfo de California/Gloria Ciria Valdéz-Gardea. Hermosillo Sonora, México. Colegio Sonora, 2007. 250 p.
- Vázquez-León, M. 1993. The political organization of fishing. In: MCGUIRE, T.R. & GREEMBERG, J.B. (Eds.). Marine community and biosphere reserve: crises and response in the Upper Gulf of California. Occasional paper number 2 BARA. University of Arizona 168 p.
- Walpole, M. J.; H. J. Goodwin and G. R. Ward. 2001. Pricing policy for tourism in protected areas: Lessons from komodo National park, Indonesia. *Conservation Biology*, 15(1): 218- 227.

Wilcox C., Pomeroy CDo commercial fishers aggregate around marine reserves? Evidence from Big Creek Marine Ecological Reserve, central California. *North American Journal of Fisheries Management* 2003;23:241-250.

WWF, INE. 2006. Conservación de la Vaquita y su hábitat en el Alto Golfo de California Serie de artículos de divulgación. DGIPEA / AR / 021.